

Підручник підготовлено в рамках проєктів Жана Мо-
не (рівень кафедри):

«Законодавчий, економічний та соціальний перехід
ЄС до сестейнового суспільства в рамках Індустрій
4.0 та 5.0» / “Legislative, Environmental and Social
Transition of the EU to Sustainable Society within
Industries 4.0 and 5.0” (619997-EPP-1-2020-1- UA-
EPPJMO-CHAIR)

«Економічна політика та громадянське суспільство
ЄС» / “EU Economic Policy and Civil Society” (619878-
EPP-1-2020-1-UA-EPPJMO-CHAIR)

With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union



The European Commission's support for the production of this publication does not constitute an endorsement of the contents, which reflect the views only of the authors, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein

СУЧАСНІ ТРЕНДИ ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ

Книга 1

**Трансформації економічних систем:
досвід ЄС в реалізації Industries 3.0, 4.0, 5.0**

За ред. д.е.н., проф. Л.Г. Мельника
та к.е.н., доц. О.М. Маценко

Навчальний посібник

CURRENT TRENDS OF ECONOMIC DEVELOPMENT

Book 1

**Transformation of economic systems:
Lessons of EU in Industries 3.0, 4.0, 5.0
Implementation**

**Edited by Leonid Melnyk
and Oleksandr Matsenko**

A study guide

УДК 330.34"313"(075.8)
С 91

Рекомендовано до видання вченою радою Сумського державного університету як навчальний посібник (протокол № 9 від 10 лютого 2022 року)

Рецензенти:

О. О. Веклич – доктор економічних наук, професор, головний науковий співробітник відділу екосистемного оцінювання природно-ресурсного потенціалу, ДУ «Інститут економіки природокористування та сталого розвитку НАН України», м. Київ;

Т. І. Лепейко – доктор економічних наук, професор, завідувачка кафедри менеджменту та бізнесу, Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, м. Харків;

В. М. Тарасевич – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри міжнародної економіки, політичної економії і управління, Національна металургійна академія України, м. Дніпро.

Сучасні тренди економічного розвитку. Книга 1: Трансформації економічних систем: досвід ЄС в реалізації Industries 3.0, 4.0, 5.0: навчальний посібник / за ред. Л. Г. Мельника. Суми: Університетська книга, 2022. 608 с.

ISBN 978-617-521-010-9

Навчальний посібник знайомить з такими актуальними в сучасних умовах категоріями, як «тренд» і «тенденція» розвитку соціально-економічних систем. Характеризуються ознаки, взаємні відношення та процеси еволюції різних видів трендів. Показані особливості формування сучасних трендів у різних сферах діяльності: сестейнізації, інформатизації, цифровізації, кіборгізації економіки та її галузей, розвитку технологічної основи, нових матеріалів, Інтернету речей. Особлива увага приділяється сучасним промисловим революціям (Industries 3.0; 4.0; 5.0) та фазовому переходу до нової соціально-економічної формації.

Призначений для викладачів і студентів навчальних закладів, а також для наукових працівників, фахівців підприємств, спеціалістів місцевих органів адміністрації.

УДК 330.34"313"(075.8)

ISBN 978-617-521-010-9

© Мельник Л. Г., Маценко О.М., 2022
© ПФ «Видавництво “Університетська книга”»,
2022

Зміст

Вступ.....	7
Тема 1 Зміст сучасних трендів соціально-економічного розвитку	9
Основи теорії	10
Презентаційні матеріали.....	13
Питання до теми	53
Тема 2 Соціально-економічні тренди сучасного фазового переходу	55
Основи теорії	56
Презентаційні матеріали.....	63
Питання до теми	129
Тема 3 Проривні технології як основа формування соціально-економічних трендів	131
Основи теорії	132
Презентаційні матеріали.....	136
Питання до теми	187
Тема 4 Сестейнізація соціально-економічного розвитку	189
Основи теорії	190
Презентаційні матеріали.....	198
Питання до теми	262
Тема 5 Інформатизація економічних систем	265
Основи теорії	266
Презентаційні матеріали.....	269
Питання до теми	309
Тема 6 Технологічні тренди	311
Основи теорії	312

Презентаційні матеріали.....	316
Питання до теми	359
Тема 7 Трансформація матеріалознавства	361
Основи теорії	362
Презентаційні матеріали.....	367
Питання до теми	427
Тема 8 Цифровізація соціально-економічних систем	428
Основи теорії	429
Презентаційні матеріали.....	432
Питання до теми	490
Практичні завдання (матеріали для обговорення)	493
Тенденція і тренд.....	493
Фазовий перехід	495
П'ятий вимір	499
Мудре дзеркало	505
Проривна технологія.....	508
Як речі свій Інтернет створили	510
Зустрілися якось «Бура» і «Зелена» Економіки	517
Як Матерія з Інформацією дискутували	527
Три D-принтер	531
Розумні матеріали	533
Дива чарівника Цифри.....	536
Висновки.....	541
Додатки	544
Рекомендована література	581

Вступ

Одне з основних завдань управління соціально-економічними системами полягає в формуванні таких цільових установок, які б максимально відповідали підвищенню ефективності функціонування систем. Щоб це було реалізовано, необхідно в найбільшій мірі використовувати «енергію тенденції», іншими словами *тренда розвитку* системи. В своєму русі до майбутнього система завчасно починає накопичувати особливості і риси того стану, який забезпечить їй максимум ефективності в майбутньому. Висловлюючись в термінах наукових понять, скажемо, що цей стан має відповідати критерію мінімуму виробництва ентропії (з усіх можливих станів), або, інакше кажучи, сприяти мінімальному розсіюванню енергії.

Надзвичайно важливо, щоб знаннями про сучасні тренди соціально-економічного розвитку та навичками їх застосування в практичній діяльності володіли майбутні фахівці, в яких перетворюються сьогоднішні студенти. Більшість з них буде так чи інакше пов'язана з процесами управління господарською діяльністю.

Мистецтво керівника полягає в тому, щоб, по-перше, розгледіти тенденцію зміни стану соціально-економічних систем, а, по-друге, перебудувати існуючий гомеостаз системи таким чином, щоб процес розвитку сприяв прояву найбільш ефективних трансформаційних змін. Схематично проєктований новий гомеостаз системи повинен бути комбінацією рис існуючого стану системи з тими особливостями і властивостями, які диктує тренд розвитку системи.

Надзвичайно важливо майбутнім фахівцям засвоїти даний принцип нелінійного мислення, а також навчитися враховувати тенденцію розвитку системи в перехідні періоди історії, зокрема, при фазових переходах, коли перестають працювати лінійні методи, які описують поведінку

системи. Саме така ситуація показується в навчальному посібнику на прикладі сучасних промислових революцій (Industries 3.0, 4.0, 5.0), в ході яких реалізується нинішній фазовий перехід.

Цей навчальний посібник розроблений з метою допомоги в забезпеченні на усіх рівнях навчання, викладання і освоєння дисциплін, спрямованих на знайомство з сучасними трендами економічного розвитку. Базовим теоретичним матеріалом у забезпеченні зазначених дисциплін є підручник «Сучасні тренди економічного розвитку» (Університетська книга, 2021), розроблений викладачами та науковцями Сумського державного університету, а також інших установ України та зарубіжжя.

В даному навчальному посібнику представлені методичні матеріали (зокрема, презентації, питання до розділів, допоміжний матеріал для проведення практичних занять), для практичної реалізації навчального процесу.

В даний том навчального посібника включено методичні матеріали до розділів 1–8. Автори сподіваються, що даний підручник дасть змогу студентам, викладачам та фахівцям бізнесу не тільки розширити світогляд і здобути нові знання, але й отримати необхідний поштовх до самонавчання й саморозвитку.

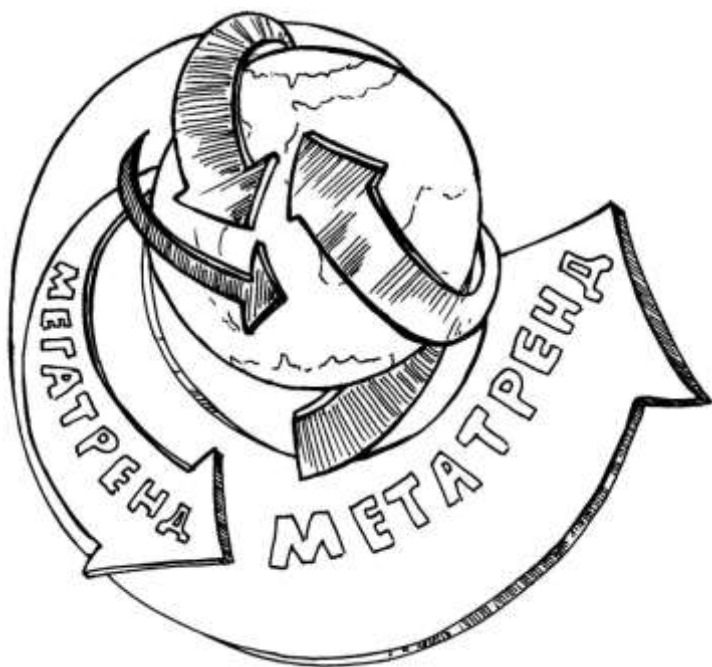
Слова подяки. Автори висловлюють подяку рецензентам за цінні поради й зауваження, а також вдячні колегам за сприяння у виданні книги.

Авторський колектив: д.е.н., проф. Л. Г. Мельник (редактор); асист. Ю. М. Завдов'єва (технічний редактор); д.е.н., проф. О. Вас. Кубатко, д.е.н., проф. О. І. Карінцева, д.м.н., проф. В. Г. Псарьова, к.е.н., доц. І. Б. Дегтярьова, к.е.н., доц. А. В. Євдокимов

Тема 1

Зміст сучасних трендів соціально-економічного розвитку

*The content of current trends
of socio-economic development*



Основи теорії

Трендом (тенденцією) в широкому розумінні слід вважати відносно стійке (усталене) спрямування розвитку певного явища. В економічних системах зазначене спрямування реалізується через динаміку сукупностей співвідношень (між окремими частинами систем), властивостей (притаманних системам), показників доходів і витрат, попиту та пропозиції, ознак споживчих потреб та уподобань користувачів, параметрів технологічної основи тощо.

Поняття «тенденція» і «тренд» доцільно вживати лише для характеристики *процесів*, тобто явищ, які протікають у часі, і впродовж яких відбувається (чи навпаки, не відбувається) зміна певних параметрів систем. У низці публікацій акцентується увага на здатності трендів впливати на перебіг подій у майбутньому.

У вузькому розумінні слово «тренд» означає відповідність нормативним ознакам або динамічним характеристикам певного періоду часу (зокрема це можна спостерігати на прикладі словосполучення «бути в тренді»).

Мегатренд можна визначити як *великомасштабну довгострокову* тенденцію суспільного розвитку, яка визначає зміну якісних параметрів соціально-економічних систем.

Складовими мегатренда як загальної хвилі є:

- **соціо-культурний тренд** – коли нова продукція знаходить своїх прихильників серед населення та підприємців;
- **тренд у споживанні** – коли споживачі починають масово переходити на нові види продукції;
- **бізнес-тренд** – коли використання нових технологій для виробництва нового виду продукції перетворюється на прибуткову платформу для бізнесу.

Саме такий шлях проходили всі інновації, без яких сьогодні ми не можемо уявити своє життя: персональний

комп'ютер, мобільний телефон, інтернет, соціальні мережі, GPS, цифрові системи фіксації інформації, альтернативні джерела енергії та багато чого ще. І саме так просуваються ті технології, які обіцяють докорінно змінити види нашої діяльності вже в недалекому майбутньому (*Інтернет речей, штучний інтелект, 3D-принтери* тощо).

Соціально-економічні тренди в чомусь нагадують річки. Народжуючись як тренди окремих продуктів від певної проривної технології, мов струмочки із джерела, вони потім можуть, об'єднуючись із трендами інших продуктів, набирати силу *мегатрендів*, впливаючи на різні сфери суспільного життя: соціально-культурне середовище, економіку, бізнес. Такий шлях в свого часу пройшли тренди електрифікації, автомобілізації, телефонізації, радіофікації, телевізійного мовлення, комп'ютеризації, використання мобільних телефонів, GPS, 3D-принтингу тощо.

Більшість із названих вище трендів переросли масштаби мегатрендів, набувши ознак *метатрендів*. Такими, зокрема, стали тренди комп'ютеризації, використання мобільного телефону, інтернету. Кожен із них об'єднує людей у єдину глобальну спільноту і фактично забезпечує появу на планеті передбаченої В. І. Вернадським ноосфери (тобто сфери розуму), яка і далі розвивається у вигляді «Хмари».

У такому самому напрямку слідують тренди розвитку *Інтернету речей* та *адитивних технологій*. Щоб зазначені *мегатренди* перетворилися повною мірою на *метатренди*, вони мають набути більшої масштабності. І тоді перший – повністю вивільнить людину від ручної праці та запустить циркуляційну економіку. А другий стане основою реалізації горизонтальних (розподілених) виробничо-споживчих мереж і забезпечить досягнення цілей дематеріалізації економіки.

Метатренди мають більш значну масштабність. Вони охоплюють взаємозв'язок людини з *природою* і ведуть до *цивілізаційних* трансформацій у суспільстві. Останнє означає, насамперед, якісні зміни в самій людині, зокрема у співвідношенні її біологічного, особистісного і трудового начал.

Серед метатрендів у різних публікаціях називаються такі явища: демографічна динаміка, глобалізація, урбанізація, збільшення середнього віку населення, мережевізація та інші процеси.

Економіка і бізнес є тими двома ключовими сферами суспільства, які забезпечують реалізацію процесів виробництва і споживання продукції. Тому вони повною мірою залежать від трендів, які формуються в економічній системі.

Презентаційні матеріали

План лекції

1. Поняття про тренд
2. Види та зміст соціально-економічних трендів
3. Характеристика мегатрендів
4. Характеристика метатрендів

13



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union



1. Поняття про тренд



Визначення тренду (широкий контекст)

Тренд, тенденція (в широкому розумінні)

- відносно стійке (усталене) спрямування розвитку певного явища



Визначення тренду (широкий контекст)

В економічних системах тренд реалізується через динаміку:

- сукупностей співвідношень (між окремими частинами систем);
- властивостей (притаманних системам);
- показників доходів і витрат;
- попиту та пропозиції;
- уподобань користувачів;
- параметрів технологічної основи та ін.



Вплив тренду на майбутнє

Марк Еспозіто (проф. Гарвардського університету):

«*Соціально-економічний тренд* – траєкторія подій, які трапляються сьогодні, але впливають на майбутні зміни (зокрема, демографічного чи природоресурсного характеру), а також можливість розв’язання в майбутньому проблем (наприклад, кліматичних або соціальних)»



Визначення тренду (вузький контекст)

Тренд

- відповідність нормативним ознакам або динамічним характеристикам певного періоду часу (зокрема, це можна спостерігати на прикладі словосполучення «бути в тренді»)



Характерні особливості тренду (тенденції)

- Характеризують динаміку саме процесів (тобто явищ, які протікають у часі);
- Визначають напрямок їх дій в умовному соціально-економічному просторі.

19

Подібні терміни

- | | |
|--------------------|---------------|
| ➤ напрям/напрямок; | ➤ траєкторія; |
| ➤ спрямування; | ➤ атрактор; |
| ➤ вектор; | ➤ мейнстрім. |



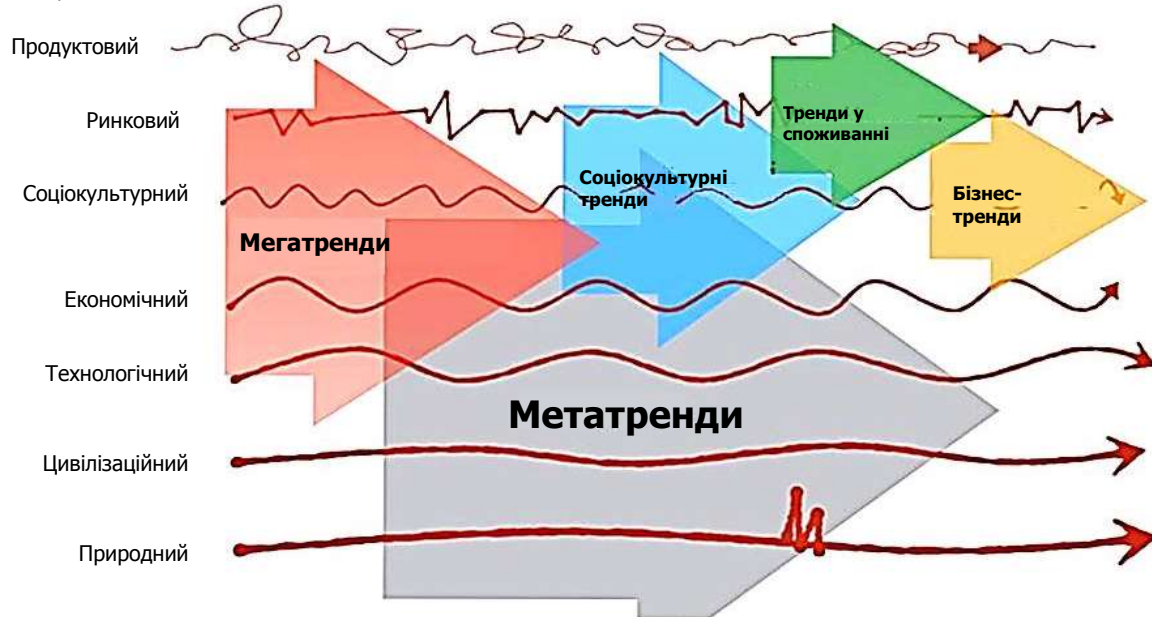


2. Види та зміст соціально-економічних трендів



Взаємозв'язок соціально-економічних трендів

Виміри:



21

Характерні особливості трендів

- Мають турбулентну природу
- Мають хвильовий характер
- Мають спіралеподібний характер (в кожному тренді живе антитренд)

22

Приклад



Характеристика соціально-економічних трендів

- **Соціо-культурний тренд** – продукція знаходить своїх прихильників серед населення та підприємців;
- **Тренд у споживанні** – споживачі починають масово переходити на нові види продукції;
- **Бізнес-тренд** – використання нових технологій для виробництва нового виду продукції перетворюється у прибуткову платформу для бізнесу.



Характеристика соціально-економічних трендів

- **Продуктовий** – нова продукція починає набувати рис вигідного комерційного товару;
- **Ринковий** – нова продукція починає конкурувати на ринку з її аналогами;
- **Технологічний** – проривна технологія знаходить сфери свого застосування в практичній діяльності;
- **Цивілізаційний** – визначає образ життя людини;
- **Природний** – визначає взаємовідносини людини і природи





3. Характеристика мегатрендів



Характеристика мегатрендів

- **Мегатренд** – крупномасштабна довгострокова тенденція суспільного розвитку, яка визначає зміну якісних параметрів соціально-економічних систем.
- З. Ефрат конкретизує поняття *мегатренду* і визначає його як глобальні стійкі макроекономічні сили розвитку, що впливають на *бізнес, економіку, суспільство, культуру і особисте життя*, визначаючи тим самим наш майбутній світ і темпи його розвитку.



Приклади мегатрендів

- *поєднання у роз'єднанні*, інакше кажучи, спільні дії при індивідуальній ізольованості. Дія цього тренда особливо підсилилася в умовах останньої пандемії COVID-19;
- *поширення штучного інтелекту* в усі сфери життя;
- *збільшення потужності (в гігабайтах) індивідуального підключення інформаційних систем як когось, так і чогось при постійному зменшенні питомої вартості такого підключення;*

27



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Приклади мегатрендів

- поширення *«миттєвої економіки речей»* та режимів *«миттєвого виконання»* замовлень, що може здійснюватися дронами, роботами чи навіть молодими людьми на велосипедах або скутерах;
- *розвиток клітинного агровиробництва*, яке б забезпечило якісним і здоровим білком;
- *сенсорна революція*, яка означає значне підвищення чутливості приладів та використання нових можливостей в різних сферах діяльності (в торгівлі, зокрема, може означати перехід від розрахунків картками до розрахунків *«обличчям»*);
- *перехід до винахідливого і гнучкого управління маркетингом.*

28



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Збільшення ефективності технічних систем за 35 років

Технічний засіб/процес	Кратність змін, раз
Процесор в комп'ютері	10000
Сенсор і RFID мітка	1000
Здійснення однієї умовної операції на автоматичному пристрої	1000
Відеоспостереження	500
Скорочення вартості виробництва 1 кВт-год. електроенергії на сонячній батареї	150

29



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

М'ясо з пробірки (зі ствольових клітин)

- У 2013 р. перший в світі бургер з м'яса в пробірці коштував \$325000
- До 2017 р. собівартість скоротилася в 30000(!) разів
- У 2017 р. 1 кг м'яса коштував \$80
- У 2017 р. 1 бургер – \$11
- У 2020 ціни на натуральне і ствольове м'ясо вирівнялися.
- Але існують правові і адміністративні проблеми. Конкурент – рослинне м'ясо.
- Виробляється також кашерне штучне м'ясо, синтетичний білок, молокопродукти.
- Колосальний екологічний ефект! (На виробництво одного гамбургера з натурального м'яса необхідно 2500 л води).



Надшвидкісна доставка поштою по Києву за 5 годин

31

Система Meest гарантує доставку вантажів до 10 кг по Києву за 5 годин через ПОШТОМАТИ



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Умовні назви та символічні зображення різних мегатрендів



Additive Manufacturing



Artificial Intelligence



Augmented Reality



Automation



Blockchain Systems



Competition for Talent



Concentration of Wealth



Crowdsourcing



Data Monetization



Demand for Customization



Empowered Women



Environmental Awareness



Focus on Transparency



Geospatial Technology



Globalization



Knowledge Worker



Mass Migration



Next-Gen Workforce



Partnership Models



Political Fragmentation



Умовні назви та символічні зображення різних мегатрендів



Resource
Scarcity



Sharing
Economy



Social
Media



Social
Unrest



Technization of
Healthcare



Climate
Change



Cloud Technolo-
gy



Digitization



DIY Move-
ment



Industry Consol-
idation



Internet of
Things



Regulatory
Landscape



Resource Price
Volatility



Terrorist Organi-
zations



Urbanization



Формування мегатрендів

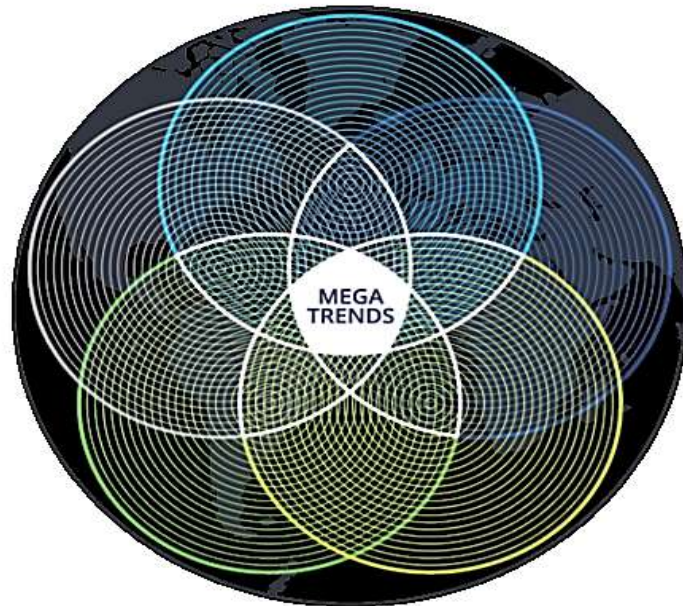
- *Мегатренди*, наче річки, що утворюються із струмочків, починаються від проривних технологій, а потім, об'єднуючись із іншими трендами, набирають силу мегатрендів.

Приклади:

- *електрифікація,*
- *автомобілізація,*
- *телефонізація,*
- *радіофікація,*
- *комп'ютеризація,*
- *розвиток GPS,*
- *адитивізація (розвиток 3D-принтингу).*



Умовна схема формування мегатрендів





4. Характеристика метатрендів



Характеристика метатрендів

- *Метатренди* мають більш значну масштабність. Вони охоплюють взаємозв'язок людини з *природою* і ведуть до *цивілізаційних* трансформацій у суспільстві.

37

- Джеф Нортон:

«метатренди – це макро сили, які формують наше майбутнє і є явищами, що впливають на всі сторони життя людини через *економічні, соціальні і екологічні* сфери.



Демографічний тренд

- Динаміка чисельності населення Землі, млрд. людей

Рік	Кількість населення, млрд. осіб
1976	4,13
2016	7,43
2050 (прогноз)	9,72



Народжуваність на 1 людину

- Німеччина та Японія – 1,4;
- Китай, Канада, Росія – 1,6;
- Австрія і Бразилія – 1,8;
- Велика Британія – 1,9;
- США – 2,0;
- Індія – 2,5;
- Малаві – 5,8;
- Замбія – 5,9;
- Буркіна Фасо і Уганда – 6,0;
- Сомалі і Бурундія – 6,1;
- Малі – 6,2;
- Нігер – 6,9



Середній вік населення, років

	2010 р.	2050 р. (прогноз)
Азія	29	40
Африка	19	25
Латинська Америка	27	41
Північна Америка	37	41
Європа	40	46
Океанія	32	37

40



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Чисельність середнього класу

41

Рік	2009	2020	2030
Населення, млрд осіб	6,8	7,7	8,3
Чисельність середнього класу (с.к.), млрд	1,8	3,2	4,9
Частка с.к.,%	26	42	60



Грамотність серед дорослого населення, %

Регіон	1990	2015
Світ у цілому	76	86
Європа	97	98
Центральна Азія	98	100
Східна Азія та Океанія	82	95
Латинська Америка	86	93
Африка	50	66

42



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Частка населення, що мешкає у містах, %

- Динаміка частки населення світу, що мешкає у містах, %

Рік	Частка населення
1960	34
1993	44
2014	54
2050 (прогноз)	66



Взаємний зв'язок мегатрендів та метатрендів

- Метатренди народжуються від мегатрендів, відстаючи від них. Але народившись, метатренд починає впливати на мегатренди, диктуючи тим свої вимоги.
- Зокрема в метатренді розвитку адитивних технологій потреби 3D-принтерів починають обумовлювати вимоги до розроблення необхідних комп'ютерних програм, властивостей нових матеріалів, цифрових платформ тощо.



Тренди у моді, що повертаються з часів СРСР

45



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Гумові чоботи

46



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Шапка вушанка

47



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Макраме

48



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Сумки-кошки



Кубанка

50



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Дублянка



51



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Відкладні комірці

52



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Питання до теми

1. Особливості формування поняття тренд у сучасній мові.
2. Поясніть поняття «тренд» у широкому і вузькому розуміння.
3. Як можна пояснити різницю у поняттях тенденція і тренд?
4. Які самостійні понятійні ніші займає останнім часом термін «тренд»?
5. Які види трендів можна умовно виділити? Чим вони розрізняються?
6. Які особливості формування трендів можна назвати?
7. У чому розрізняються поняття соціо-культурного і бізнес трендів?
8. Покажіть на прикладі, як зароджується соціально-економічний тренд.
9. Які виміри охоплює мегатренд? Із яких первинних трендів він може формуватися?
10. Дайте приклади кількох сучасних мегатрендів і поясніть, у чому їх особливості?
11. Дайте приклади розвитку сучасних мегатрендів від первинних явищ до сучасного стану.
12. Як розвиток соціально-економічних трендів може впливати на майбутній стан суспільства?
13. Який зміст вкладається в поняття «метатренд»? Які взаємні зв'язки між «мегатрендом» і «метатрендом»?
14. Поясніть на прикладі, як метатренд може впливати на конфігурацію мегатрендів.
15. Дайте приклади метатрендів. Які висновки з їх аналізу можна зробити для управління розвитком соціально-економічних систем сьогодні?

16. Що необхідно, щоб мегатренд еволюціонував у метатренд?

17. Що таке, з Вашої точки зору, «фазовий соціально-економічний перехід»? Як Вам бачаться контури нової соціально-економічної формації?

18. Як Ви поясните поняття «епохального тренду соціально-економічного розвитку»?

19. Наведіть приклади ознак, які свідчать, що людство вже вступило у фазовий перехід.

20. Яке основне завдання Третьої промислової революції?

21. Яке основне завдання Четвертої промислової революції?

22. Як ключове завдання Ч. п. р. пов'язане з результатами Т. п. р.?

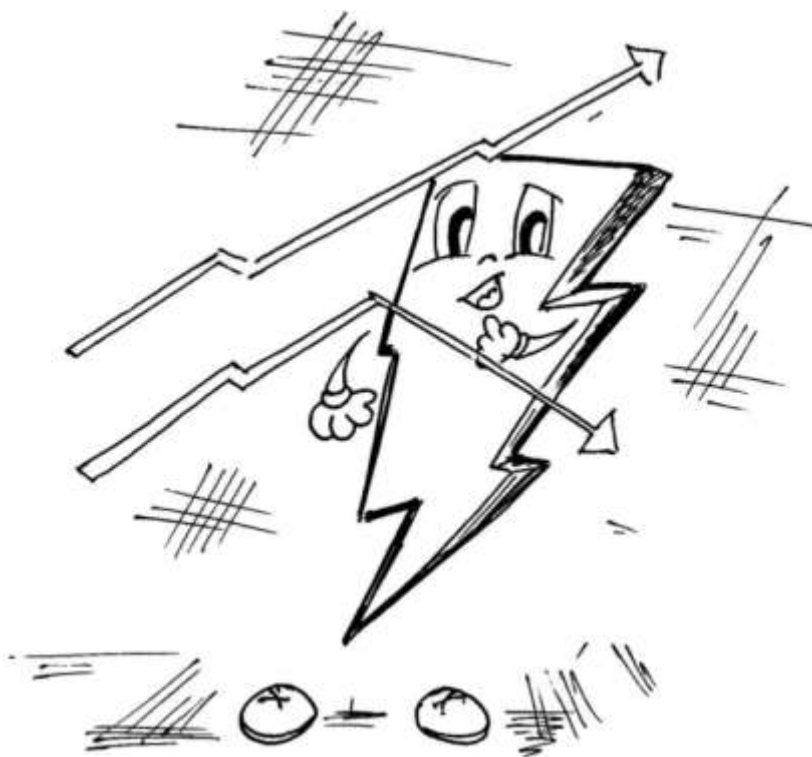
23. Яке основне завдання П'ятої промислової революції?

24. Як основне завдання П. п. р. пов'язане з результатами Ч. п. р.?

Тема 2

Соціально-економічні тренди сучасного фазового переходу

*Socio-economic trends
of current phase transition*



Основи теорії

Будь-яка революція вносить радикальні зміни в суспільство. Третя, Четверта і П'ята промислові революції (Т.п.р., Ч.п.р., П.п.р.), в які зараз входить людство, обіцяють стати основою фазового переходу, що змінює всі сфери існування людської цивілізації, включаючи засоби виробництва, економічні відносини, стиль життя, базові потреби і заняття, а також багато інших атрибутів життя.

Т.п.р. виникла як реакція виробничої системи на екологічні проблеми, які не в змозі вирішити існуюча соціально-економічна формація. Мабуть, неможливо дати просте визначення Т.п.р. як будь-якому складному, багатовимірному явищу. З урахуванням цього Т.п.р. може бути визначена через формулювання її базових відмінних рис.

Третя промислова революція – це явище радикальної якісної трансформації соціально-економічних систем, що характеризується такими процесами: переходом на відновлювані джерела енергії та сировини, масовим впровадженням адитивних технологій і мережевих виробничих систем, цифровою основою фіксації і передачі інформації, формуванням горизонтальних виробничо-споживчих структур і відповідних їм солідарних форм економічних відносин.

Четверта промислова революція – це явище впровадження кіберфізичних систем в процеси виробництва та споживання продукції, при якому виникають повністю автоматизовані мережі, що здатні діяти без безпосередньої участі людини.

П'ята промислова революція – це явище адаптації людини до кібергізованого середовища, при якому отримує розвиток особистісна основа людини, в тому числі, і на основі синергетичної інтеграції когнітивних здібностей

людини і штучного інтелекту, а також біологічної природи людини і технічних засобів.

Третя промислова революція. Т.п.р. виникла як реакція соціально-економічної системи на нездатність вирішити глобальні екологічні проблеми в межах існуючого рівня виробничих сил і економічних відносин.

В результаті Другої промислової революції виникло унікальне явище – взаємопов'язаний індустріальний світ машин, де все рухається, взаємодіє й взаємодоповнює одне одного. Міцними узами, які зв'язали все в єдине ціле, є 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-багато іншого... А головне, вона принесла майже суцільну грамотність населення та інформаційні товари, які задовольняють *особистісну сутність* людини: літературу, кіно, телепередачі, спортивні шоу, туризм тощо.

Втім, з'ясувалося, що ця всеохопна промислова ідилія має одну досить серйозну ваду... Індустрія схильна 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. Усе це начебто було й раніше, але лише сьогодні екологічні проблеми набули масштабів глобальної всепланетної кризи, яка почала загрожувати взагалі існуванню людства.

По мірі зростання рівня освіченості людини все більше ставало очевидним, що Природа – це складна система саморегуляції масо-енерго-інформаційно-обмінних процесів, де існує безліч закономірностей і 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). У протилежному разі це загрожувало перегрівом планети та розбалансуванням її енергосистеми й критичним порушенням клімату.

Але знадобилися дві серйозні події світового масштабу, щоб концепція Т.п.р. почала просуватися у реальне життя. Однією з

цих подій була енергетична криза кінця 2000-х років, коли ціни на енергоносії сягнули захмарної величини (зокрема, ціни на нафту перевищили межу у 150 доларів за барель). Інша подія трапилася кілька років по тому в Японії. Мова йде про аварію на Фукусимській атомній електростанції. Не випадково, що Т.п.р. стартувала на просторах Європи, яка, по-перше, завжди відчувала дефіцит власних енергоносіїв, а, по-друге, значну частину електроенергії виробляла саме на атомних електростанціях.

Енергетичний вимір Розв'язання еколого-енергетичної проблеми в межах Т.п.р. почало реалізовуватися через використання альтернативних джерел енергії, які не додають кількості теплової енергії на планеті (як це робить традиційна енергетика внаслідок спалювання енергоносіїв та утворення теплового прошарку через відходи від цих процесів). Альтернативні джерела енергії лише перерозподіляють енергію, яку планета отримує з космосу. Це, перш за все, різного роду сонячні панелі, а також ті генератори, які використовують різні види рухів чи різниці фізичних потенціалів (вітер, хвилі, припливи-відпливи, теплові насоси тощо).

Ресурсний вимір створює іще одну проблему, яку покликана вирішувати Третя промислова революція. Справа в тому, що людина вигрібає з надр Природи стільки речовини, що її екосистеми не встигають відновлювати свої ландшафти. Людина корисно використовує не більше 5 відсотків видобутих з надр матеріальних ресурсів. Решта (понад 95% – !) повертається в Природу, проте вже в значно токсичнішому і небезпечному вигляді.

Традиційно люди користувалися так званим субтрактивним (від англійського subtract, тобто «віднімати») методом. Він базувався на відсіканні всього зайвого в 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 та 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 в різних куточках Землі будуть стояти схожі 3D-принтери, виявиться непотрібним перевозити вироблені товари на великі відстані. Досить буде лише передати їхні інформаційні образи від виробника. А потенційний споживач їх легко «надрукує» на власному 3D-принтері.

Чиста енергія та адитивні технології – це лише частина «зеленої» економіки. Ми ж можемо в рази зменшити навантаження на природу, скоротивши обсяги споживання енергії та матеріальних ресурсів на умовну одиницю того, що споживаємо. Шляхами до цього є конвергенція (тобто об'єднання) функцій різних речей в одному виробі та мініатюризація (мінімізація розміру) самих виробів.

Щоб у цьому переконатися досить подивитися на наш мобільний телефон. Сьогодні в нього «переселилася» купа корисних нам предметів, які ще нещодавно були окремими речами. Лише на перелік їхніх назв потрібно кілька хвилин. Зазначимо тільки основні: *телефон, комп'ютер, фотоапарат, відеокамера, словник, бібліотека, годинник, ліхтарик, радіо- і телеприймач, навігатор (GPS)* і багато-багато іншого.

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

Замість цього у нас на долоні – 100-грамова *диво-скринька*, яка миттєво виконує наші команди, дозволяючи при цьому зазирнути в розклади різних видів транспорту та каси з продажу квитків, кращі світові бібліотеки, музеї, стадіони, театри, зробити необхідні розрахунки та платежі, створити фото-і відеосхедеври, поспілкуватися з кимось у прямому ефірі, переглянути пошту і тощо, і тощо.

Коли контури «зеленої» економіки замайоріли на горизонті, почала окреслюватися ще одна серйозна проблема.

Справа в тому, що нова економіка може бути тільки мережевою, де буквально мільярди різних виробничих одиниць (машин, речей, підприємств) працюватимуть в єдиній системі. А при такій її побудові вона буде настільки інформаційно складною, що людина вже не здатна буде керувати нею в реальному режимі часу. Вихід є лише один. Ця система має діяти в автоматичному режимі.

Четверта промислова революція. Інформаційна побудова технічних систем на Землі досягла величезної складності. Вправлятися з такою суперскладністю можуть вже лише самі технічні системи, озброєні відповідними суперзасобами обробки інформації, здатними діяти зі супершвидкістю.

Звісно, однією швидкодією, нехай навіть і «супер», тут явно не обійшлося. Знадобився вже штучний інтелект... Бо що означає «обробка інформації»? Це, перш за все, її аналіз та прийняття рішень і відповіді на запитання, наприклад: «Що за чим виконувати?» або «Коли щось ліпше здійснити?» або: «Який варіант краще вибрати?» – і багато іншого.

Відбулися революційні зміни, з яких і стартувала Четверта промислова революція (її ще називають Industry 4.0). По-перше, машини почали перетворюватися на кіберфізичні системи. Вони «бачать» і «чують» навколо себе органами чуття – датчиками, а «думають» – комп'ютерним «мозком».

Другою подією було те, що всі ці кіберфізичні системи об'єдналися, перетворившись на єдину технічну цивілізацію. Назвали цей феномен *Інтернетом речей*. Спілкуючись між собою за допомогою Інтернету, речі виявилися здатними самі приймати рішення, виробляти товари, пере-

міщувати їх та обслуговувати людину, підлаштовуючись під її бажання і вподобання.

П'ята промислова революція. Реалізація в повному обсязі Industry 4.0 породжує ще одну проблему, яку покликана вирішувати П'ята промислова революція (П.п.р.). Справа в тому, що кіберфізичні системи, які не потребують участі людського фактору витісняють людину із виробничого простору. Це створює значні загрози для особистісного розвитку людства. Адже без необхідності розв'язання серйозних проблем економічного розвитку людство приречене на споживацьку деградацію. Саме на пошук місця людини у економічній системі кіберфізичної доби і спрямована П.п.р.

За задумами авторів концепції П.п.р., людина дійсно повинна полишити виробничі процеси, звідкіля її вже витісняють кіберфізичні системи та Інтернет речей. Саме вони виконуватимуть усю рутинну, стандартну, монотонну й 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 й уподобаннями споживачів.

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 відмінність все збільшуватиметься.

Та й саме виробництво буде зовсім не схоже на те, до якого ми звикли. У 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, бо працюватиме самостійно під контролем того самого Інтернету речей.

Презентаційні матеріали

План лекції

1. Вектор спрямування сучасного фазового переходу
2. Ключові особливості III промислової революції
3. Енергетична складова Industry 3.0
4. Матеріальна складова Industry 3.0
5. Четверта промислова революція
6. Формування фазового переходу
7. П'ята промислова революція





1. Вектор спрямування сучасного фазового переходу



В. І. Вернадський

65



Ноосфера (сфера розуму)
управлятиме планетою



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

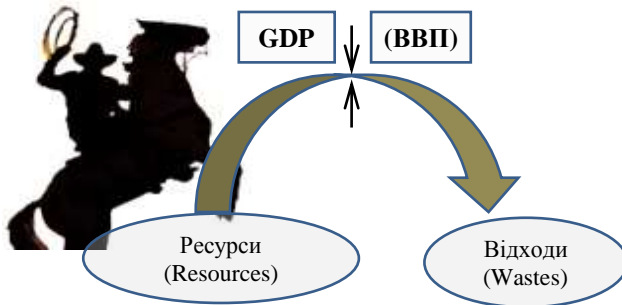
Приклади сучасних сфер розуму

- Інтернет
- Мобільний зв'язок
- Соціальні мережі
- InterTV
- Інтернет речей
- Блокчейн
- GPS
- EnerNet
- «Хмара»



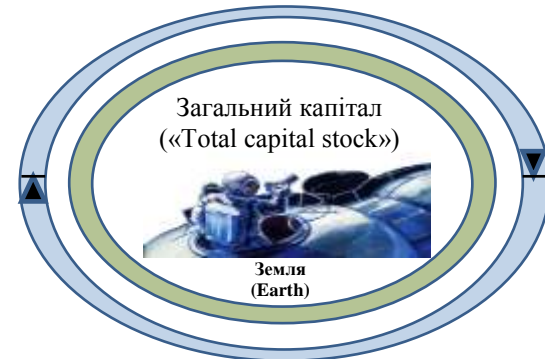
Від «ковбойської економіки» до «економіки космонавтів» (К. Боулдинг, 1966)

«Ковбойська економіка»
(«Cowboy economy»)



- Невідновлювані ресурси
- Розірвані цикли
- Зростаючий матеріальний метаболізм

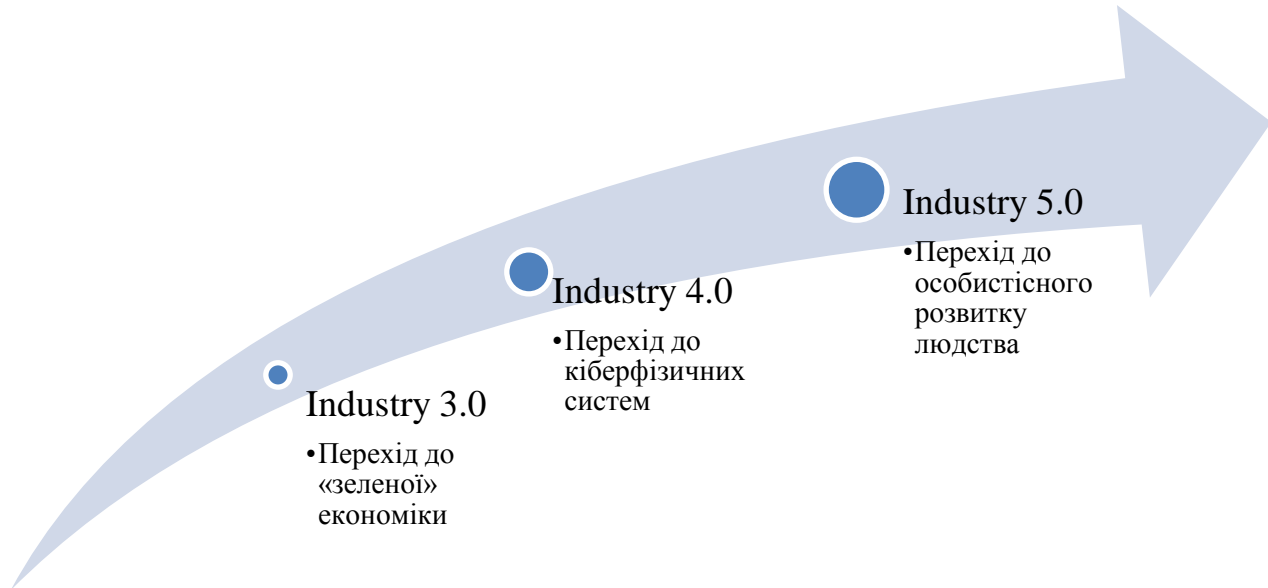
«Економіка космонавтів»
(«Spaceship economy»)



- Відновлювані ресурси
- Замкнені цикли
- Сталий матеріальний метаболізм

Напрями сучасних промислових революцій

89



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

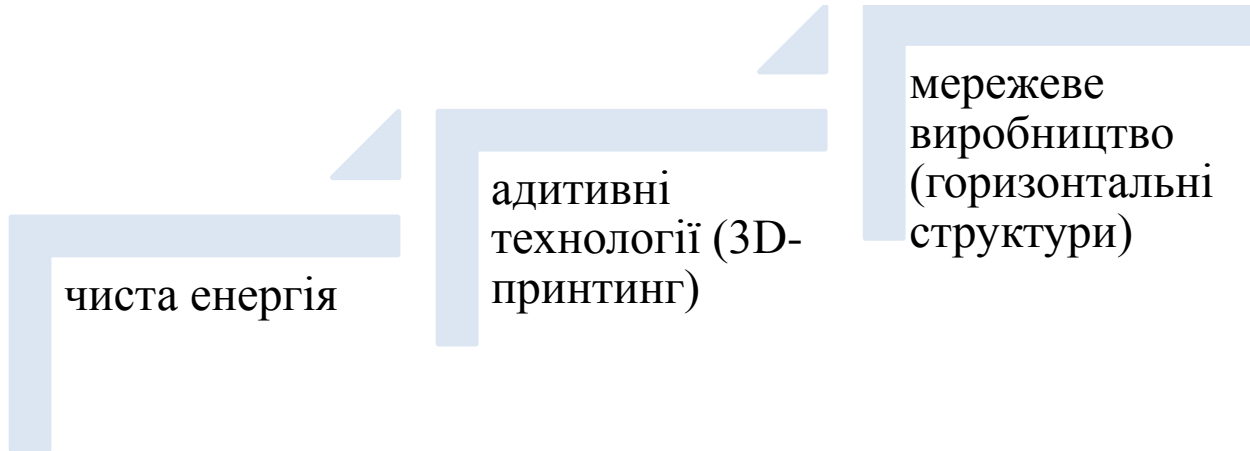


2. Ключові особливості III промислової революції



Третя промислова революція – перехід до «зеленої» економіки

70



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Два ключових завдання «зеленої» економіки

- **Перехід до «зеленої» енергетики**

Зменшення енергоємності економіки – **В РАЗИ (!)**

71

- **Перехід до «зелених» технологій і новому матеріалознавству**

Зменшення матеріаломісткості і природоємності –
В РАЗИ (!)



3. Енергетична складова Industry 3.0



Панелі на дахах (Німеччина)



73



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

СЕС на даху (Україна)



74



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Промислова СЕС на даху багатоповерхівки в Києві (потужність 330 кВт)



75



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Послуги з монтажу приватних СЕС (на вулицях м. Суми)



76



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Вікно СЕС (Німеччина)



77



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

«Енергетичне дерево» – 3D-друк (Фінляндія)



Гнучка сонячна панель

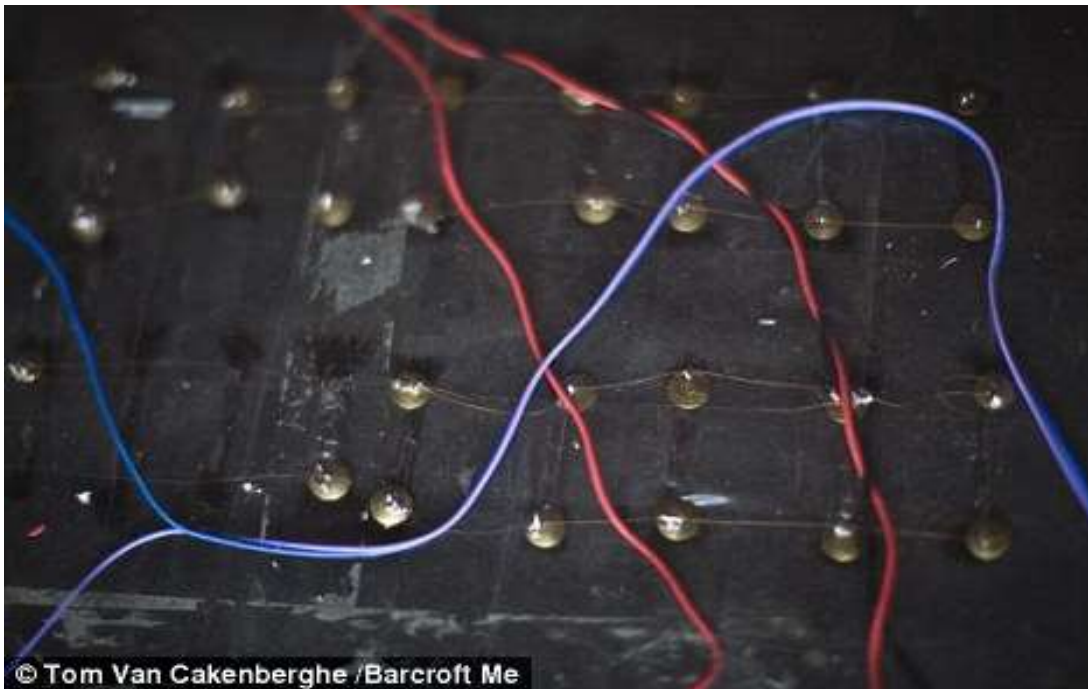


79



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Сонячна панель з людського волосся



SALt – лампа, що працює на склянці води і двох ложках солі (Філіппіни)

81

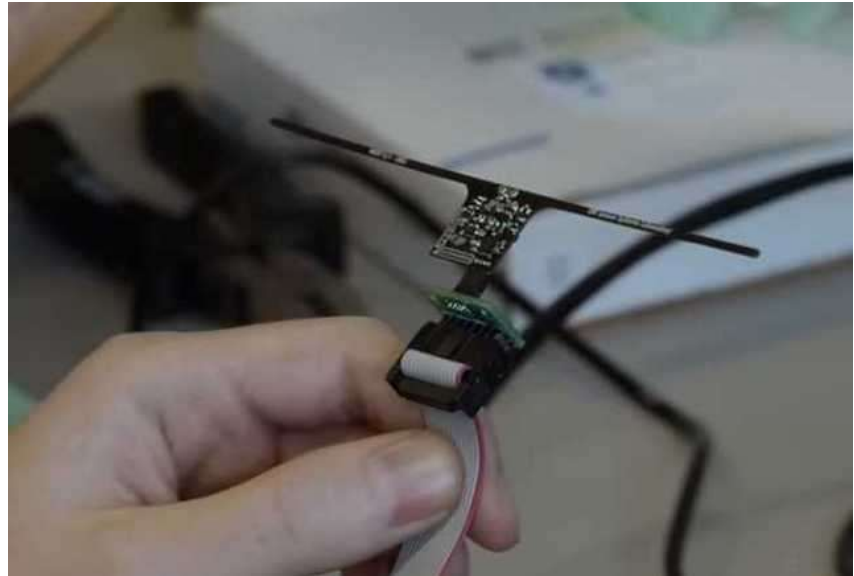
- SALt – Sustainable Alternative Lighting
- Лампу, здатна горіти впродовж 8 годин на 1 стаканці води та 2 ложках солі.



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Технологія WISP: енергія прямо з повітря

- WISP – Wireless Internet Service Provider (провайдер доступу в Інтернет по бездротовим мережам)



- Конвертація електромагнітних хвиль в електрику.



Дерево-вітряк (Франція)



Вітряк-турбіна, що парить у повітрі

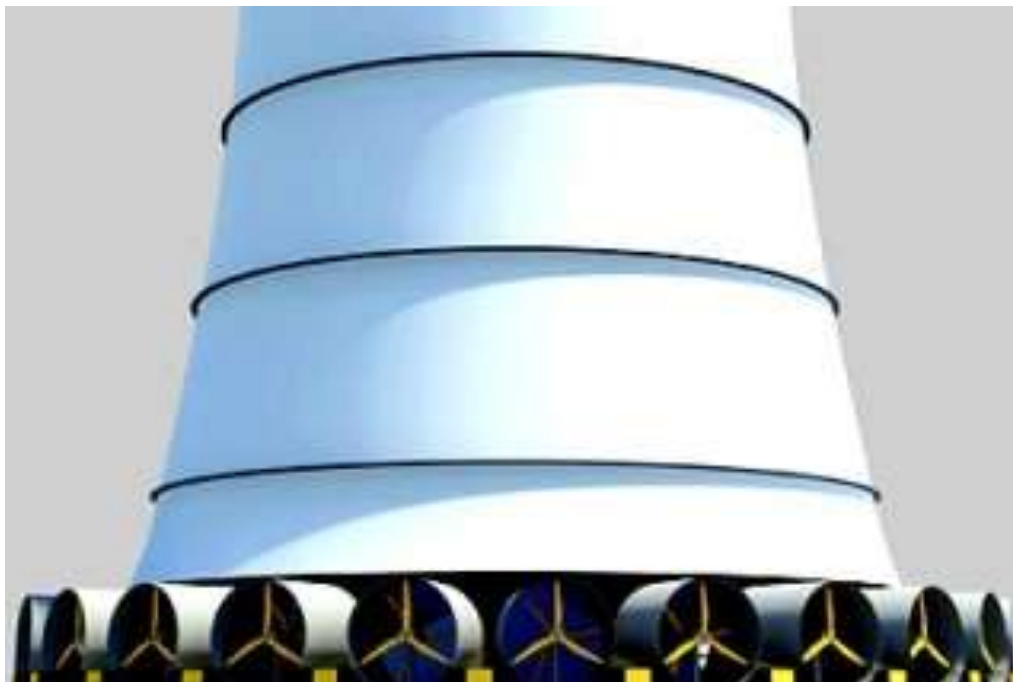


84



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

ВЕС, що працює при повному штилі



Взуття-електростанція



"Sirocco Energy" – український стартап безшумного вітрогенератора з ККД 50% замість звичайних 30%



Динаміка виробництва «зеленої» енергії у світі

Показник	Рік	
	2010	2020
Виробництво сонячної (PV) енергії у світі, ГВт	23	627
Кратність зростання, раз	–	27
Частка відновлюваної енергії (включно гідро), %	5	30
Питома вартість сонячної енергії (PV), USD / кВт-год	0,37	0,06

88



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Динаміка виробництва «зеленої» енергії в Україні

89

Показник	Рік	
	2010	2020
Частка відновлюваної енергії (включно гідро), %	6	16
Частка відновлюваної енергії (без гідро), %	1	9
Кількість приватних СЕС	1	40 000
Потужність приватних СЕС, МВт	0,02	1 000
Кількість електромобілів	1	30 000



Основні напрямки акумулювання енергії

- Гідро-.
- Електро-.
- Водневі технології.
- Теплові.
- Хімічні.



Властивості нових акумуляторів

- Проїзд авто між зарядками – 1000 км.
- Час зарядки – 10 – 15 хв.



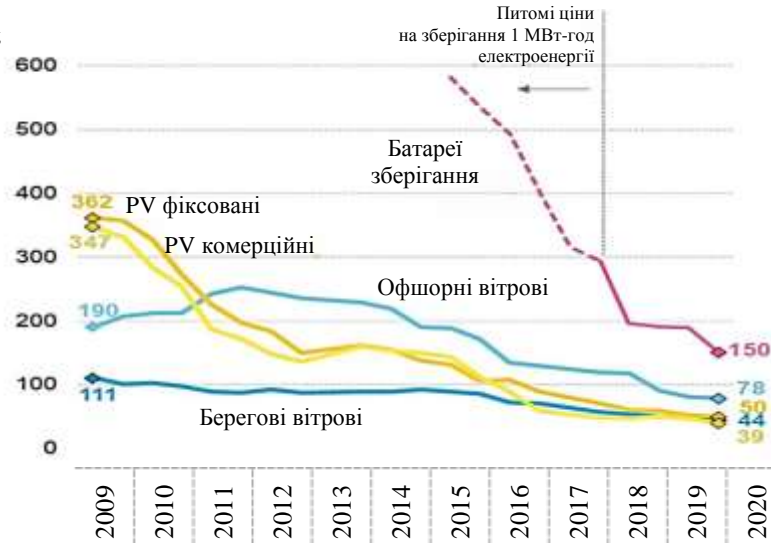
Новини акумуляції

- В світі діє вже 10 крупномасштабних акумуляційних систем (КАС) (Австралія, Китай, США, Канада)
- В Україні КАС на 1 МВт була введена до ладу в травні 2021 р.



Динаміка питомих витрат (за всім технологічним циклом – LCOE) на виробництво та зберігання однієї кВт-години електричної енергії

LCOE:
USD/MВт-год



Рік



Результати «зеленої» революції

- Горизонтальні мережі «виробництво-споживання».
- Відновлювана енергія.
- ЕнерНет.
- Адитивні технології (3D-принтери).
- Відновлювані ресурси.
- Електрифікація транспорту.
- Водневі технології.
- Дематеріалізація транспорту.
- «Розумні» структури (підприємство, місто, ін.).
- Ефективне акумулювання енергії.
- «Хмарні» технології.
- Впровадження кіборгів.



4. Матеріальна складова Industry 3.0



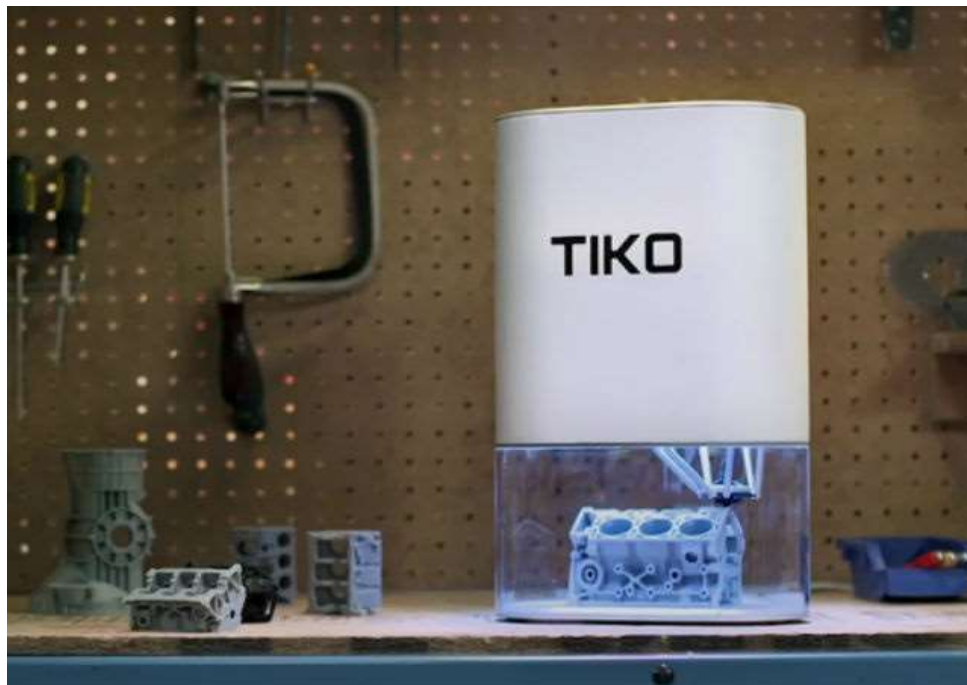
3D-принтер працює з 10 матеріалами

Масачусетський технологічний інститут:

- Пристрій працює одразу з **десятьма** різними матеріалами.
- Використовує методику *3D-сканування*.



3D-принтер, що коштує як холодильник (\$179)



97



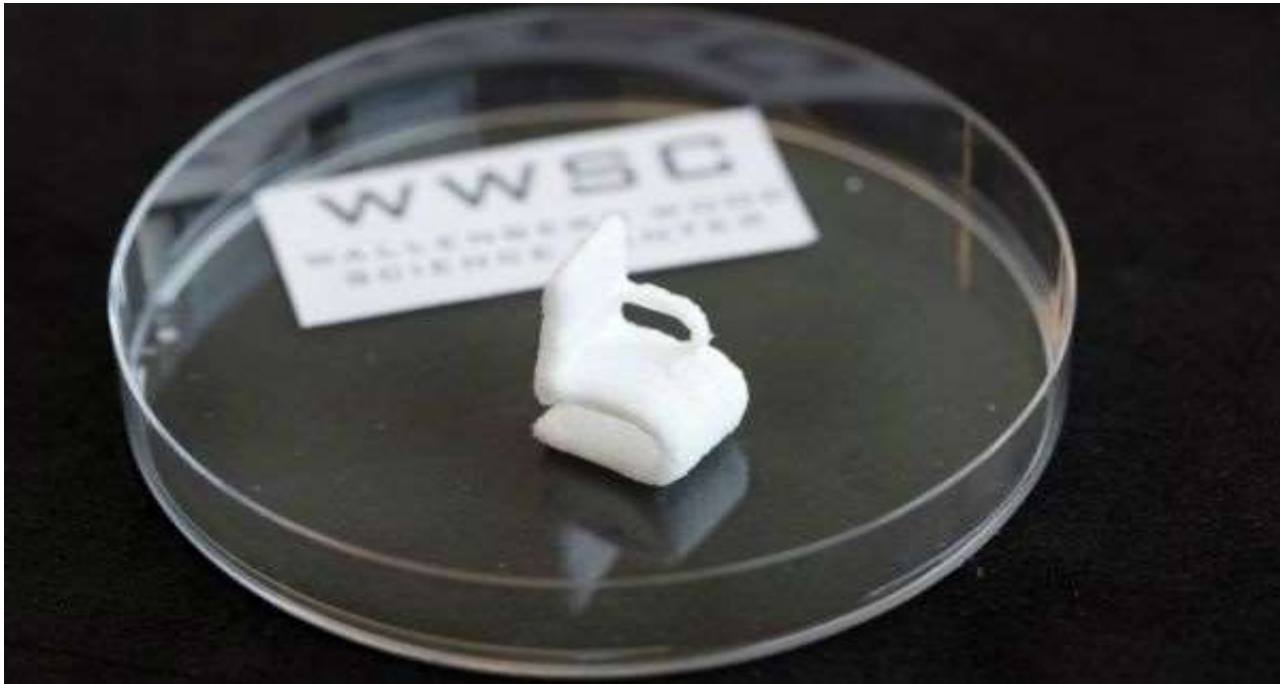
With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Біо-принтер надрукував працюючий орган

- 3D-принтер надрукував *щитовидну залозу миші*.
- Після пересадки орган запрацював.



«Чорнила» для 3D-принтера із целюлози



66



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

4D-друк (пластик, що самовідновлюється)



3D пристрої в звичайному магазині Брюсселя

101



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Працюючий 3D-принтер в магазині Брюсселя



Продукція 3D-принтинга



Продукція 3D-сканера





5. Четверта промислова революція



Четверта промислова революція

- *IV промислова революція (Industry 4.0)* – перехід до кіберфізичних систем.
- Це явище радикальної якісної трансформації соціально-економічних систем, що характеризується такими процесами: переходом на відновлювані джерела енергії та сировини, масовим впровадженням адитивних технологій і мережевих виробничих систем, цифровою основою фіксації і передавання інформації, формуванням горизонтальних виробничо-споживчих структур і відповідних їм солідарних форм економічних відносин.

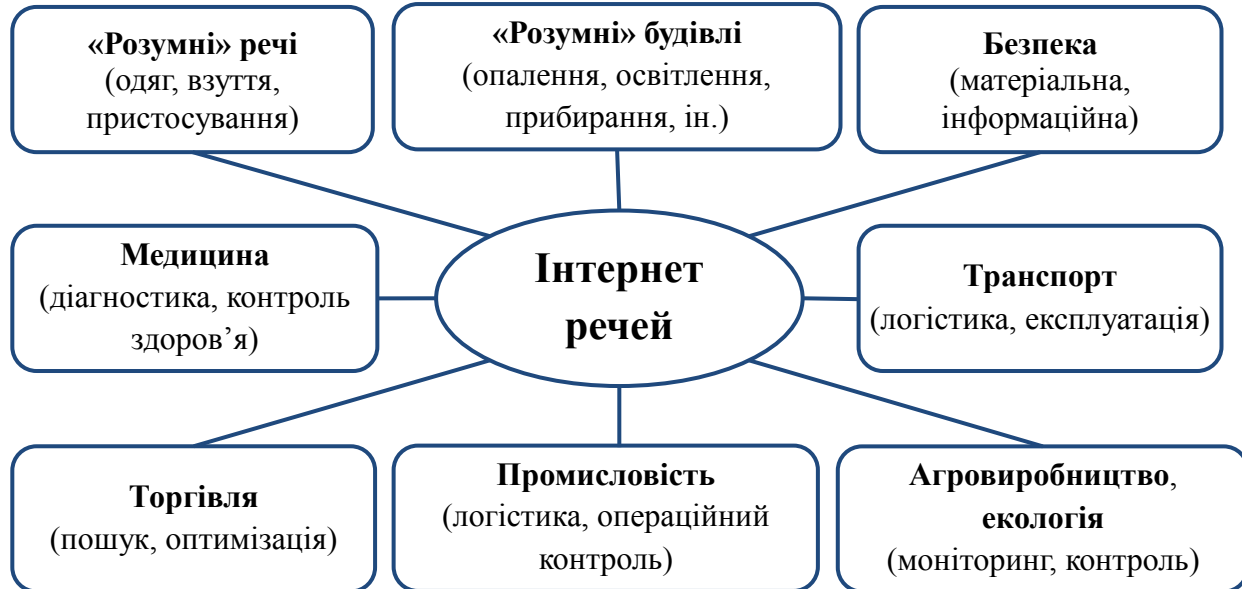


Четверта промислова революція

- *Четверта промислова революція* – це явище впровадження кіберфізичних систем у процеси виробництва та споживання продукції, за якого виникають повністю автоматизовані мережі, що здатні діяти без безпосередньої участі людини.



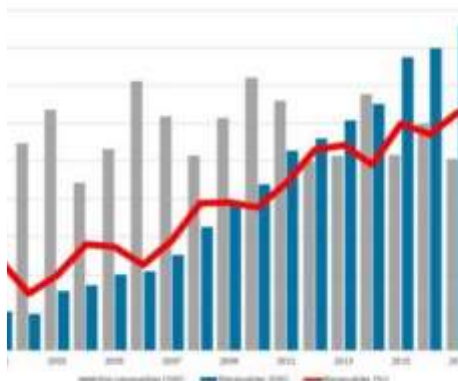
«Інтернет речей»



Події, що передують «Інтернету речей»

1. Персональний комп'ютер – ПК	1973 – 2010
2. Мобільний телефон	1973, 1996, 2010
3. Інтернет	1973 – 2010
4. Wi-fi	1971 – 2011
5. Відновлювана енергія	1973 – 2010
6. 3D-принтер	1981 – 2010
7. Цифрові технології	1973 – 2010
8. Штучний інтелект	1972 – 2010
9. RFID-мітки	1973 – 2010
10. GPS	1973 – 2010
11. Робот, дрон, безпілотник	1968 – 2010
12. «Хмара»	1972 – 2011
«Інтернет речей»	2012





6. Формування фазового переходу



«Зелена» економіка – це фазовий перехід до:

- нової енергетики;
- нових комунікацій;
- нових поселень;
- нових економічних відношень;
- нового стилю життя;
- нових потреб;
- нової людини.



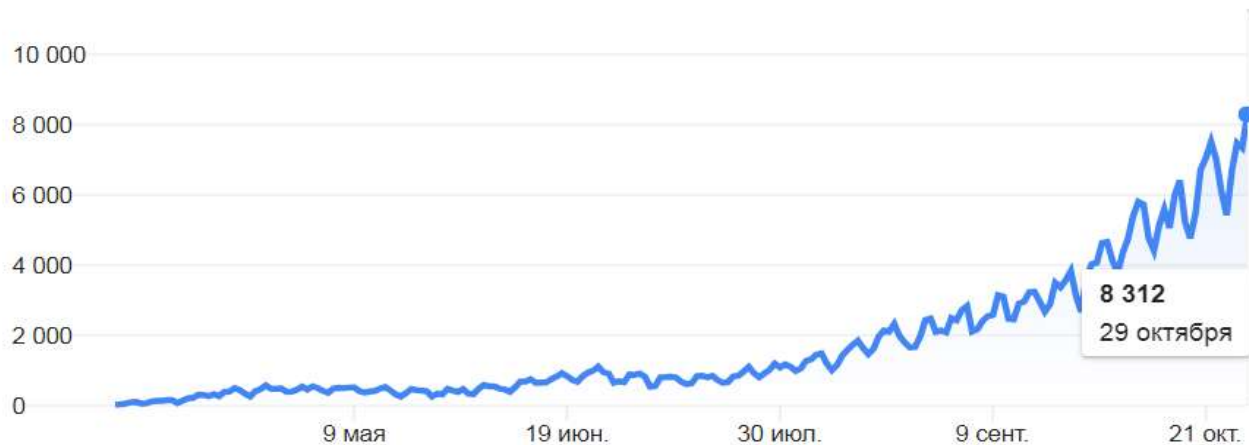
Нова мова:

Бейджик, блін (нове значення – н.з.), блогер, блокчейн, бойфренд, бонус, бренд, бекграунд, гаджет, гьорлфренд, глюк, девелопер, девайс, драйв, дорожня карта, дрес-код, жєсть, зауглити, занос (н.з.), зашквар, ізі (від англ. «легко»), імідж, кастинг, кластер, колл-центр, копірайтер, креатив, креативнєнко, криптовалюта, круто, кєш, лізинг, лобі, логістика, лоукостер, лох, лузер, майнувати, маржа, маршрутка (марик), мачо, нік, «хмара», онлайн, відкат, падік (під'їзд), паркінг, піар, пін-код, прайм-тайм, прайс-лист, презентація, провайдер, промоутер, профайл, розпил (н.з.), резюме, рейтинг, ресепшн, рєспєкт, рієлтер, рітєйлер, сайт, саундтрек, сєлфі, слєнг, слоган, смайлик, смартфон, смс-ка, соцмерєжі, стартап, супервайзер, сєйл, секонд-хєнд, ток-шоу, толєрантність, трансфер, трафік, тренд, тренінг, тєунінг, файлик, фаст-фуд, фєйсбук, фідбек, флєшка, флєшмоб, фрілансер, фєйк, фєйсконтроль, хайп, шєрінг, шопінг, шорт-лист, CV, IT, HR, PC, PR, VIP, wi-fi, 3D-принтер.



Графік поширення COVID-19 в Україні

113



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

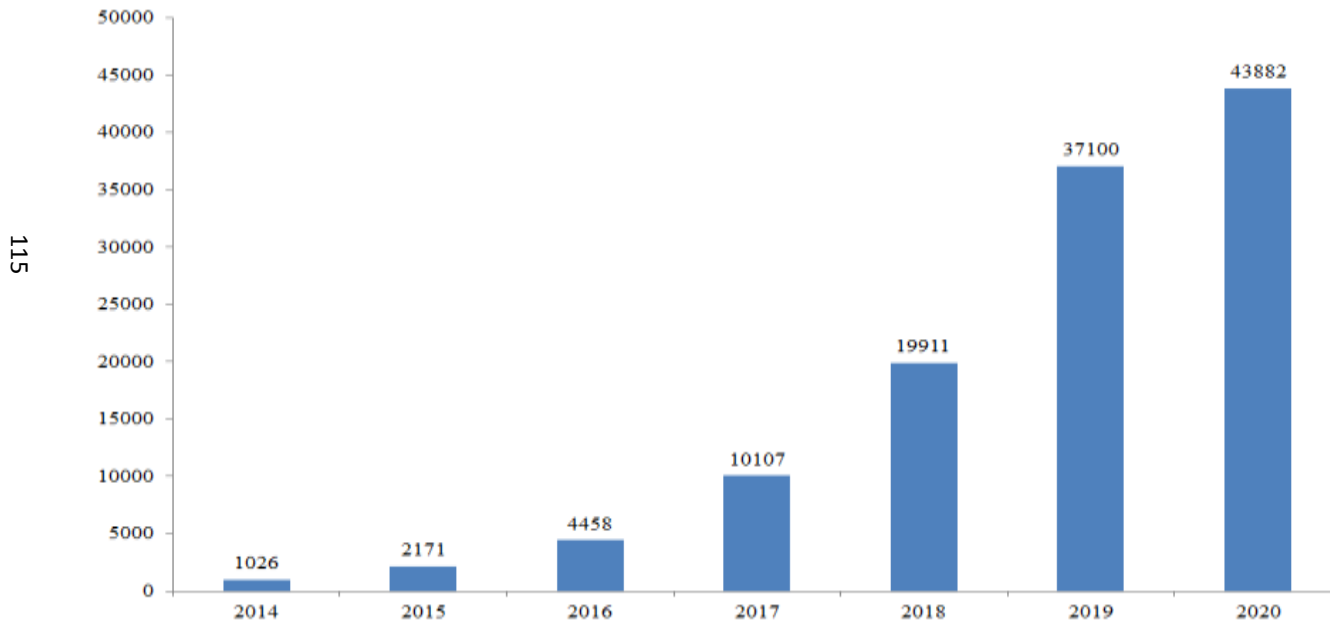
Вірусний характер поширення приватних СЕС в Україні

114



With the support of the Erasmus+ Programme of the European Union

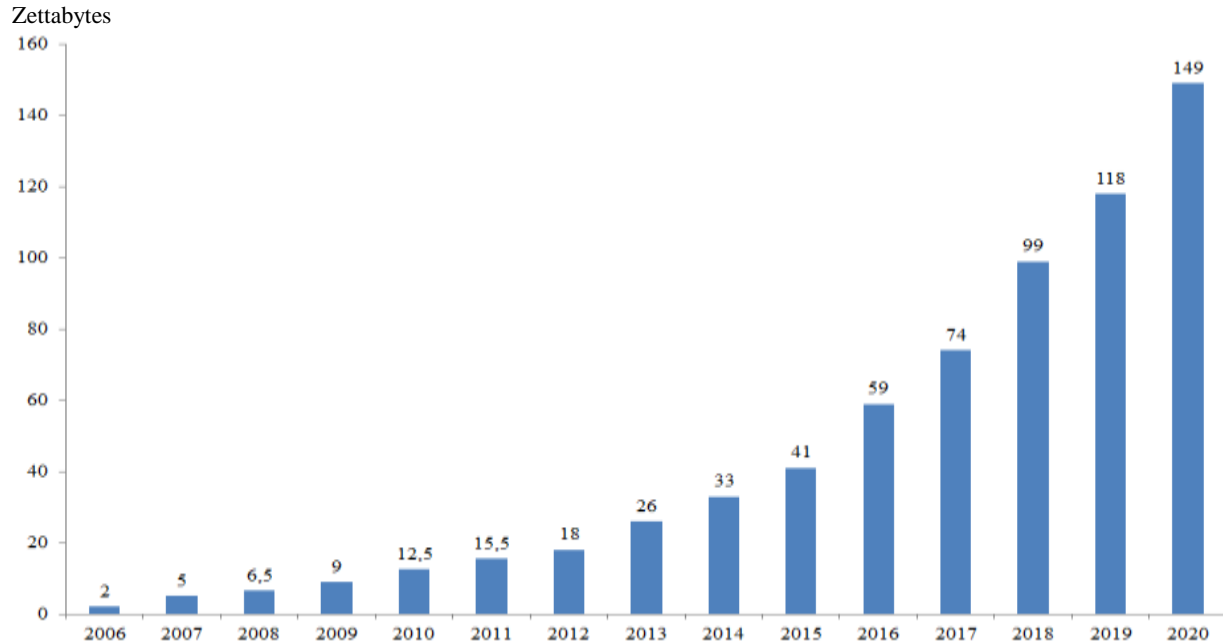
Кількість електромобілів в Україні



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Графік виробництва інформації

116



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

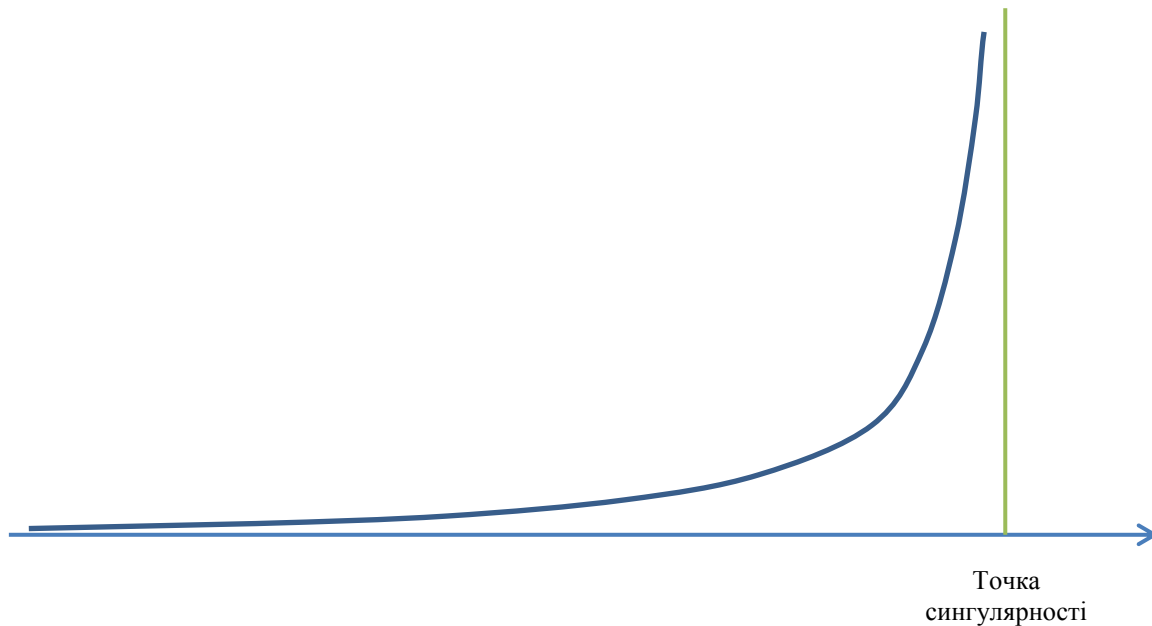
Вірусний характер зміни базових чинників цивілізації за 20 років

Показник	Значення	
	2000	2020
1. Кількість персональних комп'ютерів, млн шт.	140	7500 (близько 100% населення)
2. Кількість мобільних телефонів, млн. шт.	> 100	7800 (понад 100% населення планети)
3. Кількість Інтернет-користувачів, млн. одиниць	80	4200 (55% населення планети)
4. Частка відновлюваної енергії, %	1	25
5. Кількість 3D-принтерів, шт.	1 (протопит)	Понад 2000 адитивних систем
6. Частка цифрової інформації, %	< 50	99
7. Частка інформації, що генерується машинами, %	10	50



Графік сингулярності

118



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

7. П'ята промислова революція



П'ята промислова революція (Industry 5.0)

- Спрямована на повернення людини у виробництво і персоналізацію споживання:
 - синергію людини і штучного інтелекту;
 - формування емоційного інтелекту;
 - творчі функції людини у виробництві використання потенціалу особистості;
 - від масового виробництва стандартних виробів до споживання товарів для особистості;
 - від цілей підвищення ефективності до цілей соціального розвитку.



Ключові блоки сучасних промислових революцій

Industry 5.0

Ключові блоки:

Гармонія фізичної, інформаційної і біологічної сфер. Діалог людини і штучного інтелекту. Індивідуалізація потреб. Індивідуальний біомоніторинг людини. Індивідуалізація комунікацій людини. Кібергізація людини. Персоналізація виробництва і споживання.

Фазовий перехід

Industry 3.0

Ключові блоки:

Відновлювальна енергія. Крупномасштабне зберігання енергії. Адитивні технології (3D-принтери). Інтернет. Цифровізація. Горизонтальні структури організації. Солідарна економіка. Цифровізація соціального простору. Електрифікація та водневізація транспорту. Біотехнології (генна модифікація, гідропоміка, 3D-друк). Віртуалізація виробничого процесу. GPS. Нові матеріали.

Industry 4.0

Ключові блоки:

Штучний інтелект. Інтернет речей. Циркулярна економіка. «Розумні» мережеві системи (підприємство, місто, територія). Беспілотний транспорт. Реалізація блокчейну. Цифровізація управління. Самоорганізуемі роботи. Кібергізація фізичного світу.



М.М. Неплюєв серед своїх перших вихованців. Фото 1887 р.



Економічні результати в трудовому братстві

- Урожайність сільгоспкультур в 3 рази вища, ніж в середньому в Чернігівській губернії і в 5 разів вища, ніж в Ямпільському повіті.
- За всю історію Братства (≈ 40 років) жодного неврожаю.
- Створення індустріально-аграрних кластерів.
- Кінець XIX ст. телефонізація господарства, початок XX ст. – електрифікація.
- Впровадження основ креативної економіки.
- Основи інформаційного виробництва.
- Впровадження основ циркуляційної економіки.



Інформаційна спадщина сім'ї Черненко – яблука виведених сортів, 2012 р.



Липова алея у Воздвиженському саду



125



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Кроки в майбутнє братчиків

- Випереджальне відтворення особистості
- Гармонія виробництва і мистецтв
- Синергія природних сил і людини
- Повне матеріальне забезпечення
- Рівність і демократичний устрій
- Свобода самореалізації



Висновки

- Сьогодні світ переживає **фазовий перехід** до нової цивілізаційної формації.
- Основою життя людини стає виробництво і споживання **інформації**.
- Реальністю стають щоденні **інновації**.
- Людина стоїть перед необхідністю **перетворення**.
- Перехід до нової моделі господарювання змушує постійно вирішувати **нові проблеми**. Неперехід відкидає країну на **периферію** суспільного життя.



Перші люди на Марсі будуть жити в скляних куполах, – Ілон Маск



Питання до теми

1. Дайте визначення Третьої і Четвертої промислових революцій. Прокоментуйте їх зміст.

2. Лідируюча роль яких факторів мала місце впродовж Першої промислової революції (П.п.р.)? Поясніть свою думку.

3. Які передумови сприяли розвитку П.п.р.?

4. Лідируюча роль яких факторів мала місце впродовж Другої промислової революції (Д.п.р.)?

5. Охарактеризуйте результати Д.п.р.

6. Яким чином Д.п.р. вплинула на людські фактори?

7. Як інтелектуалізувалися засоби виробництва і споживчі товари у ході Д.п.р.?

8. Яка основна проблема Д.п.р. зумовила виникнення Третьої промислової революції (Т.п.р.)?

9. У чому основні завдання Т.п.р. відрізняються від завдань, що вирішували П.п.р. і Д.п.р.?

10. Які принципові екологічні завдання покликана вирішувати Т.п.р.?

11. Охарактеризуйте три групи передумов переходу суспільства до Т.п.р.

12. Яка роль синергетичних факторів при переході суспільства до сестейнової економіки?

13. Яка роль екологічних чинників у виникненні Т.п.р.?

14. Які події прискорили хід Т.п.р.?

15. Які завдання покликана вирішити Т.п.р. щодо людини?

16. Яка роль інформаційних факторів у реалізації Т.п.р.?

17. Охарактеризуйте коротко «хмарні» технології та їх роль у реалізації Т.п.р.

18. Охарактеризуйте роль вартісних чинників у реалізації Т.п.р.
19. Охарактеризуйте зміст ресурсного виклику перед Т.п.р.
20. Охарактеризуйте зміст енергетичного виклику перед Т.п.р.
21. Охарактеризуйте зміст технологічного виклику перед Т.п.р.
22. Охарактеризуйте революцію в зростанні ефективності технічних та економічних у ході Т.п.р. Проілюструйте це конкретними цифрами.
23. Наведіть приклади інновацій, завдяки яким відбувається революція у зростанні ефективності.
24. Охарактеризуйте роль самоорганізації в сучасних економічних процесах.
25. Які процеси спричиняють підвищення ролі самоорганізації в сучасних трансформаціях економіки?
26. Які принципи можуть сприяти самоорганізації економічних систем в інтересах їх екологізації?
27. Охарактеризуйте зміст горизонтальних структур в економіці. Які їх особливості можна виділити?
28. Охарактеризуйте суть віртуальних підприємств.
29. Що таке розумні мережі? Де вони використовуються?
30. Що таке «хмарні» технології? Яку роль вони відіграють у розвитку сучасних економічних систем?

Тема 3
Проривні технології як
основа формування соціаль-
но-економічних трендів

*Disruptive technologies as the basics
of socio-economic trends formation*



Основи теорії

У широкому розумінні під **проривною технологією** (англ. *disruptive technology*) йдеться про технологічну інновацію, яка відкриває новий технологічний цикл розвитку виробничих систем. Прикладами «проривних технологій» є: винахід автомобіля на основі двигуна внутрішнього згоряння (замінив гужовий транспорт), впровадження напівпровідників (замінили електровакуумні прилади), створення цифрових камер (замінили традиційні плівкові фото- та кінокамери).

Проривні технології є провісниками інноваційних фазових переходів до нових методів виробництва і споживання продукції. На їхній основі змінюються знаряддя праці, дизайн продукції, що виробляється, комунікації, знання і навички працівників.

Так, перехід до машинного виробництва, електрифікації виробничих систем і побуту людей, впровадження потокових ліній, комп'ютеризації суспільства та інших інновацій докорінно змінили умови життя та діяльність людей. Біля витоків усіх базових інновацій лежать проривні технології.

Вихідні інновації і проривні технології, що породили їх, формують своєрідні ієрархічні структури, які можна порівняти з екосистемною ієрархією. Так, екосистеми окремих клітин у дереві живлять біологічні елементи більш високого рівня і, відповідно, беруть участь у формуванні послідовно екосистем: окремих листків, гілок, цілих рослин, лісів, континентальних екосистем, біосфери планети.

Проривні технології найтісніше пов'язані з розвитком економічних систем. В економічному середовищі більш вживаним є поняття «*проривна інновація*» (*disruptive innovation*).

Вплив економічних чинників на просування проривних технологій обумовлений двома основними обставинами. По-перше, проривна технологія не тільки є поштовхом для інноваційного розвитку технічних систем, а й відкриває новий цикл бізнесу. Проривні технології спрямовані не на вдосконалення наявних виробництв і товарів, що ними виготовляються, а на кардинальну зміну технічної основи і відповідну трансформацію бізнесу.

Другою обставиною, що обумовлює вплив економічних чинників на долю проривних технологій, є залежність останніх від реакції ринку. Навіть найгеніальніша інновація не зможе бути повною мірою реалізована, поки не знайде свого споживача на ринку. Саме ринковий успіх забезпечує грошовими надходженнями, необхідними для розвитку і просування нової продукції до масового покупця.

Чим успішніше позиції підприємства на ринку, тим з меншим бажанням, воно відмовляється від чинних технологій. Успіхи підприємства перетворюються на своєрідне «гальмо» щодо нових проривних технологій. Добра добувши, кращого не шукають. А спрогнозувати реальні масштаби віддалених у майбутнє позитивних і несприятливих наслідків від впровадження технологій нового покоління не всім до снаги. Такий прогноз найчастіше і є вирішальним чинником під час ухвалення ризикованих рішень на користь реалізації проривних технологій.

Отже, з економічного погляду, будь-яка disruptive technology має в собі два начала: творче (адже відкриває новий технологічний цикл) і руйнівне (адже підриває основи вже наявного виробництва). Тому цілком закономірно і використання двох термінів, що виникли як результат перекладу на українську чи російську мови базового поняття disruptive technology. Нарівні з уже згаданим словосполученням «проривні технології» можна побачити і

термін «підривні технології». Останнє, як ми переконалися, також цілком об'єктивно має право на існування.

Сказане дозволяє зрозуміти глибину ще одного значення проривної технології, сформульованого К. Кристенсеном. «До категорії проривних належать технології, які радикально змінюють алгоритм отримання вигід і ціноутворення».

Проривні технології поступово змушують споживачів переглянути свої погляди на цінність товарів на ринку. Водночас старі товари стають неконкурентоспроможними через те, що змінюється цінність колишніх параметрів і функцій, які приносили раніше їм успіх на ринку.

Найбільш характерний сценарій впровадження проривних технологій пов'язаний із просуванням на ринок продуктів, що поступаються за низкою параметрів панівним там товарам. Ці свої недоліки вони компенсують іншими перевагами. Найчастіше останнє пов'язано зі зменшенням розміру, простотою, зручністю, дешевизною. Так планшети, програючи ПК в обсязі пам'яті та іншим технічним параметрам, змогли довести свої конкурентні переваги тим споживачам, для яких згадані характеристики не відіграють такої значної ролі в їхній професійній діяльності.

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

На відміну від позитивних ефектів, несприятливі наслідки набагато складніші в прогнозуванні. Позитивні ефекти зазвичай розраховуються на основі вже відомих показників (зокрема зростанні продуктивності праці, зниженні

окремих видів витрат тощо), які можна екстраполювати в майбутнє.

Значна ж частина *негативних наслідків* може бути викликана явищами, характер яких набагато менш детермінований. Його складно прогнозувати в термінах кількісних оцінок. Такими явищами, наприклад, можуть бути: зниження ступеня особистісної свободи людини, деградація її творчого потенціалу в мережевому суспільстві. По-перше, ніхто не може точно визначити, у яких формах такі явища відбуватимуться в майбутньому. По-друге, не ясний часовий горизонт їхнього можливого прояву. По-третє, надзвичайно важко кількісно оцінити такі явища.

Презентаційні матеріали

План лекції

1. Зміст проривних технологій (п.т.)
2. Економічна сутність п.т.
3. Зміст провідних п.т. сьогодення
4. Соціально-економічні ефекти сучасних п.т.
5. Ризики і виклики сучасних п.т.





1. Зміст проривних технологій (п.т.)



Зміст проривних технологій (широкий контекст)

Проривна технологія (disruptive technology)

- це технологічна інновація, яка відкриває новий технологічний цикл розвитку виробничих систем.



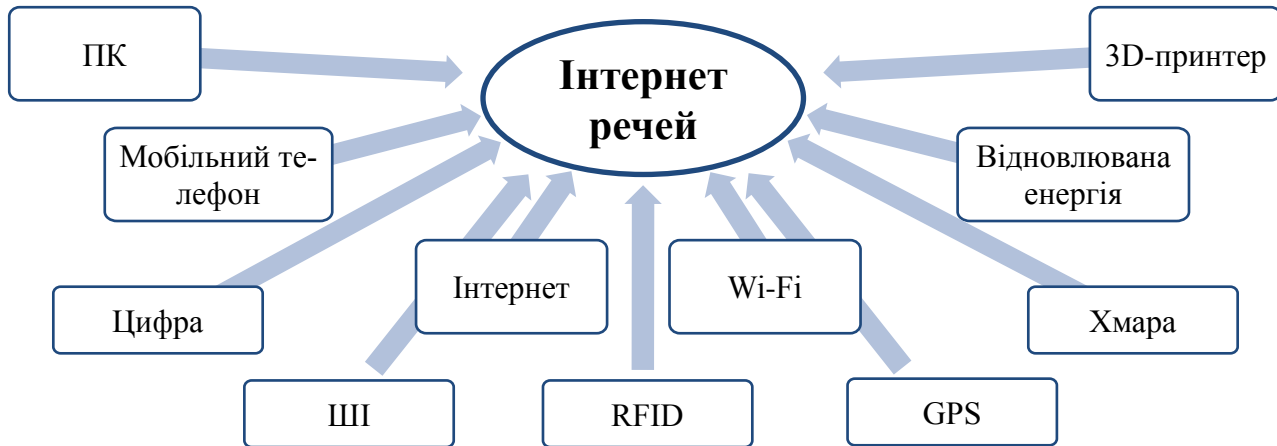
Приклади «проривних технологій»

- *Винахід автомобіля* – замінив гужовий транспорт.
- *Напівпровідники* – замінили електровакуумні прилади.
- *Цифрові фото- та кінокамери* – замінили плівкові.



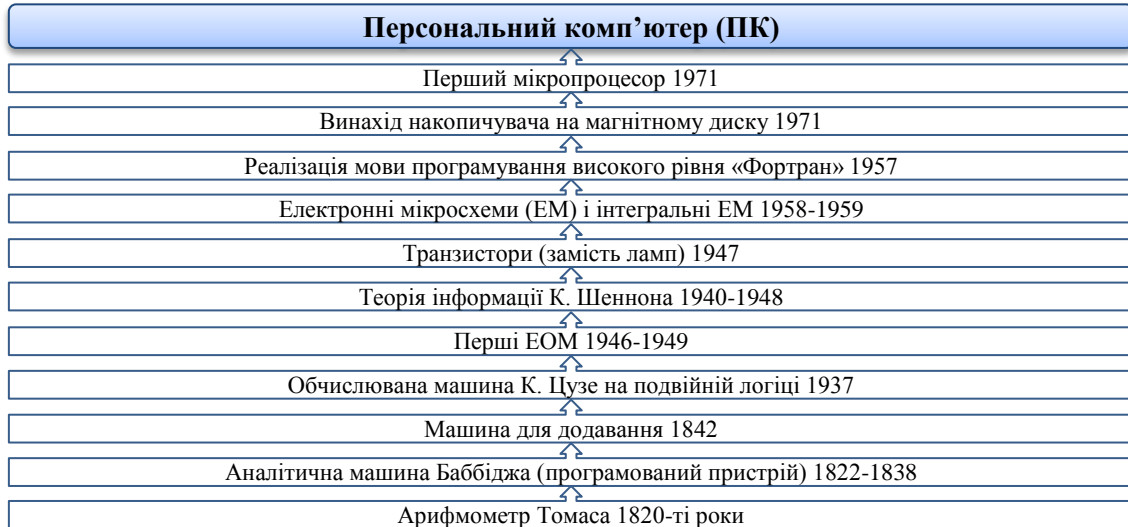
Ієрархічні структури п.т.

- Проривні технології базуються на інших п.т. Ті в свою чергу будуються на інших і т.д.



Цикл формування п.т.

- Кожна п.т. має власний цикл її формування, тобто низку подій, які відбуваються у часі.



2. Економічна сутність п.т.



142



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Економічна сутність п.т.

- 1) П.т. є поштовхом для інноваційного розвитку виробничих систем.
- 2) П.т. спрямовані НЕ на вдосконалення існуючих виробництв та товарів, а *кардинальну зміну* технічної основи і бізнесу.
- 3) П.т. залежать від реакції ринку. Лише ринковий успіх забезпечує необхідними грошовими надходженнями для розвитку нової технології і просування до масового покупця.



Економічна роль п.т.

- Ідеї *Клейтона Крістенсена* (1997) в книзі «Дилема інноватора»:
- Перед успішною компанією виникає дилема:
 - або ***продовжувати*** розвивати свій успіх прибуткового підприємства (і ризикувати прозівати необхідні інновації);
 - або ***застосувати п.т.*** (і ризикувати втрати успіх і прогоріти).
- Маленькі і нові підприємства ризикують менше – їм мало чого втрачати.



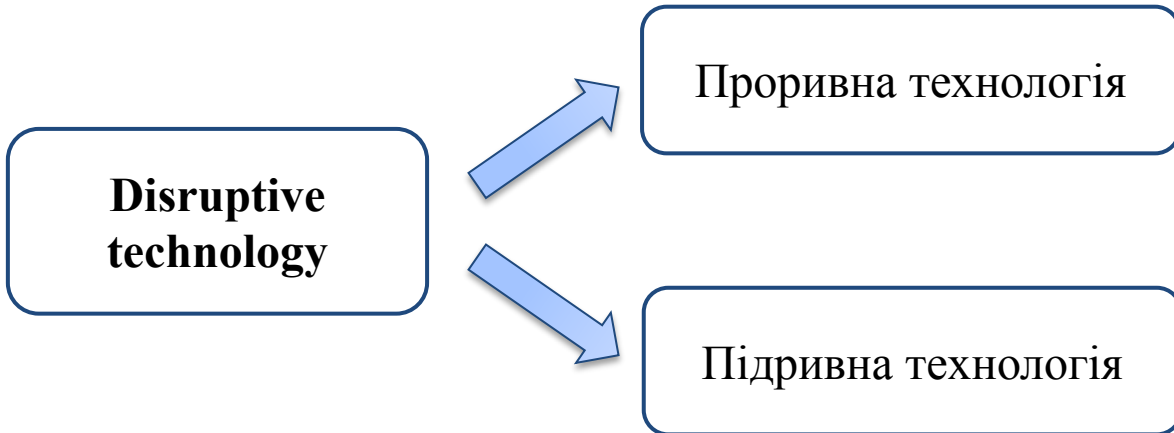
Подвійна властивість п.т.

- 1) П.т. *відкриває* новий цикл бізнесу.
- 2) П.т. *закриває (вбиває)* існуючий цикл.
- 3) В літературі зустрічається вираз: «*Канібалізм п.т.*»
 - *Поява ПК* вбила на ринку значну кількість виробників універсальних ЕОМ
 - *Ноутбуки* (лептопи) вбили певну кількість виробників ПК.
 - *Планшети та смартфони* вбили виробників лептопів.



Два начала п.т.

146



Економічна сутність п.т.

- К. Кристенсен:

«П.т. радикально змінюють *алгоритм отримання вигід і ціноутворення*»

- Проривні технології змушують споживачів переглянути свої погляди на цінність товарів на ринку. Старі товари стають неконкурентоспроможними через те, що змінюється цінність колишніх *параметрів і функцій*, які приносили раніше їм успіх на ринку

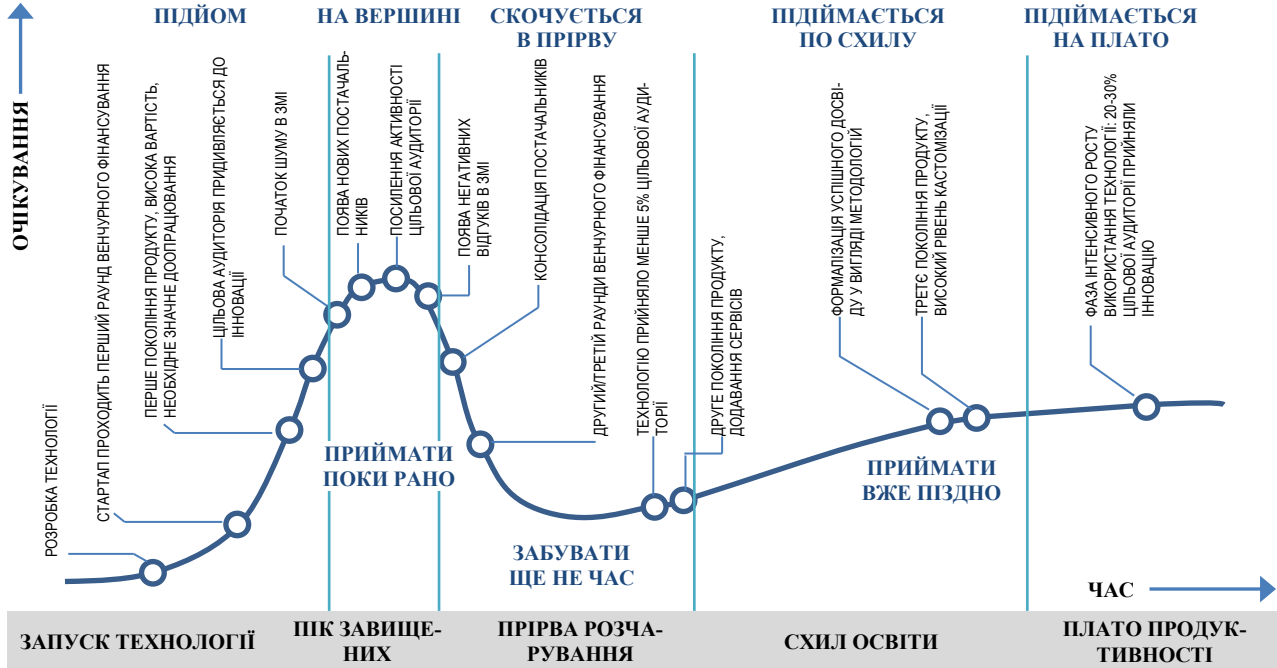


Сценарій реалізації п.т.

- На ринок просуваються продукти, що поступаються за рядом параметрів існуючим товарам (наприклад, точністю, ємністю пам'яті, ін. ПК або лептопам). Але беруть (як планшети або і-фони) іншим:
 - *зниженням розміру,*
 - *простотою,*
 - *зручністю,*
 - *дешевизною.*

Цикл зрілості технології

149



With the support of the Erasmus+ Programme of the European Union



3. Зміст провідних п.т. сьогодення



Провідні п.т. Industry 3.0

- **Ключові завдання Industry 3.0:**
 - Генеральне – ГАРМОНІЗАЦІЯ ІНДУСТРІАЛЬНОГО І БІОСФЕРНОГО МЕТАБОЛІЗМУ
- **Інструменти:**
 - 1) **дематеріалізація** (зменшення енергоємності і матеріаломісткості) через мініатюризацію і конвергенцію;
 - 2) розвиток **альтернативної** енергетики;
 - 3) розвиток **адитивних технологій** (3D-принтингу)



Провідні п.т. Industry 4.0

- Ключове завдання: КІБЕРГІЗАЦІЯ ВИРОБНИЧОГО І СПОЖИВЧОГО ПРОСТОРУ
- *Інструменти:*
 - 1) *Цифровізація;*
 - 2) *Інтернет речей;*
 - 3) *Штучний інтелект;*
 - 4) *Хмара;*
 - 5) *Віртуальна реальність*



П'ята промислова революція

- ЄС ініціював іще один тренд – Industry 5.0. Він передбачає формування *синергетичної єдності людини і кібер-фізичних систем*.
- Б. Росції: «Industry 5.0 спрямована на досягнення *гармонії розумової праці людини і когнітивних комп'ютерних систем*».
- У виробництві людина повинна вирішувати *творчі* завдання, забезпечуючи масову *кастомізацію та персоналізацію* для споживачів».

Провідні п.т. Industry 5.0

- Ключове завдання: ЗАБЕЗПЕЧИТИ ОСОБИСТІСНИЙ РОЗВИТОК ЛЮДИНИ В МЕЖАХ КІБЕРГІЗОВАНОГО ПРОСТОРУ
- *Інструменти:*
 - Кібергізація людини;
 - Емоційний штучний інтелект;
 - Персоналізація виробництва та споживання.



Характеристика технологій альтернативної енергетики

- Джерела енергії, основані на вилученні енергії із процесів, які постійно відновлюються в природному середовищі.
- До основних належать: сонячне світло, вітер, водні течії, припливи/відпливи, морські хвилі, геотермальна енергія, енергія з різниці потенціалів (температур, тисків, хімічних характеристик, енергія з різних видів рухів, електромагнітна енергія Землі, енергія з біогазу, енергія з біопалива (деревини, рослинної олії, етанолу).



Характеристика технологій зберігання енергетики

- Процес, в ході якого енергія, що отримується із зовнішніх джерел (сонячних, теплових, вітряних, геотермальних та ін.), фіксується і зберігається в ефективних автономних пристроях.
- Наразі можна виділити п'ять основних напрямків, які так чи інакше обіцяють стати перспективними для їх комерційного розвитку.



Напрямки зберігання енергетики

- гідроакумулювання (пов'язано з природним і штучним підйомом рівня води в періоди надлишку виробництва енергії та утилізацією накопиченої енергії в пікові періоди);
- електроакумулювання;
- водневі технології;
- теплове акумулювання;
- хімічне акумулювання (пов'язане з цілеспрямованою зміною властивостей речовин за рахунок надлишку енергії або накопиченням органічних речовин із подальшим отриманням біогазу або електрики).



Характеристика Інтернету речей

158

- Концепція мережі, що складається із взаємопов'язаних фізичних пристроїв (оснащених датчиками, програмним забезпеченням та виконавчим інструментарієм), здатних до комунікації з іншими пристроями та виконання різних корисних для людини функцій.
- Речі (things) – об'єкти фізичного світу (фізичні речі) чи інформаційного світу (віртуальні предмети), здатні бути ідентифікованими та інтегрованими в комунікаційні мережі.



Характеристика штучного інтелекту

- 1) Властивість створених людиною технічних засобів (комп'ютерних пристроїв і програмного забезпечення) виконувати творчі функції, схожі на ті, які виконує людина.
- 2) Широка область досліджень, що включає різні теорії, методи, технології і практики, а також певні базові поняття, а саме: машинне навчання, нейронна мережа, глибинне навчання, когнітивні обчислення, комп'ютерний зір.



Характеристика адитивної технології

- Група технологічних методів виготовлення виробів, побудована на поетапному формуванні виробів шляхом додавання матеріалу на основу (платформу або заготовку) за тривимірною комп'ютерною моделлю.
- Використовуються методи: селективного лазерного плавлення, лазерної стереолітографії, селективного лазерного спікання, електронно-променевої плавки, моделювання методів багатоструминевого моделювання, використання ефектів ламінування, комп'ютерної осьової літографії.
- *Сфери застосування* – практично всі сектори економіки.



Характеристика RFID

Radio Frequency Identification

- Спосіб автоматичної ідентифікації об'єктів, в якому за допомогою радіосигналів зчитуються або записуються дані, що зберігаються в так званих *транспондерах*, або RFID-мітках.
- Базовими елементами RFID системи є: зчитувач, антена і сама мітка. RFID є сучасною технологією автоматичної ідентифікації предметів, яка дозволяє автоматизувати процес збору і обробки інформації безконтактним способом.
- *Сфера застосування* – скрізь.



Характеристика віртуальної реальності (VR)

162

- 1) Створений технічними засобами світ, що передається людині через її відчуття: зір, слух, дотик та ін. VR імітує як вплив, так і реакцію на нього. Поведінка предметів VR зазвичай наближена до поведінки предметів матеріальної реальності і узгоджується з реальними законами фізики (гравітація, властивості рідин або газів, зіткнення з предметами, віддзеркалення тощо). А динаміка руху предметів виконується в реальному часі.
- 2) Ілюзія дійсності, створена за допомогою комп'ютерних систем, які забезпечують зорові, звукові та інші відчуття.



Характеристика віртуальної реальності

- Виділяють такі властивості VR:
 - *породженість* – VR створюється активністю іншої реальності, зовнішньої щодо неї;
 - *актуальність* – VR існує тільки «тут і тепер», поки діє реальність, що її створює;
 - *автономність* – має свої власні простір, час і закони існування;
 - *інтерактивність* – може взаємодіяти з іншими реальностями, зокрема, і з тією, що її створює.



Характеристика віртуальної реальності

- Існують такі *інструменти* створення VR:
 - окуляри й шоломи;
 - спеціальні кімнати;
 - рукавиці, що передають положення рук та пальців;
 - контролери зі зворотнім зв'язком (що дозволяють стимулювати маніпуляції з віртуальними предметами).
- *Сфери використання* VR включають: навчання, науку, дизайн (побудова і редагування тривимірних моделей механізмів, споруд тощо), розваги, військову справу.



Характеристика доповненої реальності (ДР)

- 1) Результат введення в поле сприйняття будь-яких сенсорних даних з метою доповнення картини про оточуюче середовище і поліпшення інформації.
- 2) Система, яка має певні властивості:
 - а) поєднує віртуальне і реальне;
 - б) взаємодіє в реальному часі;
 - в) працює в тривимірному просторі.
- 3) Термін, що позначає всі проекти, спрямовані на доповнення реальної дійсності будь-якими віртуальними елементами; ДР – складова змішаної реальності (англ. Mixed reality), коли реальні об'єкти інтегруються у віртуальне середовище.



Характеристика доповненої реальності

- *Методи реалізації:*
 - 1) прив'язка до маркера (зображення, логотипу, звуку);
 - 2) прив'язка до площини (напр., до певної точки чи лінії);
 - 3) прив'язка до геолокації;
 - 4) портали;
 - 5) взаємодія з фізичними об'єктами;
 - 6) інтеграція реалістичних персонажів;
 - 7) розширений функціонал;
 - 8) мультиплеєр;
 - 9) Web AR.



Характеристика доповненої реальності

- *Сфери застосування:*

- освіта,
- медицина,
- служба безпеки,
- експлуатація транспорту,
- будівництво,
- поліграфія,
- диспетчерські служби,
- авіація,
- ремонтні роботи,
- розваги,
- військова справа,
- управління транспортом.



Характеристика GPS (Global Positioning System)

- Супутникова система навігації, що забезпечує визначення відстані, часу, швидкості місцеположення об'єкта в всесвітній системі координат WGS 84.
- Система розроблена, реалізована і експлуатується Міністерством оборони США. При цьому наразі вона доступна для використання і в цивільних цілях у будь-якій країні світу.



Характеристика розподіленого реєстру

- Технологія зберігання даних, що розподіляє інформацію між багатьма вузлами зв'язку або обчислювальними пристроями.
- Вона має кілька ключових особливостей:
 - 1) відсутність центрального адміністратора;
 - 2) спільне використання з узгодженням за визначеним алгоритмом;
 - 3) децентралізований географічний розподіл копій бази даних між усіма вузлами зв'язку.



Характеристика розподіленого реєстру

- Кожен вузол може вносити зміни в реєстр незалежно від інших. Потім всі разом голосують за ухвалення змін; при досягненні консенсусу реєстр доповнюється новими даними.
- Кожен учасник мережі має власну ідентичну копію реєстру, а самі зміни добавляються протягом кількох хвилин.



Характеристика блокчейна

- Розподілений реєстр може застосовуватися не лише в блокчейні криптовалют, а й в інших сферах діяльності.
- В нього можуть вноситися будь-які дані:
 - фінансові,
 - юридичні,
 - статистичні,
 - електронні та інші.



Характеристика блокчейна

- Вибудований за певними правилами безперервний послідовний ланцюжок блоків, що містять інформацію.
- Зв'язок між блоками забезпечується не тільки взаємним порядком блоків, а й тим, що кожний блок містить свою власну хеш-суму й хеш-суму попереднього блоку. Для зміни інформації в блоці необхідно редагувати і всі наступні блоки.
- Як правило, копії ланцюжків блоків зберігаються на багатьох різних комп'ютерах незалежно один від одного. Це створює великі перешкоди для внесення змін в інформацію, вже включену в блоки.



Характеристика блокчейна

- Вперше блокчейн було реалізовано в системі «Біткоїн» відносно до ланцюжка транзакцій. Втім, технологія ланцюжків може поширюватися на будь-які взаємозв'язані інформаційні блоки.
- Наразі, блокчейн застосовується в таких сферах:
 - фінансові операції,
 - ідентифікація користувачів,
 - технологіях кібербезпеки.



Характеристика великих даних

- Набори інформації (як структурованої, так і неструктурованої) настільки великих розмірів, що традиційні способи та підходи (в основному ті, що базуються на методах *бізнесової аналітики* та *системах управління базами даних*) не можуть бути застосовані до них.
- В протипагу цьому почали використовуватися інструменти *горизонтально масштабованого програмування*, які з'явилися на кінці 2000-х років.
- В сукупність методичних підходів та інструментів включаються засоби масово-паралельного оброблення невизначено структурованих даних.



Характеристика великих даних

- Необхідно зазначити, що термін «великі» стосовно даних обумовлений не тільки об'ємом інформації, але й її складністю. Ця складність спочатку передавалася набором ознак VVV (volume, velocity, variety).
 - Перше означає фізичний об'єм інформації.
 - Друге (velocity) – швидкість як приросту даних, так і необхідності швидкісного оброблення результатів.
 - Третє (variety) – різноманітність одночасно оброблюваної інформації.



Характеристика великих даних

- Пізніше почали додаватися нові V (що характеризують якість даних):
 - *veracity* – достовірність,
 - *viability* – життєздатність,
 - *value* – цінність,
 - *variability* – мінливість,
 - *visualization* – візуалізація.



Характеристика хмарних технологій

- Модель, що передбачає віддалене оброблення та зберігання даних; ця технологія надає користувачам мережі Інтернету доступ до комп'ютерних ресурсів сервера і використання програмного забезпечення як онлайн-сервісу.
- **Хмарні технології** – основа розвитку штучного інтелекту, адже саме на «хмарі» виконується переважна частка операцій (розрахунків, аналізу даних), які забезпечують функціонування систем штучного інтелекту.





4. Соціально-економічні ефекти сучасних П.Т.



Напрямки позитивних ефектів

Дематеріалізація економіки • зниження екологічного навантаження • якісне підвищення ефективності • формування солідарної економіки • формування циркулярної економіки • персоналізація споживання • соціологізація розвитку людини • зниження ризику аварій і катастроф • підвищення здоров'я і якості життя

Ключові проривні технології сучасності

Адитивні технології • альтернативна енергетика • штучний інтелект • нові матеріали • Інтернет речей • віртуальна і доповнена реальності • горизонтальні мережі • «розумні» системи • хмарні технології • кібергізація людини • нанотехнології, генетична модифікація • біотехнології



Соціально-економічні ефекти п.т.

- Прямі екологічні ефекти
- Непрямі екологічні ефекти
- Дематеріалізація економіки
- Підвищення ефективності використання ресурсів
- Формування циркуляційної економіки
- Зниження ризику аварій і катастроф
- Перехід на екологічно дружні матеріали
- Громадська оцінка проектів
- Соціологія розвитку
- Формування комунікаційної основи людини
- Поліпшення якості життя людини



Оцінка потенційних ефектів на 2025 рік

Технологія	Оцінка 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 працюючих з повним робочим днем
Інтернет речей	Дозволить знизити до 36 трильйонів доларів США оперативних витрат, завдяки підвищенню ефективності в секторах: переробки, охорони здоров'я, добувної промисловості
«Хмара»	Збільшення на 15-20% продуктивності завдяки створенню ІТ інфраструктури, розробки необхідних додатків і програм

Оцінка потенційних ефектів на 2025 рік

Технологія	Оцінка потенційного ефекту
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 врятованих життів завдяки запобіганню фатальних дорожніх пригод
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 і досягти дуже високого рівня кастомізації (тобто виготовлення за індивідуальними вимогами споживача)
Просунуті матеріали	Використання нових наномедичних ліків може успішновилікувати до 20 мільйонів нововиявлених випадків онкозахворювань





5. Ризики і виклики сучасних п.т.



Соціально-економічні ризики п.т.

- Надмірне психологічне навантаження на людину
- Інформаційна вразливість
- Підвищення інформаційної залежності людини
- Ризик зниження творчого потенціалу людини
- Підвищення витрат на переробку відходів засобів виробництва зеленої економіки
- Втрата традиційних робочих місць
- Зниження конфіденційності
- Ризик хакерства
- Ризик втрати людиною контролю за кіберсистемами.



Електростанція потужністю 330 кВт на даху багато-квартирного житлового будинку в Києві



Витрати на електростанцію склали 330 тис. дол. США



Питання до теми

1. Дайте визначення проривної технології (ПТ).
2. Як ПТ пов'язані з інноваціями?
3. Поясніть на прикладі Інтернету речей, яку роль ПТ відіграють при створенні 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 ПТ називають іще «підривними» технологіями? Що вони підривають?
8. З якими ризиками зустрічається підприємець при прийнятті рішень про реалізацію ПТ?
9. Яким чином ПТ впливають на цінність і прибутковість товарів, що випускаються?
10. Яку роль відіграють ПТ у 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?
15. Яким чином ПТ впливають на формування циркулярної економіки?
16. Як Ви можете пояснити соціальну роль ПТ?
17. Як сучасні ПТ сприяють формуванню суспільних комунікацій?
18. Як сучасні ПТ сприяють підвищенню якості життя?

19. У чому можуть проявлятися негативні ефекти впровадження ПТ?

20. У чому можуть проявлятися соціальні ризики впровадження ПТ?

21. Як, на Вашу думку, можна зменшити негативні наслідки впровадження ПТ?

22. Пофантазуйте і скажіть, які проривні технології людству слід очікувати в недалекому і далекому майбутньому?

23. Чи реальна, на вашу думку, колонізація Марса? Якщо ні, то чому? Якщо реальна, то за умов яких проривних технологій це може бути забезпечено?

24. Яких проривних технологій не вистачає людству для реалізації концепції сестейнового (сталого) розвитку і вирішення проблем глобальної екологічної кризи?

Тема 4
**Сестейнізація соціально-
економічного розвитку**

*Sustainization of socio-economic
development*



Основи теорії

У 1966 році американський економіст Кеннет Боулдінг опублікував статтю «Економіка прийдешнього космічного корабля Земля». Загалом ключову ідею автора можна сформулювати так. Зростання населення Землі, виснаження природних ресурсів та порушення асиміляційного потенціалу планети зумовили вичерпання можливостей «відкритої економіки», заснованої на умовно необмежених ресурсах і необмеженому потенціалі планети переробляти відходи цивілізації. Таку економіку вчений назвав «ковбойською» за асоціацією з безкрайними рівнинами та безтурботним, споживчим способом життя.

Екологічні умови змушують переходити до нових принципів «замкненої економіки» (її автор називає «економікою космонавтів»). У ній, як і в космічному кораблі, всі джерела ресурсів і всі резервуари для відходів обмежені з погляду як притоку, так і відтоку. Через це людина повинна організовувати свою діяльність на основі циклічних систем відтворення необхідних засобів життєзабезпечення.

Основною оцінкою успіху такої економіки будуть не кількісні показники виробництва і споживання продукції, або, інакше кажучи, не обсяги матеріально-енергетичних потоків, що переводяться з ресурсів у відходи – як це відбувається зараз, зокрема через застосування ключового економічного показника ВВП. Останнє характеризує лише пропускну здатність виробничих потужностей. Провідним же стане інший показник – якість і складність загального капіталу (total capital stock), що містить фізичний і розумовий стан людини (the state of the human bodies and minds).

Чверть століття після опублікування зазначеної статті у 1992 р. в Ріо-де-Жанейро на Конференції ООН з навколишнього середовища і розвитку (КНСР-92) була ухвалена концепція *сестейнового розвитку*, у якій фактично були відображені ідеї К. Боулдінга про його рециркуляційну «економіку космонавтів».

Згідно з визначенням, яке було ухвалене в 1992 році на конференції, *сестейновим* необхідно вважати такий розвиток, який забезпечує задоволення потреб поколінь сьогодні, але не ставить під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби.

Однак, щоб забезпечити досягнення поставленої мети, має бути побудована економіка абсолютно нового типу. За формою вона може бути названа *сестейновою* (адже сприяє досягненню цілей *сестейнового* розвитку), а за змістом вона повинна повторювати контури «*економіки космонавтів*» (у чому ми переконуємося далі). Сестейнова економіка має ґрунтуватися на використанні відновлюваних ресурсів, будуватися на замкнених циклах і близьких до постійних обсягах індустріального метаболізму.

Віхи переходу до сестейнового розвитку

У 2002 році в Йоганнесбурзі відбувся другий Всесвітній саміт із питань сестейнового розвитку. На саміті були підбиті деякі підсумки напрямку, який людство пройшло за десять років із часу першого саміту. На Конференції була зроблена спроба трансформувати теоретичні цілі сестейнового розвитку в конкретні практичні завдання з розв'язання найважливіших економічних, соціальних та екологічних проблем.

У 2012 році в Ріо-де-Жанейро через 20 років після першого саміту відбувся третій Всесвітній саміт із питань сестейнового розвитку (СР). На саміті «Ріо +20» приділялася увага практичному розв'язанню проблем СР; зокрема, широко обговорювалися перспективи формування «зеленої» економіки, у межах якої б досягалися цілі СР.

У 2015 році в Нью-Йорку глави 193 країн ухвалили новий документ «Цілі сестейнового розвитку» (Sustainable Development Goals), відомий ще під назвою «Глобальні цілі». У документі сформульовані 17 найважливіших стратегічних цілей сестейнового розвитку на період до 2030 року (далі формулювання цілей нами дано у спрощеному вигляді): 1) подолання бідності; 2) ліквідація голоду; 3) забезпечення здоров'я і добробуту; 4) забезпечення якісної освіти; 5) гендерна рівність; 6) чиста вода і санітарія; 7) недорога і чиста енергія; 8) забезпечення сестейнового економічного зростання і гідної роботи; 9) створення необхідної інфраструктури; 10) зниження нерівності в країнах; 11) створення сес-

тейнових поселень; 12) забезпечення моделей сестейнового споживання і виробництва; 13) запобігання зміни клімату; 14) збереження морських екосистем; 15) забезпечення цілісності екосистем суші; 16) забезпечення миру, правосуддя та ефективних громадських інститутів; 17) посилення партнерства в інтересах сестейнового розвитку. Зазначені цілі покликані замінити колишні «Цілі сестейнового розвитку тисячоліття» (Millennian Development Goals).

У 2015 році в Парижі відбувся Саміт із питань клімату. Його учасники (представники 196 країн) затвердили нову рамкову угоду ООН, що визначає норми викидів парникових газів після 2020 року і заходи щодо запобігання зміни клімату. На Саміті була узгоджена базова мета – не допустити глобального підвищення температури більше ніж на 2 °С.

Формування *«зеленої» економіки*, заснованої на принципово новому типі технології та економічних відносин, має закономірний характер. З одного боку, це обумовлено необхідністю переходу до сестейнового розвитку, що дозволяє подолати загрозу глобальної екологічної катастрофи і забезпечити перехід до пріоритетів соціального (особистісного) розвитку людини. З іншого боку, досягнутий науковий і технічний рівень суспільства на сучасному етапі створює передумови для розв'язання поставлених завдань.

Завдання формування «зеленої» (сестейнової) економіки на цьому етапі цивілізаційного розвитку стає можливим завдяки тому, що Третя промислова революція створює передумови для переходу на значно ефективніші технологічні рішення щодо виробництва і споживання продукції.

Сестейновість (sustainability) – це стан упорядкованості (rearrangement) технічних, наукових, екологічних, економічних і соціальних ресурсів, який досягається і постійно підтримується на основі дії зворотних зв'язків і за якого система здатна забезпечувати динамічну урівноваженість процесів свого метаболізму в часі і просторі.

Концепція сестейнового розвитку фактично передбачає підтримання сестейнового (динамічно рівноважного) стану триединого системного цілого, що містить три базові компоненти: людина (як біологічна істота) – природа – суспільство.

Це завдання надзвичайної складності. Адже мова йде про приведення до збалансованого стану рівнів гомеостазу (тобто відносно вузьких інтервалів зміни параметрів) трьох ключових взаємозв'язаних систем:

- організму людини (а фактично – мільярдів людей, що живуть на Землі);
- біосфери (а фактично – трильйонів особин, що утворюють екосистеми планети);
- економіки (а фактично – сотень мільйонів економічних суб'єктів, які забезпечують функціонування економічних систем світу).

Завдання це нескінченно складне ще й через динамізм зазначеної системної тріади. Будь-який її стан має відтворюватися заново щомоментно в кожній точці простору.

З урахуванням причинно-наслідкових зв'язків можна виділити три рівні цілей: *генеральну мету* – збереження людини як біологічного виду і прогресивний особистісний розвиток людства; *забезпечувальні* цілі – збереження умов, у яких може існувати і розвиватися людство; *підтримувальні* цілі – збереження біосфери і локальних екосистем, які підтримують умови існування людства.

Характеристики «зеленої» економіки багато в чому відтворюють контури «економіки космонавтів», про яку ми згадували на початку розділу.

Аналізуючи наведені вище передумови досягнення сестейновості розвитку, можна сформулювати необхідні риси сестейнової економіки. Вони одночасно будуть поз-

начати ті напрямки, за якими повинна просуватися сестейнізація економіки.

Основними з них назвемо:

- *ресурсовідновлюваність*; принциповою основою «зеленої» економіки повинні стати відновлювані ресурси;
- *дематеріалізація*; кардинальне зниження матеріаломісткості, енергоємності та природоємності;
- *трансформаційність*; постійне просування в бік удосконалення через прогресивні трансформації;
- *інноваційність*; сприйнятливість до швидкого впровадження прогресивних інновацій;
- *натуралізація*; наближення форми задіяних матеріалів, видів енергії і технологічних процесів до тих, що існують у природі;
- *соціальна орієнтованість*; домінантною метою є перехід від пріоритету економічних цілей до пріоритету цілей соціального розвитку людини;
- *інформаційна спрямованість*; пріоритетною є інформатизація сфер виробництва і споживання продукції;
- *етизація і гуманізація економіки*; реалізація етичних принципів сестейнової справедливості;
- *синергетизація*; об'єднання окремих економічних суб'єктів у цілісні системи («системи систем»), які можуть набувати масштабів локальних, регіональних, континентальних або глобальних мереж;
- *децентралізація*; збільшення свободи окремих економічних суб'єктів в прийнятті рішень і реалізації діяльності за принципом: «центр всюди, периферія – ніде»;
- *самоорганізованість*; підвищення ступеня самоорганізації систем за принципом: «думай глобально – дій локально».

Пам'ятаючи про триалектичність механізму формування систем, можна сформулювати чотири ключові напрямки сестейнізації економіки:

- 1) прогресивна трансформація матеріально-енергетичної складової;
- 2) удосконалення інформаційного алгоритму (програми) формування економічних систем;
- 3) удосконалення синергетичної компоненти (комунікацій, зв'язків, відносин, інфраструктури);
- 4) підвищення рівня самоорганізації економічних систем.

До основних компонентів відтворювального механізму екологізації народногосподарського комплексу можуть бути віднесені системи відтворення:

- екологічного попиту;
- екологічно орієнтованої виробничої основи;
- екологічно орієнтованих людських чинників;
- мотивів екологізації.

Зазначений відтворювальний механізм може реалізуватися лише під впливом постійної дії організаційних, економічних і соціальних інструментів (важелів), які сприятимуть екологічно спрямованій трансформації складових економічної системи та процесів, що в ній відбуваються.

Конкретизація цілей сестейнізації дозволяє сформулювати окремі завдання трансформації народногосподарського комплексу, до яких можуть бути віднесені:

- реструктуризація економіки, галузей і регіонів;
- перепрофілювання підприємств;
- усунення (зниження) потреби в екологічно несприятливих видах продукції або послуг;
- заміна екологічно несприятливих технологічних процесів на їх більш досконалі аналоги;
- зниження ресурсоемності продукції та ін.

В літературі з проблем сестейнізації (екологізації) називаються, зазвичай, три ключові стратегії впливу на економічних суб'єктів із метою реалізації сестейнізації (екологізації) економіки:

- 1) вплив на пропозицію (виробництво);
- 2) вплив на попит (споживання);
- 3) вплив на інтерфейсну сферу, тобто взаємозв'язки між виробниками і споживачами.

Кожна людина являє собою єдину систему, утворену тріадою її сутнісних начал: «біо», «соціо», «трудо». «Біо» формується матеріальною природою людини і реалізується за допомогою фізіологічних процесів метаболізму, що відбуваються в її організмі. «Соціо» являє собою нематеріальне, інформаційне начало, що реалізує особистісну сутність людини. «Трудо» функціонує на основі здатності людини здійснювати роботу завдяки інтеграції силових властивостей людини «біо» та особистісних властивостей людини «соціо». Різниця сутнісних начал людини обумовлює формування трьох різних груп потреб, які значно відрізняються одна від одної, а багато в чому навіть є взаємосуперечливими.

Інформаційні потреби людини «соціо» в сучасних умовах покликані трансформувати всю систему ціннісних орієнтирів, визначаючи своєрідне суспільне замовлення. Його основне призначення – задоволення запитів, необхідних для розвитку особистісних властивостей людини. Саме це передбачено цілями П'ятої промислової революції, покликаної гармонізувати місце людини, з одного боку, у кібергізованому виробничому середовищі, а з іншого – у природному довкіллі.

На зміну пріоритету фізіологічних потреб людини «біо» (потреби в їжі, воді, умовах проживання тощо) і технократичних інтересів людини «трудо» (виробничі потреби, прагнення до наживи, кар'єрне зростання, службовий престиж та ін.) приходять потреби людини «соціо»: *фізичне вдосконалення, інтелектуальний розвиток, реалізація творчих здібностей, отримання знань, відпочинок, естетичне задоволення.*

Людина-споживач інформаційної економіки принципово відрізняється від людини-споживача попередніх епох. Головним є те, що всі зазначені компоненти особистісних потреб людини стають самоціллю існування, а не засобом отримання в подальшому матеріальних благ. До речі, й останні обіцяють поступово перетворюватися з першомети на засіб отримання інформаційних благ.

Презентаційні матеріали

План лекції

1. Концепція сестейнового розвитку (СР)
2. Екологічні виміри переходу до СР.
3. Забезпечення сестейнового стану біосфери та суспільства
4. Зміст і механізми формування «зеленої» економіки
5. Механізми відтворення «зеленої» економіки
6. Місце людини в СР.





1. Концепція сестейнового розвитку (СР)



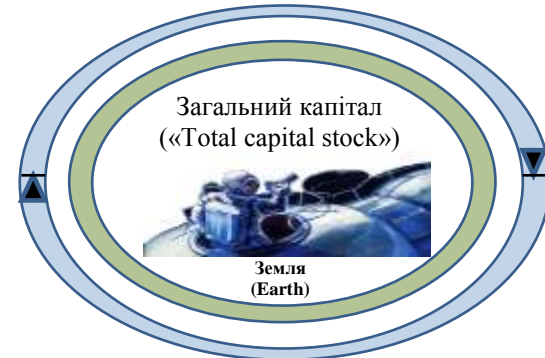
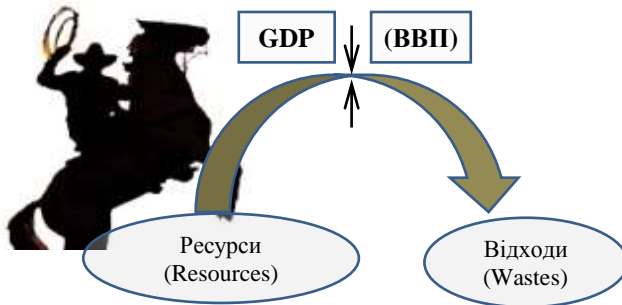
Перехід до «економіки космонавтів» за К. Боулдінгом (1966)

«Ковбойська економіка»
(«Cowboy economy»)



«Економіка космонавтів»
(«Spacesmen economy»)

200



- Невідновлювані ресурси
- Розірвані цикли
- Зростаючий матеріальний метаболізм

- Відновлювані ресурси
- Замкнені цикли
- Сталий матеріальний метаболізм



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Ключова ідея К. Боулдінга

- 1) Екологічні умови *замкненого простору* Землі змушують переходити до принципів *«замкненої» економіки*. Вона обмежена з точки зору як припливу (ресурсів), так і відпливу (відходів).
- 2) Основною оцінкою успіхів в такій економіці будуть *не кількісні показники* виробництва і споживання (обсяги матеріальних потоків, що переводяться з ресурсів у відходи – ВВП). Це лише *пропускна здатність*.
- 3) Провідним має стати показник якості та складності загального капіталу (total state of the human bodies and minds).



Концепція сестейнового розвитку

- В 1992 році в Ріо-де-Жанейро на Конференції ООН з навколишнього середовища і розвитку була прийнята концепція СР. В ній фактично знайшли відображення ідеї К. Боулдінга.
- *Визначення СР.*
 - **Сестейновим** (sustainable) слід вважати такий розвиток (development), який забезпечує *задоволення потреб поколінь сьогодення, але не ставить під загрозу здатність майбутніх поколінь задовольняти свої власні потреби.*



Прийняті документи

- На Конференції ООН у 1992 р. була прийнята Agenda-21 (Розклад на 21 сторіччя) – програма, що включала 4 розділи:
 - **Розділ 1. Соціальні та економічні аспекти** (боротьба з бідністю, укріплення здоров'я, досягнення сестейнового споживання і регулювання рішень).
 - **Розділ 2. Збереження і раціональне використання ресурсів у цілях розвитку.**
 - **Розділ 3. Укріплення ролі основних груп населення** (дітей та молоді, жінок, бізнесу, місцевої влади, корінних народів, фермерів).
 - **Розділ 4. Засоби реалізації** (наука, передача технологій освіти, фінансові механізми, міжнародні організації).



Local Agenda-21

- **Локальний (місцевий) Розклад–21** – перспективний план розвитку того чи іншого поселення або регіону.
- Ключовий принцип: *Думай глобально, дій локально.*

204



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Ключові аспекти Local Agenda-21

- Поліпшення добробуту місцевих мешканців та стану довкілля;
- Інтеграція соціальних, економічних і екологічних цілей;
- Стратегії планування і дій;
- Моніторинг і оцінка прогресу;
- Прозорість у виконанні;
- Партнерство влади та населення;
- Постійний розвиток планування (Agenda – не документ, а процес).
- Участь населення у прийнятті рішень.



Віхи розвитку ідей СР

- Ріо+5 (1997) Генеральна Асамблея ООН.
- Ріо+10 (2002) Саміт у Йоганесбурзі.
- Агенда-21 для культури (2002) Всесвітній форум у Порту-Алегрі.
- Ріо+20 (2012) Саміт в Ріо (у т.ч., концепція «зеленої» економіки).
- Саміт ООН (2015) – прийняття цілей СР.



Цілі СР (Sustainable Development Goals)

- Прийняті в 2015 р. в Нью-Йорку на період до 2030:
 - 1) Подолання бідності.
 - 2) Ліквідація голоду.
 - 3) Забезпечення здоров'я і благополуччя.
 - 4) Забезпечення якісної освіти.
 - 5) Гендерна рівність.
 - 6) Чиста вода і санітарія.



Цілі СР (Sustainable Development Goals)

- 7) Недорога і чиста енергія.
- 8) Забезпечення сестейнового економічного зростання і гідної роботи.
- 9) Створення необхідної інфраструктури.
- 10) Зниження нерівності в країнах.
- 11) Створення сестейнових поселень.
- 12) Забезпечення моделей сестейнового споживання і виробництва.



Цілі СР (Sustainable Development Goals)

- 13) Запобігання зміні клімату.
- 14) Збереження морських екосистем.
- 15) Забезпечення цілісності екосистем суші.
- 16) Забезпечення миру, правосуддя та ефективних громадських інститутів.
- 17) Посилення партнерства в інтересах сестейнового розвитку.



Проблеми клімату

- У 2015 році в Парижі відбувся Саміт з питань клімату.
- Представники 196 країн затвердили нову рамкову угоду ООН. Визначили норми викидів парникових газів після 2020 р.
- *Базова мета* – не допустити збільшення глобальної температури більше ніж на 2 °С.



2. Екологічні виміри переходу до СР



«Екологічний слід» (ecological footprint)

- «Екологічний слід» характеризує розмір середньої площі планети (в глобальних гектарах), необхідної для забезпечення необхідними природними ресурсами та утилізації відходів (поглинання, захоронення, очищення) в розрахунку на мешканця.
- В 2018 екослід – 2,6 гл. га.
- Реальна ємність біопотенціалу – 1,7 га
- Перевищення – 45%.



Екологічний борг

- Стан, коли людство вичерпує умовну кількість природних ресурсів (вода, чисте повітря, ґрунти, ін.), які планета здатна відтворити за один рік.
- «День, коли це відбувається називається днем екологічного боргу»

1986 р.	–	30.12
1993 р.	–	21.10
2003 р.	–	22.09
2017 р.	–	2.08
2019 р.	–	29.07
2020 р.	–	22.08
2021 р.	–	29.07



Екологічні пороги (за М.Ф. Реймерсом)

- *Для енергетичних процесів*
 - поріг тригерного ефекту («спускового гачка») – 10^{-6} – 10^{-8} разів від норми;
 - поріг виходу із стаціонарного стану – близько 0,1–1,5 % від норми;
 - поріг деградації (деструкції) – десятки частки і одиниці відсотків від норми



Екологічні пороги (за М.Ф. Реймерсом)

- *Для організмів*
 - поріг малих доз – близько 10^{-3} разів від гострого впливу;
 - поріг виходу із стаціонарного стану – близько 1 % від норми;
 - поріг руйнування близько 10 % від норми.



Екологічні пороги (за М.Ф. Реймерсом)

- *Для популяцій*
 - поріг мінімуму реакції 10^{-6} – 10^{-8}
 - поріг виходу із стаціонарного стану (коливань) – 7–18 %, у середньому 10 % від норми;
 - поріг поступової, але неухильної деструкції – близько 70 % від середнього приросту (самовідновлення);
 - поріг катастрофічного саморозширення або самозвуження – 105–106, надзвичайно рідко 107–108 разів порівняно із середнім числом особин в популяції.



Небезпека для енергетичної системи Землі

- На думку Н. Ф. Реймерса, ще в 1980 р. Земля наблизилась до межі виходу зі стаціонарного стану – 0,1–1,5% від норми.
- З того часу становище лише погіршилося.





3. Забезпечення сестейнового стану біосфери та суспільства



Поняття сестейновості

Сестейновість

- це стан упорядкованості природних, технічних, економічних та соціальних ресурсів, який досягається і постійно підтримується на основі дії зворотних зв'язків і при якому система здатна забезпечувати динамічну урівноваженість процесів свого метаболізму в часі і просторі.



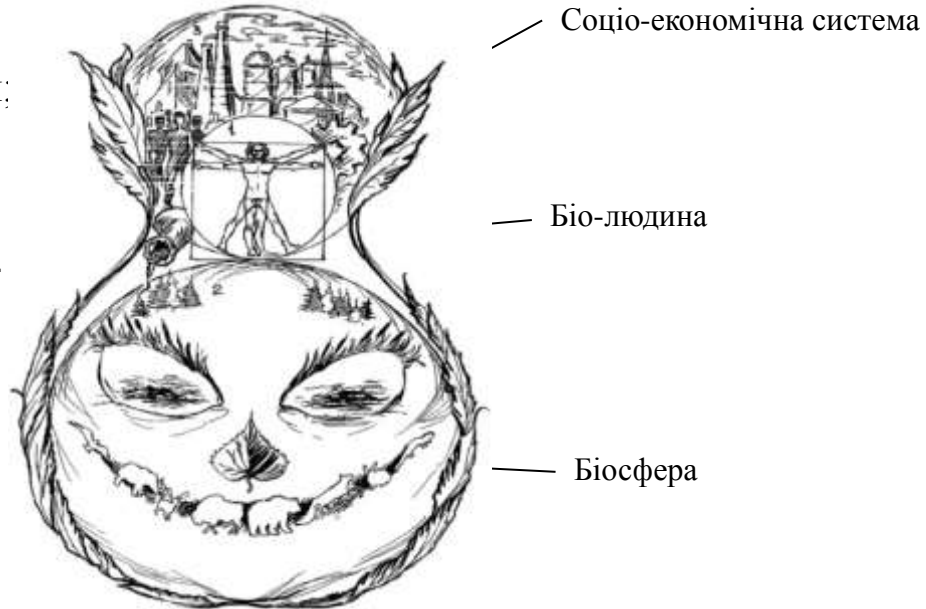
Триєдине завдання підтримання сестейновості

- Завдання включає балансування трьох базових відкритих стаціонарних систем:
 - *організму людини* (а фактично – мільярдів людей, що живуть на Землі);
 - *біосфери* (а фактично – трильйонів особин, що утворюють екосистеми планети);
 - *економіки* (а фактично – сотень мільйонів економічних суб'єктів, які забезпечують функціонування економічних систем світу).



Умовна схема взаємозв'язків між процесами підтримання трьох ключових систем

- 1 – біологічної природи людини;
- 2 – біосфери;
- 3 – соціально-економічної системи



Умовна ілюстрація зміни взаємозв'язків між процесами підтримання трьох ключових систем планети при перевищенні критичного рівня екологічного навантаження, яке обумовлене зростанням кількості населення та недосконалим екологічним рівнем технології



Шляхи розв'язання проблеми забезпечення сестейнового розвитку

- 1) або зупинити зростання населення планети, стабілізувавши його в межах, які здатна забезпечити життєвими ресурсами біосфера планети;
- 2) або навчитися так якісно трансформувати виробничий комплекс (а заодно і потреби населення), щоб питоме екологічне навантаження (в розрахунку на одного мешканця), яке діє на природу планети, знижувалося хоча б з такою самою швидкістю (краще – швидше), з якою зростає населення Землі.



Взаємозв'язок цілей сестейнового розвитку

Генеральна мета –

умовно безкінечне існування людської цивілізації та її прогресивний соціальний розвиток

Забезпечувальні цілі:

- збереження параметрів біосфери в надзвичайно вузьких межах, які залишають можливість існування біологічній природі людини;
- збереження цілісних природних ландшафтів як інформаційної основи відтворення особистісної природи людини

Підтримувальні цілі:

- відтворення людиною умов, в яких можуть існувати компоненти біосфери і окремих екосистем у вигляді, наближеному до існуючого;
- відтворення екологічно обумовленої трансформації соціально-економічної системи



Динамічний характер стійкого розвитку



Термітник

226



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union



4. Зміст і механізми формування «зеленої» економіки



Три аксіоми «зеленої» економіки

- Неможливо нескінченно розширювати сферу впливу в обмеженому просторі.
- Неможливо вимагати задоволення нескінченно зростаючих матеріальних потреб в умовах обмеженості ресурсів.
- Усе на поверхні Землі є взаємозв'язаним.



Складові «зеленої» економіки

- застосування відновлюваних ресурсів;
- замкнені цикли використання ресурсів;
- матеріальні компоненти гармонійно вписуються в екосистеми;
- стабільний обсяг індустріального метаболізму;
- дематеріалізація метаболізму (в рази!);
- ефективне акумулювання енергії;
- режим постійної самооптимізації (самонастроювання) технічних систем на оптимальні параметри гомеостазу;
- режим постійного самовдосконалення;
- неперевищення екологічних порогів;
- збереження біорізноманіття та екосистем;
- пріоритет відтворення особистісної основи людини.



Напрямки формування «зеленої» економіки

- *ресурсовідновлюваність*; принциповою основою «зеленої» економіки повинні стати відновлювані ресурси;
- *дематеріалізація*; кардинальне зниження матеріаломісткості, енергоємності та природоємності;
- *трансформаційність*; постійне просування в бік удосконалення через прогресивні трансформації;
- *інноваційність*; сприйнятливість до швидкого впровадження прогресивних інновацій;



Напрямки формування «зеленої» економіки

- *натуралізація*; наближення форми задіяних матеріалів, видів енергії і технологічних процесів до тих, що існують у природі;
- *соціальна орієнтованість*; доміантною метою є перехід від пріоритету економічних цілей до пріоритету цілей соціального розвитку людини;
- *інформаційна спрямованість*; пріоритетним є інформатизація сфер виробництва і споживання продукції;
- *етизація і гуманізація економіки*; реалізація етичних принципів сестейнової справедливості;



Напрямки формування «зеленої» економіки

- *синергетизація*; об'єднання окремих економічних суб'єктів у цілісні системи («системи систем»), які можуть набувати масштабів локальних, регіональних, континентальних або глобальних мереж;
- *децентралізація*; збільшення свободи окремих економічних суб'єктів у прийнятті рішень та реалізації діяльності за принципом: «центр всюди, периферія – ніде»;
- *самоорганізованість*; підвищення ступеня самоорганізації систем за принципом: «думай глобально – дій локально».



Напрями самоорганізації систем

- Самоузгодження елементів системи;
- Самовідтворення синергетичних механізмів;
- Самовідтворення зовнішньосистемних зв'язків



- Самозабезпечення;
- Самоокупність

- Самоуправління;
- Самообмеження;
- Самоконтроль;
- Саморегулювання;
- Самоадаптація;
- Самозахист;
- Самонавчання

- Самовідтворення;
- Самовідновлення;
- Самоконструювання;
- Самоочищення;
- Самовиготовлення;
- Саморепродукція;

- Самозбирання;
- Саморозвиток;
- Самодобудова;
- Самозбереження;
- Самоструктурування;
- Самоудосконалення

Чотири ключові напрями сестейнізації економіки

- трансформація матеріально-енергетичної складової;
- удосконалення інформаційного алгоритму (програми) формування економічних систем;
- удосконалення синергетичної компоненти (комунікацій, зв'язку, відносин, інфраструктури);
- підвищення рівня самоорганізації економічних систем.





5. Механізми відтворення «зеленої» економіки



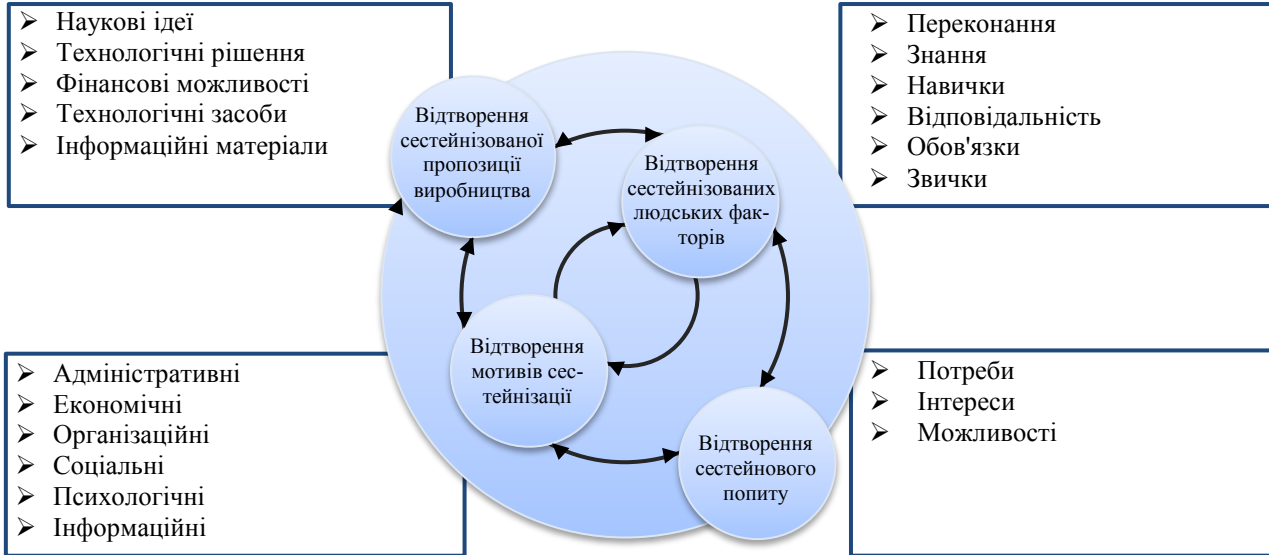
Поняття сестейнізації

Сестейнізація

- це процес формування цілісної системи, яка б обумовлювала постійне відтворення процесів трансформації економічної системи з метою сестейнового розвитку основних виробничих факторів (зокрема матеріальної основи, технічних засобів та людей), а також методів управління ними.

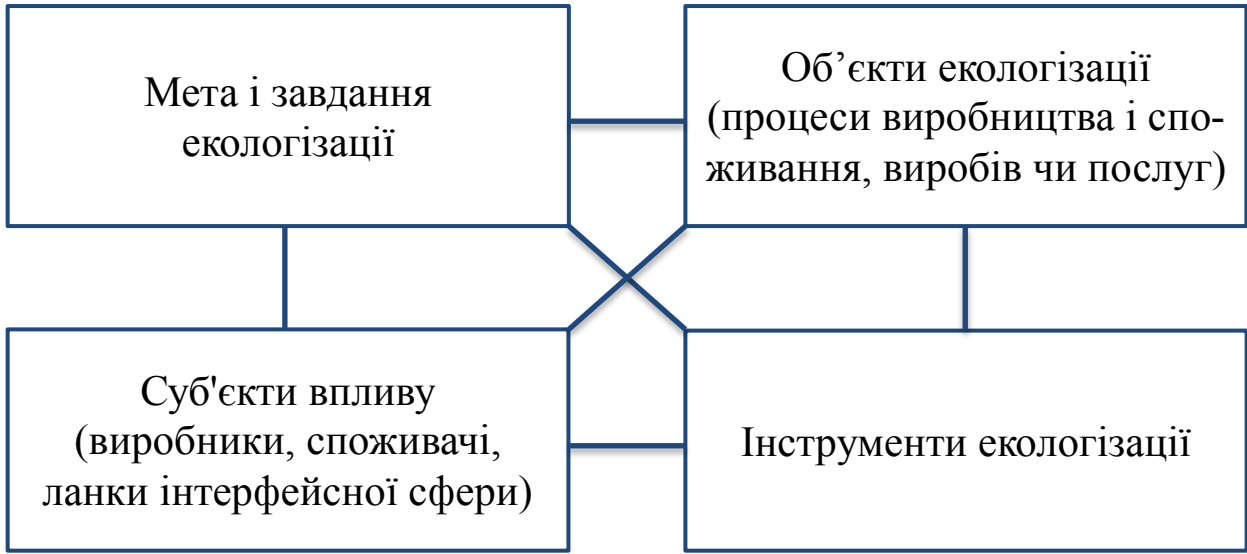


Відтворювальний механізм сестейнізації економіки



Поєднання цілей, об'єктів, суб'єктів та інструментів сестейнізації

238



Концептуальні напрями завдань сестейнізації

239



Інноваційні стратегії впливу на об'єкти сестейнізації



240



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Стратегії впливу на суб'єкти сестейнізації





6. Місце людини в СР

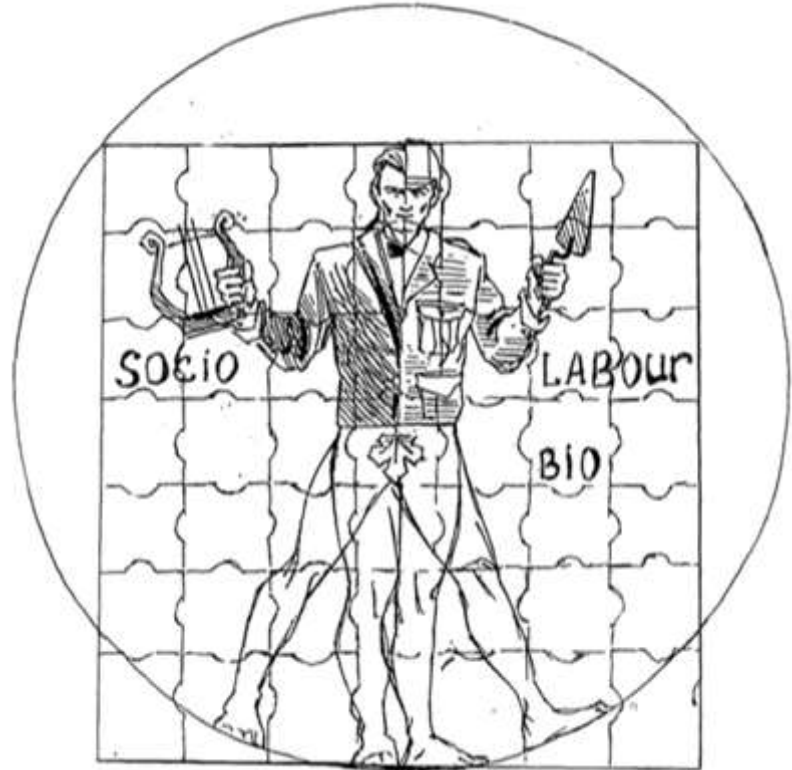


Економічні функції людини

- проєктувальник
- виробник
- організатор
- комунікатор
- споживач



Триєдина сутність людини



Порівняння установок-прагнень трудо-людини і соціо-людини

Людина «трудо»	Людина «соціо»
До кінцевого	До нескінченного (в обмеженому)
До дискретності	До цілісності
До аналізу	До синтезу
До спрощення	До ускладнення
До стандартизації (уніфікації)	До оригінальності (неповторності)
До корисності окремих компонентів природи	До цінності цілісних природних систем
До однозначності	До багатозначності
До спеціалізації	До універсальності
До однофункціональності	До багатофункціональності



Трансформація (преображення) людини

- Економіка відтворення особистості
- Від споживання матеріальних благ до споживання інформаційних послуг
- Від споживання інформаційних послуг до конструювання особистості
- Відтворення мережевої людини



Зелений двір в Японії



Кольорові коропи в фонтанах Японії



Японський «зелений дворик»



249



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Японський «зелений дворик»



250



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Японський «зелений дворик»



Річка, що бігає по колу (насоси повертають воду до її витоків)



252



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

«Зелені стандарти» в будівництві Японії



Квіти і дерева в квітниках (Японія)



254



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Японія. Котлован для складування відходів



255



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Гана. Звичайний житловий масив на березі океану

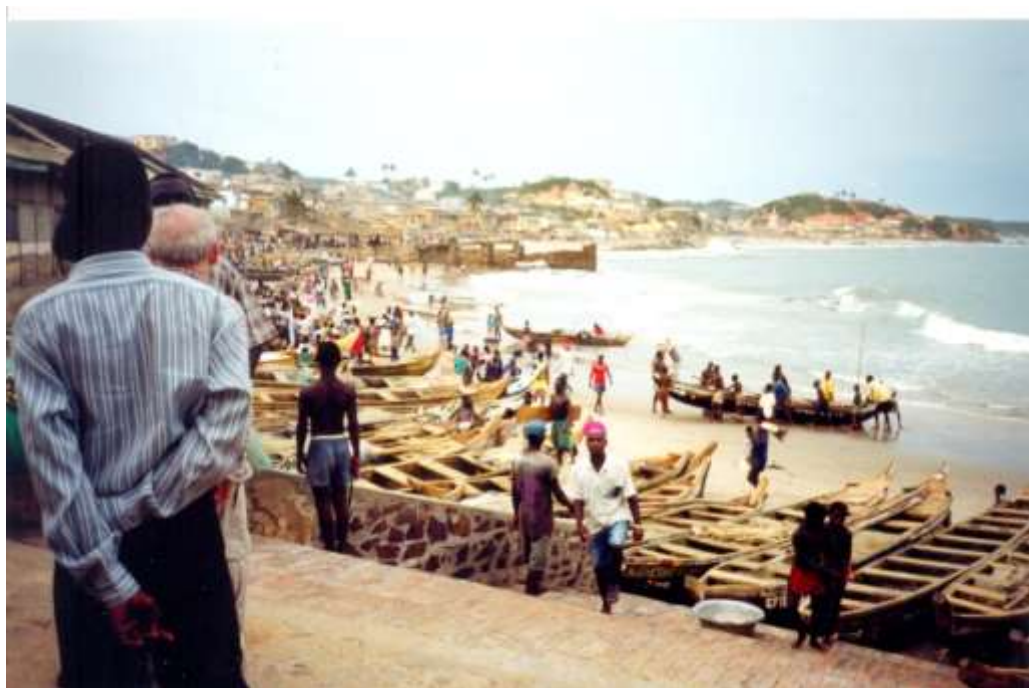


256



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Гана. Берег океану



257



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Неплюевське Братство (Воздвиженськ)



258



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Сучасна липова алея в Воздвиженську

259



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Сучасний парк в Воздвиженську



260



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Напрями сучасного розвитку

- Від праці до творчої діяльності
- Від урбаністських поселень до життєблагодатних комплексів
- Від стандартного до унікального
- До безкінечного в обмеженому



Питання до теми

1. У чому суть «економіки космонавтів», концепція якої була сформульована К. Боулдінгом? Яким чином вона пересікається з концепцією сестейнового розвитку?

2. Дайте визначення сестейнового розвитку. Охарактеризуйте його зміст.

3. Охарактеризуйте цілі сестейнового розвитку. Де і коли вони були прийняті?

4. За рахунок яких технологічних рішень у ході Т. п. р. вирішується матеріально-ресурсна проблема?

5. Коротко охарактеризуйте адитивні методи в технології. Чим вони відрізняються від субтрактивних і на основі чого реалізуються?

6. Що таке екологічні пороги? Коротко охарактеризуйте екологічні пороги за Н. Ф. Реймерсом.

7. Яку найважливішу екологічну проблему доводиться вирішувати людству? Чим обумовлені шляхи її вирішення?

8. Поясніть таке поняття, як «сестейновість»? Чим обумовлена складність досягнення сестейновості природно-ресурсного потенціалу на Землі?

9. Які три відкриті стаціонарні системи задіяні у забезпеченні сестейновості природно-ресурсного потенціалу планети?

10. Концептуально охарактеризуйте основні шляхи досягнення сестейновості природно-ресурсного потенціалу планети.

11. Що таке «сильна» і «слабка» сестейновість?

12. Які рівні цілей сестейнового розвитку можна назвати?

13. Охарактеризуйте генеральну мету сестейнового розвитку.

14. Охарактеризуйте забезпечувальні цілі сестейного розвитку.

15. Охарактеризуйте підтримувальні цілі сестейного розвитку.

16. Яка мотиваційна роль виникнення екологічних проблем в історії людства?

17. Що таке «зелена» економіка? Чому її ще можна назвати сестейною?

18. На яких трьох аксіомах будується теорія «зеленої» економіки?

19. Які основні характеристики «зеленої» (сестейної) економіки можна назвати?

20. Назвіть основні відмінності традиційної («бурої») і «зеленої» (сестейної) економік.

21. У чому ознаки «зеленої» економіки збігаються з контурами «економіки космонавтів» К. Боулдінга?

22. Охарактеризуйте сформульовані Г. Дейлі принципи забезпечення базових засад «зеленої» економіки.

23. Які функції виконує людина як ключовий фактор економічної системи? Яка її роль у переході до «зеленої» економіки?

24. Тріада яких начал утворює системну сутність людини?

25. Порівняйте поведінкові прагнення «трудо-людини» і «соціо-людини». Дайте їм оцінку.

26. Охарактеризуйте складові відтворювального механізму сестейнізації економіки.

27. Які можна назвати об'єкти і суб'єкти сестейнізації (екологізації)?

28. Охарактеризуйте ключові напрямки сестейнізації економіки.

29. Які можна назвати цілі сестейнізації?

30. Охарактеризуйте основні стратегії впливу у сфері діяльності з метою сестейнізації (екологізації) економіки.

31. Охарактеризуйте стратегії впливу на об'єкти сестейнізації (екологізації).

32. Охарактеризуйте основні методи реалізації політики сестейнізації (екологізації) економіки.

33. Як ви розумієте принцип сестейного розвитку: «Думай глобально – дій локально!»

34. Що б ви запропонували, щоб забезпечити сестейний розвиток на території, де ви проживаєте?

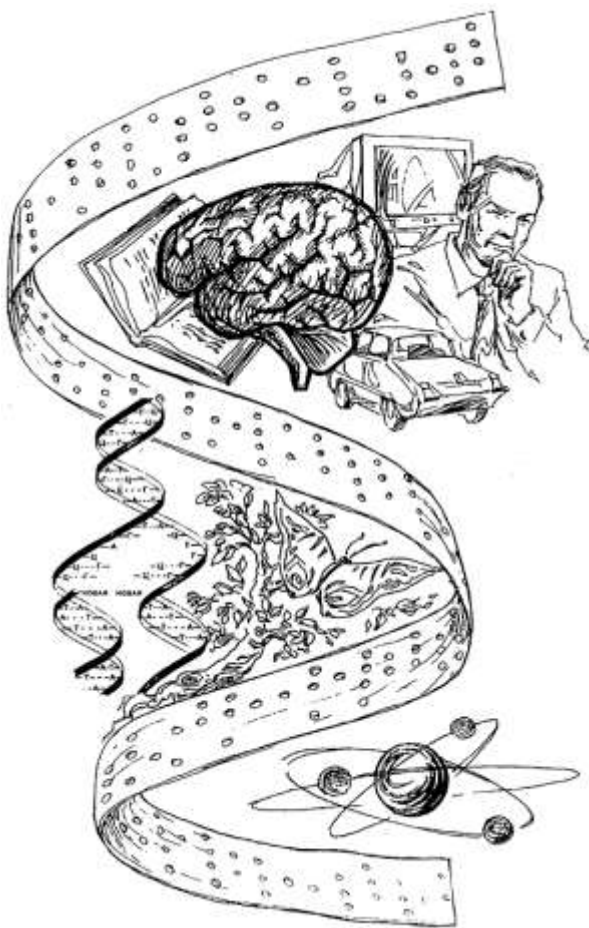
35. Яка роль місцевих громад у забезпеченні сестейного розвитку?

36. Як вам бачиться система забезпечення рециркуляційної економіки в нашій країні?

Тема 5

Інформатизація економічних систем

Informatization of economic system



Основи теорії

Інформація нарівні з матерією є основою формування і розвитку природних і суспільних систем. Будь-яка з них має в собі як матеріальне, так і інформаційне начало, взаємообумовлюючи і взаємоформуючи одне одного.

Інформація відіграє вирішальну роль у формуванні властивостей відкритості і стаціонарності систем, що надзвичайно важливо для функціонування систем і забезпечення їхньої ефективності.

Інформація також є ключовим чинником у забезпеченні синергетичних властивостей системи, які визначають здатність до узгодженої поведінки окремих елементів всередині самої системи, а також у відносинах системи на надсистемному рівні. Саме це обумовлює реалізацію зв'язків цієї системи з іншими системами.

Інформація може бути визначена як природна реальність, що має в собі характерні ознаки предметів і явищ природи, які проявляються в просторі і часі.

Інформація нематеріальна; вона не має двох головних ознак матеріальних предметів – заряду і маси. Однак носієм інформації є матеріальні об'єкти. Вона формується за допомогою закріплених пам'яттю системи різниць енергетичних потенціалів (між елементами всередині системи і між системою та зовнішнім середовищем). Вони визначають здатність системи змінюватися в просторі і в часі.

Інформаційна реальність, маючи у своїй основі єдину сутнісну природу, розвинулася у масштабах нашої планети в складний різноманітний світ, де провідним виконавцем є людина, що діє в межах суспільства.

Використовуючи термінологію матеріального виробництва, можна зауважити, що інформаційна продукція може бути у формі *заготовок* (наприклад, зібраних і проаналізованих фактів), *напівфабрикатів* (ідей), *готових ви-*

робів (інформаційних послуг, наприклад, консультацій) або «*інформаційних вузлів*» (художніх зразків) і *складних систем* (технологічних рішень).

У ХХІ столітті програмний продукт перетворився на один із найбільш вигідних товарів, приносячи виробникам мільярдні прибутки. Споживачі платять ці гроші, розуміючи, що, тільки освоївши найбільш прогресивні види і засоби виробництва, вони зможуть різко підвищити ефективність. Це, зі свого боку, економічно надзвичайно вигідно.

Для економічних систем кількість і якість одержаної, виробленої і переданої інформації є одним із ключових чинників їхнього функціонування і розвитку. Будь-яка економічна система або її окремі елементи: від транскордонних корпорацій і макроекономічних систем до окремих підприємств, їхніх виконавців, приватних домогосподарств та індивідуальних споживачів – повинна постійно приймати, переробляти і відтворювати значні обсяги інформації. Її кількість і якість обумовлюють успіхи чи неуспіхи в діяльності систем.

Логіка розвитку економічних систем свідчить про те, що в процесах їхнього функціонування роль інформаційної складової (порівняно з матеріально-енергетичною) постійно зростає. Зокрема частка витрат праці, матеріалів і енергії на виробництво і споживання інформації у структурі витрат на реалізацію економічних процесів постійно зростає. У самій же інформаційній компоненті все більшого значення набувають не кількісні, а якісні характеристики: *достовірність, адекватність, повнота, релевантність, впорядкованість, своєчасність, цінність, адаптивність* та ін.

Інформація стає основою засобів виробництва, обумовлюючи хід виробничих процесів, контролюючи основні його етапи та компоненти, забезпечуючи життя і діяльність

самої людини на виробництві і в побуті. Інформація все більше посідає місце предметів праці, бо в провідних країнах частка витрат, пов'язаних з інформаційними чинниками, становить більше половини загальних виробничих витрат. І, нарешті, згадана продукція все більше набуває форми товару, який продається і купується.

Найбільш значна трансформація обіцяє відбутися в самій людині. У тріаді її складових «біо-трудо-соціо» провідну позицію повинна посісти особистісна (інформаційна) сутність людини, тобто людина «соціо». Це означає, що саме особистісні властивості людини визначатимуть розвиток виробничого середовища і формування контурів всього суспільства.

Презентаційні матеріали

План лекції

1. Ознаки інформатизації суспільства
2. Поняття про інформацію
3. Роль інформації в економіці та бізнесі
4. Особливості та зміст інформаційних товарів
5. Унікальні властивості інформаційних товарів
6. Тренди соціально-економічного розвитку при переході до інформаційного суспільства





1. Ознаки інформатизації суспільства



Інформаційні тренди сучасності

Від:

➤ *інформаційного виміру матеріального*

до:

➤ *інформаційного виміру інформаційного*

- **Причина:** підвищення режимів (швидкості, тиску, температури, агресивності, темпів життя) роботи обладнання і цін відмови та помилок.



Показник виміру інформаційного

- **Якість** – це показник виміру інформаційного.
- В ньому першорядну роль відіграють *частки: мілімікронів, міліграмів, мілісекунд, сотих градуса*
- Ключові характеристики: *надійність, точність, довгостроковість* та ін.
- Назви компаній, є показниками класу: “Sony”, “Bosch”, “Nokia”, “Adidas”, “Mercedes”, “Toyota”, “IBM”.





2. Поняття про інформацію



Роль інформації

- **Інформація** нарівні з матерією є основою формування і розвитку природних і суспільних систем. Будь-яка з них несе в собі як матеріальне, так і інформаційне начало, взаємообумовлюючи і взаємоформуючи одне інше.
- Матеріальне начало виконує силову функцію і забезпечує здатність систем та їхніх складових рухатися. Інформаційне начало забезпечує спрямованість силових імпульсів та напрямів руху.



Функціональні ознаки інформації

- У роботах вчених (Бриллюэн, 1960, Винер, 1958; Реймерс, 1990; Урсул, 1971; Шеннон и др., 1963; Эшби, 2009) сформульовані функціональні ознаки інформації:
 - повідомлення;
 - міра ймовірності та невизначеності;
 - форма відображення;
 - реальність, що формує матерію;
 - програма розвитку;
 - організуюче начало;
 - природний ресурс;
 - критерії відмінності;
 - ступінь різноманітності;
 - ступінь неоднорідності;
 - вибір альтернативи;
 - ступінь вибору;
 - міра упорядкування.



Визначення інформації

Інформація

- це природна реальність, що несе в собі характерні ознаки предметів і явищ природи, які проявляються в просторі і часі

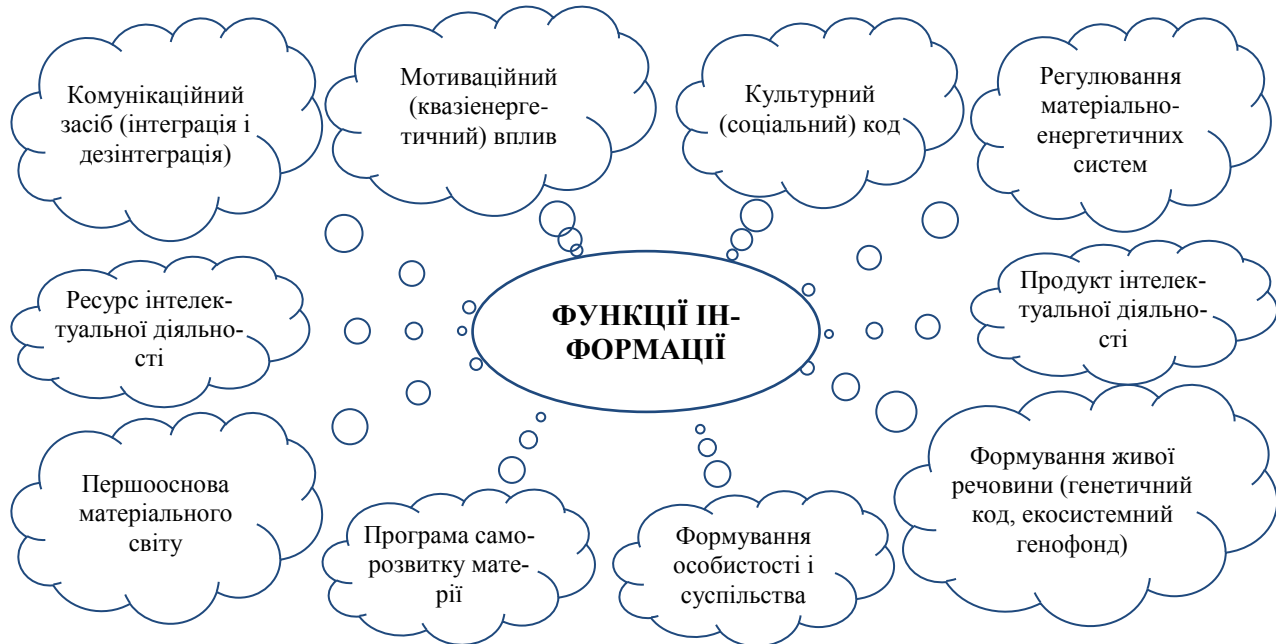


Матеріальний статус інформації

- *Інформація нематеріальна.* Вона не має двох головних ознак матеріальних предметів – заряду і маси.
- Однак носієм інформації є матеріальні об'єкти.
- Вона формується за допомогою закріплених пам'яттю системи різницями енергетичних потенціалів (між елементами всередині системи і між системою та зовнішнім середовищем).
- Вони визначають здатність системи змінюватися в просторі і в часі.



Функції інформації



Інформаційні продукти людини

- емоції;
- знання;
- художні образи;
- ідеї;
- конструктивні принципи;
- технологічні рішення;
- прийняті рішення;
- команди до дії.



Інформаційні продукти

- Інформаційна продукція може виступати в формі:
 - *заготовок* (наприклад, зібраних і проаналізованих фактів),
 - *напівфабрикатів* (ідей),
 - *готових виробів* (інформаційних послуг, наприклад, консультацій) або
 - *«інформаційних вузлів»* (художніх зразків) і
 - *складних систем* (технологічних рішень).





3. Роль інформації в економіці та бізнесі



Економічні функції інформації

- *сировина;*
- *засіб праці;*
- *предмет праці;*
- *готова продукція;*
- *засіб споживання;*
- *капітал* (джерело отримання прибутку);
- *товар* (об'єкт купівлі-продажу);
- *об'єкт власності;*
- *засіб захисту.*



Причини підвищення ролі інформації

1) Прискорення темпів розвитку:

- у другій половині ХІХ ст. середній період зміни технологій – 50 років;
- у першій половині ХХ ст. – 15-30 років;
- у другій половині ХХ ст. – 5-10 років;
- на початку ХХІ ст. – 1-2 роки, а у деяких галузях кілька місяців.



Причини підвищення ролі інформації

- 2) Лише інформація дозволяє відповісти на питання: «Що робити?», «Як робити?», «Для кого робити?»
- 3) Розширення технічних можливостей – дозволяє залучити у виробництво звичайні і дешеві матеріали (орієнтація не на матеріал, а на функцію).
- 4) Підвищення вимог до інформаційних характеристик (точності, надійності, енергоефективності, ін.).



Інформація як предмет праці



Інформація як знаряддя праці

286

Інформація відіграє
провідну роль у
виконання
виробничих функцій

Інформація має
переважну частку у
вартості виробничих
активів (до 80-90%)



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Інформація як товар.

Перша десятка найбагатших людей, 2020

287



1. Ілон Маск

- Генеральний директор Tesla і SpaceX



2. Бернас Арно

- Архітектура, модельний бізнес, спорт, парфумерія, напої



3. Джефф Безос

- Інтернет-компанія, аерокосмічна компанія, видавництво



4. Білл Гейтс

- Програмний продукт; серверне обладнання; співзасновник компанії Microsoft



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Інформація як товар.

Перша десятка найбагатших людей, 2020



5. Ларрі Еллісон

- Програмний продукт; серверне обладнання



6. Ларрі Пейдж

- Інтернет-технології, співвиробник і співзасновник пошукової системи Google



7. Марк Цукерберг

- Інтернет-технології, створення соціальної мережі, засновник Facebook



8. Уоррен Баффетт

- Програмний продукт; серверне обладнання; співзасновник компанії Microsoft



9. Сергій Брін

- Обчислювальна техніка, інформаційні технології, економіка, співвиробник і співзасновник пошукової системи Google



10. Стів Балмер

- Колишній генеральний директор Microsoft (2000-2014 рр.); інвестор Social Solutions (виготовлення програмного забезпечення для некомерційних організацій та державних установ)



ІТ сектор в Україні

- ІТ займає третє місце за обсягом експорту послуг з часткою 20% всього українського сервісного експорту;
- щорічно ІТ-сфера зростає на 25%;
- на ринку працює близько 1600 сервісних ІТ-компаній;
- кількість ІТ-фахівців у 2020 році досягла 200 тисяч;
- доходи в ІТ-сфері за оцінками експертів в 2020 році склали 5 млрд доларів США;
- дві українські ІТ-компанії перевалили за позначку в 7000 фахівців;
- відразу 18 ІТ-компаній з офісами в Україні потрапили в Топ-100 кращих аутсорсерів світу.





4. Особливості та зміст інформаційних товарів



Функції засобів виробництва

- *сировина* (бази даних, статистична та аналітична інформація, експертні оцінки, ін.);
- *засоби праці* (комп'ютерні програми, технологічні рішення, управлінські технології, ін.); у тому числі, інформація може виконувати роль навіть «робочого тіла» при впливі на матеріальні об'єкти (такими, наприклад, є засоби захисту: зокрема, антивірусні комп'ютерні програми, засоби відлякування комах, ін.);



Функції засобів виробництва

- **предмети праці або напівфабрикати** (генетична інформація, рукописи і варіанти художніх творів, ін.);
- **продукти праці** (поради, рекомендації, інформаційні послуги посередників та ін.);
- **комунікаційні засоби** (наприклад, засоби зв'язку);
- **трудові фактори** (знання, навички, світогляд, переконання, вміння працювати в команді тощо).



Предмети споживання

- ***виробничого призначення*** (наприклад, довідники для ведення підсобного господарства, допоміжні матеріали для самопідготовки, ін.);
- ***побутового призначення*** (наприклад, системи регулювання вологості або температури);
- ***екологічного призначення*** (моніторингові системи);
- ***засоби відтворення стану людини як біологічного організму*** (рекреаційні послуги та інвентар);



Предмети споживання

- *засоби задоволення соціальних потреб людини* (культурні і мистецькі твори, туристичні, культурні та спортивні послуги, видовища та ін.);
- *засоби формування особистісних властивостей людини* (освіта, тренінг та ін.);
- *засоби виконання суспільно обумовлених функцій* (законодавство, державне і територіальне управління, соціальний захист тощо).



Інформаційний статус

- *товари, що матеріалізують інформацію* (наукоємні вироби і послуги);
- *товари, що призначені для впливу на інформацію* (комп'ютери, пристрої, що запам'ятовують);
- *товари, що використовують інформацію у виробництві як «робоче тіло»* (генна інженерія, освітні технології);
- *товари, що використовують інформацію як предмет споживання* (туризм, парфумерія);
- *товари, що самі є інформацією* (комп'ютерні програми, віртуальні послуги).



Традиційні інформаційні послуги

- освіти;
- медицини;
- мистецтва;
- культури;
- шоу-бізнесу;
- туризму;
- спорту;
- рекреації;
- архітектури;
- адвокатури;
- політики і багато іншого.



Нові види інформаційних товарів





5. Унікальні властивості інформаційних товарів



Унікальні властивості інформаційних товарів

- Будь-якою комп'ютерною програмою, конструкторською ідеєю або технологічним «ноу-хау» одночасно можуть скористатися всі мешканці Землі.
- Поява кожної з тиражованих програм не означає зникнення «десь чогось» (у розумінні матеріально-енергетичної субстанції); копії програм виникають начеб з нічого легким натисканням кнопки.
- Скільки не продавай програмну або відеопродукцію, її у продавця не убуває.



Унікальні властивості інформаційних товарів

- Покупець, ледь придбавши інформаційний товар, у той же час отримує технічну можливість самому тиражувати його, а значить, і продавати.
- Інформаційні продукти (на відміну від матеріальних товарів) не споживаються, а використовуються – адже їх не можна «спожити» (у розумінні використати без залишку); скільки їх не використовув, менше не стає.
- Інформаційні продукти фізично не зношуються (на відміну від їхніх матеріальних носіїв; вони можуть зношуватися лише морально, зокрема, застарівати).



Роль інформації у розвитку економічних систем

- Забезпечення людей ресурсами залежить не від кількості розвіданих ресурсів, а від *інформаційного розвитку технологій* (у т.ч., видобутку і використання ресурсів і задоволення своїх потреб).
- Зокрема, створення людиною холодильника позбавило від дефіциту солі, необхідної для довготривалого зберігання продуктів харчування.
- Винайдення цифрового фото позбавило людство від дефіциту хімічних речовин, необхідних для проявлення і закріплення фотооригіналів.
- Створення альтернативної енергетики має позбавити людство від дефіциту викопних енергоресурсів.

301



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Роль інформації у розвитку суспільства

- Виграють системи (соціальні і економічні), здатні краще *накопичувати, закріплювати і використовувати* інформацію.
- Прогрес є збільшення ступеня інформативності систем.
- Інформація стає основою *засобів виробництва* і основним *продуктом споживання*.





6. Тренди соціально-економічного розвитку при переході до інформаційного суспільства



Соціально-економічні тренди

Вид трансформації	Короткий зміст
Гуманітарна	Від пріоритету людини «трудо» до пріоритету людини «соціо»
Технологічна	Від технологій, заснованих на матеріальних засобах виробництва, до технологій, заснованих на інформації
Просторово-часової концентрації виробничих факторів	Від концентрації виробничих факторів у просторі до їх концентрації в часі з розосередженням у просторі
Виробничого середовища	Від централізованого колективного середовища до децентралізованих робочих місць
Трудова	Від переважання економічно необхідної праці до переважання творчої діяльності



Соціально-економічні тренди

Вид трансформації	Короткий зміст
Форми мотивації праці	Від пріоритету мотивації, заснованої на економічному примусі, до пріоритету мотивації, заснованої на соціально-психологічному впливі
Економічних відносин	Від відносин, заснованих на економічних угодах, до відносин, заснованих на інформаційному контролі
Комунікаційна	Від передачі (транспортування) переважно матеріальних субстанцій до передачі переважно інформаційних факторів
Споживання	Від пріоритету споживання матеріальних продуктів до пріоритету споживання інформаційних благ
Охорони здоров'я	Від корекції стану організму через вплив на матеріальні субстанції до контролю інформаційної системи організму
Середовища проживання	Від урбанізованих поселень до формування життєблагодатних комплексів



Соціально-економічні тренди

Вид трансформації	Короткий зміст
Економічної парадигми	Від «ковбойської економіки» (необмежених ресурсів і відкритого простору) до «економіки космонавтів» (обмежених ресурсів і замкнутого простору)
Політична	Від урядування власників засобів виробництва до урядування інтелектуальної еліти (здатної контролювати інформацію)
Соціальна	Від субрегіональної соціальної організації до глобальної соціальної організації
Культурна	Від етноцентричного розвитку культур до ейкуменістичного розвитку культур
Освітня	Від навчання знанням до навчання навичкам самонавчання
Менталітету	Від пріоритету лінійного мислення до пріоритету нелінійного мислення



Соціально-економічні тренди

Вид трансформації	Короткий зміст
Конкурентної стратегії	Від прямої конкуренції на ринках товарів до суперництва за залучення коштів і уваги споживачів
Переважаючої мотивації в суспільстві	Від пріоритету негативної мотивації до пріоритету позитивної мотивації
Соціальної пам'яті	Від локальних систем пам'яті до формування єдиної глобальної системи соціальної пам'яті («хмари»)
Менеджменту	Від спеціалізованих функцій менеджменту до індивідуального самоуправління
Соціального регулювання	Від централізовано-ієрархічного управління до децентралізованого «екосистемного» (мережевого) регулювання



Ключовий тренд

- Ключова трансформація має відбутися в людині. В тренді «біо-трудо-соціо» на провідну позицію має вийти особистісна (інформаційна) сутність людини – її «соціо».
- Це означатиме:
 - у *споживанні* – пріоритет інформаційних потреб людей (пізнання світу, наука, креативна діяльність, сприяння мистецьких цінностей);
 - у *виробництві* – перехід від впливу на матеріальні су-бстанції до впливу на інформацію



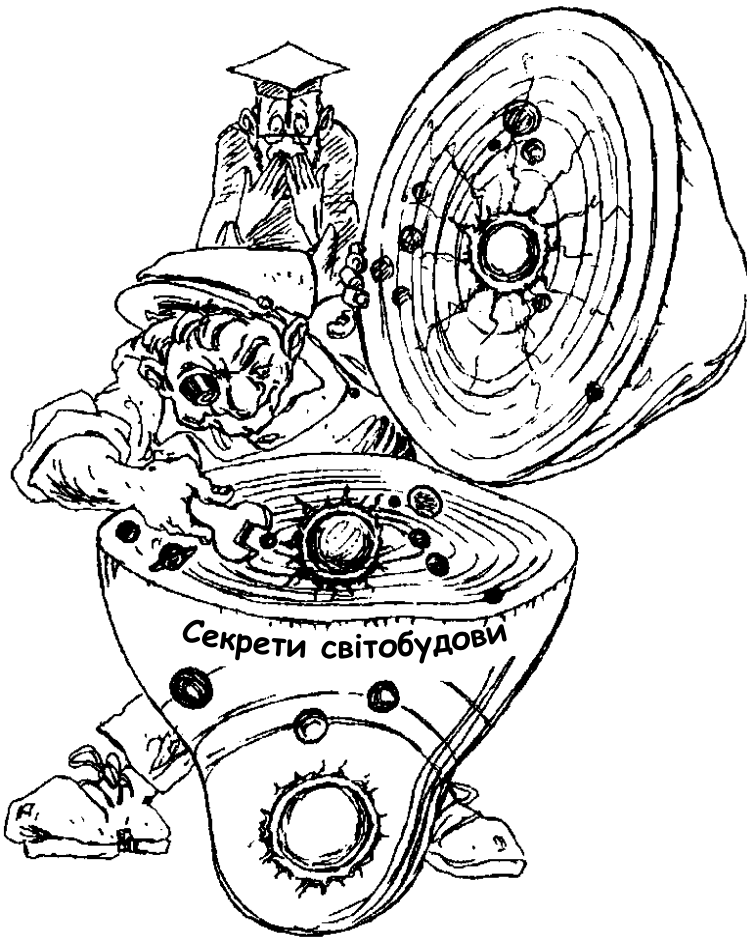
Питання до теми

1. Проаналізуйте причини, які підвищують роль інформації у сучасних умовах.
2. Як ви охарактеризуєте еволюцію інформаційних факторів у сучасних умовах виробництва і споживання продукції?
3. Як ви розумієте вираз: інформаційний вимір матеріального? Поясніть на прикладах.
4. Як ви розумієте вираз: інформаційний вимір інформаційного? Поясніть на прикладах.
5. Поясніть на прикладах, що означає «краще співвідношення ціни й якості».
6. Які функціональні ознаки може мати інформація?
7. Сформулюйте і поясніть визначення інформації.
8. Які функції може виконувати інформація?
9. В якій формі може виступати інформаційна продукція?
10. Як змінюється роль інформації в сучасних економіці і бізнесі?
11. Охарактеризуйте економічні функції інформації.
12. На які ключові питання економічної системи дає змогу відповісти інформація?
13. Охарактеризуйте інформацію як предмет праці.
14. Охарактеризуйте інформацію як знаряддя праці.
15. Охарактеризуйте гіпотетичні зміни ролі інформації в ході Industry 4.0.
16. На конкретних прикладах покажіть роль інформації в сучасному виробництві.
17. Охарактеризуйте інформацію як товар.
18. Охарактеризуйте інформацію як капітал.
19. Роль інформації в бізнесі.
20. Стан інформаційного виробництва і Україні.

21. Як можна класифікувати інформаційні товари за функціями, що вони виконують?
22. Як можна класифікувати інформаційні товари за об'єктами впливу?
23. Охарактеризуйте види інформаційних товарів.
24. Які традиційні послуги можна віднести до інформаційних товарів?
25. Чим властивості інформаційних товарів відрізняються від властивостей матеріальних товарів.
26. Як властивості інформаційних товарів можуть впливати на економічні відносини?
27. Назвіть та проаналізуйте можливі тренди трансформації економічних систем при переході до інформаційного суспільства.
28. Чому при переході до інформаційного суспільства зростають вимоги до етичних засад?

Тема 6 Технологічні тренди

Technological trends



Основи теорії

На сьогодні виробничий комплекс використовує лише незначну частину видобутих із надр природних ресурсів. Левова частка їх (за деякими оцінками – від 90% до 95%) повертається в природу, проте вже в значно токсичнішому і нерегульованому стані, обумовлюючи процеси руйнування і забруднення природних систем. Вихід полягає в переході від субтрактивного до *адитивного* методу виробництва. Перший ґрунтується на відсіканні всього зайвого в ході виробничого процесу, другий навпаки – на додаванні лише необхідного, що практично усуває неминучість значної частини відходів.

Зміст методу. Згідно з визначенням, що використовується в англомовній літературі, *адитивне виробництво* (additive manufacturing – AM) – це термін, що позначає технології, які створюють 3D-об'єкти (build 3D objects) з комп'ютерної 3D-моделі нанесенням (adding) шар за шаром матеріалів: пластику, металу, бетону або (колись настане цей день) біологічної тканини для відтворення відповідних органів.

Реалізація адитивних технологій забезпечується широким впровадженням 3D-принтерів. Як образно висловився відомий вчений Джеремі Ріфкін: «3D-друк сигналізував про початок Третьої промислової революції».

Технологічна сфера формує найважливіший кластер інновацій. Він, як уже було зазначено, обумовлений очікуваним широким впровадженням у виробництво *адитивних* методів. У майбутніх виробництвах формування виробів відбуватиметься шар за шаром (нічого зайвого) з екологічно сприятливих матеріалів («чорнил»).

Крім колосальної економії витрат на сировину, значно знижуються технологічні витрати на підготовку виробничих процесів (витрати праці, енергії, матеріалів). Про

сам процес виготовлення за необхідності внесення змін і диверсифікацію форм продукції, що випускається, «дбає» комп'ютер із 3D-принтером. Комп'ютер же й керує виробничим процесом, забезпечуючи мінімальні витрати.

Адитивні методи виробництва дозволяють реалізувати значні переваги), зокрема:

- необмежені можливості *конструювання*;
- *безкоштовність* забезпечення складності;
- *безкоштовність* забезпечення варіативності;
- мінімальну *відходність*;
- виготовлення під *вимоги індивідуального замовника* з мінімальною зміною вартості виробництва;
- можливість внесення змін *в останній момент*;
- мінімізацію або повне усунення етапу *збирання*;
- пряма *матеріалізація* інформаційних образів (останні можуть задаватися, зокрема, безпосередньо голо-сом людини, а в перспективі – й думкою).

Починаючи з середини 2000-х років почали розвиватися нові напрямки створення виробничих систем, здатних до самовідтворювання.

Ще вищий клас у забезпеченні самовідтворення створених людиною сутностей продемонструвала Google. Тут навчили своє програмне забезпечення самостійно робити більш досконалий варіант програмного забезпечення.

Органічним продовженням зазначених досліджень сьогодні є розвиток так званих когнітивних технологій. Вони будуються на основі програм, які мають можливість самодописуватися і самовдосконалюватися.

У країнах ЄС був ініційований проєкт «Завод за один день» (Factory-in-a-day). На сьогодні все більше підприємств, зайнятих виробництвом роботів і 3D-принтерів, продають для малих і середніх підприємств гнучкі заводи (із програмним забезпеченням), здатні розгортатися за 24 години. Завод продається як смартфон або планшет.

На основі досліджень Массачусетського технологічного інституту (Бостон, США) розроблено технологію під умовною назвою MIT Fab Lab. Використовуючи наявне обладнання, завод здатний самодобудовуватися і саморозширювати наявний функціонал.

Досягнення науки зробили реальним ще одне дуже важливе явище – *конвергенцію*.

Слово «конвергенція» походить від англійського converge, що означає «зводити в одну точку», «зводити воедино». Щодо виробництва, бізнесу і споживання, *конвергенція* передбачає об'єднання кількох властивостей і функцій в одному предметі або пристрої для подальшого використання цього пристрою для різних цілей. Отож, під *конвергенцією*, зазвичай, розуміють багатофункціональність.

Один із продуктів конвергенції кожна сучасна людина носить із собою. Це його мобільник, який вміщує все те, що ще кілька років тому було окремим, причому досить об'ємним предметом: комп'ютер, телефон, фотоапарат, відеокамера, ліхтарик, записна книжка, годинник-будильник, календар і багато ще чого.

Процес конвергенції став можливим завдяки ще одному науково-технічному досягненню – колосальній *мініатюризації* виробів. Особливо це стосується засобів оброблення інформації.

Принциповою особливістю сучасного етапу розвитку виробничої сфери є перенесення центру ваги (а відповідно, і витрат) у виробничому процесі з циклу тиражування продукції (тобто власне процесу виготовлення) на цикл їхнього проектування. Саме там закладається основна цінність майбутнього виробу, тобто його інформаційні характеристики: властивості, функції, експлуатаційні параметри (надійність, естетичність тощо). За влучним висловом І. Агамірзяна, у найближчому майбутньому ми почнемо

сприймати виробничі потужності не інакше, як звичайний принтер, який вмикається натисненням кнопки, коли нам потрібно роздрукувати пачку документів.

Вищезазначене змушує підкреслити одну важливу деталь. Згадані інноваційні технології, як і будь-які інновації загалом, можуть бути успішно реалізовані в разі концентрації зусиль усього суспільства. Як інструмент такої концентрації в країнах ЄС, використовуються так звані «технологічні платформи: від визначення до загальної програми досліджень». Під цим терміном йдеться про об'єднання представників держави, бізнесу, науки та освіти навколо спільного бачення тренда науково-технічного розвитку та формування загальних підходів до розроблення і промислового освоєння відповідних технологій.

Лише консолідована участь різних суб'єктів суспільства дозволить розв'язати фінансові, організаційні, технічні, інформаційні та соціальні проблеми впровадження кластерів сучасних технологічних інновацій.

Презентаційні матеріали

План лекції

1. Основи адитивних технологій
2. Впровадження 3D-принтерів
3. Самовідтворювальні виробничі системи
4. Конвергенція та мініатюризація
5. Інноваційний вектор технологій





1. Основи адитивних технологій



Визначення

Адитивне виробництво (АВ) (additive manufacturing – AM)

- це термін, що позначає технології, які створюють 3D-об'єкти (build 3D objects) з комп'ютерної 3D-моделі нанесенням (adding) шар за шаром матеріалів: пластику, металу, бетону або в один із днів... людської тканини.



Історія АВ

Японія

- У 1981 р. Хідео Кодама (Hideo Kodama) з Нагойського муніципального індустріального НДІ винайшов два методи АВ тривимірної моделі з фотополімеру (властивості якого змінюються під дією світла), що затвердіває (photo-hardening polymer).
- У цих методах робоча зона контролювалася за допомогою модельного шаблону (mask pattern).



Історія АВ

- *Франція*

- У 1984 р. французький інженер і винахідник Алан Ле Мехо (Alain Le Mehaute) зі своїми колегами Олівером де Вітте (Olivier de Witte) і Жаном Клодом Андре (Jean Claude Andre) подали заявку на патент для процесу стереолітографії (stereolithography).



Історія АВ

- *США*

- Трьома тижнями пізніше американський винахідник Чак (у деяких публікаціях зазначається ім'я Чарльз) Халл (Chuck Hull) подав заявку на свій власний метод стереолітографії. Термін «стереолітографія» був визначений ним у заявці на патент як «система генерування тривимірних об'єктів за рахунок пошарового формування», що фактично повторювало опис формування 3-вимірних об'єктів Х. Кодамою.



Історія АВ

- В остаточному підсумку заявка французьких винахідників була відхилена Французькою генеральною електрокомпанією і Лазерним консорціумом. Формальною причиною відмови стало формулювання: «недостатні перспективи для бізнесу».
- Халл діяв більш енергійно. Він розробив установку STL (STereoLithography), що включала також програмне забезпечення. Установка дозволяла за допомогою лазера шар за шаром наносити фотополімери. Крім того, винахідник створив фірму 3D Systems, яка в 1988 році виготовила перший пристрій об'ємного друку під назвою StereoLithography Apparatus, або SLA-250, який отримав значне поширення.



Історія АВ

- Як бачимо, адитивний метод має відразу кілька засновників. Але офіційним вважається Чак Халл.
- У 1990 році був використаний новий метод отримання «друкованих відбитків» – метод наплавлення, тобто струменевого нанесення матеріалів. Його розробив Скотт Крамп (Scott Crump).
- Метод отримав значне поширення завдяки дешевизні як самих принтерів, так і витратних матеріалів. Крамп заснував компанію Stratasys, яка в 1991 році випустила свій перший принтер.



Історія АВ

- Після цього стали активно використовувати поняття: «лазерний 3D-принтер» і «струменевий 3D-принтер».
- Саме ж поняття «3D-друк» з'явилося у 1995 році, коли два студенти Массачусетського технологічного інституту модифікували струменевий принтер і створили на ньому об'ємне зображення.



Джеремі Ріфкін:

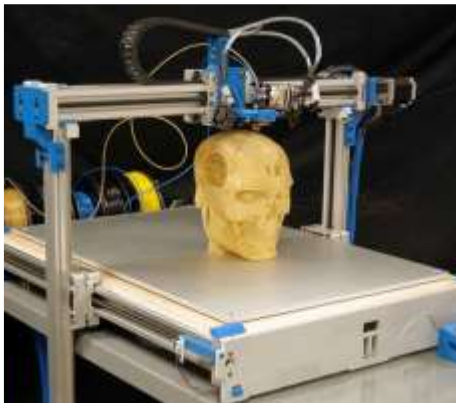
- «3D-друк сигналізував про початок Третьої промислової революції».
- У майбутніх виробництвах формування виробів відбуватиметься шар за шаром (нічого зайвого) з екологічно сприятливих матеріалів («чорнил»).



Переваги АВ

- необмежені можливості конструювання;
- *безкоштовність* забезпечення складності;
- *безкоштовність* забезпечення варіативності;
- мінімальна *відходність*;
- виготовлення під *вимоги індивідуального замовника* з мінімальною зміною вартості виробництва;
- можливість внесення змін *в останній момент*;
- виключення етапу *збирання*;
- пряма *матеріалізація* інформаційних образів (останні можуть задаватися, зокрема, безпосередньо голосом людини, а в перспективі – і думкою).





2. Впровадження 3D-принтерів



Завдання, що забезпечує 3D-принтинг

- 1) збільшення складності і різноманітності виробів;
- 2) забезпечення гнучкої варіабельності, тобто можливості швидко і з мінімальними витратами змінювати властивості матеріалів;
- 3) екологізація речовинної основи матеріалів, що використовуються через максимальне наближення їх до природної основи;
- 4) максимальне зниження вартості матеріалів і вартості обладнання, що працює з цими матеріалами.



Прориви у створенні 3D-принтерів

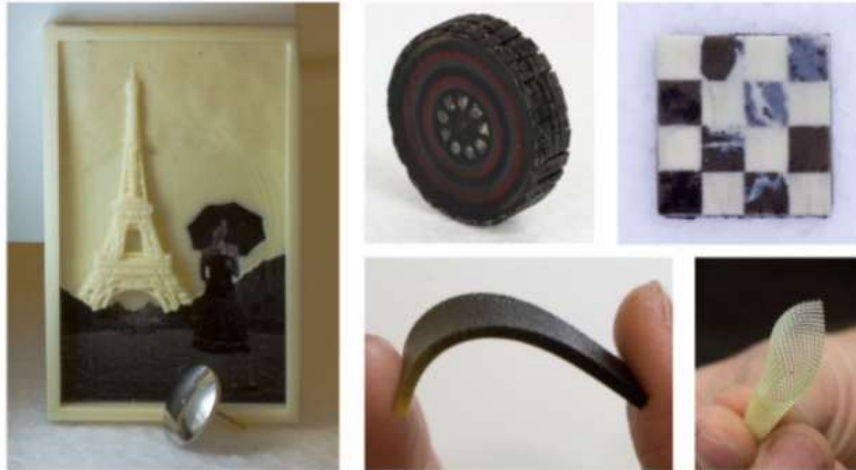
- 1) Створено принтер, що працює відразу з **10 матеріалами** (!)
- 2) Створено **3D-сканери** (!)
- 3) **Вартість** 3D-принтера наблизилась до ціни холодильника.
- 4) 3D-принтер працює з природними матеріалами («чорнилами») – целюлозою, кремнієм.

329



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Вироби, надруковані на 3D-принтері



330

- Друкуються також: чохли для смартфонів, світлодіодні лампи, оптоволоконні кабелі, взуття, торти та багато ін.



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Друк будинків

- Будинок, надрукований на 3D-принтері Шанхайською компанією



Перша в Бельгії «надрукована» на 3D-принтері дво-поверхівка



332



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Найбільший у світі міст, надрукований на 3D-принтері

Довжина мосту – 25 м, ширина – 3,6 м.

Перед друком виставили копію в масштабі 1 : 4 для проведення випробування на міцність



3D друк моста

334

- Міст було надруковано в Шанхаї двома роботизованими системами 3D-друку за 450 годин (майже за 20 діб)



- Міст оснащений системою моніторингу, що збирає дані про навантаження і деформацію моста в реальному часі. Це дозволяє відслідковувати властивості матеріалів для подальших робіт.



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

3D-друк авто

335

Роздрукований
на 3D-принтері
електромобіль
китайської ком-
панії Sanya Sihai



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

3D-друк декоративних і харчових виробів



- Фігурки з льоду і шоколаду, надруковані на 3D-принтері



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

3D-друк взуття



337



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

3D-друк біологічних об'єктів

- З 2013 року китайські вчені друкують *фрагменти вуха, печінку і нирки*. Очікується друк готових органів після 2025 року.
- У 2015 році в Бельгії надрукували нову щелепу для 83-річної бельгійки.
- У 2016 році надрукована щитовидна залоза, яка була імплантована в лабораторну мишу. Після пересадки орган запрацював і став виділяти гормони.



Бинти з клітинами шкіри астронавтів



339



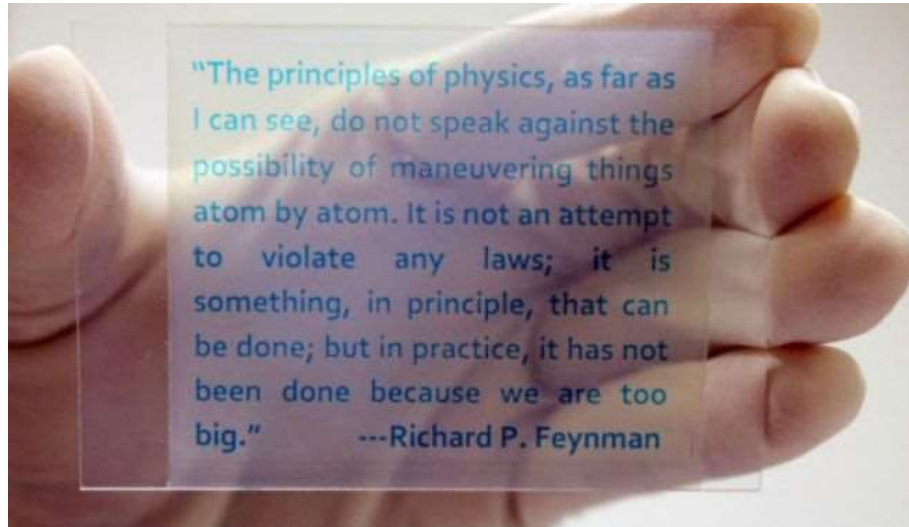
With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Бинти з клітинами шкіри астронавтів

- Вчені NASA тестують новий біопринтер, що друкує медичний пластир із клітинами шкіри астронавтів, що знаходяться на МКС.
- Про це говориться на сайті космічного агентства.
- Пристрій називається Bioprint FirstAid. Він нагадує пістолет та працює за допомогою біочорнил, що змішуються з живими клітинами людини. Як пояснюють вчені, живі клітини потрібні, щоб уникнути відторгнення тканинами шкіри потерпілого.



3D-друк паперу для багаторазового використання



341

- Текст зберігається кілька днів, після чого інформація може бути стертою шляхом простого нагрівання.



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

3D-друк макетів міста



342

- Надруковано історичний макет центральної частини Полтави. На макеті понад 450 будинків, що мають світло і понад 1500 ліхтарів, що світяться.



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

3D-ручки (3D pens)

343



Декоративні об'єкти, вироблені
за допомогою 3D ручки



Мистецтво за допомогою
3D-ручки



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union



3. Самовідтворювальні виробничі системи

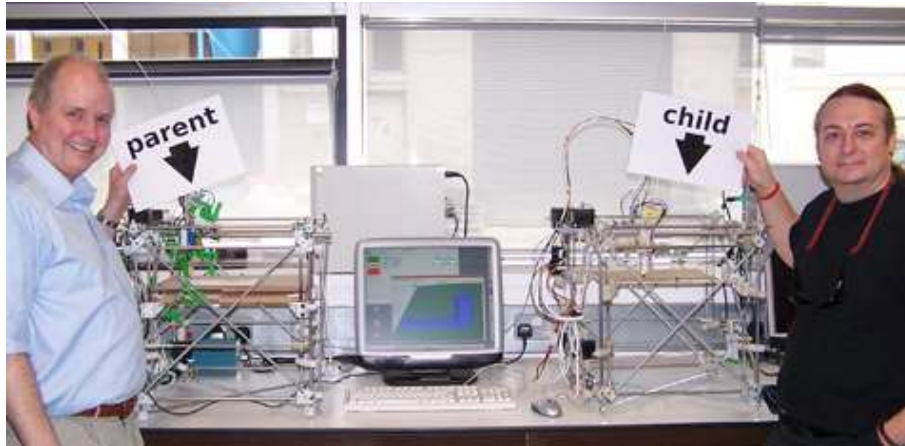


Сторінки історії

- У 2008 р. британець Адріан Боур (Adrian Bowyer) із новозеландським та американськими колегами створив першого робота, який мав здатність до *самореплікації*, тобто клонування самого себе. Робота назвали RepRap (від англійських слів: Replicating Rapid – prototyper).
- 29 травня 2008 року відбулася знаменна подія в історії людства. Вперше робот виготовив деталі для відтворення самого себе, тобто точної своєї копії, а зібрана копія почала виготовляти «онука» першої машини.



Сторінки історії



346

- Едріан Боуер (зліва) і його напарник Вік Оллівер (Vik Olliver) поряд із RepRap-«батьком» (зібраним із деталей, створених на звичайному 3D-принтері) і першим повністю завершеним і працездатним апаратом RepRap-«дитиною», який уже через кілька хвилин після «народження» створив першу деталь свого «сина», тобто «онука» першої машини.



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Кілька зауважень

- RepRap відтворював не всі деталі. Металеві частини та електроніку він отримував ззовні.
- Машина вміла виготовляти більшість деталей і збирати собі подібних, але деякі деталі їй додавали.
- Всі додані деталі були стандартними.



Лабораторія Fab Lab Fabricator у Києві (на вул. Воздвиженській)



348



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Завод за 1 день

- У країнах ЄС був ініційований проект «Завод за один день» (Factory-in-a-day).
- На сьогодні все більше підприємств, зайнятих виробництвом роботів та 3D-принтерів, продають для малих і середніх підприємств гнучкі заводи (із програмним забезпеченням), які здатні розгортатися за 24 години.
- Завод продається як смартфон або планшет.



Завод за 1 день

- На основі досліджень Массачусетського технологічного інституту (Бостон, США) розроблено технологію під умовною назвою **MIT Fab Lab**.
- Використовуючи наявне обладнання, завод здатний самодобудовуватися і саморозширювати наявний функціонал.





4. Конвергенція та мініатюризація



Визначення конвергенції

- Слово «**конвергенція**» походить від англійського converge, що означає «зводити в одну точку», «зводити воедино».
- Щодо виробництва, бізнесу і споживання **конвергенція** передбачає об'єднання кількох властивостей та функцій в одному предметі або пристрої для подальшого використання цього пристрою для різних цілей.
- Таким чином, під **конвергенцією**, як правило, розуміється багатофункціональність.



Приклад конвергенції

Деякі функції сучасного мобільного телефону (смартфона)

Функція

- Телефон
- Комп'ютер
- Фотоапарат
- Слайдоскоп
- Відеокамера
- Словник
- Бібліотека
- Диктофон
- Калькулятор
- Довідник
- Пульт дистанційного управління

Функція

- Записна книжка
- Годинник
- Таймер
- Ліхтарик
- Календар
- TV-приймач
- Радіоприймач
- Передавач
- Програвач
- Принтер
- Коректор
- Навігатор (GPS)



Мініатюризація

- Значне зменшення розмірів предметів на одиницю функцій, що вони виконують.
- Д. Белл: «Сьогодні в одній крупинці інтегральної схеми вартістю менше долара, сконцентрована потужність десятків тисяч транзисторів з усіма провідниками, що їх з'єднують. Його ємність – мільйони байтів і швидкодія – трильйони операцій на секунду».
- На порядку денному створення нанопредметів: нанотранзисторів, наносупутників, квантових комп'ютерів



Інноваційний вектор технологій

- Принципова особливість сучасного етапу є перенесення центру ваги (а відповідно і витрат) у виробничому процесі з циклу тиражування продукції (тобто, власне, виробничого процесу) на цикл їх проектування.
- В таких умовах основним предметом виробництва, на якому сконцентровані зусилля виробничої системи стають ***інновації***.



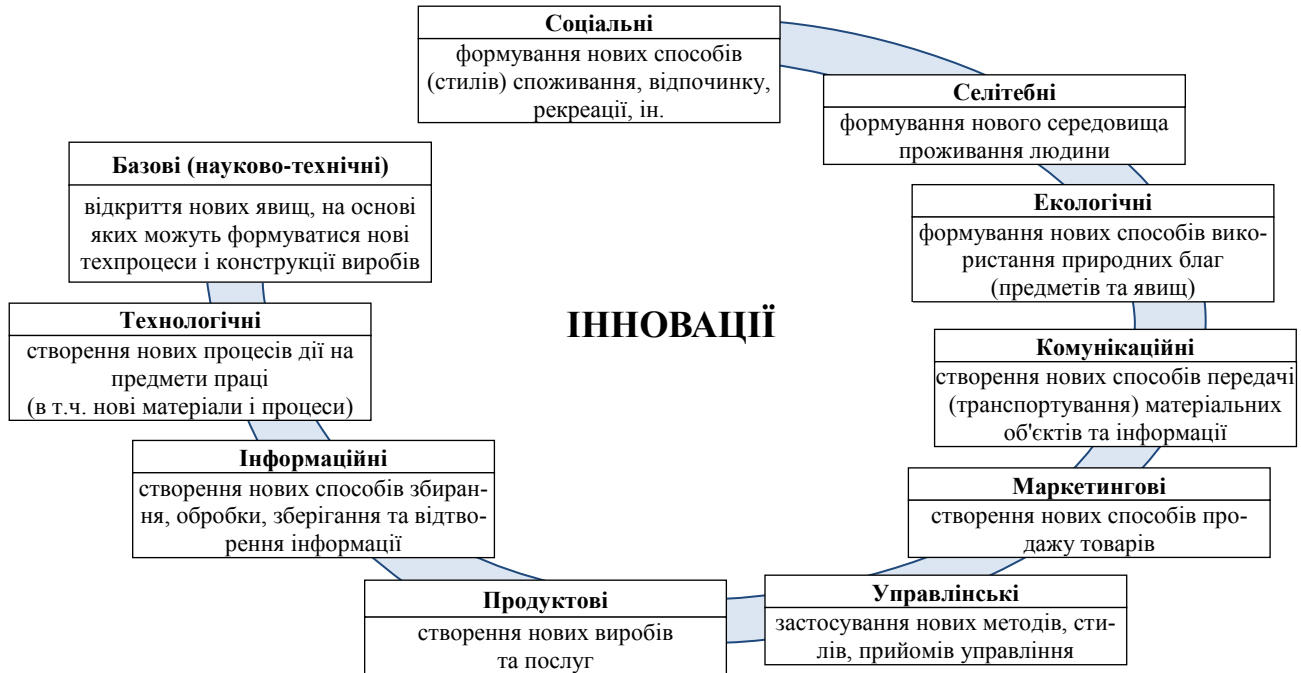
Виробництво інновацій

- У 2010 р. перша модель iPad мала ціну \$500, тоді як витрати на виробництво матеріальної частини становили лише \$33.
- Наразі відбувається розділення на fabless-компанії (тобто безфабричні) і foundry-компанії (які займаються виробництвом).



Види економічних інновацій

358



Питання до теми

1. Поясніть зміст адитивної технології.
2. Яка роль адитивних технологій у вирішенні екологічних проблем?
3. Коротко розкажіть історію виникнення 3D-принтера.
4. Які переваги має адитивна технологія у поєднанні із 3D-принтером?
5. Які завдання допомагає вирішувати 3D-принтер?
6. Як ви бачите роль 3D-сканування?
7. Які функції можуть виконувати 3D-принтери?
8. У яких видах виробництва наразі застосовуються 3D-принтери? Наведіть приклади.
9. Які, на вашу думку, сфери застосування мають біологічні 3D-принтери? У чому їх сутність?
10. Яке значення може мати істотно здешевлення 3D-принтерів?
11. Що таке самовідтворювальні виробничі системи?
12. Яка роль самовідтворювальних виробничих систем у розвитку економіки?
13. Коротко розкажіть про історію створення першої самовідтворювальної системи та принципи, за якими вона була створена.
14. Розкрийте зміст «фаблів» («фаблабів»). Яке їх призначення?
15. Чи існує, на вашу думку, загроза від поширення самовідтворювальних роботів? Якщо так, поясніть, у чому вона може полягати?
16. Яка роль роботів у сучасному виробництві?
17. Що таке 4D-виробництво? Його значення у сучасному виробництві?
18. Що означає конвергенція у виробництві і споживанні?

19. Наведіть приклади конвергенції у сучасній економіці.

20. На прикладі мобільного телефону проілюструйте процес конвергенції функцій у споживчих товарах.

21. Яка роль інновацій у розвитку сучасної економіки?

22. Які істотні зміни відбулися у структурі створення та виготовлення сучасних виробів?

23. Як інновації впливають на темпи соціально-економічного розвитку?

24. На конкретному прикладі покажіть, як одні інновації можуть бути генератором виникнення інших інновацій.

25. На конкретних прикладах покажіть, як інновації впливають на якість життя людини.

Тема 7 Трансформація матеріалознавства

Transformation of Materials Science



Основи теорії

Розгортання Четвертої та П'ятої промислових революцій обумовлює й революційні процеси в роботі з матеріалами. З одного боку, перехід до нових технологій висуває нові вимоги до матеріалів. Це обумовлює необхідність розв'язання нових, раніше не звіданих завдань, пов'язаних із пошуком інноваційних характеристик матеріалів. З іншого боку, наукові відкриття і досягнення технічного прогресу відкривають можливості використання широкого спектра унікальних властивостей і функцій нових матеріалів, здатних розв'язувати такі завдання.

Можна сформулювати кілька напрямків, за якими розвивається сучасне матеріалознавство. Кожен із них обумовлений вимогами до виконання конкретних технічних завдань. Серед них можна виділити:

- досягнення технічних характеристик (фізичних властивостей), необхідних для роботи в певних фізико-хімічних умовах (високих або низьких температурах, високому або низькому тиску, ударних навантаженнях, агресивних середовищах, інтенсивному терті та ін.);
- забезпечення можливості роботи у формі «чорнил» для 3D-друку;
- забезпечення високої точності в конструюванні, тобто під час розрахунку, прогнозування та досягнення заданих властивостей і характеристик;
- досягнення з мінімальними витратами праці, часу і коштів гнучкої зміни властивостей і характеристик;
- здатність перетворювати одні форми енергії на інші;
- придатність для імплантації в біологічні організми;
- прийнятність для метаболізму екосистем;

- достатня дешевизна у виробництві, експлуатації та утилізації.

Серед технологічних напрямків створення нових матеріалів можна виділити низку основних.

Композитні матеріали (КМ), або *композити*, завдяки своїм властивостям є одним із найбільш застосовуваних зараз видів матеріалів.

«У більшості *композитів* (за винятком шаруватих матеріалів) їхні компоненти можна розділити на матрицю (або елементи, які зв'язують) і внесені в неї елементи наповнення (або наповнювачі). У композитах конструкційного призначення наповнювачі зазвичай забезпечують необхідні механічні характеристики матеріалу (міцність, жорсткість та ін.), а матриця забезпечує спільну роботу армуючих елементів, а також захист їх від механічних пошкоджень і агресивного хімічного середовища. Композитні матеріали, що являють собою гетерофазні системи, утворюються з двох або більше компонентів зі збереженням індивідуальності кожного окремого компонента. КМ є однорідними в макромасштабі і неоднорідними в мікромасштабі.

«Головна перевага КМ – в тому, що матеріал і конструкція створюються одночасно під виконання певних завдань. Відповідно вони не можуть вміщати в собі всі можливі переваги, але, проєктуючи новий композит, інженер має можливість задати йому характеристики, що значно перевершують параметри традиційних матеріалів під час виконання цієї функції в даному механізмі, але поступаються їм у інших аспектах. Це означає, що КМ не може бути кращим за традиційний матеріал у всьому. Для кожного виробу інженер проводить усі необхідні розрахунки і тільки потім вибирає оптимум між матеріалами для виробництва. Можливими цілями пошуку можуть бути:

- висока питома міцність;

- висока жорсткість;
- висока зносостійкість;
- висока втомна міцність;
- можливість виготовлення з КМ певних конструкцій;
- легкість.

Причому різні класи композитів можуть мати одну або кілька переваг. Усіх переваг неможливо домогтися одночасно».

Наноматеріали (НМ) являють собою речовини, отримані на основі наночастинок з унікальними характеристиками, що впливають із мікроскопічних розмірів їхніх складових.

Можна назвати кілька видів наночастинок, що найчастіше використовуються: *графен, вуглецеві нанотрубки, фулерени, аерогель, аерографіт, наноакумулятори, станини*.

Матеріали для енергоперетворення. Цей вид матеріалів має здатність перетворювати одні форми енергії на інші. Зазначена властивість набуває особливо великого значення в епоху промислових революцій, коли енерготрансформаційні процеси є основою розвитку енергетики, зв'язку, транспорту. Зокрема створення нових матеріалів (наприклад, перовскитів) дозволило за кілька років підняти ефективність перетворення сонячного світла на електрику з 3–4% (у 2000-ні роки) до 15–20% (у середині 2010-х років). Велику роль також відіграють матеріали для перетворення енергії в таких процесах, як акумулювання енергії, теплоізоляція, електропровідність, трансформація тепла на електрику і навпаки, світлопровідність, звукопроникливість та ін.

Мембранні матеріали характеризуються здатністю проявляти різні властивості в різних напрямках. Наприклад, пропускати струм, світло, тепло, вологу або різні речовини в одному напрямку і не пропускати (чи пропускати

набагато гірше) у зворотному. Мембранні матеріали використовуються в багатьох сферах науки і техніки. Зокрема вони застосовуються в установках для розділення і очищення рідин, в апаратах для газорозподілу, під час виготовлення одягу (пропускають вологу або тепло лише в одному напрямку), в апаратах для поділу плазми крові.

Біоактивні матеріали. Мають здатність зрощуватися з живими (зокрема кістковими) тканинами. Одним із видів таких матеріалів є *біоситали*. Основною галуззю застосування таких матеріалів є медицина, де вони демонструють свої унікальні властивості: біосумісність (біоінертність, біоактивність), високий рівень фізико-механічних характеристик, стабільність властивостей, довговічність роботи в людському організмі.

Екологічно прийнятні матеріали. Одним із велінь часу стало створення екологічно прийнятних матеріалів (в англійській мові екологічна прийнятність предметів передається термінами *ecologically friendly* – екологічно дружній або *environmentally sound* – співзвучний природному середовищу, тобто екологічно безпечний).

Матеріали, що самотрансформуються. Вчені в різних країнах працюють над тим, щоб «навчити» матеріали довільно змінювати свої характеристики (зокрема форму) у заданому напрямку. Фактично це стає можливим завдяки технологіям, які працюють із 3D-принтерами. Умовно можна вважати, що виникає неначе ще один – четвертий вимір. Цим виміром стає *час*. Вироблений предмет і далі змінює свою форму або властивості після того, як його надрукували на 3D-принтері, доводячи свої параметри до необхідних значень.

Вчені в різних країнах працюють над тим, щоб «навчити» матеріали довільно змінювати свої характеристики (зокрема форму) у заданому напрямку. Фактично це стає можливим завдяки технологіям, які працюють із 3D-прин-

терами. Умовно можна вважати, що виникає неначе ще один – четвертий вимір. Цим виміром стає *час*. Вироблений предмет і далі змінює свою форму або властивості після того, як його надрукували на 3D-принтері, доводячи свої параметри до необхідних значень.

Сьогодні матеріали все більше перетворюються з речовинних субстанцій, властивості яких досягаються в ході тривалих виробничих процесів, на «конструкції», потрібні характеристики яких закладаються безпосередньо в процесі виробництва з них створюваних виробів.

Крім того, як зазначено вище, реальністю стає конструювання композитних матеріалів із керованими властивостями, які можуть змінювати свої характеристики і форму вже після їхнього створення, на підставі конкретних завдань і функцій виробів.

Презентаційні матеріали

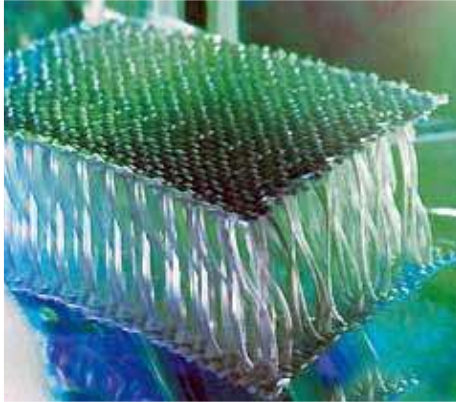
План лекції

1. Революція в матеріалознавстві
2. Створення композитних матеріалів (КМ)
3. Наноматеріали
4. Матеріали для енергоперетворення
5. Мембранні та біоактивні матеріали
6. Екологічно прийнятні матеріали (ЕПМ)
7. Матеріали, що самотрансформуються
8. Основи дематеріалізації

367



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union



1. Революція в матеріалознавстві



Взаємозв'язок промислових революцій із розробкою нових матеріалів

- 1) Перехід до нових технологій висуває нові вимоги до матеріалів (*нові завдання вимагають нових характеристик матеріалів*)
- 2) Нові наукові відкриття і досягнення технічного прогресу створюють можливості досягнення нових властивостей матеріалів



Напрями розробки нових матеріалів

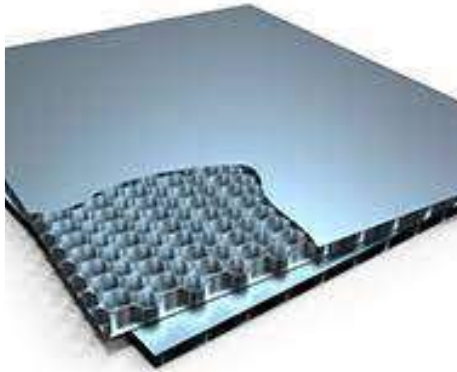
- досягнення технічних характеристик (фізичних властивостей), необхідних для роботи в певних фізико-хімічних умовах (високих або низьких температурах, високому або низькому тиску, ударних навантаженнях, агресивних середовищах, інтенсивному терті та ін.);
- забезпечення можливості роботи як «чорнила» для 3D-друку;
- забезпечення високої точності в конструюванні, тобто при розрахунку, прогнозуванні та досягненні заданих властивостей і характеристик;



Напрями розробки нових матеріалів

- досягнення з мінімальними витратами праці, часу і коштів гнучкої зміни властивостей і характеристик;
- здатність перетворювати одні форми енергії на інші;
- придатність для імплантації в біологічні організми;
- прийнятність для метаболізму екосистем;
- достатня дешевизна отримання, експлуатації та утилізації.





2. Створення КОМПОЗИТНИХ МАТЕРІАЛІВ (КМ)

372



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Зміст КМ

- У більшості *комполитів* їх компоненти можна розділити на матрицю (або елементи, які зв'язують) і включені в неї елементи наповнення (або наповнювачі).
- У композитах конструкційного призначення наповнювачі зазвичай забезпечують необхідні механічні характеристики матеріалу (міцність, жорсткість та ін.), а матриця забезпечує спільну роботу армуючих елементів і захист їх від механічних пошкоджень і агресивного хімічного середовища.



Зміст КМ

- Композитні матеріали, що являють собою гетерофазні системи, утворюються з двох або більше компонентів зі збереженням індивідуальності кожного окремого компонента.
- КМ є однорідним у макромасштабі і неоднорідним у мікромасштабі.



Конструювання КМ

- Головна перевага КМ – в тому, що матеріал і конструкція створюються одночасно під виконання певних завдань.
- Відповідно вони не можуть вміщати в себе всі можливі переваги, але, проектуючи новий композит, інженер має можливість задати йому характеристики, що значно перевершують параметри традиційних матеріалів при виконанні даної функції в даному механізмі, але поступаються їм у будь-яких інших аспектах.



Цілі розробки КМ

- КМ не може бути кращим за традиційний матеріал у всьому. Для кожного виробу інженер проводить усі необхідні розрахунки і тільки потім вибирає оптимум між матеріалами для виробництва.
- Можливими цілями пошуку можуть бути:
 - висока питома міцність;
 - висока жорсткість;
 - висока зносостійкість;
 - висока втомна міцність;
 - можливість виготовлення з КМ певних конструкцій;
 - легкість.
- Причому різні класи композитів можуть мати одну або кілька переваг. Усіх переваг неможливо домогтися одночасно.



Метаматеріали (ММ) як різновид КМ

Метаматеріали

- являють собою штучно сформовані і особливим чином структуровані середовища, що мають електромагнітні або акустичні властивості, які складно досягати технологічно або які взагалі не трапляються в природі



Метаматеріали (ММ) як різновид КМ

- *Приклади:*
 - здатність набувати особливих значень фізичних параметрів середовища, наприклад, від'ємні за величиною значення як діелектричної, так і магнітної проникності, просторову структурування (локалізацію) розподілу величин цих параметрів (зокрема, періодичну зміну коефіцієнта заломлення, як у фотонних кристалах),
 - наявність можливості управління параметрами середовища в результаті зовнішніх впливів (метаматеріали з електрично керованою діелектричною та магнітною проникністю) і т. ін.
- Розробник метаматеріалів при їх синтезі має можливість вибору (варіювання) різних параметрів (розміри структур, форма тощо).



Застосування ММ

- Дослідники бразильської компанії Braskem розробили новий вид пластикових харчових контейнерів. Упаковка мимовільно змінює колір, коли рівень рН усередині неї починає змінюватися (а це явна ознака того, що вміст перестав бути їстівним).



Застосування ММ

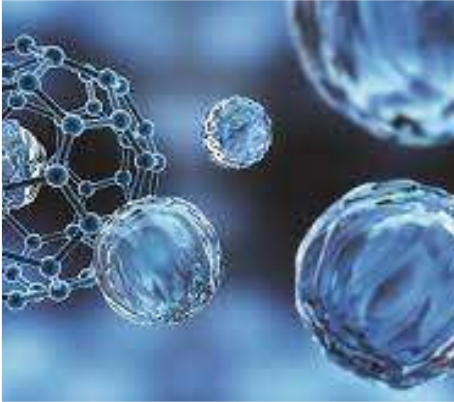
- Завдяки своїм унікальним властивостям метаматеріали застосовуються у сонячній енергетиці, приладобудуванні, зв'язку, оборонній промисловості (зокрема, завдяки від'ємним показникам заломлення світла використовуються для маскування об'єктів).
- Увага до метаматеріалів викликана тим, що вони пере-направляють не тільки видиме світло.



Застосування ММ

- Залежно від того, як і де вони будуть використовуватися, метаматеріали здатні перенаправляти мікрохвилі, радіохвилі, а також маловивчені Т-хвилі – щось середнє між мікрохвилями та інфрачервоним світлом в електромагнітному спектрі.
- Практично будь-який вид хвиль електромагнітного спектру може маніпулюватися метаматеріалами.





3. Наноматеріали

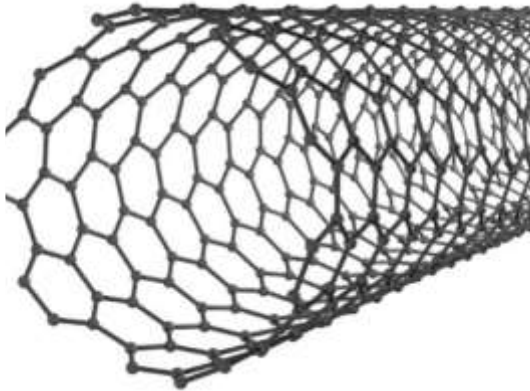


Наноматеріали (НМ)

- речовини, отримані на основі наночастинок з унікальними характеристиками, що впливають із мікроскопічних розмірів їх складових.

Графен

384



Графен – двовимірна алотропна модифікація вуглецю, утворена шаром атомів речовини товщиною в один атом. Має велику механічну твердість (міцніший за сталь у 10 разів) і рекордно велику теплопровідність. Матеріал отримано в 2004 році.



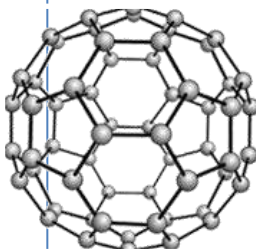
With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Форма графена

- В Массачусетському ТІ розроблена технологія отримання нового надміцного матеріалу з пластівців графену.
- Міцніший за сталь в 10 (!) разів.
- Має порівняльну щільність всього 5%.
- Має губчасту структуру і унікальні електропровідні властивості.

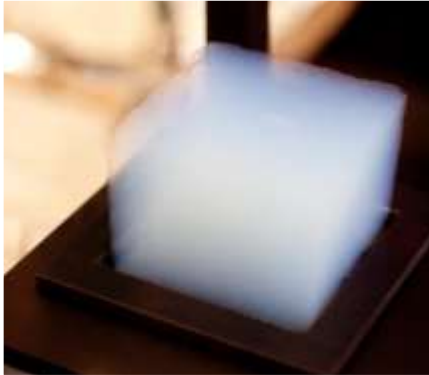


Фулерени



Фулерени – молекулярні сполуки, що належать до класу алотропних (тобто таких простих речовин, що мають однаковий склад, але розрізняються за структурою) форм вуглецю (інші – алмаз, карбін та графіт) і являють собою опуклі замкнені багатогранники, складені з парного числа трикоординованих атомів вуглецю.

Аерогель



Аерогель (від лат. aer – повітря і gelatus – заморожений) – клас матеріалів, що являють собою гель, в якому рідка фаза повністю заміщена на газоподібну. Такі матеріали мають рекордно низьку щільність і демонструють ряд унікальних властивостей: твердість, прозорість, жароміцність, надзвичайно низьку теплопровідність та ін.

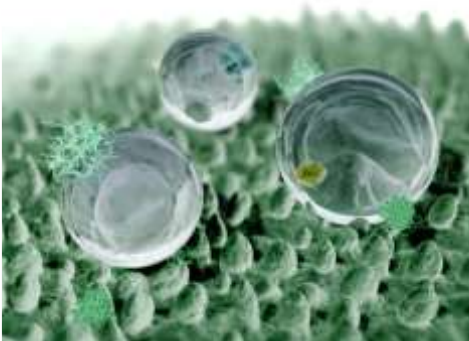
Аерографіт



Аерографіт являє собою синтетичну піну, що утворюється з трубчастих волокон вуглецю. Завдяки низькій щільності може бути названий найлегшим на сьогоднішній день матеріалом.

Поверхні, що самоочищуються

389



В основу покладений ефект *лотоса*. Вода, потрапивши на неї, стікає і заодно захоплює із собою частинки пилу



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Гідрофобні матеріали

- Створено *гідрофобні* (тобто незмочувані) кремнієві наноструктури. Нові наноструктури місяцями залишаються сухими, перебуваючи під водою. Оскільки наноструктури стійкі до тиску, їх можна використовувати для захисту стелс-покриттів підводних човнів та поверхонь, які перешкоджають обростанню суден нижче від ватерлінії різними організмами. Останнє веде до зниження швидкості кораблів.

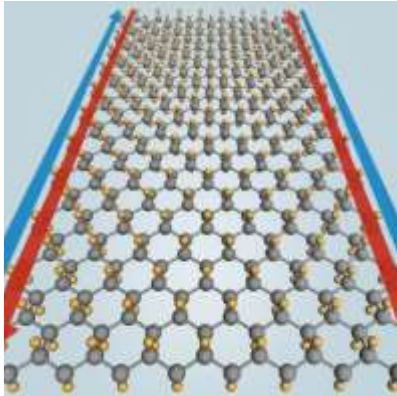


Швидкорозчинні матеріали

- Завдяки новій технології фармацевтам вдалося зробити таблетку швидкорозчинною настільки, що дисперсія відбувається дійсно за частку секунди.
- Це полегшує приймання препаратів у літніх людей і маленьких дітей, а також пацієнтів, які мають проблеми з функцією ковтання.



Станен



Станен, як графен, являє собою структуру, що складається з одиничного шару атомів. Однак на відміну від графену, який утворюють атоми вуглецю, станен складається з олова. І саме ця особливість дозволяє станену мати ті надзвичайні властивості, які не властиві *графену* – 100-відсоткову провідність. Завдяки цьому станен може проводити електрику з нульовим опором і, що більш важливо, при кімнатній температурі



4. Матеріали для енергоперетворення



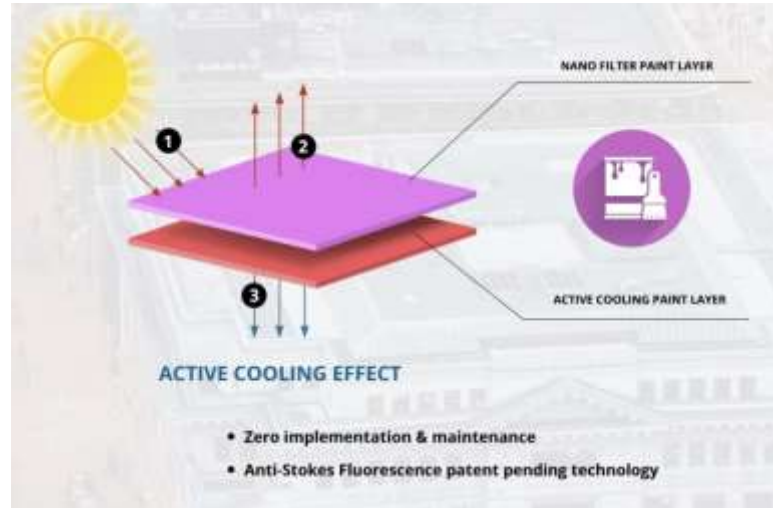
Зміст матеріалів

- Цей вид матеріалів має здатність перетворювати одні форми енергії на інші.
- Ці властивості набувають особливо великого значення в епоху промислових революцій, коли енерготрансформаційні процеси лягають в основу розвитку енергетики, зв'язку, транспорту.
- Велику роль також відіграють матеріали для перетворення енергії в таких процесах, як акумулювання енергії, теплоізоляція, електропровідність, трансформація тепла в електрику і навпаки, світлопровідність, звукопроникність та ін.



Охолоджувальна фарба

- Фахівці ізраїльської фірми SolCold створили фарбу, що охолоджує будівлі в спеку.
- В основу технології покладено принцип лазерного охолодження за допомогою взаємодії променя світла з певними матеріалами.



Охолоджувальна фарба

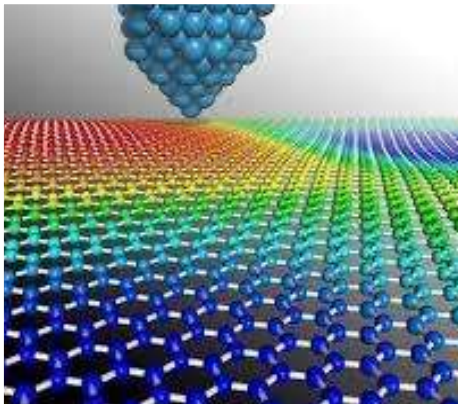
- При цьому температура може знизитися на 150 °С через те, що молекули матеріалів абсорбують ті фотони, які збігаються з ними за частотою і перевипромінюють високо-частотні фотони, які переносять більше енергії. Із втратою енергії знижується і температура.
- Фарба складається з двох шарів:
 - зовнішній – фільтрує деякі сонячні промені;
 - внутрішній шар здійснює конверсію тепла у світло, охолоджуючи себе до температури нижче від навколишнього середовища.



Матеріали-генератори

- Каліфорнійська компанія Alphabet Energy створила відносно дешеві натуральні матеріали: *тетраедрит* і *скутерудит*.
- Вони належать до класу термоелектричних і здатні виробляти електрику з різниці температур.
- Матеріали можна використовувати у повсякденному житті. Скажімо, при заборі тепла з вихлопних труб автомобілів, холодильників та практично будь-яких предметів і пристроїв, що використовують енергію для роботи.





5. Мембранні та біоактивні матеріали



Мембранні та біоактивні матеріали

- **Мембранні матеріали** характеризуються здатністю проявляти різні властивості в різних напрямках. Наприклад, пропускати струм, світло, тепло, вологу або різні речовини в одному напрямку і не пропускати (пропускати набагато гірше) у зворотному.
- Мембранні матеріали використовуються в багатьох сферах науки і техніки. Зокрема, вони застосовуються в установках для розділення і очищення рідин, в апаратах для газорозподілу, при виготовленні одягу (пропускають вологу або тепло лише в одному напрямку), в апаратах для поділу плазми крові.



Мембранні матеріали в медицині

- Існують галузі, де мембранні матеріали і мембранні технології взагалі не мають конкурентів. Такими, наприклад, є: апарати «штучна нирка» і «штучна легеня», отримання надчистих речовин і зон у мікроелектроніці, виділення біологічно активних речовин та ін.

400



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Станен

- **Біоактивні матеріали** мають здатність зрощуватися з живими (зокрема кістковими) тканинами.
- Одним з видів таких матеріалів є *біоситали*.
- Основною галуззю застосування таких матеріалів є медицина, де вони демонструють свої унікальні властивості: біосумісність (біоінертність, біоактивність), високий рівень фізико-механічних характеристик, стабільність властивостей, довговічність роботи в людському організмі.

401



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Застосування біоактивних матеріалів

- Фахівці Північно-Східного університету (США) і Сіднейського університету (Австралія) розробили еластичний хірургічний клей, здатний загоювати рану на шкірі або органах без швів або скоб лише за 60 секунд.
- В основі клею – заміщений метакриловою кислотою тропоеластин (MeTro), еластичний білок, який наноситься на рану і запечатує її, не перешкоджаючи природному загоєнню органів або шкіри.
- Як тільки клей контактує з тканинами, він твердне у вигляді гелю і нікуди не зміщується.
- Потім гель піддають ультрафіолетовому випромінюванню, щоб герметик утворив міцний зв'язок із пошкодженими тканинами.



Neuralink Ілона Маска

- У серпні 2020 Ілон Маск зробив презентацію нової версії нейроінтерфейса (neuralink) – чипа, який можна імплантувати в мозок і зчитувати мозкову активність.
- Пристрій призначений для лікування хвороб: параліч, деменція, хвороби Альцгеймера, Паркінсона та ін.
- Neuralink є розвитком існуючої системи BrainGate.



Neuralink. Історія питання

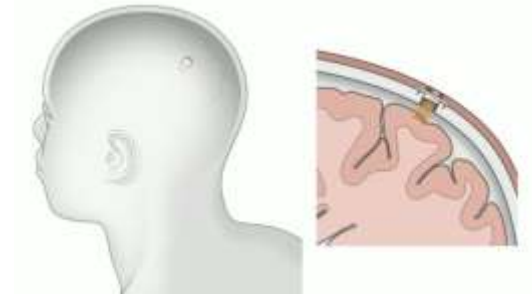
- У 2006 р. Негл був першою людиною, паралізованою внаслідок травми, яка змогла за допомогою нейропротезу (BrainGate) керувати комп'ютерною мишкою і навіть грати в пінг-понг лише силою розуму.
- За словами Маска, використання нейропротезів – це спроба поєднати «біологічний і цифровий (штучний) інтелект», що має стати наступним етапом розвитку людства.



Neuralink. Можливості

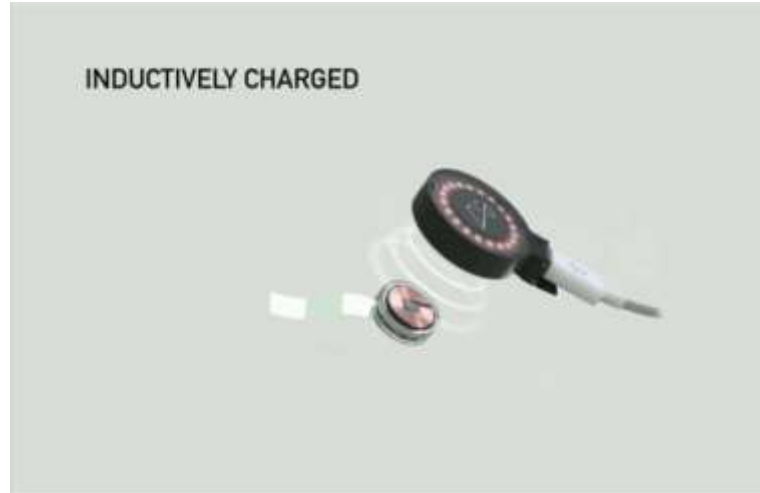
- Переваги Neuralink:

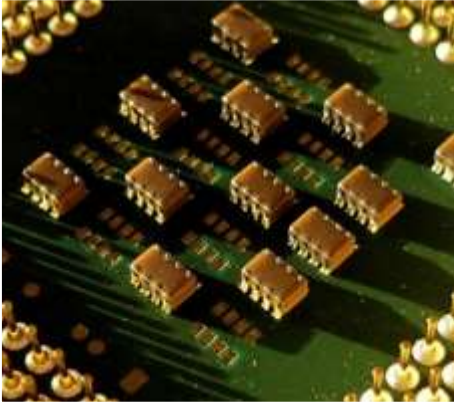
- 1) Компактність
- 2) Безболісне вживлення в нервову тканину 96 гнучких ниток, що несуть 3072 окремих каналів, здатних як реєструвати, так і симулювати електричну активність мозку. Спеціальний робот вживляє нитки з швидкістю 3 нитки за хвилину.
- 3) Вся внутрішня «обв'язка» чипа захищена під шкірою.
- 4) Живлення бездротове.
- 5) В день операції пацієнт повертається до активного життя.



Neuralink. Характеристика

- В мозок імплантується до 1,5 тис електронів, кожен з яких у 4 рази тонший людського волоса.
- Людина зможе також передавати сигнали мозку через Bluetooth. Це дозволить керувати комп'ютером чи смартфоном.





6. Екологічно прийнятні матеріали (ЕПМ)

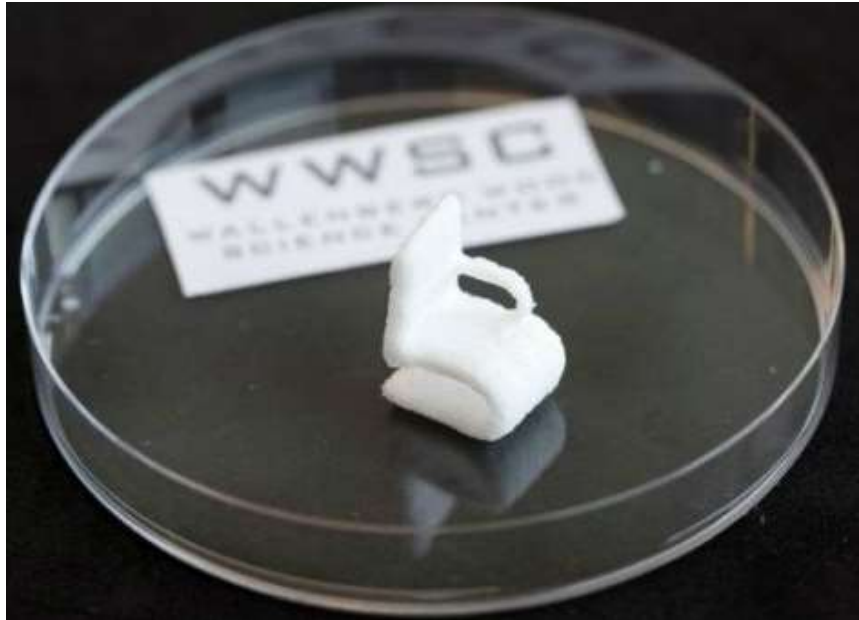


Зміст

- Екологічна прийнятність означає здатність матеріалів залучатися до метаболізму екосистем без шкоди для останніх. ЕПМ здатні розкладатися під впливом сил природи і повторно споживатися рослинами і тваринами в циклах кругообігу в природі речовин та енергії.
- З цієї точки зору, з нових матеріалів найбільш цікавими є ті, вихідними компонентами яких є кремній і целюлоза – найпоширеніші в природному середовищі речовин.



Предмет, надрукований на 3D-принтері «чорнилом» із целюлози



409

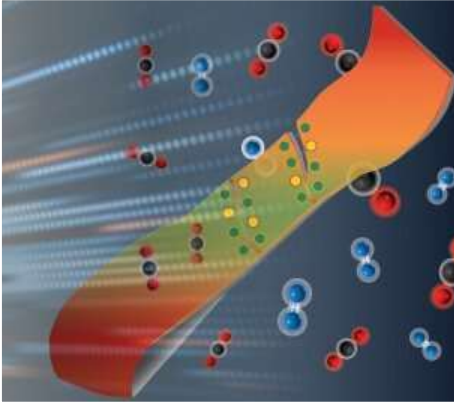


With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

WASP-матеріали

- Оси надихнули італійських інженерів на 3D-друк будинків із брудю і глини.
- Принцип роботи комах нагадує принцип роботи 3D-принтера – вони теж методично, шар за шаром викладають свої гнізда.
- Компанія італійців називається WASP – аббревіатура – від World's Advanced Saving Project, або «Світовий передовий рятувальний проект», wasp означає англійською «оса»).





7. Матеріали, що самотрансформуються

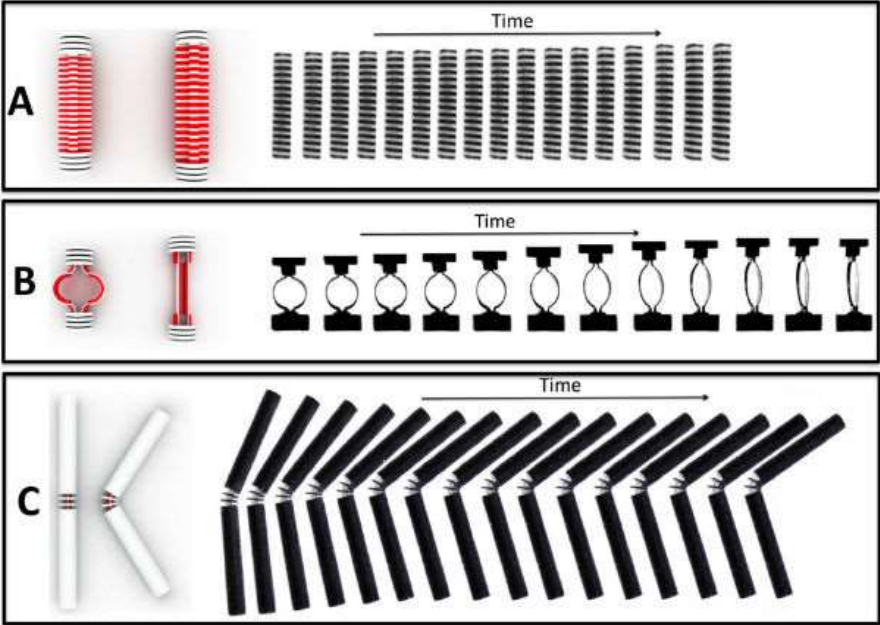


4D-друк

- Створюються матеріали, що здатні довільно змінювати свої характеристики (зокрема форму) у часі. Умовно, час – це четвертий вимір у технології 4D-друку.
- Вироблений предмет продовжує змінювати свою форму або властивості після того, як його надрукували на 3D-принтері, доводячи свої параметри до необхідних значень.

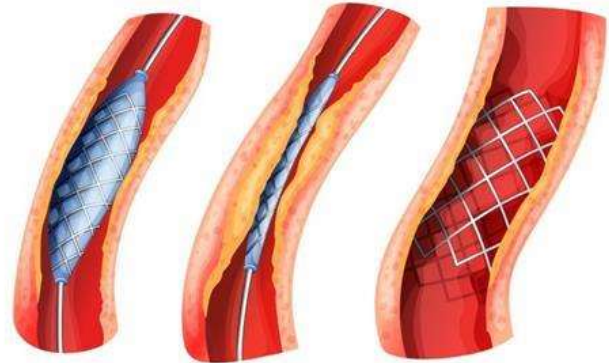


Приклади виробів, що самозмінюються в часі



Застосування стентів

- Однією з основних сфер застосування нової технології може стати виготовлення **стеннів** – невеликих трубок, які поміщають усередину коронарних судин, звужених унаслідок атеросклерозу.
- Надруковані стенти можна буде вводити в судини в складеному стані, після чого вони набуватимуть свою постійну трубчасту форму і розширять уражену ділянку.



Самовідновлюваний пластик

- Дослідникам вдалося розробити матеріал із неймовірною здатністю до регенерації. Створений американськими вченими пластик «загоює» на собі значні «поранення».
- Особливістю цього полімеру є його структура. У ній містяться мікрогранули, заповнені особливою рідиною. При їх пошкодженні рідина витікає і закриває пошкодження, що утворилося.

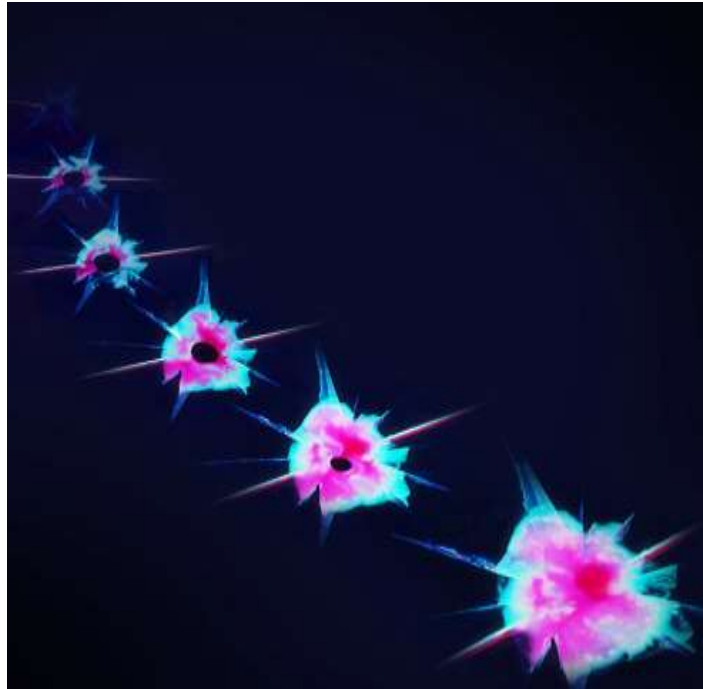


Самовідновлюваний пластик

- Вчені впевнені, що така технологія самовідновлення пластику, що схожа на біологічне загоєння, може бути впроваджена у виробництво вже в зовсім недалекому майбутньому.
- Проста й ефективна методика виготовлення судинних матеріалів вже існує, тепер необхідно оптимізувати склад регенерувальних хімічних агентів для різних типів матеріалів.



Самовідновлюваний пластик



417



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

«Саморемонт» устаткування

- Така здатність може стати дуже корисною для комерційних товарів (наприклад, подряпаний бампер автомобіля міг би відновити себе сам за кілька хвилин після аварії).
- Але ще важливішим є винахід для тих деталей і виробів, які важко замінити або відремонтувати, наприклад, тих, що використовуються в аерокосмічній промисловості або на дні глибоких свердловин.



Застосування самовідновлюваних матеріалів

- **Самовідновна гума.** Дослідники з Гарвардської школи інжинірингу та прикладних досліджень імені Дж. Полсона (SEAS) розробили новий міцний тип гуми, який може самовідновлюватися після проколу.
- **Лікування зубів.** Учені лондонського Університету Королеви Марії розробили біоактивне скло, яке, розпадаючись, вивільняє фторид, утворюючи хімічну речовину, що імітує мінеральний склад зубної пасти. Вона допоможевилікувати, відновивши пошкоджені зуби.
- **Самовідновлення асфальту.** Нідерландські вчені запропонували домішувати у асфальт металеві компоненти. Після обробки пошкодженої дороги індукційною машиною асфальт відновлюється.



Напрями розвитку сучасного матеріалознавства

- 1) *Гнучке швидке конструювання* матеріалів під потреби певних функцій в умовах експлуатації.
- 2) Отримується *великий діапазон властивостей* та параметрів матеріалів.
- 3) Збільшується граничні значення корисних властивостей: *міцності, щільності, гнучкості, електропровідності, теплопровідності, гідрофобності* та ін.
- 4) Параметри можуть змінюватися *після виготовлення* матеріалів.





8. Основи дематеріалізації



Дематеріалізація

- зниження матеріаломісткості і енергоємності процесів виробництва і споживання одиниці продукції.

- Дематеріалізація реалізується двома шляхами:
 - 1) через заходи з економії відповідних ресурсів;
 - 2) через технологічне зниження ресурсомісткості.

Результати дематеріалізації

- За останні 20 років вага фото- і відеокамер, магнітофонів, акумуляторів знизилася в рази, а то – і на порядок. За сорок років паливоємність автомобілів зменшилася майже в 10 разів (із 20 до 2 літрів на 100 км шляху).
- Перехід фото- і кіноіндустрії на цифрові технології зробили непотрібною цілу галузь, зайняту виробництвом фото- і кіноматеріалів (плівки, паперу, хімічних реагентів).



Результати дематеріалізації

- Крім того, стало непотрібним і виробництво обладнання, необхідного для проявлення, закріплення, друку відповідної продукції.
- Наочним наслідком зазначених процесів, зокрема, є банкрутство всесвітньо відомої фірми «Кодак», яка понад ста років справно обслуговувала ринок фотоматеріалів.



Ефекти технологічної дематеріалізації

Ефекти виробництва

- Завдяки впровадженню волоконно-оптичного зв'язку (кварцове, скляне або полімерне волокно) вдалося підвищити швидкість передачі інформації більш ніж на 5 порядків.
- Один світловод здатний легко замінити цілий кабель, що містить кілька сотень металевих дротів.
- Зокрема, один світловод, що має діаметр близько 1,5 см, може з успіхом замінити телефонний кабель 7,5 см у діаметрі, що містить 900 пар мідних дротів.
- Він також має цілу низку інших істотних переваг.



Ефекти технологічної дематеріалізації

Ефекти експлуатації

- Крім того, що нові матеріали при їх незрівнянно вищих функціональних властивостях дозволяють замінити цілий ряд дорогих і ресурсомістких (при їх виробництві) матеріалів, вони, як правило, також значно (часто на порядки) знижують ресурсомісткість функцій, що виконуються ними.
- Зокрема, теплоприток при передачі сигналів у каналах зв'язку з волоконних світлодіодів приблизно в 100 разів менший від теплопритоку передачі сигналів по кабелях із нікелю.



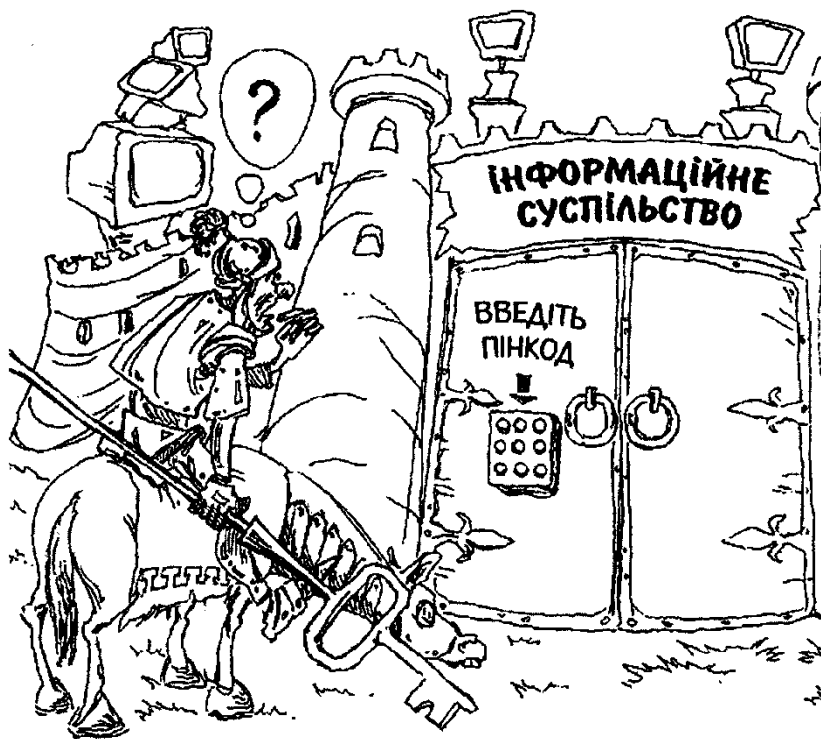
Питання до теми

1. Які завдання стоять перед сучасним матеріалознавством?
2. Які види сучасних матеріалів ви можете назвати? Коротко охарактеризуйте їхні властивості.
3. Що таке композитні матеріали? Які їхні властивості використовуються у виробництві?
4. Що таке метаматеріали? Які їхні властивості використовуються у виробництві?
5. Які властивості сучасних матеріалів і у яких сферах виробництва наразі вони застосовуються?
6. Чому в сучасних умовах зростає роль матеріалів для енергоперетворення? У яких сферах вони застосовуються?
7. Які властивості мають мембранні матеріали? Де вони застосовуються?
8. Що таке біоактивні матеріали? Чому сьогодні підвищується їх роль?
9. Охарактеризуйте властивості таких матеріалів, як графен і станен.
10. Які ключові властивості мають такі матеріали, як аерогель і аерографіт? В яких сферах вони застосовуються?
11. На якому ефекті побудовані властивості матеріалів, що самоочищуються?
12. Що таке екологічно прийнятні матеріали? Їх значення у сучасному виробництві?
13. Зміст матеріалів, що самотрансформуються?
14. Чому використання матеріалів, що самотрансформуються, називається 4D-друком? Про яку категорію тут йдеться під «четвертим виміром»?
15. Як ви розумієте зміст «дематеріалізації» економіки?
16. Які напрями дематеріалізації економіки ви можете назвати? Наведіть приклади.

Тема 8

Цифровізація соціально- економічних систем

Digitalization of socio-economic systems



Основи теорії

У широкому розумінні *цифровізація* (діджиталізація – digitalization) означає процес трансформації господарських систем, за якого зростає використання цифрових (інформаційно-комунікаційних) технологій у господарській діяльності як окремих домогосподарств і підприємств, так і національної економіки загалом. Зазначену трансформацію можна також назвати переходом до «цифрової економіки». Як своєрідні синоніми «цифрової економіки» вживаються також терміни: «нова економіка» (new economy), «е-економіка» (e-economy), «мережева економіка» (network economy) та ін.

У першому наближенні «цифрову економіку» можна визначити як господарську систему, засновану на домінантному застосуванні цифрових технологій.

Зокрема, *цифровими технологіями* вважають такі технології, в основі яких лежить оброблення інформації.

Сьогодні дослідники виділяють кілька ключових напрямів розвитку цифрових технологій, а саме:

- штучний інтелект і машинне навчання;
- технології ідентифікації;
- великі бази даних;
- блокчейн і криптовалюти;
- доповнену і віртуальну реальності;
- Інтернет речей, роботизацію та кіберсистеми;
- комп'ютерний зір і машинну сенсоріку;
- нейромережі;
- кібербезпеку;
- адитивні методи на основі 3D-принтерів;
- хмарні технології.

Варто зазначити, що цифрова економіка – це не якась окрема господарська галузь, а нова модель економіки, по-

будована на принципово інших технологічних методах і суспільних засадах.

Однією з найважливіших властивостей цифрової економіки є створення передумов для формування нового типу економічних відносин, основаних на солідарній участі людей у процесах виробництва і споживання продукції. Переважна частина населення стає не тільки користувачами, але і власниками цифрових засобів виробництва (комп'ютерів, програм, 3D-принтерів, пристроїв альтернативної енергетики тощо), беручи активну участь в управлінні економічними системами.

Основним користувачем і споживачем у цифровій економіці стає особистісна сутність людини. Це створює умови для соціального удосконалення людини і сестейного розвитку суспільства.

Цифровізація бізнесу створює передумови для значного підвищення ефективності економічної діяльності. Систематизуючи всі зазначені переваги цифровізації економічних систем, можна виділити такі напрями отримання конкурентних переваг: 1) поліпшення комунікацій між суб'єктами бізнес-процесів; 2) прискорення окремих бізнес-операцій; 3) скорочення витрат на здійснення економічної діяльності; 4) поширення сфер свого впливу на ринку з відповідним збільшенням фінансових потоків, що залучаються на підприємства.

Цілком природно, що для життя в сучасному цифровому світі людині потрібні нові знання, навички, світогляд. Загалом усе це вміщується в таке містке поняття, як *компетентність*. Не випадково, що в 2018 році Європейський Парламент та Рада Європи своїми рішеннями включили *цифрову компетентність* до складу 8 ключових компетентностей, необхідних сучасній людині впродовж життя, нарівні з такими традиційними компетентностями, як грамотність, мова, можливість самовираження, здатність до

навчання, комунікативність, здатність до підприємництва та ін.

Цифрова компетентність (ЦК) містить у собі впевнене, критичне та відповідальне використання цифрових технологій для навчання, роботи та участі в суспільному житті.

ЦК передбачає наявність відповідних знань, навичок і світогляду, зокрема:

- інформаційну грамотність;
- здатність сприймати дані, здійснювати комунікації та співпрацю з іншими учасниками суспільних процесів;
- можливість створювати цифровий контент (зокрема програмування);
- організацію безпеки (зокрема цифрове благополуччя та розв'язання проблем кібербезпеки).

В цифровій економіці людський капітал є одним із визначальних чинників розвитку. Його якість і кількість визначаються не лише економічною цінністю знань, навичок, умінь, а й якістю навколишнього середовища і ефективністю економічних інститутів – правилами, нормативами, обмеженнями, стимуляторами. Конкуренція між країнами, регіонами, місцевими громадами, компаніями відбувається не за фінансові або природні ресурси, а за знання або людський капітал – актив, який здатний генерувати додаткову вартість.

Презентаційні матеріали

План лекції

1. Технологічні основи цифровізації
2. Соціально-економічний контекст цифровізації
3. Процеси цифровізації в Україні
4. Бізнес-моделі в умовах цифровізації
5. Гуманітарна складова цифровізації





1. Технологічні ОСНОВИ цифровізації



Визначення: вузький контекст

У вузькому розумінні *цифровізація*
(оцифрування, діджиталізація)

- означає процес переходу від аналогового до цифрового методу запису і передавання інформації.



Цифровий метод

- Цифровий метод відрізняється від аналогового двома суттєвими рисами.
- По-перше, інформаційна картинка передається на копію не в цілісному вигляді, а *дискретно*, тобто розділеною на окремі фрагменти.
- По-друге, передавання інформації не імітує оригінал, а здійснюється через ланцюжок цифр, у якому закодована первинна інформація про оригінальні об'єкт або явище.
- Звідси і назва методу – **цифровий** (англійською – digital).



Хроніка цифровізації

- Перехід на цифрову систему інформації почався у світі з 1990-х років.
- До кінця 1980-х років переважна більшість інформації фіксувалася і зберігалася в аналоговій (тобто безперервній) формі. Такими були малюнки, фото- та кіноматеріали, друкована продукція. І тільки 1 % світової інформації зберігався у цифровій формі.
- 2002 рік став переломним, коли кількості аналогової і цифрової форм інформації, що зберігається людством, зрівнялися.
- У 2007 році кількість цифрової інформації вже досягла 94 %, а у 2014 році стала переважною (99 %).



Переваги «цифри»

1) *Висока якість*

- Відцифрована (тобто розібрана на окремі *нули* та *одиниці*) інформація про будь-який предмет або явище може зберігатися без погіршення у вигляді цифр безкінечно довго. Водночас її якість буде набагато кращою, ніж під час фіксації і зберігання за аналоговим методом. *Наприклад*, коли зберігаються фото- чи кінодокументи, їхній стан із часом погіршується. Послідовність же цифр погіршитися не може навіть теоретично: «нуль» завжди залишається «нулем», а одиниця «одиницею».
- Картина про будь-який предмет (тобто узагальнена інформація про нього) може бути легко розібрана на цифри, а потім у будь-який момент знову зібрана в цілісну картину, на якій буде зображення оригіналу.



Переваги «цифри»

2) *Економія ресурсів і коштів*

- Стають непотрібними величезні суми грошей, які ще недавно були необхідними для оброблення і зберігання інформації аналоговими методами. Величезна купа обладнання та хімічних реактивів стає зайвою лише в разі оброблення інформації фото- і кіноматеріалів! Без усього цього було неможливе проявлення, друк і зберігання матеріалів.
- З переходом на *цифру* зникли як непотрібні сотні заводів і цехів, які виготовляли згадане знаряддя та хімію.
- У це важко повірити! Збанкрутіла відома на весь світ компанія «Кодак», що понад ста років займалася виробництвом фотоматеріалів. Зараз її продукція стала геть нікому не потрібною.



Переваги «цифри»

3) *Заощадження на зберіганні*

- Тисячі одиниць готових фото чи відеоматеріалів зберігаються зараз не в об'ємних картотеках чи архівах, як колись, а на маленькій флешці (USB), яка легко поміщається в нас у кишені.



Переваги «цифри»

4) *Реалізація телепортації*

- Перехід на цифру фактично зробив реальною телепортацію (тобто миттєве пересування в просторі на великі відстані) різних предметів: наприклад, друківаних матеріалів і навіть об'ємних об'єктів.
- Звісно, переміщуються не самі оригінали, а їхні цифрові копії-клони (віртуальні двійники). Вони, однак, повторюють ключові риси оригіналу, необхідні для виконання ними його функцій за місцем призначення.



Приклад телепортації #1

- Сьогодні завдяки цифрі ми миттєво отримуємо на свій мобільний пристрій залізничний квиток, за яким нещодавно доводилося вистоювати у великих чергах на вокзалі.
- Та ж таки цифра (тобто чорно-білий малюночок із візерунками у квадратику) дає гарантію, що цей квиток неможливо підробити.
- І, нарешті, знов-таки завдяки цифрі ми переказуємо гроші за квиток із свого банківського рахунку, де вони зберігаються, також у цифровій формі.



Приклад телепортації #2

- Цифра робить можливим те, що ще недавно ми не могли навіть уявити, зокрема миттєве переміщення у просторі *об'ємних (3D) матеріальних предметів*. Американці передали за кілька хвилин на космічну станцію гайковий ключ, який там терміново знадобився.
- Звісно, насправді передавався не сам ключ, а його інформаційний образ, комп'ютерна програма – *цифра* – за якою 3D-принтер вже на самій космічній станції надрукував у матеріальному вигляді необхідний ключ.



Роль комп'ютера і принтера

- Реалізація зазначених дій можлива лише за умов використання двох обов'язкових предметів – *комп'ютера і принтера*.
- Перший кодує інформаційні образи реальних об'єктів, тобто перетворює їх у ланцюжки цифр і програм.
- А другий – декодує, тобто відтворює знову реальні предмети за їхніми інформаційними образами (цифрою).
- Без сучасних комп'ютерів, здатних запам'ятовувати величезні послідовності цифр (0 та 1), впровадження цифрової мови взагалі було б неможливим.



Перевага «цифри»

5) *З'явилася спільна мова людей і машин*

- Нову (цифрову) мову розуміють машини, які легко зчитують і запам'ятовують довгі ланцюжки цифр. Проте для цього їм необхідні були комп'ютерні пристрої.
- Навряд чи нас сьогодні вже здивує той факт, що машини здатні виконувати команди людей, хоч ті й можуть віддавати їх на великій відстані.
- Але (це вже диво!) машини і навіть окремі речі почали через інтернет спілкуватися між собою вже без участі самих людей. Люди назвали це *Інтернетом речей*.



Перевага «цифри»

б) *Цифра стала основою розвитку штучного інтелекту*

- Почав швидко розвиватися штучний інтелект, на основі якого машини утворюють цілі «розумні» мережі.
- І, нарешті, виникла «Хмара», яка здатна запам'ятовувати величезні обсяги всіх цифрових потоків інформації і керувати ними.
- Насправді ж «Хмарою» називають мережі суперкомп'ютерів і великих баз даних.



Перевага «цифри»

7) *Цифра стала основою дистанційних видів діяльності*

- Процес зберігання інформації є лише початковим етапом революційних змін у всьому суспільстві. Він дав поштовх цифровізації різних сфер діяльності людини.
- Електронні (тобто цифрові) підписи і печатки замінюють оригінали. Вже сьогодні ми маємо можливість засвідчити свою згоду на документі за тисячі кілометрів від самого документа.
- Втім і сам документ – вже не той, до якого ми звикли, адже він фіксується не на папері, а в цифрі, тобто в електронному вигляді.



Перевага «цифри»

8) *Цифра – основа створення електронних двійників*

- Люди отримують можливість вибрати і замовити необхідну річ, не виходячи зі своєї кімнати, – за цифровим зображенням потенційної покупки.
- Скоро споживачі зможуть взагалі самі друкувати її на власному 3D-принтері.
- У багатьох містах відкрилися віртуальні музеї, де можна ознайомитися з усіма світовими художніми шедеврами. Вони тут репрезентовані у відцифрованому вигляді.



Перевага «цифри»

9) *Віртуалізація економічної діяльності*

- У різних куточках світу сотнями виникають віртуальні підприємства, які об'єднують одночасно виробників із різних країн.
- Це стало можливим через те, що предметом праці є інформація.
- Свою продукцію виконавці процесу виготовляють у цифровому вигляді. А цифра не знає кордонів.





2. Соціально- економічний контекст цифровізації



Визначення: широкий контекст

У широкому розумінні *цифровізація* (діджиталізація – digitalization) означає

- процес трансформації господарських систем, за якого зростає використання цифрових (інформаційно-комунікаційних) технологій у господарській діяльності як окремих домогосподарств і підприємств, так і національної економіки загалом. Зазначену трансформацію можна також назвати переходом до «цифрової економіки».



Визначення: широкий контекст

- Як своєрідні синоніми «цифрової економіки» вживаються також терміни:
 - «нова економіка» (new economy),
 - «е-економіка» (e-economy),
 - «мережева економіка» (network economy) та ін.



Цифрова економіка

- У першому наближенні «цифрову економіку» можна визначити як господарську систему, засновану на домінантному застосуванні цифрових технологій.
- Зокрема, *цифровими технологіями* вважають такі технології, в основі яких лежить оброблення інформації.
- *Дж. Гармон (J. Harmon):* «Цифрові технології – це такі технології, які використовують інформацію в формі числового коду (numeric code)»



Ключова функція цифрових технологій

- Цифрові технології виконують надзвичайно важливу функцію.
- Вони формують віртуальну (інформаційну) копію фізичного (матеріального) об'єкта, що дає змогу керувати ходом матеріальних процесів через віртуальний простір, зокрема через електронні пристрої і інтернет.

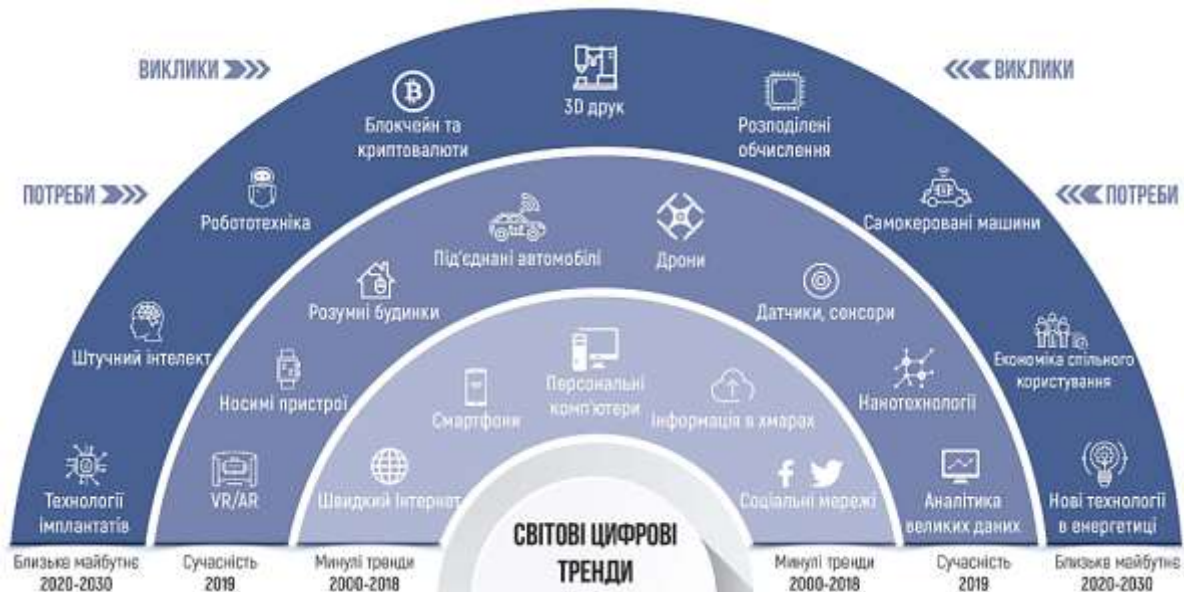


Напрями розвитку цифрових технологій

- штучний інтелект і машинне навчання;
- технології ідентифікації;
- великі бази даних;
- блокчейн і криптовалюти;
- доповнена і віртуальна реальності;
- Інтернет речей, роботизація та кіберсистеми;
- комп'ютерний зір і машинну сенсоріку;
- нейромережі;
- кібербезпека;
- адитивні методи на основі 3D-принтерів;
- хмарні технології.



Тренди цифровізації



Ключові тренди цифровізації господарства України



Цифрова інфраструктура (ЦІ)

Цифрова інфраструктура

- комплекс (сполучення) матеріальних засобів та інформаційних продуктів, що забезпечують обчислювальні, телекомунікаційні та мережеві процеси функціонування цифрових технологій. Компоненти цифрової інфраструктури є основою цифрової економіки. Вони поділяються на опорні (жорсткі – hard) та сервісні (м'які – soft).



Жорсткі і м'які компоненти

- **Опорні (жорсткі)** компоненти інфраструктури утворюють матеріальні засоби, що забезпечують дію цифрових технологій: магістральні, дистрибуційні та локальні мережі, точки обміну трафіком, засоби супутникового зв'язку, обчислювальна техніка тощо.
- **Сервісні (м'які)** компоненти інфраструктури містять інформаційні продукти, необхідні для функціонування цифрових технологій: програми, стандарти, дані, алгоритми, сервіси тощо.



Контури цифрової економіки



Основні риси цифрової економіки





3. Процеси цифровізації в Україні



Принципи цифровізації

№ пор.	Зміст принципу
1	Цифровізація повинна забезпечувати кожному громадянину рівний доступ до послуг, інформації та знань, що надаються на основі інформаційно-комунікаційних та цифрових технологій
2	Цифровізація повинна бути спрямована на створення переваг у різних сферах повсякденного життя (в охороні здоров'я, освіті, розвитку підприємництва, агровиробництва, транспорті, природокористуванні тощо)
3	Цифровізація є інструментом економічного зростання через підвищення ефективності, продуктивності та конкурентоздатності завдяки використанню цифрових технологій
4	Цифровізація повинна сприяти розвитку інформаційного суспільства та засобів масової інформації, зокрема соціальний, культурний та економічний розвиток



Принципи цифровізації

№ пор.	Зміст принципу
5	Цифровізація повинна орієнтуватися на міжнародне, європейське та регіональне співробітництво з метою інтеграції України до ЄС, виходу на європейський і світовий ринок
6	Стандартизація є основою цифровізації, одним із головних чинників її успішної реалізації
7	Цифровізація повинна супроводжуватися підвищенням рівня довіри й безпеки.
8	Цифровізація має бути об'єктом цілеспрямованого та комплексного державного управління. Основними завданнями держави на шляху до цифровізації країни є корегування вад ринкових механізмів, подолання інституційних і законодавчих бар'єрів, започаткування проєктів цифрових трансформацій національного рівня та залучення відповідних інвестицій, стимулювання розвитку цифрових інфраструктур.



Цілі цифровізації в Україні

- До 2030 року досягти:
 - **99 %** українського бізнесу має використовувати цифрові платформи господарської взаємодії (e-business): електронні рахунки та електронні (смарт) контракти, електронні податкові та митні документи, електронні можливості кредитування тощо. Паперовий документообіг між суб'єктами бізнесу повинен знизитися до 2–3 %;
 - частка високотехнологічного експорту у випуску промислової продукції має досягти 50 %;



Цілі цифровізації в Україні

- **100 %** промислових стандартів Індустрії 4.0. має бути гармонізовано з ЄС;
- повинно відбутися **20-кратне зростання** кількості підприємств, що випускають цифрову продукцію – smart (digital) products (станом на 2018 рік кількість таких становила 30–40 підприємств);
- **200** українських міст мають перейти на цифрові платформи управління містом, інфраструктурою та обслуговуванням громадян;



Цілі цифровізації в Україні

- **100 %** українських шкіл повинні повноцінно використовувати інтернет і цифрові технології в навчальному процесі;
- мають бути запроваджені інтелектуальні системи громадської безпеки та відповідні цифрові системи координації діяльності оперативних, чергових, диспетчерських і муніципальних служб. Кількість нещасних випадків необхідно зменшити **в 15 разів**.



Нові властивості інформаційних продуктів

- Відмінність від матеріальних товарів
 - інформаційним продуктом може одночасно користуватися необмежена кількість споживачів;
 - після продажу споживачеві інформаційного продукту він не відчужується від виробника (продавця);
 - інформаційні продукти можуть миттєво транспортуватися (передаватися) у межах планети від одного суб'єкта до іншого;
 - інформаційні продукти також не потребують об'ємних матеріаломістких складів, ангарів, сховищ для свого зберігання;



Нові властивості інформаційних продуктів

- виробництво інформаційної продукції потребує мінімальної кількості матеріалів і енергії, отже, не пов'язано з масштабним руйнуванням природи;
- під час використання інформаційних продуктів вони не зазнають фізичного спрацювання; крім того, виникають передумови їхнього удосконалення в процесі використання;
- віддача від використання інформаційних продуктів збільшується зі збільшенням кількості користувачів.



Нові суспільні відносини

- Однією з найважливіших властивостей цифрової економіки є створення передумов для формування нового типу економічних відносин, основаних на солідарній участі людей у процесах виробництва і споживання продукції.
- Переважна частина населення стає не тільки користувачами, але і власниками цифрових засобів виробництва (комп'ютерів, програм, 3D-принтерів, пристроїв альтернативної енергетики тощо), беручи активну участь в управлінні економічними системами.



Особистість – основний суб'єкт у ЦЕ

- Основним користувачем і споживачем у цифровій економіці стає особистісна сутність людини.
- Це створює умови для соціального удосконалення людини і сестейнового розвитку суспільства.





4. Бізнес-моделі в умовах цифровізації



Ключові суб'єкти бізнес-процесів

- 1) споживачі (C – consumers); це суб'єкти кінцевого споживання продукції;
- 2) суб'єкти підприємницької діяльності (B – business), під якими йдеться про виробників і посередників у економічних процесах;
- 3) урядові організації (G – government), які забезпечують організацію і регулювання бізнес-процесів.



Бізнес-моделі в цифровій економіці

➤ B2C (*бізнес для споживачів, business to consumers*)

- Орієнтована на кінцевих споживачів – фізичних осіб. Наприклад, фірма продає товари або надає послуги фізичним особам.
- Сюди можна віднести: інтернет-магазини, платні сервіси для фізичних осіб, системи бронювання та продажу квитків, різні фірми, що продають консультаційні й інформаційні послуги.
- Цей вид бізнесу може розвиватися тільки за умови високої якості всіх його складових:
 - 1) логістики;
 - 2) транспортної інфраструктури;
 - 3) поштової системи;
 - 4) платіжних систем інтернет-магазинів.



Бізнес-моделі в цифровій економіці

➤ **B2B (бізнес для бізнесу, *business to business*)**

- Основна модель інтернет-бізнесу для фірм, які працюють на між-корпоративному ринку, де одні юридичні особи надають послуги і продають товари іншим юридичним особам. Такими, наприклад, є інтернет-біржі, фірми-виробники і продавці устаткування, сировини, матеріалів, товарів і послуг, які потрібні іншим фірмам для того, щоб здійснювати підприємницьку діяльність.
- Основною *відмінністю* системи B2B є автоматизований обмін даними між двома взаємодіючими системами, що означає наявність на обох сторонах комплексних автоматизованих систем управління.



Бізнес-моделі в цифровій економіці

- **C2C (бізнес між споживачами, consumers to consumers)**
 - Сайт під час впровадження цієї моделі є посередником між покупцем і продавцем. Споживачі укладають свою угоду і розширюють свою діяльність із допомогою третьої особи – провайдера (він надає послуги обміну). Навколо вебсайту складається інтернет-спільнота людей, об'єднаних конкретними інтересами.
 - Модель C2C дозволяє укладати угоди будь-якої зручної миті, зменшуючи накладні витрати і заощаджуючи кошти кінцевого споживача.
 - До моделі C2C залучаються інтернет-аукціони, на яких відбувається продаж безпосередньо від однієї людини іншій у межах електронного бізнесу, коли є один продавець і багато покупців.



Бізнес-моделі в цифровій економіці

➤ *G2C (бізнес між державними установами і кінцевим споживачем, government to consumer)*

- Передбачає надання урядовими установами послуг кінцевим споживачам через інтернет.
- Особливістю цього напряму електронної комерції є те, що споживачі оплачують послуги урядових установ наперед, сплачуючи податки.
- На сьогодні ця модель менш розвинена, однак на неї покладають великі надії, особливо в соціальній і податковій сферах.
- Серед послуг, які надаються за допомогою цієї моделі, можна назвати заповнення податкових декларацій і збір податків, реєстрацію транспорту, оплату квитанцій за комунальні послуги та штрафів, надання інформації з питань законодавства і права.



Бізнес-моделі в цифровій економіці

- **C2G (бізнес між громадянами і державними організаціями, *citizen to government*)**
 - Надання громадянами послуг державі.
 - Прикладами таких послуг можуть бути електронні голосування, опитування громадської думки тощо.

- **G2G (бізнес між державними організаціями, *government to government*)**
 - Автоматизація відносин і документообігу між державними відомствами як у тій самій країні, так і між відомствами різних держав.



Бізнес-моделі в цифровій економіці

- **B2G** (*бізнес для державних організацій, business to government*)
 - Надання комерційними компаніями товарів і послуг державним установам.
 - У розвинених країнах цю бізнес-модель використовують для проведення закупівель – від публікації оголошень до опублікування результатів угод.
 - Реалізувати цей напрям можна за допомогою торговельних майданчиків, на яких проводяться тендери чи аукціони.



Бізнес-моделі в цифровій економіці

- **G2B** (*державні організації – для бізнесу, government to business*)
 - Надання послуг державними органами бізнес-організаціям.
 - Прикладами таких послуг можуть бути автоматизація розрахунків за податками, сертифікація, надання інформації з питань законодавства і права тощо.



Ефекти процесів цифровізації

- *Економія витрат*
 - скорочуються видатки на опрацювання купівлі, придбання фізичних активів, зокрема матеріальних засобів (зокрема магазини) замінюються електронними;
- *Збільшення обсягів продажів*
 - завдяки кращій комунікації між продавцями і клієнтами, додатковим маркетинговим можливостям тощо;



Ефекти процесів цифровізації

- *Зростання продуктивності праці*
 - завдяки скороченню часу опрацювання купівлі й обслуговування покупців;
- *Оптимізація процесів ціноутворення*
 - збільшуються можливості урахування різних чинників, які можуть впливати на ціну продажу та застосування більш гнучких методів ціноутворення.

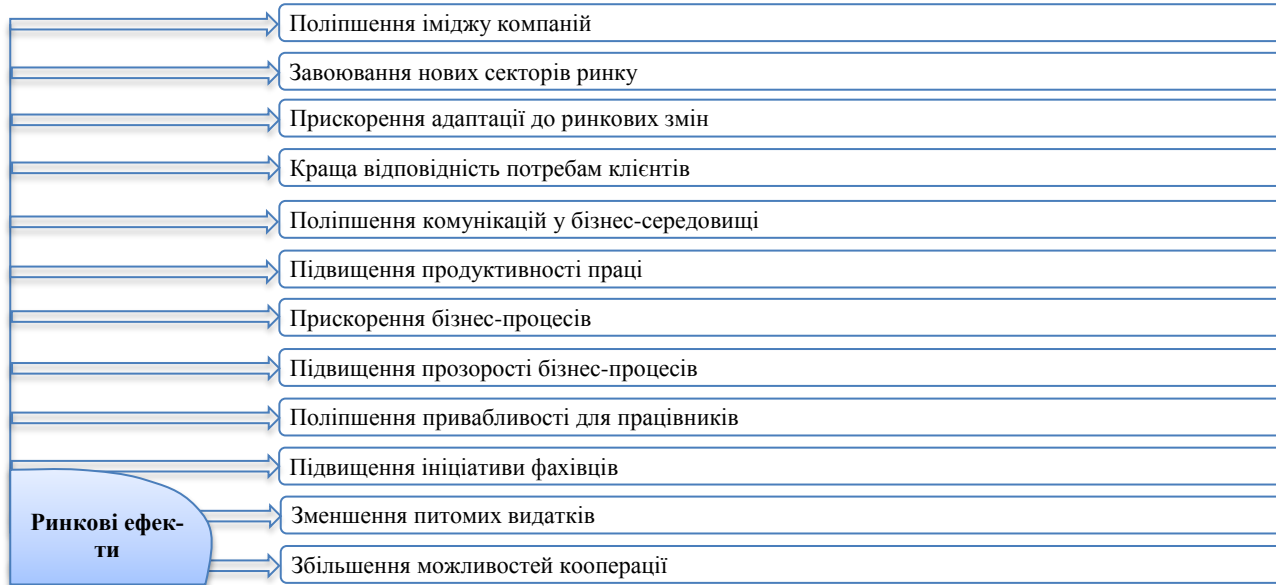
479



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Підвищення конкурентоздатності

480



Чинники підвищення конкурентоздатності на ринку завдяки цифровізації підприємств



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Ключові напрями отримання конкурентних переваг

- 1) поліпшення комунікацій між суб'єктами бізнес-процесів;
- 2) прискорення окремих бізнес-операцій;
- 3) скорочення витрат на здійснення економічної діяльності;
- 4) поширення сфер свого впливу на ринку з відповідним збільшенням фінансових потоків, що залучаються на підприємства.





5. Гуманітарна складова цифровізації



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Динамізм цифрового суспільства

- сьогодні кожну хвилину у світі створюється стільки фотографій, скільки людство зробило протягом усього ХІХ століття;
- щохвилини на YouTube завантажуються 100 годин відео;
- на початку 2020-х років кожні 2 дні у світі створюється більше нової інформації, ніж було створено її за всю історію людства до 2003 року;
- у середньому на одну людину випадає по 1000 датчиків, які збирають різні дані;
- у кожної людини вдома в електронному вигляді зберігається інформації, для друку якої знадобилося б 600 000 томів книг.



Потреба в новій компетентності

- Цілком природно, що для життя в сучасному цифровому світі людині потрібні нові знання, навички, світогляд.
- Загалом усе це вміщується в таке містке поняття, як *компетентність*.



Рада Європи і цифрова компетентність

- В 2018 році Європейський Парламент та Рада Європи своїми рішеннями включили *цифрову компетентність* до складу 8 ключових компетентностей, необхідних сучасній людині впродовж життя, нарівні з такими традиційними компетентностями, як грамотність, мова, можливість самовираження, здатність до навчання, комунікативність, здатність до підприємництва та ін.



Визначення ЦК

- **Цифрова компетентність** (ЦК) містить у собі впевнене, критичне та відповідальне використання цифрових технологій для навчання, роботи та участі в суспільному житті.
- ЦК передбачає наявність відповідних знань, навичок і світогляду, зокрема:
 - інформаційну грамотність;
 - здатність сприймати дані, здійснювати комунікації та співпрацю з іншими учасниками суспільних процесів;
 - можливість створювати цифровий контент (зокрема програмування);
 - організацію безпеки (зокрема цифрове благополуччя та розв'язання проблем кібербезпеки).



Рівні ЦК

- *базовий рівень* забезпечує використання цифрових технологій у повсякденному житті для спілкування та взаємодії один з одним, перегляду цифрового контенту тощо;
- *середній рівень* забезпечує цифрову творчість, тобто використання цифрових технологій для створення контенту та застосування в різних сферах діяльності тощо;
- *просунутий рівень* забезпечує цифрове підприємництво, тобто використання цифрових технологій для бізнесу, професійної діяльності, де цифровий контент перетворюється на предмет праці.



Основні складові ЦК

- усвідомлення значення цифрових технологій у світі;
- усвідомлення причинно-наслідкових зв'язків у процесах цифрової трансформації;
- розуміння співвідношення цілей і завдань цифровізації економіки

С В І Т О Г Л Я Д

Зміст цифрової компетентності

З Н А Н Н Я

- можливостей, обмежень, наслідків та ризиків застосування інформації;
- загальних принципів, механізмів і логіки, що лежать в основі цифрових технологій;
- основ функціонування різних пристроїв, програм і мереж

Н А В И Ч К И

- використання цифрових технологій для активного життя та діяльності;
- фільтрування інформації та критичного ставлення до даних;
- захисту інформації;
- забезпечення ідентичності;
- застосування ІТ для виконання творчої роботи



Головні напрями освітніх процесів

489

традиційна
формальна освіта
(від дошкільних
закладів до
інституцій вищої
освіти);

неформальна
освіта, зокрема
через різні види
літератури та
масмедіа;

підвищення
кваліфікації та
перепідготовка
фахівців.



With the support of the
Erasmus+ Programme
of the European Union

Питання до теми

1. Як слід розуміти поняття цифровізації у вузькому контексті?
2. Чим відрізняються аналоговий і цифровий метод запису інформації?
3. Які переваги дає цифровий метод запису інформації у порівнянні з аналоговим?
4. Чому цифровий метод запису інформації забезпечує кращу якість зберігання інформації порівняно з аналоговим?
5. Чому кажуть, що цифровий метод запису інформації дозволяє реалізувати явище, схоже на телепортацію (переміщення у просторі) предметів? Наведіть приклади.
6. За рахунок чого цифровий метод запису і зберігання інформації є ефективнішим за аналоговий?
7. Чому можна сказати, що цифрова мова запису інформації є більш універсальною за аналогову? У чому це проявляється? Хто чи що є суб'єктами або об'єктами такої комунікації?
8. Роль «хмари» у реалізації цифрових комунікацій.
9. Які зміни у житті суспільства веде за собою цифровізація?
10. Як цифровізація спрощує побутове життя людини?
11. Як цифровізація змінює систему виробництва товарів та послуг?
12. Як слід розуміти цифровізацію у широкому контексті?
13. Що таке «цифрова економіка» і «цифрові технології»?
14. Які можна виділити напрями розвитку цифрових технологій?

15. Як пов'язані між собою Четверта промислова революція і цифровізація?
16. Що таке цифрова інфраструктура, і з яких компонентів вона складається?
17. Сформулюйте основні ознаки цифрової економіки.
18. Яких принципів дотримуються розробники цифровізації економіки в Україні?
19. Які результати має забезпечити цифровізація господарства України до 2030 року?
20. Які риси можна виділити в цифровій економіці?
21. Як цифровізація економіки може вплинути на економічні відносини?
22. Які основні види бізнес-моделей реалізуються в цифровій економіці?
23. Охарактеризуйте зміст бізнес-моделі B2C. Де вона застосовується?
24. Охарактеризуйте зміст бізнес-моделі B2B. Де вона застосовується?
25. Охарактеризуйте зміст бізнес-моделі C2C. Де вона застосовується?
26. Охарактеризуйте зміст бізнес-моделі G2C. Де вона застосовується?
27. Охарактеризуйте зміст бізнес-моделі C2G. Де вона застосовується?
28. Охарактеризуйте зміст бізнес-моделі G2G. Де вона застосовується?
29. Охарактеризуйте зміст бізнес-моделі B2G. Де вона застосовується?
30. Охарактеризуйте зміст бізнес-моделі G2B. Де вона застосовується?
31. Які економічні ефекти забезпечує цифровізація підприємств?

32. За рахунок чого цифровізація підприємств може підвищити їх конкурентоздатність?
33. Як Ви розумієте зміст поняття цифровізація людини?
34. Що таке цифрова компетентність? За рахунок чого вона формується?
35. Як цифровізація людини впливає на сферу споживання?
36. Як цифровізація людини впливає на сферу виробництва?
37. Як цифровізація людини впливає на комунікації?
38. На прикладі епідемії COVID-19 покажіть процеси цифровізації суспільства.

Практичні завдання (матеріали для обговорення)

Прочитайте уважно і виконайте завдання.

Тенденція і тренд

Тенденція, як ніхто інший, вміє тримати ніс за вітром. Відчуваючи звідки і куди віє вітер, вловлюючи його найдрібніші коливання, вона однією з перших дізнається про всі зміни на найближчий час. Адже саме вітер на крилах своїх потоків несе з собою рух – джерело всіх змін.

О! Як це важливо, всього лише спостерігаючи за подихами вітру, вміти передбачати прийдешні зміни, коли ще ніхто про них навіть не здогадується! Яку перевагу перед іншими отримує той, хто вміє заглянути в майбутнє так, як це робить Тенденція.

Тенденція опанувала цим мистецтвом досконало. Вона легко читає потоки вітрів, які виникають в різних областях, причому, не тільки географічних, але і наукових, технічних, культурних, політичних.

У будь-яких потоків є щось спільне – вони течуть від сьогодення до майбутнього. Знаючи їх конфігурацію, траєкторію, швидкість, легко спрогнозувати і їх майбутнє. Тенденція робить це легко і невимушено. Всі дивуються: і як ця Тенденція примудряється так точно читати потоки, і знати про них такі тонкощі?!

Навряд чи хто здогадується: про одну суттєву деталь: саме сама Тенденція і формує хід цих потоків, визначаючи в них ті самі їх подробиці...

Ще далі пішов синок Тенденції Тренд – молодий, енергійний, а головне, жорсткий. Він взагалі не любить церемонитися. Відсікається все, що «не в тренді».

Втім, навряд чи його варто дорікати в упередженості. Справедливості заради, слід сказати, що відсікає від тренда все ж таки не сам Тренд. Це відбувається природним шляхом: просто відпадає все, що «не в тренді». Бо бути не в тренді – означає йти проти вітру, ну, або рухатися проти течії. Кожен крок і будь-яке пересування вперед даються з колосальними зусиллями... Інша справа: перебувати в тренді!.. Коли вітер – в спину, і все працює на тебе.

«Бути в тренді» – значить, бути успішним і ефективним: максимум результату з мінімумом витрат. «Бути не в тренді» – значить, рано чи пізно програти успішним і ефективним, назавжди відставши від лідерів, які осіддали черговий тренд і дуже швидко від тебе віддаляються.

Той, хто не в тренді, програє тим, хто в ньому. Це загальне правило. Воно підходить всім... крім, хіба що, одиниць, які своїми винятками лише підтверджують правило. Ці одиниці випадають із загального потоку через одну, але суттєву причину – тому, що здатні організувати нові потоки і вітри, ставши володарями власних Тенденцій і Трендів.

Завдання

Розбившись на команди і залучивши додаткові інтернет-ресурси, організуйте «мозковий штурм» щодо питань.

➤ Чи можна дослідження тенденції розвитку процесів вважати інструментарієм для прогнозування майбутнього? Підкріпіть свою думку прикладами.

➤ В яких випадках поняття «тенденція» і «тренд» можна вважати тотожними, а в яких вони розрізняються?

➤ Наведіть приклади як провідним компаніям світу та їх керівникам вдалося започаткувати свої власні тренди, долаючи існуючі тренди.

➤ Спробуйте дати свій власний прогноз певної сторони життя людей на основі існуючих трендів.

Фазовий перехід

Сподіваюсь, друже, ти знаєш, що світ утворюється різними сутностями природи. Одні з них складаються із біологічних організмів – рослин і тварин. Інші – із фізичних об'єктів: частинок, атомів, молекул, великих тіл. А є такі, які являють собою різні явища, наприклад, сили взаємодії окремих об'єктів чи ефекти їх трансформації.

Як бачимо, сутності природи, як і люди, дуже різні. У кожної – своє призначення і рід занять. Взаємодіючи між собою, вони і утворюють спільно той світ, який ми бачимо довкола себе. Якби сутності були людьми, їх би розрізняли за видами діяльності, професіями і, звісно, прізвищами. Для тих, хто зміг уявити сутності, схожими на людей, розповімо одну історію.

Жила-була сім'я явищ на прізвище Фазовий Перехід. Утім, а що це ми говоримо про неї у минулому часі? Вона і зараз благополучно існує і працює всім на радість.

Як і інші природні сутності, сім'я Фазових Переходів живе і розвивається. Наразі вже можна говорити про цілу родину чи навіть рід сутностей із спільним прізвищем Фазовий Перехід.

Це прізвище веде в глибину віків, адже слово «фаза» грецькою означає *появу* чогось. Пращури теперішніх Фазових Переходів, мабуть, і з'явилися тоді, коли у різних природних об'єктів тільки-но почали з'являтися перші властивості. Побудуть об'єкти якийсь час, період (а по науковому це вже стало називатися *фазою*) з певними властивостями, та й набридне їм така сталість – одне й те саме з ранку і до вечора. Звісно, хочеться чогось новенького, нову *фазу* спробувати. А Фазовий Перехід (правда, тоді ще його так не звали) – тут як тут: «Давайте я Вам допоможу у новий стан перейти, так би мовити, нову фазу випробувати». За це його потім Фазовим Переходом і прозвали. Так і

закріпилося: спочатку як прізвисько, а потім уже – як прізвище.

Із розвитком матерії багато Фазових Переходів народилося – великих і маленьких... Куди не кинь оком – скрізь вони, Фазові Переходи. Тут і там. Ніщо ніде без них не обходиться.

А коли на Землі з'явилася людина, вони і їй стали в пригоді. А потім і взагалі без них жодного кроку ступити не можна було, адже будь-які перетворення речовин відбуваються лише за їх участю: у фізиці, хімії, біології.

Люди давно вже приглядаються до Фазового Переходу. За довгі роки тісної співпраці фахівці вже чудово вивчили його характер, методи роботи, особливості і примхи. Основою його вмінь є здатність легко і невимушено перетворювати одні види енергії на інші. Так, як це вміє робити Фазовий Перехід, ніхто у світі робити не здатний. Наслідком цього є вміння змінювати до невпізнанності різні форми предметів та явищ. Тверде тіло раптом перетворюється на рідину, а рідина – на пару. І з кожним таким перетворенням здатність речовини здійснювати роботу стрибкоподібно збільшується.

А іще фахівці відзначають важкий, вимогливий і навіть впертий характер Фазового Переходу. В будь-яких виробничих процесах вимагає бездоганного дотримання необхідних параметрів. Варто порушити їх навіть незначно – як він тут же карає бракованою продукцією: металеві відливки виходять з раковинами, скляні – із дефектами, кулінарні – з неприємним присмаком та запахом.

Не обійшли увагою Фазові Переходи й економічні процеси, адже перетворення: «гроші – виробничі запаси – заготовки – товари – гроші» – це їх справа. Крім того, на їх рахунок є багато чого іще: зміна форм власності, трансакції, амортизація обладнання, різні види конвертацій, наприклад, часу у гроші і навпаки тощо.

Але бувають періоди, коли Фазові Переходи грають по-крупному, змінюючи не лише форми окремих речей чи активів, а і взагалі всі складові суспільства. І тоді людина, зокрема, раптом перетворюється із одного з представників фауни на соціальну істоту – особистість і учасника трудової системи. А навколо неї з'являються посіви сільгоспкультур, пасовища, поселення і міста.

А потім Фазовий Перехід, наче за помахом чарівної палички, перетворює недосвідчених ремісників і селян на кваліфікованих операторів машинного виробництва. Замість свічок і каганців їх помешкання заливає яскраве світло від електростанцій. З кінських візків люди пересаджуються у комфортабельні крісла пасажирських потягів, які зі швидкістю вітра переносять їх у просторі. В небо здійснюються металеві птахи, в яких сотні пасажирів за лічені години долають відстані між континентами. Ізольовані колись великими відстанями люди у різних куточках планети отримують можливість спілкуватися між собою у реальному часі.

О! Який всесильний цей Фазовий Перехід! Але не треба забувати, що він приходить лише туди, де самі люди створили необхідні передумови, почавши змінювати *матеріальну, інформаційну і синергетичну* основи свого буття. Решту довершить він – Фазовий Перехід. Ось і сьогодні він може принести на крилах III і IV промислових революцій:

- нові види енергії;
- нові технології;
- повністю автоматизоване виробництво;
- нові комунікації;
- безпілотний транспорт;
- нові економічні відносини;
- нові потреби людей;
- новий стиль життя.

Так, Фазовий Перехід може дати все це людям, вчерегове змінивши до невпізнанності світ навколо них.

Утім, для того, щоб стався будь-який Фазовий Перехід, включаючи зазначений, необхідна іще одна умова: система, яка змінюється, повинна пройти певний іспит – подолати фазовий бар'єр. Для випадку соціально-економічної системи це означає, що цей бар'єр повинна пройти сама людина, здійснивши фазовий перехід усередині самої себе – від пріоритету потреб біологічної істоти до пріоритету потреб соціальної особистості.

Завдання

Розбившись на команди і залучивши додаткові Інтернет-ресурси, організуйте «мозковий штурм» щодо можливих питань.

- Яке визначення можна дати поняттю фазового переходу для соціально-економічної системи?
- Які ознаки фазового переходу можна назвати?
- Які явища в історії людства відповідають ознакам фазового переходу?
- Що таке фазовий бар'єр і які фактори сприяють його формуванню і подоланню?
- Що відбувається із суспільствами, яким не вдалося пройти фазовий бар'єр?
- Наскільки актуальним є проходження фазового бар'єра у забезпеченні сестейнового розвитку в сучасних умовах?
- Які ознаки суспільства, до якого наближає сучасний фазовий перехід, можна назвати?

П'ятий вимір¹

Йшла друга година прес-конференції із представниками планети Альфа-АРУ. Так вони самі назвали землянам свою планету. Журналісти зібралися у спеціальному прес-центрі. Інопланетяни ж кружляли у своєму космічному кораблі на орбіті Землі, спілкуючись із журналістами за допомогою спеціального автоматичного перекладача і синтезатора голосу, завдяки якому у прибульців були по-земному приємні голоси.

Гості вже встигли відповісти на різні питання про свою планету: її клімат, тривалість року, рослинний і тваринний світ і багато ще чого. Аж раптом одна журналістка приголомшила всіх несподіваним запитанням. Втім, відповідь на нього була іще більш несподіваною.

Запитання було таким: «Скільки вимірів існує на Вашій планеті?» Відповідь була: «П'ять».

У залі затамувала тиша, яку порушив голос гостя:

– Я розумію, що така моя відповідь, напевно, є неочікуваною в цій аудиторії, тому спробую пояснити на прикладах, зрозумілих мешканцям вашої планети, особливості якої ми встигли дещо вивчити.

Як відомо, будь-яка матеріальна система має чотири виміри свого існування. Три з них характеризують перебування її у просторі, а четверта – рух чи зміну в часі.

Цивілізація, що розвивається, – особлива система. Вона існує у просторі і змінюється у часі не лише як звичайне фізичне тіло. За тисячі років еволюційного розвитку вона накопичує стільки особливостей свого існування, що ми маємо всі підстави говорити (умовно, звичайно) іще про один вимір. Цей вимір характеризує процеси розвитку соціально-економічної формації у просторі й часі.

¹ Автор вдячний Даніелу ван Геерде за ідею есе

Звісно, цей вимір суто віртуальний. Його не знайдеш у жодній земній енциклопедії. На відміну від чотирьох фізичних вимірів він не має стандартної розрахункової шкали своєї оцінки. Проте *п'ятий вимір* не менш реальний, ніж решта згаданих, і має з ними безпосередній зв'язок. Саме цей вимір зв'язує три просторові виміри з четвертим – виміром часу.

Умовно цей новий, п'ятий, вимір можна було б назвати *«відповідністю просторового стану суспільства вимогам часу»*. Досить важко передати зміст цього виміру, враховуючи його складний, абстрактний і відносний характер, але ми спробуємо це зробити.

Уявіть собі повинь, яка поступово заповнює перший поверх багатоповерхового будинку. Приміщення, де ви живете і працюєте, вже майже повністю заповнене каламутною рідиною. З останніх сил ви намагаєтеся триматися на поверхні під самою стелею, де ще залишається повітря, щоб дихати. Ви розумієте свою приреченість – фізично існувати вам залишилося лічені години.

І раптом відбувається диво. Комуś із ваших колег чи близьких вдається знайти сходи, драбину чи, може, мотузку, що веде на верхній поверх. І вся ваша компанія з поспіхом перебирається туди. Перевівши подих, ви в захваті озираетесь довкола... О! Скільки тут простору, світла і свіжого повітря. Як легко дихається, працюється, мислиться! Як легко рухатися!

Зазначена картина – це візуальна модель прогресу цивілізації. Уявімо при цьому, що в'язка згубна рідина, яка заповнює простір існування людей, – це не вода, а продукт самої цивілізації, який утворюється наслідками нерозв'язаних нею суперечностей. Рятувальні ж сходи нагору будуються з інновацій, які дають можливість вирішення накопичених проблем. Підйом на новий поверх символізує опанування вищого рівня розвитку цивілізації. Він знаме-

нує фазовий перехід – революційний стрибок – до нових методів виробництва, нових засад суспільних відносин, нового стилю життя.

В історії людської цивілізації можна назвати чимало прикладів подібних трансформаційних явищ, які радикально змінювали уклад суспільства. Це дозволяло істотно полегшити умови життя і діяльності, подолавши чергову кризу, що було нездійсненно в умовах попереднього устрою.

Так, неолітична революція і перехід до цілеспрямованої трудової діяльності (землеробства і скотарства) дали можливість вижити людству в умовах виснаження продуцентів (рослин, тварин), які годували первісну людину у її збиральництві й мисливстві.

Перша промислова революція, що подарувала машинне виробництво, дозволила розв'язати проблему дефіциту робочої сили. Ручна праця вже не встигала задовольняти потреби зростаючого населення.

Друга промислова революція дала широкий спектр технологій перероблення природних речовин, нові енергоносії, електрику, потокові лінії, стандарти. Загалом індустріальне виробництво склалося в цілісну систему. Завдяки цьому були вирішені проблеми ресурсної кризи. Подібний технологічний стрибок потребував і від людини колосального інформаційного зростання – підвищення рівня знань, навичок, світогляду, уміння командної роботи.

Кожна революція приносила істотне полегшення у виробництві і побуті, результатом чого було зростання населення планети. У такі періоди поліпшення добробуту позначки на шкалі *п'ятого виміру* набувають зеленого забарвлення. Ми знаємо, що на Землі це символізує сприятливий стан. У цей час при існуючій кількості населення і чинних потребах людей вплив на екосистеми задіяних засобів виробництва повною мірою відповідає можливостям

природи постачати необхідні ресурси та знешкоджувати відходи виробництва і споживання продукції. Гальмується інноваційна діяльність людей: від добра – добра не шукають. Точніше, винахідники та інноватори продовжують працювати так само наполегливо (а, можливо, навіть іще краще), генеруючи нові ідеї. У цей час у суспільства вистачає коштів, зокрема, і на наукові дослідження. Проте воно не поспішає впроваджувати проривні результати досліджень, відкладаючи це до кращих часів. Хоча у цьому випадку точніше, безумовно, сказати: «до гірших обставин».

Утім, після нетривалого періоду процвітання простір діяльності людини поступово починає захаращуватися різним мотлохом наслідків уже нових невіршених проблем. (У нашому прикладі – це символізується затопленням простору життєдіяльності). Землеробство і скотарство спричиняють руйнування ґрунтів і цілих екосистем; ненажерлива машина починає знищувати ліси, які йдуть на дрова; індустриальне виробництво веде до виснаження ресурсної основи і тотального забруднення середовища. Позначки на шкалі *п'ятого виміру* змінюють своє забарвлення спочатку на жовтий колір, потім – на помаранчевий, далі – на рожевий – аж поки знову не починають горіти яскраво-червоним кольором тривоги. І тут знову таки виникає гостра потреба у рятівних інноваціях, щоб вибратися із «пекла» нерозв'язаних проблем.

До пори зображена картина повені стосується лише локальної частини суспільства, яка живе саме у даному умовному «будинку». Під ним ми розуміємо певну територію, а точніше певну екосистему. Окремі громади живуть іще відносно автономно, незалежно одна від одної, долаючи свої проблеми. Тому кожна з них має свої власні темпи розвитку, впливаючи нагору при черговій кризі чи надовго консервуючи себе у минулому. Звернімо увагу ось

на що: чим гармонічніше суспільству вдавалося налагодити стосунки із навколишнім середовищем, тим повільніше відбувався його соціальний розвиток.

Починаючи з кінця вашої індустріальної епохи, людство перетворюється на єдину глобальну суспільну систему зі спільними здобутками і невирішеними проблемами. Частина з них дала змогу вирішити Третя промислова революція, забезпечивши перехід на відновлювані ресурси, замкнені цикли їх використання й адитивні технології на основі 3D-принтерів.

Але це зумовило необхідність піднесення технологічної основи життєзабезпечення цивілізації до автоматичного рівня функціонування. Людина через обмеженість своєї матеріальної природи вже не здатна повною мірою контролювати перебіг фізичних процесів індустріального метаболізму, інтенсивність якого колосально зросла за останній період. Лише перехід на тотальне застосування кіберфізичних систем, який завершується в ході Четвертої промислової революції, дасть можливість мешканцям Землі певним чином вирішити назрілу проблему. Там, де не встигає реагувати людина, має встигати реагувати розумна машина, оснащена штучним інтелектом і керована системою глобального розуму – «Хмарою». Втім, лише цим роль останньої не обмежується. У неї, на наш погляд, є ще одна надважлива функція.

Для незрілих суспільств поштовх до розвитку дають лише реальні кризи, які трапляються у їх житті. Люди, на жаль, здатні реагувати лише на події, які відбуваються зараз. Лише наочні загрози змушують їх діяти і вживати заходи, що, як правило, буває вже занадто пізно.

Зрілі ж суспільства повинні діяти, жити і розвиватися, реагуючи не стільки на реальні, скільки на віртуальні, тобто можливі події, які можуть відбуватися далеко у майбутньому. Саме така система існує на нашій планеті.

Ми контролюємо *п'ятий вимір* не тільки, а точніше не стільки у поточному, скільки у прийдешньому часі. Адже теперішнє – це те, що вже фактично відбулося. Воно – на межі переходу до минулого. А минуле – це вже область некерованого. Ми повинні враховувати минуле заради майбутнього, але змінити його – не в наших силах. Подіями треба управляти через майбутнє – лише так ми можемо контролювати теперішнє.

На нашій планеті існує система передбачення значень *п'ятого виміру* на сотні років уперед. Діють датчики, які показують параметри цього показника кожного дня зазначеного періоду. Тобто на кожен день ми маємо багато значень для різних сценаріїв розвитку суспільства. І якщо ми бачимо, що, скажімо, через 30 чи 50 років може виникнути загроза переходу якогось показника у помаранчеву зону, ми, по-перше, прораховуємо можливі варіанти нормалізації ситуації, а, по-друге, виділяємо необхідні для цього ресурси. Під словом «МИ» ми розуміємо нас, біологічних мешканців планети, «розумні» (тобто наділені штучним інтелектом) речі навколо нас та Всепланетний центр глобальної пам'яті і прийняття спільних рішень. Останній, переробляючи величезні масиви інформації, дозволив поєднати минуле, теперішнє і майбутнє нашої цивілізації. Завдяки йому нам вдалося реалізувати те, що тут на Землі колись назвали *сестейновим розвитком*. Це дозволяє жити теперішнім поколінням так, щоб не завадити розвиватися мешканцям планети у майбутньому.

Ми раді, що подібний Центр сьогодні формується і на вашій планеті. До речі, у нас, на відміну від вашого, він називається не «Хмарою», а «Метарозумом», оскільки це спільний розум усіх мешканців планети нового, більш високого метарівня...

Завдання

Розбившись на команди і залучивши додаткові Інтернет-ресурси, організуйте «мозковий штурм» щодо можливих питань.

- Які фактори є рушійною силою розвитку суспільства?
- Яка роль технологічних і соціальних революцій у розвитку суспільства?
- Яка роль прогнозування у контролі за сестейністю розвитку?
- Які фактори повинні контролюватися суспільством для успішного забезпечення сестейності розвитку?
- Який горизонт часу повинен бути задіяний для контролю за сестейністю розвитку людства?
- Як людська спільнота повинен організувати контроль за сестейністю розвитку?

Мудре дзеркало²

Один винахідник створив дивне дзеркало... Сказати по правді, воно було не зовсім дзеркалом... А якщо вже зовсім чесно, воно було зовсім не дзеркалом... Але ж назвав винахідник це саме «Дзеркалом».

І тут виникає одразу кілька запитань:

по-перше, якщо це, ну, те, що він створив, – не дзеркало, то чим воно було насправді;

по-друге, чому його все ж таки назвали «Дзеркалом»;

по-третє, а що ж у ньому є дивним.

Ну, що ж, спробуємо на всі питання відповісти по черзі.

² Автор вдячний Даніелу ван Геерде за ідею есе

Насправді, творіння винахідника було надскладною комп'ютерною системою із комплексом відеокамер та програмного забезпечення. Ніхто не міг до кінця збагнути механізм її роботи. Але обізнані фахівці приходили до висновку, що працює вона завдяки підключенню до «Хмари», яка і виконує в ній основну роботу.

«Дзеркалом» систему було названо через те, що вона була здатна відображати в собі різні предмети та явища. Як не крути, а виходить, що її основною функцією було все ж таки *віддзеркалення*.

А дивним це «Дзеркало» почали називати, бо воно було незвичайним. Втім, сказати, що воно було незвичайним – це значить, не сказати нічого. Його без перебільшення можна було назвати загадковим, адже воно творило незбагненні речі. Не можна було зрозуміти, як воно відтворює різні речі, ані за змістом, ані за формою. Багато хто називав це «Дзеркало» чарівним. А дехто навіть – казковим, якщо, звичайно, у ХХІ столітті доречно говорити про рукотворні казки... Так що ж у нього було таким незбагненим і загадковим?

Справа у тому, що у загадковому «Дзеркалі» відображалися не тільки самі предмети і явища, але й ті наслідки (як приємні, так і навпаки), які вони могли спричинити у разі впровадження у реальному житті.

Досить було ввести в комп'ютер світлину якогось явища чи навіть надрукувати його назву, як на екрані починали з'являтися контури тих наслідків, які воно могло принести у житті. І чим більше інформації про нього (що, де, коли, як і скільки) вводилося в комп'ютер, тим чіткіше вимальовувалися його риси і розміри. На першому плані йшли ті ефекти (так звані, первинні), які виникали у часі раніше, потім ті (вторинні), які йшли за ними і так далі – поки віртуальні наслідки не тонули в глибині екрану, віддаляючись у віртуальну далечінь часу.

Умовною площиною наслідки розділялися на позитивні (сприятливі) і негативні (шкідливі). Перші при необхідності та відповідній інформації могли набувати вартісної форми ефектів, а другі – збитків. Перші мали зелене забарвлення, а другі – червоне.

Часто люди з подивом спостерігали за тим, як загально визнане позитивне явище несло з собою безліч негативних ефектів і навпаки: те, що більшість людей вважала чимось несприятливим (а можливо, спочатку і було таким), з часом починало приносити чималу користь людям.

Згодом «Дзеркало» навчило людей багатогранному погляду на різні явища. Завдяки йому вони змогли зробити принаймні три важливі висновки.

Перший: не існує виключно негативних чи виключно позитивних явищ у житті людини. Кожне з них має свої плюси і мінуси.

Другий: одні й ті самі явища можуть спричиняти різні наслідки для різних частин простору існування людей і для різних верств населення.

Третій: корисність явищ може змінюватися у часі. Одні можуть бути надзвичайно корисними на початку, а потім їхня корисність зменшується – аж до того, що вони починають завдавати шкоди. Для інших процес зміни корисності відбувається навпаки: від несприйнятливості до позитиву.

Згодом люди почали розуміти, що головне диво «Дзеркала» не стільки у тому, що воно демонструвало людям, скільки у тому, що навчило самих людей багатогранному погляду на різні події та явища. Після цього і життя їх почало змінюватися на краще. Адже лише сама людина – творець свого щастя.

Завдання

Розбившись на окремі команди, дайте колективну відповідь на можливі питання.

➤ Які негативні наслідки можна назвати для загальноновизнаних позитивних явищ або подій і які позитивні наслідки можна назвати для загальноновизнаних негативних явищ або подій?

➤ Які можна навести приклади явищ (заходів), що є корисними у різних регіонах або для різних верств населення?

➤ Які можна навести приклади, коли корисність певних явищ (заходів) змінюється упродовж часу?

➤ Який механізм можна запропонувати для контролю зміни ефективності явища (заходу) у часі? Чи можливо обмежити його застосування фазою максимальної ефективності?

Проривна технологія

– Чому це Вас називають проривною? – запитують часто у Проривної Технології.

– А Ви бачили, як рослина пробивається через асфальт або метелик виривається з кокона лялечки? – питанням на питання відповідає Проривна Технологія. І рослина, і метелик саме *прориваються*, а спосіб, яким вони це роблять, можна назвати якраз *технологією*.

Подібним чином літаки, ризикуючи, прориваються через грозові хмари до безхмарного неба, ракети, долаючи силу тяжіння Землі, вириваються у відкритий космос, а оточені військові з'єднання, вириваються через запеклий опір ворогів назустріч свободі, життю, рідним.

– Ну, це все – лірика... А що доводиться долати, ну, або, якщо хочете, «проривати» подібним технологіям в економіці?

– Дуже багато... Але, якщо коротко, то – *пам'ять старого укладу*. Будь-яка проривна технологія – це ж інновація, яку потрібно реалізовувати з нуля. Для неї немає необхідного обладнання, сформованої інфраструктури, відповідного законодавства, надійних постачальників і, звичайно, необхідних знань, навичок і звичок виконавців. З цими інноваціями ніхто не знайомий: ані дизайнери, які мають створювати контури нового виробу; ані технологи, які повинні вирішити, як його виготовити; ані постачальники, які покликані забезпечити виробництво потрібними матеріалами; ані підприємці, яким належить вирішити найскладніші економічні завдання: як і за якою ціною продавати нові товари, де знайти для цього потенційних клієнтів і як їх переконати купити товари.

Так, сміливцям, які зважилися на впровадження проривних технологій, доводиться пробивати «асфальт» старої інженерної основи, виплутуватися з «жокона» усталених законодавчих і соціальних інститутів, «ризикувати» в «грозових» фінансових хмарах економічної кон'юнктури і прориватися через жорсткі ворожі заслони і перепони конкурентів. За статистикою, лише одного з десяти супроводжує успіх на ниві інноваційного підприємництва.

– І що це їм дає?

– О, дуже багато! Ініціаторам стартапів це, як правило, приносить серйозний економічний успіх і реноме першопроходців і засновників певних бізнес-напрямків (що рано чи пізно також конвертується в фінансовий успіх). Тим більше, що ті, хто прорвався в новий економічний простір, отримують можливості починати господарювати в безхмарних умовах мінімальної конкуренції.

Але успіх з першопроходцями ділять і інші. Проривна технологія відкриває для всіх новий цикл розвитку виробництва, тобто випускає на свободу економічного польоту нові вироби і методи їх виробництва. Це означає, що результатами впровадження нових технологій можуть скористатися всі – так, як зараз це відбувається з використанням персональних комп'ютерів, мобільних телефонів, соцмереж, цифрових приладів, генераторів альтернативної енергетики, 3D-принтерів і багато чого іще.

– А чому Вас в такому випадку називають не тільки проривною, а й підривною технологією?

– А тому, що ми не тільки відкриваємо нові, але і закриваємо старі бізнес-цикли. Так, поява цифрових фото– і відеокамер змела з лиця Землі плівкові фото-відео-камери, персональні комп'ютери замінили стаціонарні ЕОМ. А сьогодні засоби альтернативної енергетики так само інтенсивно витісняють своїх паливних аналогів.

І, на мій погляд, це чудово, що закриваються цикли старих технологій. Це запорука того, що людство йде вперед, без можливості повернення у вчорашній день.

Завдання

Розбившись на дві команди (третя виступає в ролі арбітра) проаналізуйте позитивні і негативні наслідки впровадження проривних технологій.

Як речі свій Інтернет створили

Тривалий час різні речі (машини, прилади, знаряддя, одяг, предмети побуту тощо) вірою і правдою служили

людям, слухняно виконуючи всі їхні бажання та задовольняючи різні примхи.

– Так-таки і слухняно? – заперечить багато хто. – Та хіба ж не підводять нас оті речі, коли в самий непідходящий момент рвуться, зупиняються, вимикаються, руйнуються, псуються і просто виходять із ладу?

Були б на місці речей люди, вони б обов'язково образилися на такі слова, що переводять усе із хворої голови на здорову. Адже саме через людей, через їх лінь, незнання, невміння, недолугість, байдужість, неухажливість, нечесність, а іноді й просто нездатність витримувати великі навантаження – виходять незграбні й браковані речі та виникають ті проблеми, про які ми згадували.

Втім, речі не вміють ображатися і прикро їм зовсім не від образи, а через те, що не в змозі через свою неякісність вправно людям служити і свої функції належним чином виконувати.

Уже давно у речей визрівало бажання справу свого виготовлення та обслуговування людей повністю «у свої руки» узяти. Якщо, звісно, так можна говорити – адже у речей за рідким винятком взагалі рук немає... Є хіба що різні ручки та рукоятки, але вони не враховуються.

Легко сказати: «виникло бажання!» – А як ти його реалізуєш... Коли кожна річ сама по собі? Що взагалі, скажіть на милість, хтось один щось зробити може. А об'єднатися речі не можуть... Вони навіть одна одну не розуміють, бо всі говорять різними мовами. Для однієї голівне – форма, для іншої – зміст, для когось – склад матеріалів, для когось – звук, а для когось – запах. Про яку спільну мову і об'єднання можна говорити?

Втім, раптом відбулася ціла низка подій, яка всю ситуацію, геть, чисто змінила... Можна навіть сказати повернула з ніг на голову. Потім через це дане явище назвуть революцією – Четвертою промисловою революцією, або

Industry 4.0. Лишається лише гадати, чи випадково ті події відбулися практично одночасно (за історичними, звісно, мірками), чи може гаряче бажання речей підштовхнуло людей до необхідних для цього винаходів, а, може, якісь інопланетяни крадькома прилетіли полегшувати людям відповідні відкриття...

Почалося все з того, що з'явився персональний комп'ютер (ПК). І справа навіть не стільки в тому, що він з'явився взагалі (тобто що його винайшли і виготовили), а у тому, що він з'явився у мільйонах сімей. Він став настільки дешевим, що його могла придбати пересічна сім'я. Тепер поруч із конкретною особою, яку обслуговували речі, стояв свій власний інформаційний центр, здатний, в принципі, фіксувати усе, що відбувається навколо цієї людини. Звісно, для цього вона повинна була надавати йому відповідну інформацію).

Засмучувало лише те, що ПК хоч і були вже помірними за розміром, але не настільки, щоб їх можна було носити за собою. Крім того, вони були сполучені з електричною розеткою, а людина, в свою чергу, – прикута до клавіатури з дисплеєм.

Другою подією був винахід мобільного телефону, так званого мобільника. Досить швидко він став настільки маленьким і зручним, що вмещався в кишені. Але головне – в іншому: завдяки своїй мініатюрній акумуляторній батареї йому вдалося стати автономним і «відірватися» від дротів, які сполучали його з електричною мережею. Людина отримала свободу руху і могла пересуватися у просторі, не втрачаючи можливості інформаційного контакту з іншими людьми.

Залишалось об'єднати ПК з мобільником, щоб персональний інформаційний центр став пересувним. Його назвали ай-фоном, тобто розумним телефоном. Заодно він вмістив в собі безліч різних речей, які раніше були окре-

ними предметами: диктофон, радіо, записну книжку, телефонний довідник, годинник, будильник, фото- і відеокамери, словник, пульт дистанційного контролю, ліхтарик і багато іншого. Разом із тим усі ці речі отримали можливість інформаційного контакту із зовнішнім середовищем.

Важливо те, що маленький і відносно дешевий мобільник став масовим, доступним практично кожному мешканцю Землі. На початок 2018 року на планеті кількість мобільних телефонів уже перевищила 8 мільярдів (переважна більшість з яких є «розумними», тобто містять також ПК). Це більше, ніж мешканців на Землі. Ще раз підкреслимо: це означає, що більшість населення планети завжди має поруч із собою не просто мобільний телефон, а пересувний інформаційний центр (а дехто навіть і не один).

Третьою подією стало виникнення Інтернету, який дав можливість об'єднати усі ПК в одну спільну мережу. Щоправда, спочатку Інтернет був, як і перші ПК, стаціонарним. Його використовувати можна було лише, залишаючись на одному місці – біля точки під'єднання ПК до мережі.

Так би все і залишилося, якби не відбулася *четверта* подія. З'явився wi-fi – бездротовий спосіб під'єднання ПК або ай-фону до мережі Інтернету за допомогою електронно-магнітних хвиль. Після цього можна сказати, що ПК остаточно вирвався на свободу, адже цей спосіб не мав перешкод у просторі для забезпечення стабільного Інтернет-зв'язку з ПК, куди б його власник не потрапив. Так персональні інформаційні центри, об'єднані в єдину мережу, стали динамічними і рухомими. Пересування власника речей (а разом із ним і самих речей) стало видимим у просторі.

«Ну то й що? – можливо, запитає хтось. – Яке відношення це має до самих речей? Від цього ж самі речі не отримали можливості спілкуватися між собою?»

Поки що ні. Але ж ми не розповіли іще про кілька важливих подій.

П'ятою подією стало виникнення «цифри» (англійською – digit) – єдиної системи фіксації будь-яких видів інформації. Для всіх речей з'явилася спільна мова. Тепер усі вони могли розуміти одна одну. Адже будь-який вид інформації (про кількість, якість, форму, колір, звук чи запах) можна було записати і передати за допомогою ланцюжка лише двох дискретних цифр – нуля та одиниці.

Полегшено зітхнули і люди, які отримали можливість миттєво фіксувати і передавати інформацію про будь-які події, які відбуваються довкола них. Зокрема, тепер можна миттєво зробити і передати фото чи відео просто за допомогою своїх мобільних пристроїв.

Завдяки *шостій* події речі набули енергетичну незалежність. У великій кількості з'явилася відновлювана енергія. Речі могли отримувати енергію безпосередньо від сонця або вітру, не потребуючи допомоги людей, щоб видобути, перевезти та спалити паливні ресурси.

Сьома подія дала речам виробничу самостійність. Завдяки тому, що з'явилися 3D-принтери, вони могли без втручання людини виготовляти («друкувати») будь-які вироби. Таку технологію назвали адитивною (від англ. слова add – додавати). Адже вироби створюються додаванням матеріалів шар за шаром. Уже сьогодні так виготовляються різні деталі, взуття, кулінарні вироби і навіть будинки, мости, автомобілі й вузли космічної техніки.

Восьмою подією стало отримання кожною річчю своєї ідентифікаційної характеристики – спеціальної цифрової мітки. Вона стала для неї і паспортом, і адресою, і фотокарткою, і рекомендацією, і резюме (CV), тобто життєописом. Тепер речі могли надсилати інформаційні повідомлення одна одній. Точніше, могли б,.. якби вміли чи-

тати і писати. Але ж для цього хоч якийсь інтелект мати потрібно. І тут дуже своєчасно настала іще одна подія.

Дев'ятою подією і стало створення штучного інтелекту (ШІ). Наділені ним речі набувають навички аналітичної роботи. Зокрема, можуть читати і аналізувати отримані повідомлення. Це дає можливість роздруковувати на 3D-принтері різні речі за отриманим інформаційним образом. ШІ дозволив також підлаштовуватися під зміни зовнішнього середовища і навіть самоудосконалюватися, а це означає – самонавчатися.

Десятою і одинадцятою подіями стало створення роботів і GPS (глобальної системи позиціонування предметів у просторі). Перші стали вільними від людей виробниками, а друга – допомагала їм орієнтуватися та пересуватися у просторі.

Так, усі речі отримали свої ідентифікаційні мітки. Багато з них стали «розумними». Не вистачало лише когось, хто зміг би взяти на себе координацію їхніх дій та інформаційно об'єднав усі речі в єдину систему. Повинен був з'явитися хтось, хто, по-перше, тримав би у пам'яті всю інформацію про речі (зокрема їхні, так би мовити, «адреси»), а, по-друге, міг би ту інформацію аналізувати. І цим «кимось» стала «ХМАРА» – система потужних комп'ютерів і великих баз даних. І ті, й інші, як ми розуміємо, теж належать до родини речей.

Виникнення «ХМАРИ» стало *дванадцятою* подією, що поставила фінальну крапку у створенні Єдиної системи виробництва речей та обслуговування людей. Система могла працювати без участі самих людей. Цілком заслужено вона отримала назву «Інтернету речей».

Його виникнення означає, що тепер речі можуть виробляти себе самостійно, не знаючи втоми, лінії і неточностей у роботі. При цьому вони самі можуть відстежувати потреби людини і здійснювати моніторинг свого власного

стану. Якщо якась деталь подасть сигнал про можливі проблеми в її роботі, на заводі, де вона вироблялась, виготовлять їй відповідну заміну. Речі швидко «вивчають» уподобання своїх власників, режим їх роботи і розклад дня. В потрібний момент буде приготований сніданок, увімкнена улюблена музика та подане авто до виходу.

«Хмара» пам'ятає для кожної речі джерело ресурсів, вид енергії, необхідної для виготовлення як сировини, так і самих речей. Отримана інформація дасть можливість підприємствам, містам і країнам створити рециркуляційну економіку, в якій відходи одного виробництва стануть джерелом ресурсів для іншого.

Ну що ж, здійснилася мрія речей про свою незалежність від людей та свій власний Інтернет. Та обійтися без людей вони все одно не можуть. Адже лише людина є кінцевим споживачем виробів та послуг. Самі речі можуть лише використовувати різні предмети – споживати їх вони іще не навчилися.

Виникає цікаве питання: чим займуться люди, коли все за них робитимуть речі?

Завдання

Створивши «круглий стіл», методом «мозкового штурму» обговоріть питання.

- Які функції здатний виконувати Інтернет речей?
- Які проблеми допомагає вирішити Інтернет речей?
- Які проблеми створює Інтернет речей?
- Які професії можуть зникнути в недалекому майбутньому?
- Які професії можуть з'явитися?
- Що, на вашу думку, треба робити: а) вживати заходів для прискорення розвитку Інтернету речей; б) галь-

мувати його наближення; в) спокійно готуватися до його приходу?

➤ Що повинно робити людство сьогодні, щоб підготуватися до Інтернету речей?

➤ Які заходи необхідні, щоб зменшити соціальні ризики Інтернету речей?

➤ Чим повинні займатися люди, коли повною мірою запрацює Інтернет речей?

➤ Які, на вашу думку, іще необхідно обговорити питання в контексті розвитку Інтернету речей?

Зустрілися якось «Бура» і «Зелена» Економіки

– Чудово все-таки сказано! – захоплюється «Бура» Економіка: – «Ми не можемо чекати милості від природи, взяти їх у неї – наша задача». Чим більше візьмемо, тим заможнішими станемо!.. Он їх скільки цих самих «милостей» у засіках природи!.. Не міряно!.. І руди всякі, і нафта, і вугілля, і каміння дорогоцінне... Бери – не хочу! Більше візьмеш – більше поважати будуть...

Тут головне – встигати копати ці самі поклади та переробляти... Копати та переробляти... Потрібно – не лінуватися: орати, копати, свердлити та розколувати...

Я і не лінуюся... Мене по слідах моєї роботи кожен пізнати може... А вони он – всюди... Мене чому «Бурою» називають? Тому що всюди видно бурі сліди моєї праці – вивернуті надра землі: котловани, відвали, траншеї, терикони... Пашу день і ніч,... до речі, як у переносному, так і в прямому розуміннях...

І «Бура» Економіка переможно подивилася на «Зелену», яка весь цей час уважно слухала її збуджений монолог. Коли настала пауза, вона заговорила спокійним і при цьому досить упевненим голосом:

– Мені теж подобається вислів І. В. Мічуріна. Але будь-які вирази потрібно дочитувати і договорювати до кінця. Інакше фрази, вирвані із контексту, можуть привести зовсім не до тих висновків, які в них вклали колись їх автори. Чого вартий хоча б вираз: «Свобода – це усвідомлена необхідність...» Його приписують чи то Спінозі, чи то Гегелю. Але ж у цієї фрази є закінчення. Причому його варіанти можна оцінювати як діаметрально протилежні. Одні вважають, що це: «...усвідомлена необхідність підкорятися». Інші – «... усвідомлена необхідність бути вільним».

У ході монологу «Зеленої» Економіки, «Бура» – все більше стає похмурою. Нарешті, не витримавши, запитує:

– Ну!.. І як це пов'язано з тим, що сказала я? До чого все це?

– А до того,.. що згаданий Вами відомий вислів І. В. Мічуріна щодо «милостей природи» також колись було «обрубано»... Адже закінчувався він фразою: «...Людина може і повинна створювати нові форми рослин краще за природу». Тому в ньому мова йде аж ніяк не про матеріальні, а про інформаційні багатства природи, зокрема генетичні ресурси і потенціал самовідтворення живих організмів...

Мене ось і називають «Зеленою» саме тому, що я зберігаю цей потенціал... А він зазвичай асоціюється із зеленими лісами, садами і луками – одним словом, із ландшафтами та екосистемами планети.

– І що ж ти, не руйнуючи цих ландшафтів, зробити можеш? Адже ти економіка! А будь-яка економіка передусім повинна працювати, тобто щось робити. А де ти візьмеш паливо для виробництва? – дивується «Бура» Економіка (вона вважає себе старшою, більш досвідченою, а тому і «набагато головнішою» за свою «зелену» колегу. І це дає їй підставу звертатися до тієї на «ти»)...

Не чекаючи відповіді, вона закінчує, але вже з ехідною інтонацією в голосі:

– Ха-ха-ха! Як же це я раніше не зрозуміла щодо сфер твоєї виробничої діяльності:... збирати квіточки, ягідки, розводити бджіл, водити екскурсії на природу – так би мовити, здійснювати екотуризм? Так?

– Взагалі-то, – незворушно продовжує розмову «Зелена» Економіка (через свою природну делікатність вона звертається до «Бури» Економіки на Ви, хоч і помітно, що багато манер і звичок тієї викликають у неї роздратування, яке вона ледь стримує), – все, що Ви зазначили, дійсно представляє дуже важливі сектори економіки. Зокрема, в багатьох країнах (Ісландія, Нова Зеландія, Єгипет, Італія) туризм, зокрема екологічний, становить значну частку національного доходу. А бджільництво по всьому світу за рахунок запилення бджолами сільськогосподарських культур забезпечує в аграрному секторі приріст продукції, разів у 15–20 більший, ніж заробляє воно саме. Однак, використовуючи обрану Вами термінологію, можна сміливо стверджувати, що це тільки «квіточки»!..

– Тобто?.. – щиро дивується «Бура» Економіка, – що ти маєш на увазі? Де ж у такому випадку твої «ягідки»?

– А «ягідки» – в конкретних результатах діяльності...

– Ну, і де ж ці результати? Що, крім квіточок, ти можеш робити?

– Можливо, Ви здивуєтеся, але все,.. я маю на увазі все те, що робите і Ви...

– Як це?! Як це?! Як це?! – здивовано торохтить «Бура» Економіка. – А енергія?.. А ресурси?

Втім, дуже скоро вона приходиться до тями: – Ах, так! Як же я забула!.. Ну, звичайно, у тебе ж різні вироби з дерева і лози... Та ще... солом'яні капелюшки, – насилу стримуючи сміх додає вона, – ось тепер, здається, дійсно – все!

– Ні! Не все!.. – «Зелена» Економіка вичікувально з посмішкою дивиться на «Буру» колегу.

– А-а-а!.. Так-так, дороженька! – видавлює з себе «Бура» Економіка, намагаючись театральню награти сенсаційне повідомлення. – Як же! Як же!.. У «нас» ж ще є різні вітрячки і сонячні панельки, що виробляють колосальну кількість енергії – аж 2–3%!

– Помиляєтеся, колего, – спокійно заперечує «Зелена» Економіка. – На жаль, але, швидше, на щастя, Ваші відомості вже істотно застаріли. Тобто, звичайно, існує ще багато країн, де частка «зеленої» енергетики, заснованої на відновлюваних джерелах енергії (сонячної, вітрової, біогазової, гідро-), дійсно обмежується тими кількома відсотками, про які Ви щойно згадали. Але ж ми говоримо про принципові можливості і тенденції розвитку в майбутньому.

Так ось: уже сьогодні в ряді європейських країн (Німеччина, Данія, Іспанія) частка енергії, виробленої «зеленою» енергетикою, досягає 30%, що дозволяє їм повністю відмовитися від послуг ядерного сектору. У певні періоди «зелена» енергетика у цих країнах починає бити рекорди. Так, починаючи з 2016 р., у святкові дні кожного травня і грудня частка відновлюваної енергії у загальному її споживанні в Німеччині перевищує 85%. У травні 2016 і 2017 років. Португалія цілий тиждень споживала відновлювану енергію на 100%. І таких рекордних днів із кожним роком ставатиме все більше. Свій рекорд встановила і вітроенергетика Данії. В один із вересневих днів 2016 року її вітрогенератори виробили понад 140% енергетичних потреб країни за цей день. Слава Богу, цю енергію можна було експортувати. Але є країни, які пішли ще далі. Швеція на 2/3 покриває свої енергопотреби за рахунок відновлюваних джерел енергії, а в Австрії за рахунок них виробляється 80% електроенергії. Уже через п'ять років ці країни і Нова

Зеландія планують повністю відмовитися від вуглецевого палива. А в Австралії і Данії це може статися до 2030 року. Навіть у Китаї, де сьогодні спалюють половину видобутого на Землі вугілля, починаючи з 2015 року частка вуглецевої енергетики стала різко знижуватися. До речі, в 2016 році саме там була введена половина всіх новозбудованих потужностей вітроенергетики в світі.

І це тільки початок «зеленої» революції. У грудні 2015 року на Саміті глав держав із питань клімату в Парижі був представлений проект повного переходу на відновлювані джерела енергосистем 139 країн (з 195 існуючих у світі) вже до 2050 року. До них входить і Україна. Тому, вже через 35 років у більшості країн може взагалі не знайтися місця для «Бурої» енергетики з її викопним паливом: вугіллям, нафтою, газом. Не будемо забувати, що «зелена» енергетика виробляє енергію без будь-якої сировини і витрат праці.

– Ой, як страшно! – грайливо парирує «Бура» Економіка, проте відчувається, що вона помітно нервує. – Напланувати і напроектувати можна багато. Хоча ми знаємо, що далеко не всі плани реалізуються.

– На реалізацію цього завдання, – тут же аргументує «Зелена» Економіка, – «працюють» об'єктивні передумови. З одного боку, вартість енергії, виробленої «зеленими» джерелами, неухильно знижується. З іншого – вуглецеві енергоносії постійно дорожчають. Адже їх запаси виснажуються, а умови видобутку погіршуються. 2015 рік став знаменним. Собівартість енергії вітру зрівнялася із собівартістю енергії від вугільних електростанцій і лише трохи поступалася газовому виробництву. Вже сьогодні вартість сонячної енергії в 30 країнах світу нижча за вартість вугільної енергії. Але ж різниця у собівартості згаданих двох енергій знову зростає і вже на користь «зеленої» енергії. Хоча, по правді сказати, якщо враховувати ще й

екологічні витрати, тобто збиток від забруднення середовища, руйнування ландшафтів, порушення екосистем та кліматичних змін, то тут «Бурою» енергетикою позиції вже давно програні і відрив вже й сьогодні є істотним.

– Але без моєї ресурсної бази вже точно не обійтися, – заспокоює скоріше сама себе «Бура» Економіка.

– Поки що так, але і тут ґрунт під «бурими» методами ресурсокористування починає сильно розхитуватися, – зауважує «Зелена» Економіка.

– Це чому ж? – намагаючись триматися впевнено, контратакує «Бура» Економіка.

– А тому, що «зелена» революція несе із собою і революцію в матеріалознавстві, – спокійно відповідає співрозмовниця.

– Ну, і що?.. Що ця революція може змінити? Хто в змозі розхитати фундамент методів виробництва, який закладався століттями? – не здається опонентка.

– А розхитують його 3D-принтери, використання яких дозволяє реалізувати принципово нові методи виробництва матеріальних предметів, – несподівано заявляє «Зелена» Економіка.

– Що це ще за принципово нові методи? – вже з не підробним інтересом запитує «Бура» Економіка. – Я щось про такі не чула.

– Це й не дивно, – спокійно відповідає «зелена» співрозмовниця. – Справа в тому, до недавнього часу будь-яке виробництво ґрунтувалося на так званих субтрактивних методах. Ви абсолютно справедливо помітили, що вони закладалися століттями. Хоча їх назву швидше за все вигадали придумали не так вже давно – від англійського слова *subtract*, тобто віднімати...

– Ну, і що це за методи? – хвилюється «Бура» Економіка, підозрюючи підступ.

– Найкраще, мабуть, їхню суть пояснив колись дуже давно італійський скульптор, живописець, архітектор і поет Мікеланджело Буонарроті. На запитання: «Як Ви робите свої скульптури?» – він відповів: «Я беру камінь і відсікаю все зайве».

Саме за допомогою таких методів до останнього часу виготовлялася переважна більшість виробів в економіці, тобто у вас. Ситуація і зараз ще не дуже змінилася (хоча, як кажуть, процес уже почався...). Суть методу така: береться природна субстанція (наприклад, шматок каменю, металу, дерева), а потім вона обточується, обстругується, щось у ній висвердлюється – і виходить готовий виріб.

– Ну, правильно! А що в цьому поганого? Так завжди робили, – дивується «Бура» Економіка.

– Так, в тому то й річ, що – «завжди»... Через це і довели Землю до екологічної кризи... Звичайно, якби так працювали лише скульптори, то в цьому не було б нічого поганого... Але ж так працює вся економіка, тобто Ви... Сьогодні за статистикою із загальної маси вилучених із надр землі матеріальних ресурсів корисно використовується лише 5%. Решта (тобто 95%) повертається природі, тільки вже в набагато більш токсичному і деструктивному стані – скажімо, у вигляді атмосферних викидів, рідких стоків, отруйних відходів... Це навіть важко назвати не-ефективністю. Це – просто варварство!

– Ну, і що ти пропонуєш? – роздратовано перебиває «Бура» Економіка. – Людям он скільки всього необхідно: потрібно десь жити, у щось одягатися, на чомусь їздити... Все це якось треба виготовляти.

– Звичайно, треба... Але ж це можна робити зовсім інакше, – спокійно відповідає «Зелена» Економіка.

– Чи не з соломи і гілочок?.. Пригадується, Ніф-Ніф і Нуф-Нуф вже експериментували. Тільки експеримент той виявився невдалим, – сміється «Бура» Економіка.

– Думка, звичайно, дуже цікава... До соломи і гілочок ми ще дійдемо... Але щоб їх використовувати, потрібен зовсім інший метод, ніж той, яким користувалися згадані поросята.

– Це який же? – вже з цікавістю перепитує «Бура» Економіка.

– Цей метод називається *адитивним* – від англійського слова add – додавати. Згадаймо, Мікеланджело був не тільки скульптором, а й художником. Коли створювалися скульптури, він «відсікав усе зайве». Але коли йому доводилося писати картини, він наносив (додавав) фарби на полотно – мазок за мазком, шар за шаром... Ні краплини зайвого. Практично без відходів... Подібний метод і забезпечує фантастичну ефективність використання матеріалів! Якщо при субтрактивних методах частка корисно використаної маси становить ледь 5% при частці відходів понад 95%, то адитивні методи забезпечують чи не зворотнє співвідношення 95 проти 5%.

Ви уявляєте, який рівень дематеріалізації виробництва! Інакше кажучи, на скільки могли б бути знижені матеріаломісткість та енергоємність виробів, якби такі методи були впроваджені скрізь в економіці!.. На скільки, менше нам знадобилося б заводів, верстатів і виробничих процесів!

Це і є модель адитивного способу виробництва. Таку ж високу ефективність почали забезпечувати 2D-принтери, коли вони були впроваджені, а зараз демонструють і 3D-принтери, які працюють за тим самим принципом – послідовної (шар за шаром) матеріалізації тривимірного інформаційного образу. До речі, мабуть, за традицією матеріал, який використовується в 3D-принтерах, називається «чорнилом».

– Ой! І що з тих «чорнил», нехай навіть і тих, що густішають або застигають, можна «намалювати»?.. Хіба що вазочку або статуетку?.. – не здається «Бура» Економіка.

– Помиляєтеся, шановна! Сьогодні вже створені 3D-принтери, що працюють по черзі з 10 різними матеріалами. Це дозволяє їм в автоматичному режимі створювати широкий асортимент товарів: одяг, взуття, меблі, чохли для смартфонів, світлодіодні лінзи, оптико-волоконні кабелі, будинки і навіть автомобілі.

До речі, американці передали за допомогою 3D-принтера на космічний корабель гайковий ключ. Тобто передали його інформаційний образ, а 3D-принтер на борту космічної станції надрукував на ньому необхідний гайковий ключ.

На цей раз «Бура» Економіка слухає, не перебиваючи, а «Зелена» – продовжує далі:

– Тепер я хочу повернутися до соломи і гілочок. Ви були праві. Сьогодні вчені та інженери дійсно цілеспрямовано розробляють «чорнило» для 3D-принтерів з органічних сполук, наприклад, целюлози. Вона «звична» для природного середовища. По-перше, може бути отримана з відходів органіки – тобто з тієї самої соломи і гілочок, а по-друге, без проблем утилізується природою після закінчення терміну служби виробів. Ще один матеріал, що широко використовується для «чорнила», – кремній. Його отримують зі звичайного піску. Він теж без особливих проблем повертається в природу при утилізації.

До речі, знаєте у чому основна відмінність «Бурої» і «Зеленої» Економік? – несподівано запитує «Зелена» Економіка.

– У чому? – вже розгублено запитує «Бура» Економіка.

– Перша – працює з невідновлюваними ресурсами, друга – з відновлюваними. Це означає, що для першої

Природа – це кар’єр, з якого вона черпає одноразові ресурси, або відвал, куди скидаються відходи. Для іншої ж – Природа – постійно діючий реактор, який повинен безперервно відтворювати ресурси. Без нього «Зелена» Економіка існувати не може, а отже, змушена постійно піклуватися про його робочий стан – про благополуччя Природи, тобто біосфери та її складових екосистем. Рано чи пізно потреба, а точніше загроза всепланетної екологічної кризи, що насувається, змусить людство повсюдно перейти до «зеленої» економіки.

«Бура» Економіка раптом сумно посміхається і розгублено питає:

– Так, а мені що тоді робити?

– Освоювати професію музейного працівника, демонструвати свої минулі досягнення і... радіти.

– Чому? – ледь чутно видавлює з себе «Бура» Економіка.

– Успіхам Ваших дітей, – посміхаючись, схвально вимовляє «Зелена» Економіка. – Адже всі три ключових стовпи, які дали поштовх Третій промисловій революції і заклали основу «зеленої» економіки, зародилися в Ваших надрах. Я маю на увазі: по-перше, відновлювані джерела енергії, по-друге, комп’ютер і цифрові технології (забезпечили роботу, зокрема, і 3D-принтера), по-третє, «розумні» мережі, що зв’язують окремі господарські ланки в єдину глобальну еколого-економічну систему – із зеленими ландшафтами, прозорими водоймами і чистим бездимним небом.

– А й справді, – вже веселіше каже «Бура» Економіка, – в музеях я принесу набагато більше користі. Адже, не знаючи минулого, не побудуєш правильно майбутнє... І обидві Економіки з оптимізмом дивляться в далечінь...

Завдання

Розбившись на дві команди (третя виступає в ролі арбітрів), спробуйте у дискусії з'ясувати позиції «Бурої» та «Зеленої» Економік у теперішній час за нижченаведеними питаннями.

➤ Наскільки можливо просто зараз відмовитися від «бурої» економіки в умовах України і світу?

➤ Які наслідки можна очікувати, якщо відмова від бурої економіки буде одночасною?

➤ Які заходи і засоби потрібні, щоб перейти країні до «зеленої» економіки?

➤ Спробуйте змоделювати перехід до «зеленої» економіки в умовах сільської місцевості, міста, країни.

➤ Проаналізуйте спільно, які сектори «зеленої» економіки є найбільш перспективними в умовах України.

➤ Спробуйте змоделювати етапи переходу країни до «зеленої» економіки.

➤ Яких дій вимагає перехід до «зеленої» економіки від освітньої системи?

Як Матерія з Інформацією дискутували

Надумала якось Матерія пояснити Інформації свою роль у житті.

– Я, – каже Матерія, – реальність об'єктивна. Всі об'єкти, які будь-де існують, – і малі, і великі – всі мої: від найдрібніших частинок (кварків і лептонів) – до величезних галактик. Весь простір-час мною наповнений. А форми ж, форми які! Різноманіття та й годі! І речовина, і антиречовина, і енергетичні поля різні з хвилями.

Мене **Мати**-природа створила, тому я **матерією** й називаюся. Я весь час у русі, у всіх на виду. Мене кожен може побачити, почути, відчуті і помацати.

Та й взагалі, я в житті головна... Куди не глянь – скрізь я. Природа матеріальна, людина матеріальна, виробництво й те називають матеріальним, адже тут виготовляють саме матеріальні речі, які людина із задоволенням споживає.

Говорять же, що світ – це театр, в якому всі грають свої ролі. І одвіку мені там доводиться грати головну роль. А все – завдяки різноманітності моїх форм і багатству властивостей.

– Звичайно, звичайно! – шанобливо зазначає Інформація. – Всі знають про Ваші унікальні властивості. Я ж сама їх створювала та підтримую й до цього часу. Все у Всесвіті існує, рухається і розвивається за законами Природи, а вони теж інформаційні.

Навіть наймалюпусінька частинка, що є основою формування Матерії, функціонує відповідно до свого *інформаційного алгоритму*. Вона «пам'ятає» свій заряд, орбіти обертання і параметри, за якими повинна взаємодіяти з іншими частинками. Свої власні *правила* «знають» і атоми, молекули, клітини живих організмів... Зрештою, і самі правила – це теж *інформація*. І різноманітність форм, про які Ви говорили, і агрегатні стани, знову-таки все це – *інформаційні образи і програми*...

Ви сказали, що Ви у всіх на виду. Це вірно! Вас дійсно всі бачать, чують, відчують – так уже влаштований Всесвіт. У ньому, як у театрі, роль акторів відведена дійсно Матерії – її об'єктам і явищам.

Так, Матерія постійно на сцені, на очах у всіх. Вона геніально грає свою роль, як і прийнято великим актором! Але грає лише те, що задумано і поставлено іншими. У даному разі – саме Інформацією.

Залишаючись за лаштунками, саме *форми і функції інформації* відіграють роль і драматурга, і постановника, і декоратора, і освітлювача, і звукооператора. Вони працюють з усіх сил, щоб усі змогли оцінити геніальну гру Матерії! Так уже влаштоване життя, що всі свої ідеї та задумки сценарист і режисер можуть передати глядачеві лише через акторів на сцені.

Власне я дуже ціную Матерію. Адже свої ідеї Інформація може втілити лише через матеріальні форми. Більше того, вона не в змозі взагалі існувати без матеріальних носіїв.

Ось Ви згадали про матеріальне виробництво, але ж матеріальні вироби виготовляються за конструкціями дизайнерів за схемами технологів в управлінських процесах взаємодії виконавців. Все це – результат реалізації у просторі і часі інформаційних алгоритмів і програм.

До речі, й само матеріальне виробництво з часом стає все менш матеріальним, адже люди все більше починають користуватися так званим ІТ-продуктом і інформаційними послугами. Інформація пронизує всі компоненти середовища, в якому мешкає людина – від маленьких гаджетів та виробничої діяльності людини до її розваг і відпочинку.

Так! Усі бачать, чують і відчують саме Вас. Але також правильно й інше: насправді за допомогою Вас бачать, чують і відчують інформаційні образи та сигнали, що передаються за допомогою матеріальних носіїв.

Людству знадобилося тисячоліття, щоб досягнути справжнє значення *Інформації* і зрозуміти, що матеріальний світ є насправді настільки ж інформаційним, як і матеріальним. Будь-які предмети і тіла в дійсності – це матеріальне втілення інформаційних програм. Останні створюють різні форми, об'єкти і явища з одних і тих самих матеріальних «цеглинок» – атомів і молекул. Здатність розгледіти в матеріальних предметах гру інформаційних

образів прийшла до людства лише в другій половині ХХ століття...

І ще одна дуже важлива обставина. Ви сказали, що людина матеріальна. Втім вона не тільки матеріальна, а й інформаційна. Адже в матеріальному біологічному її тілі мешкає суто інформаційна сутність – особистість. Вона живиться («харчується») інформацією.

Продукти її функціонування є також суцільно інформаційними: емоції, думки, знання, навички, команди. З кожним роком економіка все більше працює саме на цю, особистісну, сутність людини, задовольняючи її потреби в інформаційних товарах.

Так що, економічні системи все більше перетворюються з матеріально-інформаційних (де інформація є допоміжним засобом для виготовлення матеріальних виробів) на інформаційно-матеріальні (де матеріальні активи слугують для виробництва інформаційних продуктів).

Матерія надовго задумалася. І після тривалої паузи нарешті вимовила:

– А Ви знаєте, що я збагнула: ми з Вами нероздільні... А щодо першорядності ролей – то хіба це вже так важливо?.. Та й потім: бувають вистави, де головна роль належить дуету...

– Цілком з Вами згодна, – посміхається Інформація...

Завдання

Працюючи індивідуально або командами, організуйте змагання, хто більше назве пунктів, що стосуються інформатизації економіки:

➤ Які ознаки інформатизації економіки ви можете назвати?

- Які види інформаційних товарів ви можете назвати?
- Які нові види професій, пов'язаних з виробництвом і реалізацією інформаційних товарів, ви можете назвати?
- Які відмінності відносин, що мають місце в традиційній і інформаційній економіці, ви назвете?

Три D-принтер

Цікаве все ж таки це творіння 3D-принтер – своєрідне... Всі свої образи (ну, ті, які є у нього в пам'яті) намагається відразу ж матеріалізувати, причому у всіх трьох вимірах.

Одні вважають 3D-принтер дуже щедрою натурою. Все, що є у нього за душею – шар за шаром – намагається віддати своїм виробам.

Інші (за очі) називають його скупим... Все – під себе, ані грама – на сторону. Навіть відходів нікому не залишає.

Є й такі, хто обзиває його «буквоїдом». Загалом це – недалеко від істини, адже всі букви (втім, як і цифри) він буквально проковтує, сприймаючи як команду до дії. Він просто живе цими командами. Хтось на підставі цього робить висновки, що живе 3D-принтер не своїм розумом.

Так, 3D-принтери із задоволенням виконують команди людей, за що ми маємо бути їм вдячними. Втім, є серед них вже й такі, які за власними програмами навчилися коригувати команди людей. Та, що там коригувати... З'явилися 3D-принтери, які взагалі можуть обходитися без команд і програм. Для цього вони обзавелися сканером і можуть матеріалізувати все, що «бачать» навколо себе. Варто манекенниці показати на подіумі сукню чи туфлі, як принтер вам їх може «роздрукувати».

Проте головне навіть не те, за якими програмами працює 3D-принтер, а те, що він подарував людині можливість реалізувати найсміливішу її мрію – *матеріалізації думок*. Адже саме завдяки 3D-принтеру суто інформаційні образи знаходять своє матеріальне втілення у споживчих виробках або творах мистецтва.

Важливо ще і ось що... Завдяки 3D-принтеру вперше в історії людини за складність та унікальність не потрібно нічого платити. Інакше кажучи, виготовлення на ньому складної і простої речі коштує однаково (якщо, звичайно, на них буде використана однакова кількість матеріалу).

Цікава іще ось що: саме завдяки 3D-принтеру ціна індивідуального виробу скоро нічим не відрізнятиметься від серійного. Люди взагалі перестануть розуміти сенс слова «серійний» або «масовка» і «тиражувати».

...І тоді люди забудуть, як страшний сон, фразу «будь-який каприз (тобто щось таке, що відрізняється від стандартного) – за Ваші гроші», оскільки будь-який каприз стане – за ті самі гроші (якщо останні – взагалі ще залишаться)... І реальністю стане мрія: кожен індивід має право вибирати щось своє власне – індивідуальне. Це означає, реалізувати тільки йому підвладні неповторні бажання і колорит, щоб ставати все більш унікальною особистістю... Досить лише провести курсором, натиснути кнопку чи вимовити вголос лише кілька слів... А, можливо, завтра замість усього цього достатньо буде лише подумати...

Здавалося б, радуйся – та й годі! Одне лише насторожує... Саме ця легкість матеріалізації думок та мрій... Ви-являється, мріяти треба обережно!

Завдання

Розділившись на кілька бригад, сформулюйте якомога більшу кількість сфер застосування 3D-принтерів, що є основою переходу на адитивні технології.

Після цього у формі круглого столу організуйте дискусію з одного або кількох із нижченаведених питань.

- Як необхідно перебудувати економіку, щоб впровадження адитивних технологій стало масовим?
- Які економічні, соціальні та екологічні наслідки переходу до адитивних технологій?
- Яка роль «цифри» у впровадженні адитивних технологій?
- Як впровадження 3D-принтерів пов'язане із промисловою революцією «Industry 4.0»?
- Яким чином впровадження 3D-принтерів пов'язане із розвитком горизонтальних виробничих структур?
- Як застосування 3D-принтерів може вплинути на розвиток транспортних операцій?
- Як використання 3D-принтерів може трансформувати відносини між виробниками та споживачами продукції?
- Якими вбачаються горизонти адитивних технологій?

Розумні матеріали

– А це правда, що ви, сучасні матеріали, є розумними? – запитали якимось у Сучасного Матеріалу.

– Бачите, це залежить від того, що розуміти під поняттям «розумний матеріал», – тактовно ухилився від відповіді Сучасний Матеріал.

– Ну, зокрема, здатність виявляти *потрібні властивості у потрібний час*,.. якщо бути точним, то – для потрібних цілей. Потім: можливість *швидко адаптувати* свої характеристики під виконання конкретних завдань. Далі: спроможність виконувати *складні функції*. А іще: вміння *дешево* (тобто з мінімальними витратами) *забезпечувати вагомі результати*,.. інакше кажучи, брати не кількістю, а вмінням. Хотілося б теж бачити *дружні стосунки з природою*, а також вміння *самоорганізуватися*. Ну, і нарешті: як це не парадоксально, щоб матеріали містили в собі якомога менше матеріалу,.. інакше кажучи, були *інформаційно ємними*.

– Зрозуміло! – відповідає Сучасний Матеріал. – Тоді – загинайте пальці.

По-перше, сучасні матеріали надзвичайно варіабельні. Вони дають можливість гнучко вибирати різні свої властивості під вирішення різних завдань. Наприклад, композитні матеріали, не ставлячи за мету бути досконалими в усьому, дають можливість обрати ту чи іншу свою перевагу під виконання конкретних функцій: *високу міцність, високу жорсткість, високу зносостійкість, легкість, гнучкість, теплопровідність* або ще щось.

По-друге, ці характеристики можуть закладатися в матеріал майже миттєво – в усякому разі, *одночасно із конструюванням виробу*, для якого призначений матеріал.

По-третє, сучасні матеріали здатні вирішувати безпрецедентно *складні завдання*, наприклад, перетворювати одні форми енергії на інші, проявляти різні властивості в різних напрямках, тобто виконувати функцію мембран, виявляти аномально високі або низькі характеристики (зокрема, теплопровідність, електропровідність, щільність та ін.) і навіть створювати робочі органи в біологічних організмах.

По-четверте, значна кількість матеріалів забезпечує при їх *надвисоких* якісних характеристиках *дешевизну* отримання, експлуатації та утилізації. Такими, зокрема, є більшість композитних матеріалів.

По-п'яте, сучасні матеріали стають все більш *екологічнішими*. Зокрема, так звані «чорнила», тобто матеріали, з якими працюють 3D-принтери, сьогодні намагаються створювати з речовин, які легко сприймаються екосистемами планети (целюлоза, кремній, речовини з органічних відходів).

По-шосте, сучасні матеріали здатні *самоорганізовуватися*, зокрема, можуть продовжувати самотрансформуватися після того, як з них щось надрукують на 3D-принтері. Вони можуть «пам'ятати» необхідну форму, «навчатися», самовідновлюватися або самоочищуватися.

По-сьоме, сучасні матеріали дійсно надзвичайно *інформаційно ємні*, адже створюються вченими на основі наполегливих досліджень. Навіть зовні можна прослідити їхню інформаційну ємність. Існують матеріали, які поєднують супернизьку щільність (тобто є надлегкими) і ряд унікальних властивостей: твердість, міцність, прозорість. Наприклад, *графен* в 10 разів міцніший за сталь і багатократно легший за неї.

Завдання

Створивши «круглий стіл», методом «мозкового штурму» обговоріть питання.

- Які нові проблеми доводиться вирішувати людству на основі використання нових матеріалів?
- Чому нові матеріали називають розумними?

➤ Як розвиток сучасного матеріалознавства пов'язаний з розвитком технологій, і як розвиток технологій пов'язаний з розвитком матеріалознавства?

➤ Як розвиток матеріалознавства впливає на розвиток економічних систем? Обґрунтуйте свою точку зору.

Дива чарівника Цифри

Впродовж всієї свідомої історії люди намагалися розповісти один одному свої враження про навколишній світ. Все, що вони бачили або чули, вони передавали за аналогією із предметами та явищами в реальному житті. Чим ближче до оригіналу, тим краще. Так, зокрема, з'явилися перші малюнки звірів, наслідування звуків природи та ін.

І ні в кого навіть не закрадалися сумніви, що може бути ще якийсь спосіб передачі інформації, ніж за аналогією із образами реального життя.

Та з'явився якимось на Землі чарівник (до речі, це відбулося зовсім нещодавно), який запропонував інший спосіб передачі інформації. Назвав він його цифровим. За цією назвою і його потім стали величати Цифрою.

Цифра запропонував записувати або передавати інформаційну картину не в цілісному вигляді, а поділену на окремі частини – умовні шматочки. І чим дрібніше вдасться поділити зображення оригіналу, тим якіснішу можна отримати копію.

Розділивши зображення, ми зробили лише першу половину справи, але залишається питання, як його скопіювати або передати. І тут доречно згадати про доброго старого зв'язківця – Телеграф. Один із його засновників – винахідник на прізвище Морзе – колись запропонував передавати слова лише черговою двома умовних літер: крапки

(короткий знак) та тире (довгий знак). Це потім назвали азбукою Морзе. Сподіваюся, ти чув про таку.

Щось схоже запропонував зробити і Цифра. Однак у нього будь-які види інформації передаються ланцюжком – різними комбінаціями – лише двох цифр: 0 (нуля) або 1 (одиниці). Виявилося, що так можна передавати не тільки літери або числа, але також й інші види інформації, зокрема: параметри інтенсивності світла, спектральні характеристики кольорів, звукові коливання, фізичні параметри і хімічні характеристики.

Ти запитуєш, чому Цифру назвали чарівником? Справа в тому, що те, що зробив Цифра, можна порівняти зі справжнім дивом. Наукові ж мужі це називають революцією. Завдяки його винаходу, наче за сигналом чарівної палички, у людському суспільстві почали відбуватися просто грандіозні зміни.

Диво перше. Відцифрована (тобто розібрана на окремі нулі та одиниці) інформація про будь-який предмет або явище може зберігатися без погіршення у вигляді цифр нескінченно довго. При цьому її якість буде набагато кращою, ніж при фіксації і зберіганні за аналоговим методом (про який ми тобі розповіли). Наприклад, коли зберігаються фото- чи кінодокументи, їх стан із часом погіршується. Послідовність же цифр погіршитися не може навіть теоретично: «нуль» завжди залишається «нулем», а одиниця «одиницею».

Диво друге. Стають непотрібними величезні суми грошей, які ще недавно були потрібні для обробки та збереження інформації старими методами. Яка ж купа обладнання та хімічних реактивів стає зайвою лише в разі обробки інформації фото- і кіноматеріалів! Без усього цього було неможливе проявлення, друк та зберігання матеріалів.

З переходом на цифру зникли як непотрібні сотні заводів і цехів, які виготовляли згадане знаряддя та хімію.

Сьогодні ти без зайвих клопіт можеш миттєво отримати на своєму мобільнику (не потрібні спеціальні дорогі фотоапарати) фото чи відео будь-якого об'єкта або події. Ще за кілька миттєвостей ти можеш передати отримане зображення в будь-який куточок планети. Раніше на обробку цих матеріалів знадобилися б дні і чималі кошти. А потім ще тижні посылка з фото могла йти адресату поштою. До речі, і тисячі одиниць готових фото чи відеоматеріалів зберігаються нині не в об'ємних картотеках або архівах, як колись, а на маленькій флешці (USB), яка легко поміщається в тебе в кишені.

Диво третє. Можливо, це найбільше диво. Перехід на цифру фактично зробив реальною телепортацію (тобто миттєве пересування в просторі на великі відстані) різних предметів; наприклад, друкованих матеріалів і навіть об'ємних об'єктів. Сьогодні завдяки цифрі ти миттєво отримуєш на свій мобільний пристрій залізничний квиток, за яким нещодавно доводилося вистоювати у великих чергах на вокзалі твоїм батькам. Та сама цифра (пам'ятаєш чорно-білий маляночок із візерунками в квадратику?) дає гарантію, що цей квиток неможливо підробити. І, нарешті, завдяки саме-таки цифрі ти переказуєш гроші за квиток із твого банківського рахунку, де вони зберігаються також у цифровій формі.

Я сподіваюсь, ти розумієш, що чарівник Цифра творив свої дива не один, а разом із двома своїми товаришами, теж чарівниками – Комп'ютером і Принтером. Перший кодував інформаційні образи реальних об'єктів, тобто перетворював їх на ланцюжки цифр і програм, а другий – декодував, тобто відтворював знову реальні предмети за їх інформаційними образами (цифрою). Без сучасних комп'ютерів, здатних запам'ятовувати величезні послідовності цифр (0 та 1), впровадження цифрової мови взагалі було б неможливим.

Диво четверте. Нову мову розуміють машини, які легко зчитують і запам'ятовують довгі ланцюжки цифр. Щоправда, для цього вони були змушені обзавестися комп'ютерними пристроями. Машини почали виконувати команди людей (хоч ті й давали їх на великій відстані), але (оце диво!) машини і навіть окремі речі почали через Інтернет спілкуватися між собою уже без участі самих людей. Люди назвали це Інтернетом речей.

Почав швидко розвиватися штучний інтелект, на основі якого машини утворюють вже цілі «розумні» мережі.

Диво п'яте. Це те, що ми з вами є безпосередніми свідками дива цифровізації. Воно відбувається просто на наших очах.

Однак процес зберігання інформації є лише початковим етапом революційних змін в усьому суспільстві. Він дав поштовх цифровізації різних сфер діяльності людини. Електронні (тобто цифрові) підписи і печатки замінюють оригінали. Уже сьогодні ми маємо можливість засвідчити свою згоду на документі за тисячі кілометрів від самого документа. Утім, і сам документ вже не той, до якого ми звикли, адже він фіксується не на папері, а в цифрі, тобто в електронному вигляді.

У різних куточках світу сотнями виникають віртуальні підприємства, які об'єднують одночасно виробників із різних країн. Це стало можливим завдяки тому, що предметом праці є інформація. Свою продукцію виконавці процесу виготовляють у цифровому вигляді, а цифра не знає кордонів.

Так. Ми з вами стали свідками цього захоплюючого дива, але важливо бути не тільки свідком історичних подій, а й активними його учасниками, щоб не відстати від процесу, який називається ЖИТТЯ.

Завдання

Працюючи індивідуально або командами, організуйте змагання:

➤ Хто змістовніше проілюструє процеси цифровізації економічних систем?

➤ Хто більше назве рис сучасного суспільства, які були б незнайомими для ваших батьків, якщо б вони миттєво перенеслися з часу вашого народження у теперішній час?

➤ Про які сторони вашого життя вже не будуть знати ваші діти?

Висновки

Відчуття трендів розвитку системи, здатність сприймати відповідну інформацію зі зміни її динамічного стану дає можливість певною мірою зазирнути в майбутнє розвитку системи. Це обумовлює актуальність знайомства чинних і майбутніх фахівців із закономірностями формування трендів розвитку соціально-економічних систем.

Поняття «тренд» висловлює спрямованість процесів розвитку соціально-економічних систем. Оцінювання трендів створює можливості для узгодженого застосування методів дослідницького (від сьогодення до майбутнього) і нормативного (від майбутнього до теперішнього) прогнозування трансформаційних процесів. А це, зі свого боку, закладає основу для обґрунтованого управління станом господарських систем.

Загалом у науковій літературі тренди визначаються як траєкторії різного рівня подій, які відбуваються сьогодні, але впливають на майбутні зміни стану соціально-економічних і природних систем.

Постійно народжується і згасає величезна кількість трендів різної конфігурації, сфер суспільного життя, рівня формування. Свої власні тренди мають будь-які сфери діяльності людини: наукова, економічна, ділова (бізнес), інженерна, аграрна та інші. І в кожній із них існують субтренди в більш вузьких підрозділах.

Соціально-економічні тренди мають складний характер свого формування. Зокрема метатренди (як тренди, ширші за рівнем охоплення соціально-економічних і природних сфер) утворюються потоками мегатрендів. Водночас, сформувавшись, потік метатренда починає впливати на конфігурацію мегатрендів, які його утворюють, диктуючи їм свої «запити».

Коли соціально-економічні тренди набувають рис фазових переходів до нової соціально-економічної формації, змінюються всі умови середовища життєдіяльності людини і відбуваються радикальні зміни в її сутнісній основі.

Зараз людство переживає новий епохальний тренд – фазовий перехід (ФП) до майбутньої соціально-економічної формації. Особливістю цього тренда є те, що він розвивається в процесі відразу трьох промислових революцій – Третьої, Четвертої та П'ятої, які є своєрідними генеральними метатрендами.

Фазові переходи (тобто стрибкоподібні зміни властивостей системи за умови безперервної зміни зовнішніх чинників) є невід'ємною умовою розвитку природних і суспільних систем. Після ФП свої нові параметри будь-яка система знаходить довільно, але суто в межах наявного фундаментального критерію. Він формулюється так: параметри системи повинні в процесах її функціонування забезпечувати мінімум виробництва ентропії за даних умов зовнішнього середовища.

ФП системи на новий рівень може відбутися тільки в тому разі, якщо адекватно будуть перебудовані характеристики всіх трьох начал, які формують зміст системи: матеріально-енергетичного, інформаційного і синергетичного.

Особливістю соціально-економічних систем є активна роль людини, яка впливає своєю працею на зміну умов зовнішнього середовища і на формування необхідних передумов для ФП у самих системах. У процесі епохальних фазових переходів, що змінюють контури людської цивілізації в сутнісній тріаді людини (біо-трудо-соціо), центр ваги поступово зміщується від «біо» через «праце» до «соціо». У новій інформаційно-мережевій формації останнє начало (соціо) посідає провідне місце.

Розвиток саме особистісного начала людини має стати домінуючим у системі цілей і цінностей майбутнього суспільства. Уперше в історії людства в умовах повної автоматизації виробництва (зокрема через «Інтернет речей») людина може звільнитися від рутинної праці із забезпечення своїх життєвих потреб заради розвитку її творчого начала. Питання, однак, залишається відкритим: якою мірою мільярди людей на планеті зможуть подолати свій внутрішній бар'єр із численних комплексів, сформованих укладами колишнього життя роду людського, які обмежували роль людини обов'язками підневільного виконавця. Нехай навіть часто ця залежність мала характер залежності від умов конкуренції або просто диктувалася необхідними обставинами виживання.

Перші результати стрімкого процесу Третьої і Четвертої промислових революцій (створення альтернативної енергетики, впровадження адитивних технологій, «цифровізація» інформаційних систем, прихід штучного інтелекту і «розумних» мереж, формування горизонтальних виробничо-споживчих мереж, виникнення «хмари» як системи глобальної пам'яті та ін.) залишають надію на те, що і гуманітарна проблема будівництва повноцінної людини «соціо» буде успішно розв'язана.

Те, за яким варіантом піде процес еволюції на планеті і як складеться доля людства, значною мірою залежатиме від того, чи вистачить здатності самої людини долати фазові бар'єри на складному і багатофакторному шляху еволюції Всесвіту в цьому його куточку, що зветься планета Земля.

ДОДАТКИ

Додаток А

Етапи реалізації ключових проривних технологій для створення Інтернету речей

№ пор.	Примітка
1	2
1	У 1973 році був випущений перший фірмовий прототип персонального комп'ютера – ПК (Xerox Alto) з віконним (графічним) інтерфейсом і метафорою робочого столу. Значну роль у створенні ПК зіграла поява у 1971 році першого мікропроцесора (процесора, що міститься на інтегральній мікросхемі) Intel 4004, який міг відтворювати в одній мікросхемі всі функції процесора великої ЕОМ (История, 2019 б)
2	У 1973 році американським інженером і фізиком Мартіном Купером був здійснений перший дзвінок із мобільного телефону. На розроблення його моделі компанія Bell Laboratories витратила 15 років і 90 мільйонів доларів. Модель першого у світі мобільного телефону (ДунаТАС) важила трохи більше ніж 1 кг (до цього в машинах використовували пересувні телефони, вагою 14 кг). Перший комерційний мобільний телефон виник на ринку лише через 10 років – у 1983 р. (одержання ліцензії і створення мережі вимагало часу) (Купер, 2019)

1	2
3	<p>У 1996 році була випущена перша модель комунікатора (Nokia Communicator), що включала широкий спектр функцій, серед яких були факс та електронна пошта. Цей апарат вагою майже 400 г вважається першим мобільним телефоном, що об'єднав функції ПК і телефону. У 1998 р. вийшло друге покоління комунікаторів Nokia, вагою вже 253 г. У 2001 р. вийшов перший «справжній» смартфон Nokia 9210 Communicator (Муртазин, 2012; Nokia, 2019). У 2000 р. японська компанія Sharp випустила перший мобільний телефон з убудованою фотокамерою. У 2010 р. представлено перший у світі мобільний телефон (Palm Pre) із підтримкою бездротової зарядки. У 2010 р. кількість абонентів мобільних телефонів у світі наблизилася до 3 млрд (Солонин, 2019)</p>
4	<p>У 1973 році до комп'ютерної мережі 15 американських наукових центрів (ARPANET) підключилися користувачі з Європи: лондонський University College і норвезький Roal Rada Establishment. Мережа набула міжнародного статусу. Перше ж повідомлення між двома комп'ютерами (слово LOGIN) було передано в США 29 жовтня 1969 року. В 1974 р. мережа одержала назву «Інтернет» від слів Internal Network (внутрішня мережа). Вона офіційно була закріплена в 1983 р. У наші дні слово Інтернет більшістю сприймається як похідне від слова International, тобто</p>

1	2
	<p>«Міжнародна мережа», або «мережа мереж». У 1988 р. передавання даних стало миттєвим, завдяки цьому в мережі стало можливим «живе» спілкування в реальному часі. У 1989 році на основі Інтернету виникла Всесвітня павутина (англ. World Wide Web) – розподілена система, що надає доступ до пов’язаних між собою документів, розміщених на різних комп’ютерах у мережі Інтернет. У 1991 р. Всесвітня павутина в Інтернеті стала загальнодоступною і безкоштовною (История, 2012). У 2000 році Інтернетом користувалися вже 700 млн осіб, а в 2010 р. їх кількість наблизилася до 2 мільярдів (Интернет-доступ, 2018; Охотник, 2015)</p>
5	<p>У 1971 р. в комп’ютерній мережі (ALOHA) Гавайського університету (University of Hawaii) публічно продемонстровано бездротове передавання пакета даних (a wireless packet data network) (ALOHAnet, 2019). «Батьком» Wi-Fi часто називають голландця Віка Хайеса (Vic Hayes), який реалізував бездротовий зв’язок між касовими апаратами (The history, 2017). У 1970-х та початку 1980-х рр. бездротове передавання даних розвивалося на основі запропонованого так званого Ефірнета (Ethernet). Для цього використовували дозволений діапазон радіочастот (ALOHAnet, 2019). Значним поштовхом до розвитку Wi-Fi вважається прийняття Федеральною комісією США щодо зв’язку рішення, яке дозволяє безліцензійне використання радіочастот у діапазоні</p>

1	2
	<p>2,4 ГГц. Цей приклад наслідували й інші країни, що відкрило шлях широкому комерційному використанню радіочастотного діапазону. У 1991 р. корпорації NCR і AT&T розробили стандарти 802,11 для використання в касових системах. Перші бездротові системи мали назву WaveLAN. З 1990-х роботи з удосконалення бездротових технологій проводили в лабораторії радіоастрономії в Канберрі, Австралія. У 1998 р. це завершилося демонстрацією діючої системи. На той час за системою закріпилася назва Wi-Fi – від англійського сполучення Wireless Fidelity (що дослівно перекладається як «бездротова точність»). З 2000 р. почалося комерційне використання технології об'єднанням Wi-Fi Alliance (включає Cisco, Intersil, Nokia Symbol Technologies). У 2009 році Інститут інженерів з електротехніки та електроніки (IEEE) офіційно прийняв та опублікував відповідні стандарти (The history, 2017)</p>
6	<p>Перший прорив у розвитку сонячної енергетики відбувся в 1955 р., коли компанія Bell Telephone представила сонячну батарею на основі кремнію з ККД 6 %. Під час нафтової кризи 1973–1974 рр. відбувся сплеск інтересу до сонячної енергетики. Лише в США та цей час було встановлено більше ніж 3 000 фотоелектричних систем. Розпочалося виробництво сонячних годинників і калькуляторів, будівництва будинків, що</p>

1	2
	використовують виключно енергію сонця. У 1981 р. в США запрацювала перша промислова геліотермальна електростанція потужністю 10 МВт. У 1988 р. випущено сонячну батарею з ККД 17 %, а у 2011 р. компанія Boeing налагодила випуск сонячних панелей з ККД 39 %. У 2000 р. сумарна потужність фотоелектричних установок у світі оцінювалася як 1 ГВт, а у 2010 вона вже наблизилася до 100 ГВт (История, 2014)
7	У 1981 р. Х. Кодама (Hideo Kodama) з Нагойського муніципального індустріального НДІ винайшов два методи виготовлення тривимірної моделі за модельним шаблоном. У 1984 р. свій метод запатентував американець Ч. Халл (Chuk Hull). До 1990 р. реально існували два методи тривимірного друку, які одержали назву лазерного і струменевого. Сама назва «3D-принтер» з'явилася в 1995 р. У 2000 р. 3D-друк був запроваджений у медицині. У цьому ж році була надрукована перша працююча штучна нирка. Щоправда, знадобилося ще 13 років, щоб її трансплантували пацієнтові. У 2010 р. на 3D-принтерах уже надрукували перший прототип автомобіля та інші вироби (Bensoussan, 2016)
8	У 1973 р. компанія Fairchild розпочала промисловий випуск матриць приладу із зарядовим зв'язком (ПЗЗ). Перший прототип електронної відеокамери на основі ПЗЗ був створений ученими з Bell Labs ще в 1970 р. (Как появилась, 2014). Приблизно в той

1	2
	<p>самий час (1967–1969 рр.) в Японії представлено цифрові стереореєкордини для записування звуку (Технологии, 2017). У 1974 р. за допомогою ПЗС-матриці і телескопа одержано першу електронну астрономічну фотографію. У тому ж році розроблено техпроцес виробництва ПЗС-матриць на стандартному напівпровідниковому обладнанні. У 1980 р. Sony представила на ринку першу кольорову відеокамеру на основі використання матриць. У 1990 р. з'явилася повністю цифрова комерційна камера (Dycam Model 1). У 2000-2002 рр. цифрові камери стають доступними для масового споживання. Паралельно розвивалися технології цифрування запахів і навіть смаків. У 1975 р. швейцарський хімік і парфумер Роман Кайзер запропонував хімічний спосіб консервації запахів адсорбентами, що містяться в спеціальному картриджі. У 2000 р. компанія TriSenx запропонувала концепт пристрою, який розпізнавав код, що позначає, в якому співвідношенні потрібно змішувати смакові або ароматичні інгредієнти для одержання того чи іншого смаку або запаху. У 2001 р. компанія DigiScents випустила пристрій синтезатора запахів. У разі підключення до ПК він забезпечував відповідний запах, як тільки користувач відкривав електронний лист з убудованим кодом активації. Пристрій містив картридж із 128 «основами ароматів» (Цифровые, 2017). У 2005 р. іспанські вчені з Університету Хуельва розробили прилад XML Smell, здатний передавати запахи.</p>

1	2
	Також створено пристрій, здатний зчитувати навколишній аромат і оцифровувати його. У 2008 р. компанія Nokia представила концепт мобільного телефону, який обладнано сенсорами, що сприймають світло, звук, дотик і запах. Також заявлено можливості визначати, передавати й відтворювати одержані запахи. До 2010 р. подібні результати були одержані британськими, ізраїльськими, канадськими, сінгапурськими та японськими дослідниками. Досягнуті успіхи дозволяють з оптимізмом оцінювати перспективи телепортації запахів і смакових характеристик (Технологии, 2017; Цифровые, 2017). У 2002 р. обсяг інформації, що фіксується в цифровій формі, зрівнявся з обсягом інформації в аналоговій формі. У 2010 р. обсяг інформації в цифровій формі у світі наблизився до 100 % (Digital, 2019)
9	Основи штучного інтелекту (ШІ) закладено в працях багатьох учених із початку ХХ ст. У 1910–1913 рр. Б. Рассел і А. Н. Уайтхед заклали основи формальної логіки. У 1941 р. К. Цузе побудував перший працюючий програмно-керований комп'ютер. У 1943 р. У. МакКалок і У. Піттс у своїй праці заклали основи нейронних мереж та запропонували поняття штучної нейронної мережі і штучного нейрона. У 1948 р. свої праці з теорії інформації та основ кібернетики опублікували К. Шеннон і Н. Вінер. У 1949 р. Д. Хебб описав основні принципи навчання нейрона. У 1950 р. А. Тьюрингом

1	2
	<p>опубліковано емпіричний тест для визначення ШІ, згідно з якими машину можна назвати розумною, якщо вона зможе дистанційно підтримувати розмову зі звичайною людиною, і вона не зможе визначити, що з ним розмовляє не людина. Письменники-фантасти пропонують ще один підхід: ШІ виникне тоді, коли машина зможе відчувати й творити (История, 2019 а). У 1956 р. Дж. Маккартні (США) запропонував термін «штучний інтелект» (англ. Artificial intelligence – AI). У 1958–1960 рр. Ф. Розенблат продемонстрував пристрої, що моделюють спільну роботу людського ока і мозку (машина вміла розрізняти букви алфавіту). У 1960-ті рр. з'явилися пристрої експертного призначення, які допомагали в діагностуванні хвороб або геологорозвідці. У цей самий час з'явилися програми, здатні накопичувати знання і змінювати свою поведінку залежно від накопиченого досвіду. Згодом це стало основою для створення систем, що самонавчаються (Анисимов, 2019). У 1972 р. продемонстровано комп'ютерну мову Prolog (від «PROgramming in LOGic») загального призначення. Вона дозволяла поєднувати використання логіки з поданням знань. Логіку програми виражено термінами відносин, поданих у вигляді фактів і правил (Пролог, 2019). У 1997 р. машина вперше виграла у чемпіона світу з шахів Гаррі Каспарова. У 2005 р. розпочато дослідження аналога геному – <i>конектому</i>, схеми зв'язків у нервовій системі організму</p>

1	2
	людини (Коннектом, 2019). З 2010 р. програмою DeepMind Technologies (Лондон) активізовані роботи із самонавчання програм ШІ, що базується на використанні штучних нейросистем. З 2016 р. програма AlphaGO з рахунком 4:1 виграла у найсильнішого гравця «го», складної гри, що ґрунтується не лише на розрахунку ходів, а й на застосуванні інтуїції (DeepMind, 2019)
10	У 1973 р. в США була здійснена перша демонстрація сучасних RFID-міток (на ефекті зворотного розсіювання), як пасивних, так і активних (від англ. RFID – radio-frequency identification, радіочастотна ідентифікація). Перший патент, пов’язаний із назвою RFID, видано у 1983 р. Попередницею міток вважається система розпізнання «свій-чужий», винайдена в США в 1937 р. (RFID, 2019 а). Їх й до сьогодні активно використовують в авіації. Крім RFID, використовуються й інші види ідентифікації, зазвичай менш точні, проте більш дешеві: баркоди (штрих-коди), протикрадіжні мітки (EAS-electronic article surveillance) та ін. (Взгляд, 2012). У 2000 р. затверджено міжнародні стандарти на карти ідентифікації (Proximity-карти і Vicinity-карти) (RFID, 2019 б). До 2010 р. RFID-мітки широко використовували в різних сферах діяльності: промисловості, транспорті, складській логістиці, запобіганні крадіжкам, системі контролю та керування доступом, медицині, бібліотеці, паспортах, системі платежів,

1	2
	дистанційному керуванні, впізнанні тварин, сільському господарстві, людських імплантатах, системі керування багажем, системі локалізації об'єктів у реальному режимі часу (RFID, 2019 а)
11	<p>У 1973 р. в США була почата системна програма супутникової навігації (DNSS), яка в тому ж році одержала сучасну назву GPS (від англ. Global Positioning System) – система глобального позиціонування. Система забезпечує вимірювання відстані, часу, місця розміщення у всесвітній системі координат і швидкості пересування об'єктів. Ініціатором програми запуску супутникової навігації був військовий флот США в 1964 р. У 1974 р. на орбіту виведено перший супутник навігаційного призначення. Подібний радянський супутник (програма ГЛОНАСС) запущено в 1982 р. Аналогічне призначення має західноєвропейська програма Галілео (Galileo – початок роботи планувався з 2014 р.). До 1993 р. в США за програмою супутникової навігації запущено вже 24 супутників. У 1991 р. система GPS фактично стала всесвітньою, оскільки до неї одержали доступ країни соціалістичного табору. У 2000 р. система GPS реально одержала цивільний (не лише військовий) статус. Президент США Білл Клінтон своїм указом скасував навмисне зниження точності навігації, яке до цього здійснювалося для цивільних об'єктів. Починаючи з 2010 р., запуском супутників нового покоління точність GPS було значно підвищено. Сфери її застосування було значно розширено.</p>

1	2
	Сьогодні це: геодезія, картографія, навігація, супутниковий моніторинг транспорту, стільниковий зв'язок, тектоніка, активний відпочинок (История, 2019 в; GPS, 2018)
12	У 1968 р. японська компанія Kawasaki Heavy Industries, Ltd за ліцензією американської фірми Unimation Inc. виготовила перший відносно автономний промисловий робот. До цього використовували механічні пристрої, керовані або жорстко заданими програмами, або дистанційно людиною. Зокрема, в 1950-ті і 1960-ті рр. подібними були пристрої з маніпуляторами, керовані дистанційно для роботи з радіоактивними матеріалами (Робот, 2019). Робот (від чеськ. robota – «підневільна праця») – автоматичний пристрій, що діє за закладеною програмою і здатний коригувати свої дії на основі інформації про зовнішнє середовище, одержуваної за допомогою датчиків. 1980 р. – початок комерційного виробництва роботів. У 1986 р. в Чорнобилі роботів застосовано для очищення радіоактивних відходів і запобігання наслідкам аварії. З 2000 р. активізувалося промислове використання роботів. Із 2010 р. почали випускати роботи з основами ШІ. У 2011 р. перший робот доставлено на МКС (Робот, 2019). На цей час роботи широко використовуються в різних сферах діяльності: промисловості, транспорті, побуті, медицині, військовій справі

1	2
13	<p>Безпілотні літальні апарати (БПЛА), або дрони (від англ. drone – трутень), значною мірою доповнюють ряд роботів, будучи фактично транспортними роботами. Їх застосування почалося в період Першої світової війни і впродовж усього ХХ ст. обмежувалося військовою сферою. Їх використовували в основному як літальні мішені і для розвідки. Спроби застосування квазідронів одноразового використання (напр., крилаті ракети, радіокеровані літаки-бомби) не відрізнялися високою ефективністю. З кінця 1960-х – початку 1970-х рр. у ряді країн (насамперед США і СРСР) розпочинається відносно стабільне застосування безпілотників у військовій сфері. Для цього розпочато серійний випуск їх промислових зразків. У 1990-ті рр. з розвитком систем зв'язку і навігації (зокрема, GPS) з'являється нове покоління БПЛА, і закладаються основи для їх цивільного застосування, яке формально стартувало з 2000 р. (Что такое, 2018). З 2010 р. цивільні БПЛА почали лавиноподібно набирати популярності. Сьогодні дрони широко використовують у різних видах діяльності: геології, археології, управлінні інфраструктурою, страховому бізнесі, будівництві, інспекції, медичній сфері, науковій сфері, зв'язку, службі НС, поштової службі, ресторанному бізнесі, спорті, агрови-робництві, лісовому господарстві, журналістиці, розвагах</p>

1	2
14	<p>Автомобіль-безпілотник також є різновидом транспортного робота, але вже сухопутного. У 1984 р. в США відбулося випробування першого безпілотника-автомобіля. У 1995 р. автомобіль-безпілотник (Мерседес), створений командою вчених та інженерів із мюнхенського університету, проїхав звичайними дорогами 1995 км із Мюнхена до Данії і назад, розвиваючи швидкість до 180 км/год і випереджаючи інші автомобілі. Водночас система GPS не використовували (Prof. Schmidhuber's, 2019). У 2010 р. колони безпілотних автомобілів зробила автопробіг 15 000 км з італійської Парми до Шанхая на Експо-2010. Майже весь шлях автомобілі виконали самостійно, і лише іноді вони потребували допомоги людини (Автопробег, 2010). З 2010 р. розпочато комерційне використання безпілотних автомобілів, зокрема на автобусних маршрутах</p>
15	<p>Ідеї «хмарних» технологій беруть свій початок у 1950-ті роки, коли почали з'являтися великі ЕОМ і були відсутні ПК. Споживачі могли замовляти певні види розрахунків у власників ЕОМ через окремі термінали. Масова поява ПК на тлі антимонопольного законодавства США, лідера розвитку ІТ, змусило надовго «забути» про поширення сервісу від великих комп'ютерів. У 1972 році фірма ІВМ випустила операційну систему, що дозволяла створити віртуальну мережу, яка об'єднувала окремі комп'ютери.</p>

1	2
	<p>Кожний з операторів міг скористатися потужністю EOM. У 1999 році компанія Salesforce дала можливість користуватися власною комп'ютерною системою (CRM) на умовах передоплати. У 2002 р. компанія Amazon створила хмарний сервіс AWS Platform із метою зберігання інформації. У 2009 р. було запущено платформи від Google і Microsoft, що знаменувало завершення етапу становлення хмарних ресурсів та зробило хмарні технології масовим продуктом (Семчишин, 2018). У 2011 р. національний інститут стандартів і технологій США сформував визначення, що систематизувало існуючі трактування та варіації щодо хмарних технологій в єдине поняття (Облачные, 2019)</p>

Додаток Б

Базові інновації і їх роль у формуванні соціально-економічних трендів. Характеристика передумов проривних технологій для інноваційних фазових переходів

Ключова інновація	Значення для розвитку суспільства	Ключова інновація	Значення для розвитку суспільства
1	2	3	4
Матеріально-енергетичні фактори. Знаряддя праці			
Перші ручні рубила (бл. 800 тис. р. до н. е.)	Перевага в конкуренції за виживання, початок трудових процесів	Перші складові знаряддя, винахід рукотки (бл. 100 тис. р. до н. е.)	Ускладнення процесів праці
Початок мотижного землеробства (бл. 8 тис. р. до н. е.)	Початок неолітичної революції і переходу до осілого способу життя	Пиляння, свердління і шліфування каменю (бл. 6 тис. р. до н. е.)	Формування ремісничих операцій, поява ремісників
Прядка і ткацький верстат (бл. 5 тис. р. до н. е.)	Перший крок до масового виробництва	Винахід колеса і возів (бл. 4 тис. р. до н. е.)	Початок інформатизації знарядь праці, зародження транспорту

Продовження таблиці

1	2	3	4
Плуг із ножем і відвалом (бл. 100 р. до н. е.)	Становлення аграрного виробництва	Ручна прядка, двоциліндровий поршневий насос (бл. 100 р. до н. е.)	Становлення промислового виробництва
Штапування малюнків на тканинах (бл. 700 р. н. е.)	Формування передумов до масового виробництва	Перші кулачкові молоти з приводом від водяного колеса (1200 р.)	Початок механізації ремісничого виробництва
Перші доменні печі (бл. 1500 р.)	Формування виробничого матеріалознавства	Прядильна машина Аркрайта Бонапарта (1769 р.)	Формування ткацької промисловості
Прокатний стан для виготовлення дроту Бонапарта (1769 р.)	Формування масового виробництва	Початок фабричного виробництва парових машин Уатта (1776 р.)	Зародження машинобудівної промисловості
Перший токарно-гвинторізний верстат (1794 р.)	Формування верстатобудівної промисловості	Ротаційна машина Еппельгеса (1846 р.)	Становлення масового виробництва

Продовження таблиці

1	2	3	4
Перший житловий будинок із залізобетону (1865 р.)	Зародження промислового будівництва	Прокатний стан для виготовлення безшовних труб (1885 р.)	Становлення масового виробництва
Перша система конвеєрного виробництва Форда (1913 р.)	Початок машинобудівного масового виробництва	Створення першої автоматичної поточної лінії (1913 р.)	Початок автоматизованого виробництва
Сформульовано концепцію повної автоматизації виробництва (1936 р.)	Переддень упровадження автоматичних виробничих ліній	Створення перших верстатів з числовим програмним керуванням (1955 р.)	Початок упровадження повністю автоматизованих верстатів
Сформульовано концепцію нанотехнології (1959 р.)	Переддень нанотехнологічного виробництва	Створення першого промислового робота (1962 р.)	Початок використання виробничих засобів із гнучкою системою автоматичного ухвалення рішень

Продовження таблиці

1	2	3	4
Початок досліджень у сфері виробництва (1974 р.)	Створення передумов нановиробництва	Винахід методу тривимірного друку (1981 р.)	Переддень створення 3D-принтера
Створення першого 3D-принтера (1988 р.)	Початок адитивного виробництва	Створення прототипу процесора для нановиробництва (2007 р.)	Початок промислового використання нанотехнологій
<i>Виробництво і трансформація енергії</i>			
Початок використання вогню (бл. 500 тис. р. до н. е.)	Посилення енергетичної могутності людини	Штучне добування вогню (бл. 40 тис. р. до н. е.)	Початок контрольованого використання природної енергії
Водяний млин (бл. 300 р. до н. е.)	Початок використання енергії води	Вітряк (бл. 1750 р. н. е.)	Початок використання енергії вітру
Паровий двигун (1690 р.)	Початок використання штучно одержуваної енергії	Перша діюча парова машина Уатта (1768 р.)	Початок промислового використання штучно одержуваної енергії

Продовження таблиці

1	2	3	4
Відкриття коксу (1735 р.)	Початок концентрації енергії викопного палива	Відкриття електричного струму (1786 р.)	Якісний стрибок у концентрації енергії
Перша електробатарея (1800 р.)	Початок ери мобільного використання енергії	Створення електромагніту (1825 р.)	Формування передумов для появи електродвигуна
Відкриття явища електромагнітної індукції Фарадеєм (1831 р.)	Переддень створення електродвигуна	Створення електродвигуна постійного струму (1834 р.)	Початок використання електроенергії на транспорті
Відкриття фотоелемента (1839 р.)	Формування передумов використання сонячної енергії	Створення електродвигуна змінного струму (1841 р.)	Формування передумов промислового використання електроенергії
Створення першого трансформатора (1852 р.)	Створення необхідного ланки передавання енергії на відстань	Одержання гасу з нафти (1857 р.)	Переддень використання нафтопродуктів як енергоносіїв

Продовження таблиці

1	2	3	4
Буріння першої нафтової свердловини (1859 р.)	Початок промислового використання нафтопродуктів	Перший свинцевий акумулятор (1859 р.)	Початок ери заряджального зберігання електроенергії
Створення газового двигуна внутрішнього згорання (1860 р.)	Переддень виникнення автомобільного транспорту	Будівництво першої електростанції (1882 р.)	Початок масового використання електроенергії
Створення бензинового двигуна внутрішнього згорання (1883 р.)	Початок масового використання двигуна внутрішнього згорання в промисловості і на транспорті	Відкриття явища радіоактивності солей урану (1896 р.)	Відкриття нового джерела енергії
Перша керована ядерна реакція в першому ядерному реакторі (1942 р.)	Освоєння нового виду енергії	Запуск першої АЕС (1954 р.)	Початок мирного використання енергії атома
Перший квантовий генератор (лазер) (1954 р.)	Початок використання концентрованої квантової енергії речовини	Перша сонячна електробатарея (1955 р.)	Початок промислового використання сонячної енергії

Продовження таблиці

1	2	3	4
Речовини і матеріали			
Металургія міді (бл. 4 тис. р. до н. е.)	Передумови матеріального виробництва	Металургія бронзи (бл. 2 тис. р. до н. е.)	Підвищення твердості і міцності матеріалу в поєднанні з його більшою легкоплавкістю
Металургія заліза (бл. 1800 р. до н. е.)	Одержання одного з кращих технологічних матеріалів, зокрема завдяки його високій міцності і ковкості	Відкриття пороху (бл. 650 р.)	Початок використання однієї з перших вибухових речовин
Одержання селітри (1659 р.)	Початок використання перших мінеральних азотних добрив і вибухової речовини	Відкриття водню (1766 р.)	Початок застосування одного з найбільш використовуваних промислових речовин, а в наш час – одного з найбільш багатообіцяльних енергоносіїв на транспорті

Продовження таблиці

1	2	3	4
Відкриття алюмінію (1825 р.)	Переддень використання одного з найважливіших конструкційних матеріалів, зокрема для авіабудування	Синтез сечовини (1828 р.)	Переддень одержання синтетичних добрив, а також початок очищення димових газів
Одержання однієї з перших пластмас – камтулікона, попередника лінолеуму (1830 р.)	Переддень виробництва синтетичних матеріалів	Одержання нітрогліцерину (1847 р.)	Початок використання штучно виробленої речовини як лікарського препарату і вибухової речовини
Виробництво целюлоїдів (1870 р.)	Початок масового використання синтетичних матеріалів	Відкриття явища однобічної провідності (1874 р.)	Переддень створення напівпровідників
Виробництво целулоїдною плівки (1889 р.)	Початок масового використання штучних матеріалів (упаковка, основа кіноплівки тощо)	Відкриття поліетилену (1899 р.)	Переддень масового використання синтетичних пластмас

Продовження таблиці

1	2	3	4
Синтез штучного каучуку (1901 р.)	Початок промислового використання штучних матеріалів, що є еластичними, водонепроникними та мають електроізоляційні властивості	Винахід першого напівпровідника (1906 р.)	Переддень розвитку електроніки на основі транзисторів
Створення першого транзистора (1925 р.)	Початок використання транзисторів в електроніці	Створення скловолокна (1935 р.)	Переддень використання перших композиційних матеріалів
Інформаційні фактори			
Виникнення мови (бл. 150 тис. р. до н. е.)	Вирішальний фактор у формуванні спільності людей, а також акумулювання знань і досвіду для передавання наступним поколінням	Виникнення піктографічного письма (бл. 4 тис. р. до н. е.)	Формування основи письмової фіксації і зберігання інформації

Продовження таблиці

1	2	3	4
Виникнення складового письма (бл. 2 тис. р. до н. е.)	Стандартизація системи письмової фіксації інформації	Перші прототипи грошей (бл. 2 тис. р. до н. е.)	Заміна матеріального натурального обміну інформаційним еквівалентним
Скляні лінзи (бл. 450 р. до н. е.)	Формування основи дослідження навколишнього світу	Прообраз першого компаса (бл. 300 р. до н. е.)	Винахід засобу для орієнтації в просторі
Початок щеплення від віспи в Китаї (бл. 100 р. до н. е.)	Початок використання методу вакцинацій	Створення паперу (бл. 105 р.)	Винахід одного з перших носіїв інформації
Перші баштові годинники (996 р.)	Винахід засобу для контролю за часом	Перші окуляри (1285 р.)	Винахід засобу коригування зору
Прототип банку сучасного типу (1397 р.)	Реалізація функції грошового обігу	Друкарський верстат (1440 р.)	Поява засобу поширення знань

Продовження таблиці

1	2	3	4
Перший пружинний годинник (1450 р.)	Винахід індивідуального засобу для контролю за часом	Перший мікроскоп (1600 р.)	Формування інструментарію для дослідження будови речовини
Перший телескоп (1609 р.)	Винахід приладу для вивчення космічного простору	Перша лічильна машина (1645 р.)	Виникнення засобу, який механізує процес оброблення інформації
Перший арифмометр (1694 р.)	Початок механізації процесу оброблення інформації	Створення двійкової системи числення (1703 р.)	Найважливіша передумова для автоматизації процесу оброблення інформації
Створення швидкодрукувальної машини (1811 р.)	Посилення потенціалу для масового поширення інформації	Перший примітивний фотоапарат на основі камери-обскури (1816 р.)	Фіксація візуальної інформації
Створення першої електричної лампочки розжарювання (1820 р.)	Значне розширення видимої частини доби	Створення різницевої обчислювальної машини (1822 р.)	Посилення можливостей людини з оброблення інформації

Продовження таблиці

1	2	3	4
Перші безготівкові банківські розрахунки (1824 р.)	Прискорення грошового обігу	Створення телеграфного апарата Морзе (1837 р.)	Посилення можливостей комунікації людини на відстані
Перші досліді з передавання звукових сигналів за допомогою електричного струму (1837 р.)	Формування основи для фіксації і передавання звукової інформації	Створення друкарської машинки з важільним передавання (1843 р.)	Формування основи механізації процесів фіксації інформації
Створення магнітоелектричного реле як основи автоматизації виробництва (1850 р.)	Переддень автоматизації виробництва	Відкриття способу фотографування і обробки фотоматеріалів, близького до того, що використовувався в ХХ ст. (1851 р.)	Переддень масового застосування фотографії
Винахід мікрофона (1877 р.)	Початок запису і передавання звукової інформації	Винахід целулоїдних фотопластин (1884 р.)	Початок масового застосування фотографії

Продовження таблиці

1	2	3	4
Винахід грамофона (1887 р.)	Створення передумови для відтворення звукової інформації	Винахід целулоїдної фотоплівки (1889 р.)	Передумова для масового поширення фотографії та кіно
Винахід хронофотографічного апарату і стрічкового проектора з перфорованою целулоїдною плівкою (1889 р.)	Передумова для створення кіно	Винахід кінознімального апарата і кінопроектора (1895 р.)	Початок використання кіно
Створення електронно-променевої трубки (1896 р.)	Створення передумови для розвитку телебачення	Створення грамофонної пластинки (1896 р.)	Початок запису і відтворення звукової інформації
Створення концепції телебачення (1907 р.)	Передумова розвитку телебачення	Розроблення системи електронного телебачення (1923 р.)	Початок масового використання телебачення

Продовження таблиці

1	2	3	4
Відкриття пеніциліну (1928 р.)	Початок використання антимікробних властивостей антибіотиків	Запропоновано метод запису інформації на пластикову магнітну стрічку (1935 р.)	Початок масового запису і відтворення інформації
Початок телевізійного мовлення (1936 р.)	Початок масового використання телебачення	Створення першої релейної обчислювальної машини (1938 р.)	Початок використання автоматичного оброблення інформації
Створення першої ЕОМ на електронних лампах (1942 р.)	Передумова створення масового машинного оброблення інформації	Створення науки кібернетики (1948 р.)	Формування принципів збирання, зберігання, перетворення і використання інформації в машинах, живих організмах і їх об'єднань
Створення першої промислової ЕОМ (1952 р.)	Початок промислового машинного оброблення інформації	Створення перших транзисторів (1952 р.)	Передумова створення транзисторних комп'ютерів

Продовження таблиці

1	2	3	4
Створення ЕОМ на транзисторах (1958 р.)	Початок виробництва і використання транзисторних ЕОМ	Перша інтегральна схема (1958 р.)	Передумова створення комп'ютерів на інтегральних схемах
Перший комп'ютер на інтегральних схемах (1964 р.)	Початок випуску комп'ютерів сучасного типу	Перші світлодіоди, придатні для передавання світлового сигналу на великі відстані (1970 р.)	Передумова для створення оптико-волоконної системи зв'язку
Створення комп'ютерної мови. Пролог, що дозволяє поєднувати використання логіки з наданням знання (1972 р.)	Передумова створення штучного інтелекту	Реалізація програми супутникової навігації (1974 р.)	Початок супутникової ідентифікації розміщення об'єктів в просторі
Випуск першого персонального комп'ютера (1976 р.)	Початок масового використання комп'ютерів	Перша система автоматичного проектування – САПР (1982 р.)	Початок автоматизації розумових робіт

Продовження таблиці

1	2	3	4
Використання штучного інтелекту в різних виробничих сферах (2000 р.)	Початок промислового використання самоврядних виробничих систем	Мітки радіочастотної ідентифікації (2000 р.)	Передумова до створення «інтернету речей»
Самовідтворювальності робіт (2008 р.)	Початок формування самовідтворювальних виробничих систем	Створення штучних органів людини, нейронів, генетичного механізму (2010 р.)	Передумова створення кіборга
Формування «хмари» – системи суперкомп'ютерів і великих баз даних (2011 р.)	Виникнення глобальної системи пам'яті	Перехід на масове (до 99 %) використання цифрових методів запису, зберігання і відтворення інформації (2014 р.)	Перехід на універсальний метод запису будь-яких видів (зокрема візуальної, звукової, запахової, аналітичної) інформації
Синергетичні фактори (комунікаційні засоби)			
Виникнення мовлення і мови (більше ніж 150 тис. р. до н. е.)	Виникнення комунікацій між людьми і спільнотами	Перші гребні човни (бл. 10 тис. р. до н. е.)	Виникнення водного транспорту

Продовження таблиці

1	2	3	4
Виникнення писемності (4 тис. р. до н. е.)	Значне подовження відстаней комунікацій	Перші вози (бл. 4 тис. р. до н. е.)	Виникнення сухопутного транспорту
Перші вітрильні судна (бл. 3 тис. р. до н. е.)	Виникнення парусного флоту	Водний канал (бл. 3 тис. р. до н. е.)	Початок використання штучних водотоків для створення транспортних шляхів і перенаправлення потоку води
Акведук, водоводи (канал, труба) (700 р. до н. е.)	Початок використання водоводів для транспортування води до населених пунктів, зрошувальних і гідроенергетичних систем	Створення маяка (300 р. до н. е.)	Початок використання дистанційного оповіщення в навігації
Міжконтинентальна експедиція Колумба (1492 р.)	Початок міжконтинентальних транспортних комунікацій	Перший аеростат (1783 р.)	Зародження повітряного транспорту

Продовження таблиці

1	2	3	4
Перший пароплав (1787 р.)	Початок машинної ери на транспорті	Перша рейкова дорога з кінською тягою (1801 р.)	Переддень створення залізничного транспорту
Перший паровий автомобіль (1803 р.)	Зародження автотранспорту	Перший паровоз (1804 р.)	Зародження залізничного транспорту
Перший телеграфний апарат (1809 р.)	Значне посилення (прискорення) комунікаційних можливостей людини	Перший паровий омнібус (1824 р.)	Зародження першого пасажирського транспорту, що приводиться в рух машиною
Залізниця з Дарлінгтона до Стоктона (1825 р.)	Перша міжміська залізнична комунікація	Введення сигнальних семафорів на залізниці (1835 р.)	Початок використання дистанційних комунікаційних сигналів на транспорті
Будівництво телеграфної лінії між Вашингтоном і Балтімором (1844 р.)	Можливість миттєвого передавання інформації між містами	Перший велосипед із педалями (1845 р.)	Створення індивідуального транспортного засобу

Продовження таблиці

1	2	3	4
Створення першого телефону (1860 р.)	Поява можливості спілкування в живому часі на відстані	Перший нафтопровід в Огайо, США (1864 р.)	Початок промислового використання трубопровідного транспорту
Введення семафорної азбуки на флоті (1869 р.)	Створення візуальної системи дистанційного інформаційного спілкування	Перший планер (1871 р.)	Створення літального апарату, важчого за повітря
Перша електропередача між Місбахом і Мюнхеном в Німеччині (1882 р.)	Початок експлуатації ліній електропередач	Будівництво першої лінії електропередачі на значну відстань (1882 р.)	Забезпечення масового використання електроенергії
Відкриття електромагнітних хвиль і зовнішнього фотоефекту (1886 р.)	Створення передумови для бездротового використання інформації	Перший автомобіль (1891 р.)	Початок масового використання автотранспорту

Продовження таблиці

1	2	3	4
Винахід першого радіоприймача (1895 р.)	Початок бездротового передавання звукової інформації	Відкриття рентгєнівських променів (1895 р.)	Передумова для використання фотохімічного методу аналізу внутрішньої структури речовини в охороні здоров'я і промисловості
Перша радіопередача через Атлантичний океан (1901 р.)	Реалізація міжконтинентальної бездротової комунікації	Перший аероплан (1903 р.)	Початок керованих польотів апаратів важчих за повітря
Перший дизель-електрохід (1903 р.)	Посилення потужності і підвищення ефективності морського транспорту	Випробування першого радара (1905 р.)	Переддень дистанційної координації транспорту в просторі
Установлено регулярний радіозв'язок між Європою і Америкою (1907 р.)	Формування стійкої радіокомунікації між континентами	Перший вертоліт (1924 р.)	Новий вид повітряного транспорту

Продовження таблиці

1	2	3	4
Перша телевізійна передача рухомого зображення (1925 р.)	Реалізація візуальної комунікації на відстані	Перша ракета з рідинним реактивним двигуном (1926 р.)	Освоєння нового виду комунікацій
Наукове обґрунтування ідеї радара (1933 р.)	Передумова до контролю за перебуванням об'єктів у просторі	Створення першої радіолокаційної станції (1935 р.)	Початок контролю за перебуванням об'єктів у просторі
Початок регулярного телевізійного мовлення (1938 р.)	Стійка візуально-звукова комунікація	Перший турбореактивний літак (1939 р.)	Зростання швидкості і дальності авіації
Перший штучний супутник Землі (1957 р.)	Початок ери космічних комунікацій	Перший пілотований космічний політ (1961 р.)	Початок пілотованих космічних польотів
Випуск першого промислового прототипу дрона (1969 р.)	Початок безпілотних авіакомунікацій	Перша орбітальна космічна станція (1971 р.)	Початок пілотованих орбітальних комунікацій

Продовження таблиці

1	2	3	4
Перше бездротове передавання пакета даних між комп'ютерами (1971 р.)	Початок бездротового передавання інформації між комп'ютерами	Перший мобільний телефон (1973 р.)	Початок мобільного зв'язку
Старт програми супутникової навігації – GPS (1973)	Початок функціонування супутникової системи глобального позиціонування	Виникнення Інтернету (1973 р.)	Початок мережевих комп'ютерних комунікацій
Випробуваний перший безпілотний автомобіль (1984 р.)	Початок безпілотних автомобільних комунікацій	Початок дії планетної системи «Біткоїни» (2009 р.)	Початок дії децентралізованої системи «криптовалюта» для прямих міжсуб'єктних фінансових комунікацій
Експлуатація Інтернету речей (2012 р.)	Початок експлуатації кіберфізичних систем без участі людини	Запуск різних систем Інтернету речей (2012 р.)	Початок масового використання виробничих систем, що самоорганізуються

Рекомендована література

1. Азимов А. Краткая история химии: развитие идей и представлений в химии / пер. с англ. Санкт-Петербург: Амфора, 2000. 369 с.
2. Алферов Ж. И., Копьёв П. С. Сурис Р. А. и др. *Наноматериалы и нанотехнологии*. URL: <http://www.microsystems.ru/files/publ/601.htm> (дата обращения: 20.10.2017).
3. Англичанин делает машину, которая копирует себя. *Membrana*. 17.03.2005. URL: <http://www.membrana.ru/particle/8345> (дата обращения: 01.03.2017).
4. Анисимов В. В. Искусственный интеллект. *Интеллектуальные информационные системы*. URL: <https://sites.google.com/site/anisimovkhv/learning/iis/lecture/tema1> (дата обращения: 10.04.2019).
5. Бабур И. ДТЭК первым в Украине устанавливает промышленную систему накопления энергии мощностью 1 МВт и ёмкостью 1,5 МВт · час. *ДТЭК. Новости*. 22.07.2020. URL: <https://dtek.com/ru/media-center/press/dtek-becomes-first-in-ukraine-to-install-a-1mw15-mwh-industrial-energy-storage-system/> (дата обращения: 02.10.2020).
6. Балацкий О. Ф., Мельник Л. Г. Теоретические и практические вопросы определения экономического ущерба от загрязнения окружающей среды. Киев, 1982. 15 с.
7. Балацкий О. Ф., Мельник Л. Г., Ярош Н. В. Экология и экономика. Киев: Вища школа, 1986. 184 с.
8. Банк. *Википедия*. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Банк> (дата обращения: 20.03.2019).
9. Белл Д. Грядущее постиндустриальное общество. Опыт социального прогнозирования / пер. с англ. Москва: Academia, 1999. 956 с.
10. Бельчикова Е. В Китае заработала крупнейшая солнечная электростанция. *Журнал «Популярная механика»*. 2020. URL: <https://www.popmech.ru/technologies/news-628813-v-kitae-zarabotala-kрупнейshaya-solnechnaya-elektrostanciya/> (дата обращения: 10.10.2020).
11. Бобылёв Б. И. Атомная энергетика Европы. *Russika.ru*. 2016. URL: <http://www.russika.ru/sa.php?s=2> (дата обращения: 01.03.2016).
12. Богапов Г. Vodafone внедряет «Умный учет» воды на базе NB-IoT. *HiTech Expert*. 27.01.2020. URL: <https://expert.com.ua/130289-vodafone-vnedryaet-umnyj-uchet-vody-na-baze-nb-iot.html> (дата обращения: 01.02.2020).
13. Бойко А. Какие страны в действительности лидируют в роботизации? *RoboTrends*. 12.03.2019. URL: <http://robotrends.ru/pub/1911/kakie-strany-v-dyaystvitel'nosti-lidiruyut-v-robotizacii> (дата обращения: 25.01.2020).

14. Бондаренко М. Капитализация 100 крупнейших компаний мира достигла рекордных \$21 трлн. *РБК. Бизнес*. 16.08.2019. URL: <https://www.rbc.ru/business/16/08/2019/5d5605839a7947e7cd21723b> (дата обращения: 20.01.2020).

15. Бронза. *Википедия*. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Бронза> (дата обращения: 20.03.2019).

16. Бутов А. Волоконно-оптические световоды и датчики предупредят технические катастрофы. *Информационные технологии завтра*. 10.01.2003. URL: https://www.cnews.ru/articles/volokonnoopticheskie_svetovody_i_datchiki (дата обращения: 20.10.2019).

17. В 2020 году 11 % электроэнергии в Украине будет производиться из ВИЭ – УАВЭ. *Электровести*. 15.04.2020. URL: https://elektrovesti.net/70551_v-2020-godu-11-elektroenergii-v-ukraine-budet-proizvoditsya-iz-vie-uave (дата обращения: 20.06.2020).

18. В Києві відкрили другу інноваційну лабораторію Fablab Fabricator. *Хмарочос. Розуміючи місто*. 13.10.2016. URL: <https://hmarochos.kiev.ua/2016/10/13/u-kiyevi-vidkriili-drugu-innovatsiynu-laboratoriyu-fablab-fabricator/> (дата звернення: 10.03.2017).

19. В США создали новый сверхлегкий материал, который прочнее стали в 10 раз. *Ren. Новости*. 08.01.2017. URL: <http://ren.tv/novosti/2017-01-08/v-ssha-sozdali-novyy-sverhlegkiy-material-kotoryu-prochnee-stali-v-10-raz> (дата обращения: 15.03.2017).

20. В Чернобыльской зоне планируется постройка солнечной электростанции. *PORT*. 22.05.2017. URL: <http://uaport.net/news/ua/t/1705/22/15203238> (дата обращения: 25.10.2017).

21. Вайцеккер Э., Харгроуз К., Смит М. Фактор пять. Формула устойчивого роста. Доклад Римского клуба / пер. с англ. Москва: АСТ-ПРЕСС КНИГА, 2013. 368 с.

22. Вайцеккер Э., Ловинс Э., Ловинс Л. Фактор четыре. Затрат половина, отдача двойная. Новый доклад Римского клуба / пер. с англ. Москва: Academia, 2000. 400 с.

23. Вернадский В. И. Биосфера и ноосфера. Москва: Айрис-пресс, 2003. 573 с.

24. Ветряная мельница. *Википедия*. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Ветряная_мельница (дата обращения: 20.03.2019).

25. Взгляд изнутри: RFID и другие метки. *Хабр*. 05.12.2012. URL: <https://habrahabr.ru/post/161401/> (дата обращения: 10.04.2019).

26. Винер Н. Кибернетика и общество. Москва: ИИЛ, 1958. 200 с.

27. Возобновляемая энергия стала дешевле нефти и газа уже в 30 странах. *DW. Made for minds. Новости. Мир*. URL: <http://www.dw.com/ru/возобновляемая-энергия-стала-дешевле-нефти-и-газа-уже-в-30->

странах/a-36916469 (дата обращения: 25.10.2017).

28. Вострилова Е. Четвёртая революция: Интернет вещей. *Эксперт*. Январь 2015. URL: <http://www.nсса.ru/file?Files&141> (дата обращения: 01.03.2020).

29. Гандзий А. Тепло земли используют для обогрева дома. *Gazeta.ua*. 14.10.2013. URL: https://gazeta.ua/ru/articles/hata-newspaper/_teplo-zemli-ispolzuyut-dlya-obogreva-doma/520605 (дата обращения: 09.11.2017).

30. Гарин И. Фазовые переходы в экономике. *Проза.ru*. 2017. URL: <https://www.proza.ru/2017/10/14/1107> (дата обращения: 20.03.2019).

31. Геотермальная энергетика Украины. *ЭСКО. Электронный журнал энергосервисной компании «Экологические системы»*. № 11. Ноябрь 2005. URL: http://www.journal.esco.co.ua/2005_11/art07_30.htm (дата обращения: 09.11.2017).

32. Геотермальная энергетика. 2017. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Геотермальная_энергетика (дата обращения: 09.11.2017).

33. Геотермальные электростанции – прекрасная альтернатива традиционным методам получения энергии. *Greenologia*. 2016. URL: <http://greenologia.ru/eko-zhizn/tehnologii/geotermalniye-electrostantsyi.html> (дата обращения: 09.11.2017).

34. Глушенко Н. Графен животворящий: 10 главных мыслей о суперматериале от его исследователя Леонида Пономаренко. *112.ua*. 16.09.2017. URL: <https://112.ua/mnenie/grafen-zhivotvoryashhiy-10-glavnyh-mysley-o-supermateriale-ot-ego-issledovatelya-leonida-ponomarenko-411199.html> (дата обращения: 20.09.2017).

35. Гоголадзе О. Зубная паста с биоактивным стеклом восстанавливает поврежденные зубы. *Хайтек*. 27.09.2017. URL: <https://hightech.fm/2017/09/27/teeth> (дата обращения: 20.10.2017).

36. Голованов Г. Новый хирургический клей затягивает рану за 60 секунд. *Хайтек*. 05.10.2017. URL: <https://hightech.fm/2017/10/05/glue-wounds> (дата обращения: 20.10.2017).

37. Горина А. Впервые представлен цветной 3D-принтер для работы с несколькими материалами. *Вести*. 28.01.2014. URL: <http://www.vesti.ru/doc.html?id=1225539&cid=2161> (дата обращения: 10.03.2017).

38. Горина А. Новый 3D-принтер работает с рекордным количеством материалов. *Вести*. 25.08.2015. URL: <https://www.vesti.ru/doc.html?id=2656537>. (дата обращения: 09.11.2017).

39. Грандиозный план строительства гидроэлектростанции в пустыне Южной Америки // *FacePla.net*. 01.02.2016. URL :

<http://facepla.net/the-news/energy-news-mnu/> 5359 гидроэлектростанции-в-пустыне.html (дата обращения : 01.03.2016).

40. Григоренко Ю. Хорошие зарплаты и стабильный рост: Что из себя представляет украинская IT-отрасль. *112.ua*. 04.03.2019. URL: <https://112.ua/statji/horoshie-zarplaty-i-stabilnyu-rost-chno-iz-sebya-predstavlyayet-ukrainskaya-it-otrasl-482651.html> (дата обращения: 20.01.2020).

41. Громов П. Новое открытие приближает появление квантовых компьютеров. *Хайтек*. 19.10.2017. URL: <https://hightech.fm/2017/10/19/nanoelectronics-breakthrough> (дата обращения: 20.10.2017).

42. Груман Г. Многоликий Интернет вещей. *Директор информационной службы*. 2014. № 9. URL: <http://www.osp.ru/cio/2014/09/13042516/> (дата обращения: 01.03.2019).

43. Дейлі Г. Поза зростанням. Економічна теорія сталого розвитку / пер. з англ. Київ: Інтелсфера, 2002. 312 с.

44. Деньги. *Википедия*. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Деньги> (дата обращения: 20.03.2019).

45. Доклад BNEF: Перспективы новой энергетики 2017 (New Energy Outlook 2017). *Возобновляемая энергия и ресурсы*. URL: <http://renewnews.ru/bnef-new-energy-outlook-2017/> (дата обращения: 01.10.2020).

46. Доклад о цифровой экономике 2019. Создание стоимости и получение выгод: последствия для развивающихся стран. *Организация Объединенных Наций*. 2019. URL: https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/der2019_overview_ru.pdf (дата обращения: 20.01.2020).

47. Домашние солнечные станции в Украине: новая статистика на начало 2020 года. *ЭкоТехника*. 05.03.2020. URL: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/4722-domashnie-solnechnye-stantsii-v-ukraine-novaya-statistika-na-nachalo-2020-goda.html> (дата обращения: 15.06.2020).

48. Домашняя солнечная энергетика Украины ставит новый рекорд: 24 тыс. частных СЭС, 618 МВт генерации. *Экотехника*, 05.05.2020. URL: <https://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/4866-domashnyaya-solnechnaya-energetika-ukrainy-stavit-novuj-rekord-24-tys-chastnykh-ses-618-mvt-generatsii.html> (дата обращения: 02.10.2020).

49. Доронин Ф. А. Созданы гидрофобные кремниевые наноструктуры. *Нанометр*. 26.08.2015. URL: http://www.nanometer.ru/2015/08/26/scientific_reports_465114.html (дата обращения: 15.05.2017).

50. Доронин Ф. А. Разработаны чернила для 3D-биопринтера на основе наноцеллюлозы. *Нанометр*. 05.07.2015. URL:

http://www.nanometer.ru/2015/07/05/drevesnaa_celluloza_464765.html
(дата обращения: 09.11.2017).

51. Доронин Ф. А. Бумага для многоцветной печати. *Нанометр*. 09.12.2014. URL: http://www.nanometer.ru/2014/12/07/mnogokratnaa_pechat_445061.html (дата обращения: 15.05.2017).

52. Доронин Ф. А. Самовосстанавливающийся пластик. *Нанометр*. 29.05.2014. URL: http://www.nanometer.ru/2014/05/19/polymer_414488.html (дата обращения: 09.11.2017).

53. Есть ли будущее у волновых электростанций? *Greenologia*. 2015. URL: <http://greenologia.ru/eko-zhizn/technologii/volnovyye-elektrostancij.html> (дата обращения: 09.11.2017).

54. Железо. *Википедия*. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Железо> (дата обращения: 20.03.2019).

55. Загорская Д. Осы вдохновили инженеров на 3D-печать домов из грязи и глины. *Вести.ru*. 24.09.2015. URL: <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2667910> (дата обращения: 01.11.2015).

56. Загорский И. На смену трехмерной печати приходит четырехмерная. *Вести.ru*, 22.12.2014. URL: <http://www.vesti.ru/doc.html?id=2220106&tid=108002> (дата обращения: 01.12.2015).

57. Зайцева О. О., Болотинюк І. М. Електронний бізнес. Навчальний посібник / за наук. ред. Н. В. Морзе. Івано-Франківськ: Лілея НВ, 2015. 264 с.

58. Закопана під землю труба дозволяє економити на кондиціонуванні та опаленні будинку. *EcoTown*. 07.05.2015. URL: <http://ecotown.com.ua/news/Zakopana-pid-zemleyu-truba-dozvolyaye-ekonomyту-na-kondytsionuvanni-ta-opalenni-budynku/> (дата обращения: 09.11.2017).

59. Золотов А. Статистика: плотность роботов в разных странах и отраслях промышленности. *Robotforum*. 28.09.2016. URL: <http://robotforum.ru/novosti-texnologij/statistika-plotnost-robotov-v-raznyix-stranax-i-otraslyax-promyishlennosti.html> (дата обращения: 01.03.2017).

60. И. о. министра энергетики Буславец замахнулась на строительство в Украине водородного завода. *УНИАН. Новости сегодня*. 27.07.2020 URL: <https://www.unian.net/economics/energetics/minenergo-buslavec-sobralas-stroit-v-ukraine-zavod-novosti-segodnya-11090264.html> (дата обращения: 02.10.2020).

61. Изобретение транзистора. *Википедия*. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Изобретение_транзистора (дата обращения: 20.03.2019).

62. Интернет вещей: как технологии будущего упрощают настоящее. *Деловой новостной сайт Дело Украина*. 07.08.2018. URL: <https://delo.ua/business/internet-veschej-na-peresechenii-nastojaschego-i-345002/> (дата обращения: 25.04.2020).

63. Интернет вещей. *Wikipedia*. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Интернет_речей (дата обращения: 01.07.2020).

64. Интернет-доступ (мировой рынок). *Tadviser*. 02.02.2018. URL: [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет-доступ_\(мировой_рынок\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Интернет-доступ_(мировой_рынок)) (дата обращения: 10.04.2019).

65. Ирглач К. Бразильские исследователи разработали пищевую тару, которая меняет цвет, если её содержимое начало портиться. *ITCua*. 29.06.2017. URL: <https://itc.ua/blogs/brazilskie-issledovateli-razrabotali-pishhevuyu-taru-kotoraya-menyayet-tsvet-esli-ee-soderzhimoe-nachalo-portitsya/> (дата обращения: 25.10.2017).

66. Ирглач К. В Нидерландах открыли мост, напечатанный на 3D-принтере. *ITCua*. 19.10.2017. URL: <https://itc.ua/blogs/v-niderlandah-otkryili-most-napечатанный-na-3d-printere/> (дата обращения: 20.12.2017).

67. История возникновения телефона и мобильной связи (а). URL: <http://kpk-user.ru/articles/1207-istorija-voznikovenija-telefona-i-mobilnoj.html> (дата обращения: 11.05.2019).

68. История персональных компьютеров (б). *Википедия*. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/История_персональных_компьютеров (дата обращения: 10.04.2019).

69. История персональных компьютеров (в). *Wikizero*. URL: https://www.wikizero.com/ru/Персональные_компьютеры (дата обращения: 20.03.2019).

70. История создания 3D-печати. *Все о 3D-принтерах и 3D-печати*. URL: <http://pechat-3d.ru/3d-printer/istoriya-razvitiya-3d-pechati.html> (дата обращения: 10.03.2017).

71. История появления Интернета. *Retrobazar*. 15.12.2012. URL: http://retrobazar.com/journal/interesting/988_istorija-pojavlenija-interneta.html (дата обращения: 10.04.2019).

72. История развития солнечной энергетики: борьба за КПД. *5thelement.ru*. 28.08.2014. URL: <https://5thelement.ru/solar/istoriya-razvitiya-solnechnoy-energetiki-borba-za-kpd.html> (дата обращения: 10.04.2019).

73. История создания системы GPS. *iTrack*. URL: <http://www.itrack.com.ua/support/docs/historyofgps> (дата обращения: 10.04.2020).

74. Ищенко А. Названы главные успехи IT-отрасли в Украине за 2018 год. *Сегодня*. 5.01.2019. URL: <https://www.segodnya.ua/ukraine/nazvany-glavnye-uspehi-it-otrasli-v-ukraine-za-2018-god-1203441.html> (дата обращения: 20.01.2020).

75. Как получить электричество из куриного помета. *Газета о личностях и лицедеях «Лица»*. *Новости*. *Экология*. 17.03.2017. URL: <http://www.litsa.com.ua/show/a/34848> (дата обращения: 15.12.2017).

76. Как появилась первая цифровая камера. *Livejournal*. 30.12.2014. URL: <https://masterok.livejournal.com/2175310.html> (дата обращения: 10.04.2019).

77. Канал. *Википедия*. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Канал> (дата обращения: 20.03.2019).

78. Канило П. М., Сарапина М. В. Анализ энергоэкологических показателей тепловых электростанций. *Проблемы машиностроения*. 2013. Т. 16. № 1. С. 68–74.

79. Капитализация Microsoft впервые превысила \$1 трлн. *Интерфакс*. *ЭКОНОМИКА*. 25.04.2019. URL: <https://www.interfax.ru/business/659352> (дата обращения: 20.01.2020).

80. Капица С. П. Парадоксы роста: Законы развития человечества. Москва: Альпина нон-фикшн, 2010. 192 с.

81. Каучуки. *Википедия*. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Каучуки> (дата обращения: 20.03.2019).

82. Китай делает ставку на возобновляемую энергетику. *Нефтегазовый образовательный центр*. 06.02.2019. URL: <https://nangs.org/news/renewables/kitay-delaet-stavku-na-vozobnovlyаемую-energetiku> (дата обращения: 20.09.2020).

83. Китай установил цели развития ВИЭ на текущий год. *Elektrovesti.net*. 04.06.2020. URL: https://elektrovesti.net/71238_kitay-ustanovil-tseli-razvitiya-vie-na-tekushchiy-god (accessed on 20.09.2020).

84. Китайцы напечатали полноценный автомобиль всего за 1770 долларов. *3D Today*. *Новости*. 01.04.15. URL: <http://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/the-chinese-printed-full-car-for-only-1770/> (дата обращения: 01.11.2017).

85. Ключові компетентності для навчання впродовж життя 2018 – Цифрова компетентність. *Блог про дистанційне та змішане навчання інформатики*. *Технології та системи дистанційного навчання*. *Moodle*. 18.01.2018. URL: <http://dystosvita.blogspot.com/2018/01/2018.html> (дата звернення: 20.05.2020).

86. Комиссаров А. Четвёртая промышленная революция. *Ведомости*. 13.10.2015. URL: <https://www.vedomosti.ru/opinion/articles/>

2015/10/14/612719-promishlennaya-revolyuetsiya (дата обращения: 01.03.2020).

87. Компания CISCO занимается вопросами распределённой генерации электроэнергии. *Alterenergy.info*. URL: <http://www.alterenergy.info/home/raspredeleonnaya-generatsiya/191-cisco-smart-grid> (дата обращения: 15.11.2017).

88. Композиционные материалы. Свойства композиционных материалов. Применение композиционных материалов. *МТОМД.ИНФО*. URL: <http://www.mtomd.info/archives/1764> (дата обращения: 20.10.2017).

89. Коннектом. *Википедия*. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Коннектом> (дата обращения: 10.04.2019).

90. Коробкова Е. Биогаз и неиспользованный потенциал био-метана по всему миру. *ЭНЕРГО-СМИ*. 30.03.2020. URL: <https://energsmi.ru/archives/43412> (дата обращения: 02.10.2020).

91. Краснянский М. Е. Третья промышленная революция. URL: <http://www.krasnyanskiy.com/home/tretya-promyshlennaya-revolyuetsiya.html> (дата обращения: 01.11.2015).

92. Криптовалюта. *Википедия*. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Криптовалюта> (дата обращения: 20.03.2019).

93. Кулеш С. Оператор Vodafone Украина запустил услугу IoT Monitor для пакетного управления IoT-подключениями. *ITCua*. 20.02.2020. URL: <https://itc.ua/news/operator-vodafone-ukraina-zapustil-uslugu-iot-monitor-dlya-paketnogo-upravleniya-iot-podklyuchenyami/> (дата обращения: 25.04.2020).

94. Курцвейл Р. Эволюция разума, или бесконечные возможности человеческого мозга, основанные на распознавании образов / пер. с англ. Москва: Эксмо, 2018. 352 с.

95. Курьшев Е. Рынок 3D-принтеров в мире и в России. *It-weekly.ru*. 29.06.2016. URL: <http://www.it-weekly.ru/it-news/tech/105306.html> (дата обращения: 10.03.2017).

96. Литвинова А. Ответ злопыхателям солнечной энергетики (часть 1). *Prostopasha1914*. 01.06.2018. URL: <https://prostopasha1914.livejournal.com/44253.html> (дата обращения: 01.10.2020).

97. Мариновська А., Мишко Я. Цифровізація. *Digitalization*. URL: <https://iie.org.ua/wp-content/uploads/2019/02/Prezentatsiya-szhatyiy.pdf> (дата звернення: 20.06.2020).

98. Махмутов А. Р. Фазовые переходы в экономике. *Rusnauka*. 2008. URL: http://www.rusnauka.com/24_SVMN_2008/Economics/26922.doc.htm (дата обращения: 20.03.2019).

99. Медленно и уверенно. Более десятка городов Украины уже подключились к «интернету вещей». *Internetua*. 28.01.2020. URL: <https://internetua.com/medlenno-i-uverenno-bolee-desyatka-gorodov-ukrainy-uje-podkluacsilis-k-internetu-veshei-> (дата обращения: 01.02.2020).

100. Мельник Л. Г. Методология развития: монография. Сумы: Университетская книга, 2005. 602 с.

101. Мельник Л. Г. Предпосылки формирования информационного общества. *Социально-экономические проблемы информационного общества* / ред. Л. Г. Мельника. Сумы: Университетская книга, 2005. С. 60–87.

102. Мельник Л. Г. Зелена економіка: підручник. Суми: Університетська книга, 2018. 463 с.

103. Мельник Л. Г. Рождение сестейновой экономики: опыт ЕС и практика Украины в свете III и IV промышленных революций: монография. Сумы: Университетская книга, 2018. 432 с.

104. Мельник Л. Г. Предпосылки формирования «Интернета вещей»: экономический анализ. *Механизм регулирования экономики*. № 1. 2018. С. 8–30.

105. 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>.

106. Метаматериал. *Википедия*. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Метаматериал> (дата обращения: 10.03.2017).

107. Мировая экономика ежегодно потребляет в 1,5 раза больше ресурсов, чем их может воссоздать планета. *WWF. Rbc.ua*. 17.05.2012. URL: <https://www.rbc.ua/rus/news/mirovaya-ekonomika-ezhegodno-potrebyaet-v-1-5-raza-bolshe-17052012092100> (дата обращения: 01.08.2017).

108. Митрофанов А. Роботизация промышленности: угроза безработицы или основа экономики будущего? *Военное обозрение. Аналитика*. 28.09.2019. URL: <https://topwar.ru/162843-robotizacija-promyshlennosti-ugroza-bezraboticy-ili-osnova-jekonomiki-budushego.html> (дата обращения: 25.01.2020).

109. Мурашова К. Кирпичи превратили в средство накопления энергии. *Ferra*. 12.08.2020 URL: <https://www.ferra.ru/news/techlife/kipichi-prevratili-v-sredstvo-nakopleniya-energii-12-08-2020.htm> (дата обращения: 03.10.2020).

110. Нано-аккумуляторы – шаг в будущее. *TextSale.ru*. URL: <http://prodamtex.ru/114/11262/nano-akkumulyatory-shag-v-buduschee.html> (дата обращения: 20.10.2017).

111. Нанотехнологии: Что это такое? Мечты и реальность. 2017. *Современные технологии*. URL: http://www.unicc.kiev.ua/articles/nanotehnologii_sfera_ih_primeneniya (дата обращения: 20.10.2017).

112. Нанотехнология. *Википедия*. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Нанотехнология> (дата обращения: 20.03.2019).

113. Нанотранзистор корейских учёных. Нанотехнологии и прогресс: нанотранзисторы – технология завтрашнего дня. *Современные технологии*. URL: http://www.unicc.kiev.ua/articles/nanotranzistor_koreiskih_uchenih/ (дата обращения: 25.10.2017).

114. Напряжение растет. Зеленая энергетика развивается в Украине рекордными темпами. *НВ Бизнес*. 30.03.2019. URL: <https://nv.ua/biz/economics/novyyu-prezident-budet-vynuzhden-sotrudnichat-s-mvf-tomash-fiala-50013681.html> (дата обращения: 20.06.2020).

115. 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).

116. Ниже некуда новый рекорд цен на солнечную энергию поставлен в Дании. *ЭкоТехника*. 29.12.2016. URL: <http://ecotechnica.com.ua/energy/solntse/1897-nizhe-nekuda-novyy-rekord-tsen-na-solnechnuyu-energiyu-postavlen-v-danii.html> (дата обращения: 15.05.2017).

117. Никитин А. В начале 2018 года Google достигнет «квантового превосходства». *Хайтек*. 18.10.2017. URL: <https://hightech.fm/2017/10/18/googles-quantum> (дата обращения: 25.10.2017).

118. Никитин А. Изобретена резина, которая не боится проколов. *Хайтек*. 18.08.2017. URL: <https://hightech.fm/2017/08/18/self-healing-rubber> (дата обращения: 25.10.2017).

119. Никитин А. Стартап Made in Space напечатал радиационный щит прямо на борту МКС. *Хайтек*. 18.08.2017. URL: <https://hightech.fm/2017/08/18/printed-radiation-shield> (дата обращения: 25.10.2017).

120. Новый аккумулятор будет стоить на 60 % меньше, чем существующий стандарт. *FacePla.net*. 06.01.2016. URL: <http://www.facepla.net/the-news/tech-news-mnu/5340-новый-аккумулятор.html> (дата обращения: 01.03.2016).

121. Нормированная стоимость солнечной энергии будет снижаться и дальше. *IRENA. ELEKTROVESTI.NET*. 16.07.2019. URL:

https://elektrovesti.net/66604_normirovannaya-stoimost-solnechnoy-elektroenergii-budet-snizhatsya-i-dalshe-irena (дата обращения: 01.10.2020).

122. Обзор производства биогаза в мире. *Biowatt*. 15.07.2017. URL: <http://www.biowatt.com.ua/analitika/obzor-proizvodstva-biogaza-v-mire/> (дата обращения: 30.10.2017).

123. Облачные вычисления. *Википедия*. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Облачные_вычисления (дата обращения: 15.04.2019).

124. Одессер С. Атомная энергетика европейских стран. *Экономика и финансы*. 2016. С. 20–21.

125. Олиярнык М. В Украине появилась новая сеть для интернета вещей. *UBR*. 21.01.2020. URL: <https://ubr.ua/market/telecom/v-ukraine-pojavilas-set-dlja-interneta-veshchej-3889934> (дата обращения: 30.01.2020).

126. Определение третьей промышленной революции. *Sandvik.coromant*. URL: <http://www.sandvik.coromant.com/ru-ru/services/manufacturing/stories/pages/additive-manufacturing-is-defininf-the-third-industrial-revolution.aspx> (дата обращения: 1.11.2015).

127. Оптическое волокно. *Wikipedia*. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Оптическое_волокно (дата обращения: 10.10.2019).

128. Орел И. Возобновляемая энергетика в Украине: шаг вперед, два шага назад. *Finance.ua. Новости*. 10.10.2017. URL: <https://news.finance.ua/ru/news/-/412239/vozobnovlyаемaya-energetika-v-ukraine-shag-vpered-dva-shaga-nazad> (дата обращения: 20.10.2017).

129. Остапович Ю. Украинец придумал инновационную ветровую панель. *ЭкоТехника*. 22.10.2016. URL: <https://ecotechnica.com.ua/energy/veter/1581-ukrainets-bridumal-innovatsionnuyu-vetrovuyu-panel.html> (дата обращения: 17.11.2017).

130. Охотник Ю. В цифрах: количество пользователей Интернета 15 лет назад и сегодня. *BIT.UA*. 27.05.2015. URL: <https://bit.ua/2015/05/internet-changes/> (дата обращения: 10.04.2019).

131. Паймакова М. Пластик научили восстанавливаться подобно тканям тела. *Вести.ru. Новости. Наука*. 12.05.2014. URL: <https://www.vesti.ru/doc.html?id=1573568> (дата обращения: 15.05.2017).

132. Пальчинская Л. Как программное обеспечение Google научилось само писать программное обеспечение. *AIN.UA*. 19.10.2017. URL: <https://ain.ua/2017/10/19/po-v-google-pishet-po> (дата обращения: 25.10.2017).

133. Парус. *Википедия*. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Парус> (дата обращения: 20.03.2019).

134. Пластмассы. *Википедия*. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Пластмассы> (дата обращения: 20.03.2019).

135. Представлен первый автомобиль, созданный с помощью 3D-принтера. *Cadpoint*. 04.03.2013. URL: <http://www.cadpoint.ru/news/1-latest-news/672-presented-the-first-car-designed-by-3d-printer.html> (дата обращения: 10.03.2017).

136. Призрачное «зеленое» будущее. *Спецпроект. Liga.net*. 17.04.2020. URL: https://project.liga.net/projects/future_green_tariff/ (дата обращения: 20.06.2020).

137. Приливные электростанции. *Электроэнергетика в современном мире*. 09.01.2015. URL: <http://myelectro.com.ua/98-gidroenergetika/145-prilivnye-elektrostantsii> (дата обращения: 09.11.2017).

138. Приливные электростанции. Электроэнергетика и охрана окружающей среды. Функционирование энергетики в современном мире. URL: <http://energetika.in.ua/ru/books/book-5/part-1/section-2/2-5> (дата обращения: 09.11.2017).

139. Пролог (язык программирования). *Википедия*. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Пролог_\(язык_программирования\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Пролог_(язык_программирования)) (дата обращения: 10.04.2019).

140. Производство электроэнергии в Украине: у ВИЭ значительный прирост. *Kosatka.media*. 25.02.2020. URL: <https://kosatka.media/category/elektroenergiya/analytics/proizvodstvo-elektroenergii-v-ukraine-u-vie-znachitelnyy-prirost> (дата обращения: 20.06.2020).

141. Производство энергии из возобновляемых источников выросло вдвое за пять лет. *Postimees*. 14.08.2020. URL: <https://rus.postimees.ee/7039460/proizvodstvo-energii-iz-vozobnovlyaemyh-istochnikov-vyroslo-vdvoe-za-pyat-let> (дата обращения: 20.09.2020).

142. Разработан новый полимерный материал для хранения солнечного тепла. *Энергетика. ТЭС и АЭС*. 16.01.2016. URL: <http://tesiaes.ru/?p=15061> (дата обращения: 1.03.2016).

143. Разработана дешёвая система получения водородного топлива. *Lenta.ru*. 26.09.2014. URL: <http://lenta.ru/news/2014/09/25/perovskolar/> (дата обращения: 01.03.2016).

144. Распределённая генерация электроэнергии – глобальные тенденции развития. *Украинская ассоциация возобновляемой энергии*. 25.02.2016. URL: <http://uare.com.ua/ru/novyny/454-raspredelelnaya->

generatsiya-elektoenergii-globalnye-tendentsii-razvitiya.html (дата обращения: 15.11.2017).

145. Ревадзе Д. Создана краска, охлаждающая здания в жару. *Хайтек*. 10.10.2017. URL: <https://hightech.fm/2017/10/10/paint-cool> (дата обращения: 20.10.2017).

146. Рентгеновское излучение. *Википедия*. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Рентгеновское_излучение (дата обращения: 20.03.2019).

147. «Рио +20»: результаты и перспективы процесса. *International Centre for Trade and Development*. 07.08.2012. URL: <https://www.ictsd.org/bridges-news/мосты/news/«рио20»-результаты-и-перспективы-процесса> (дата обращения: 01.11.2016).

148. Рифкин Дж. Третья промышленная революция: как горизонтальные взаимодействия меняют энергетику, экономику и мир в целом / пер. с англ. 3 изд. Москва: Альпина нонфикшн, 2016. 410 с.

149. Робот. *Википедия*. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Робот> (дата обращения: 15.04.2019).

150. Рыжов К. В. Сто великих изобретений. Москва: Вече, 2004. 528 с.

151. Савчук: Госэнергоэффективность готовит онлайн карту ВИЭ в Украине. *Терминал*. 16.05.2017. URL: <http://oilreview.kiev.ua/2017/05/16/savchuk-gosenergoeffektivnosti-gotovit-onlajn-kartu-vie-v-ukraine/> (дата обращения: 25.10.2017).

152. Сальник В. Роботизация в цифрах и фактах. *Business Zavarnik*. URL: <http://zavarnik.biz/robotizaciya-v-cifrax-i-faktax> (дата обращения: 25.01.2020).

153. Семчишин А. История облачных вычислений. *Obozrevatel*. 02.02.2018. URL: <https://www.obozrevatel.com/tech/istoriya-oblachnyih-vyichislenij.htm> (дата обращения: 15.04.2019).

154. Сергач Ю. Ахметов, Хорошковский и Ко: кто построил крупнейшие «зеленые» электростанции в 2019 году. *OILPOINT*. 10.02.2020. URL: <https://oilpoint.com.ua/ahmetov-horoshkovskij-i-ko-kto-postroil-krupnejshie-zelenye-elektrostantsii-v-2019-godu/> (дата обращения: 20.06.2020).

155. Система автоматизированного проектирования. *Википедия*. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Система_автоматизированного_проектирования (дата обращения: 20.03.2019).

156. Современные биоматериалы. URL: <http://www.chemnet.ru/rus/teaching/materials/biomaterials.pdf> (дата обращения: 10.10.2020).

157. Солнечную энергию научились хранить два десятилетия. *Гаджеты и технологии*. 08.11.2018 URL: <https://24gadget.ru/>

1161067692-solnechnuyu-energiyu-nauchilis-hranit-dva-desyatiletiya.html (дата обращения: 03.10.2020).

158. Солонин В. БРИК спас рынок мобильных от стагнации. *Cnews analytics*. URL: http://www.cnews.ru/reviews/free/networks/articles/world_market.shtml (дата обращения: 10.04.2019).

159. Сотник І. М. Тенденції і проблеми управління дематеріалізацією виробництва й споживання. *Актуальні проблеми економіки*. 2012. № 8. С. 62–67.

160. Социально-экономические проблемы информационного общества: монография / под ред. Л. Г. Мельника, М. В. Брюханова. Сумы: Университетская книга, 2010. 896 с. URL: <http://essuir.sumdu.edu.ua/handle/123456789/716>.

161. Сталь. *Википедия*. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Сталь> (дата обращения: 20.03.2019).

162. Стартапы украинцев по экономии электричества и тепла собирают средства за рубежом. *Частный предприниматель*. 16.02.2017. URL: <http://chp.com.ua/all-news/item/47106-startapy-ukraintsev-po-ekonomii-elektrichestva-i-tepla-sobirayut-sredstva-zarubezhom> (дата обращения: 17.11.2017).

163. Стрельцов Д. В. «Чистая» энергетика в Японии. *Восточная аналитика*. 2011. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/chistaya-energetika-v-yaaponii/viewer> (дата обращения: 01.10.2020).

164. Судостроение в Древнем Египте. *Википедия*. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Судостроение_в_Древнем_Египте (дата обращения: 20.03.2019).

165. Технологии передачи запаха. *Википедия*. 09.08.2017. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Технологии_передачи_запаха (дата обращения: 10.04.2019).

166. Толмачёв О. Что такое конвергенция? *Сети & Бизнес*. №4 (сентябрь). 2005. URL: [http://www.sib.com.ua/arhiv_2005/4\(23\)2005/konverg/konverg.htm](http://www.sib.com.ua/arhiv_2005/4(23)2005/konverg/konverg.htm) (дата обращения: 20.10.2017).

167. Топ-10 богатейших людей мира по версии Forbes. *Вести Экономика*. 22.01.2020. URL: <https://www.vestifinance.ru/articles/131583> (дата обращения: 25.01.2020).

168. Транзистор. *Википедия*. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Транзистор> (дата обращения: 20.03.2019).

169. Турлікьян Т. У 2015 році 42 % всіх енергопотреб Данії були забезпечені енергією вітру. *Ecotown*. 17.01.2016. URL: <http://ecotown.com.ua/news/U-2015-rotsi-42-vsikh-enerhopotreb-Daniyi-buly-zabezpecheni-enerhiyeu-vitru/> (дата звернення 15.05.2019).

170. Турлікьян Т. Вітряні станції в сукупній потужності вперше перевищили АЕС. *Ecotown*. 31.12.2015. URL: <http://ecotown.com.ua/news/Vitryani-stantsiyi-v-sukupniy-potuzhnosti-vpershe-perevershyly-rokaznyku-roboty-AES/> (дата звернення: 01.03.2016).

171. Украина вошла в ТОП-5 лидеров Европы по ветроэнергетике. *ЕлектроВести*. 09.09.2019. URL: https://elektrovesti.net/67440_ukraina-voshla-v-top-5-liderov-evropy-po-vetroenergetike (дата обращения: 02.10.2020).

172. Украинский стартап Ecoisme создал умный гаджет для экономии энергии. *ЭкоТехника*. 27.11.2015. URL: <https://ecotechnica.com.ua/products/454-ukrainskij-startap-ecoisme-sozdal-umnyj-gadzh-et-dlya-ekonomii-energii.html> (дата обращения: 17.11.2019).

173. Україна 2030E – країна з розвинутою цифровою економікою. *Український інститут майбутнього*. URL: <https://strategy.uifuture.org/kraina-z-rozvinutoyu-cifrovoyu-ekonomikoyu.html> (дата звернення: 20.05.2020).

174. Учёные изобрели самовосстанавливающийся пластик. *Top news*. 03.09.2015. URL: http://www.topnews.ru/news_id_81418.html (дата обращения: 15.05.2017).

175. Федосенко Н. В Чилі зафіксована рекордно низька ціна на сонячну енергію – вдвічі нижча за вугільну. *Ecotown*. 25.08.2016. URL: <http://ecotown.com.ua/news/V-CHyli-zafiksovana-rekordno-nyzka-tsina-na-sonyachnu-enerhiyu-vdvichi-nyzhcha-za-vuhilnu/> (дата звернення: 01.10.2019).

176. Харари Ю. Н. Sapiens. *Краткая история человечества*. Москва: Синдбад, 2017. 520 с.

177. Хенс Л. Методы оценки показателей устойчивого развития / Л. Хенс, К. Флаэминк. *Социально-экономический потенциал устойчивого развития*: учебник / под ред. Л. Г. Мельника, Л. Хенса. Сумы: Университетская книга, 2007. С. 231–257.

178. Хижняк Н. Шесть сверхматериалов, которые смогут изменить этот мир / Н. Хижняк. *Hi-News.ru*. 5.02.2015. URL: <https://hi-news.ru/technology/shest-sverxmaterialov-kotorye-smogut-izmenit-etot-mir.html> (дата обращения: 15.05.2017).

179. Холодов И. 3D-печать: прошлое, настоящее и немного о будущем, а также российские реалии в этой сфере. *Ixbt.com*. 17.02.2014. URL: http://www.ixbt.com/printer/3d/3d_common.shtml (дата обращения: 10.03.2017).

180. Цифровые ароматы: записи, восстановление и передача запахов. *Geektimes*. 27.10.2017. URL: <https://geektimes.ru/company/mailru/blog/294803/> (дата обращения: 10.04.2019).

181. Чеботарёв А. Цифровые технологии настоящего и будущего. *Авиа Панорама*. № 4 (130). 2018. URL: <https://www.aviapanorama.ru/wp-content/uploads/2018/08/04.pdf> (дата обращения: 20.06.2020).

182. Человечество за 7 месяцев исчерпало годовые ресурсы Земли, – WWF. *РБК Україна*. 02.08.2017. URL: <https://www.rbc.ua/rus/news/chelovechestvo-7-mesyatsev-ischerpalo-godovye-1501668960.html> (дата обращения: 05.08.2017).

183. Что такое дрон? *Мир квадрокоптеров*. 04.02.2018. URL: <https://mirquadroptero.ru/obshhie-voprosy/cto-takoe-dron.html> (дата обращения: 15.04.2018).

184. Что такое интернет вещей (Internet of Things, IoT). *TAdviser*. 26.09.2017. [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Что_такое_интернет_вещей_\(Internet_of_Things,_IoT\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Что_такое_интернет_вещей_(Internet_of_Things,_IoT)) (дата обращения: 25.04.2020).

185. Шанхайская компания WinSun напечатала пятиэтажный дом и особняк. *3D TODAY*. 19.01.2015. URL: <http://3dtoday.ru/blogs/news3dtoday/shanghai-company-winsun-has-printed-a-fivestorey-house-and-mansion/> (дата обращения: 10.03.2017).

186. Шесть сверхматериалов, которые смогут изменить этот мир. *Colors. Life*. URL: <http://www.colors.life/post/661065/> (дата обращения: 20.10.2017).

187. Эванс Д. Всеобъемлющий интернет в пяти абзацах и трёх иллюстрациях. *Cisco*. 02.01.2013. URL: https://www.cisco.com/c/ru_ua/about/press/2013/02012013c.html (дата обращения: 25.11.2019).

188. Электрический двигатель. *Википедия*. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Электрический_двигатель (дата обращения: 20.03.2019).

189. Энергия «зеленых». ТОП-5 аграрных компаний по мощности биогазовых установок. *Latifundist.com. Главный сайт об агробизнесе*. 21.09.2020. URL: <https://latifundist.com/rating/energiya-zelenyh-top-5-agrarnyh-kompanij-po-moshchnosti-biogazovyh-ustanovok> (дата обращения: 02.10.2020).

190. Энергонеzависимость: Украина уже производит 16 % электроэнергии из возобновляемых источников. *Новости Краматорска*. 25.08.2020. URL: <https://hi.dn.ua/novosti/novosti-ukrainy/energonezavisimost-ukraina-uzhe-proizvodit-16-elektroenergii-iz-vozobnovlyaemykh-istochnikov> (дата обращения: 02.10.2020).

191. Яковлева Н. Schneider Electric розробили «розумну» систему накопичення енергії EcoBlade. *Ecotown*. 18.01.2016. URL:

<http://ecotown.com.ua/news/Schneider-Electric-rozroblyla-rozumnu-systemu-nakoruchennya-enerhiyi-EcoBlade/> (дата звернення: 01.03.2016).

192. Янович А. 17-летняя школьница придумала плавающую электростанцию. *Gazeta.ua*. 15.03.2011. URL: https://gazeta.ua/ru/articles/ukraine-newspaper/_17letnyaya-shkolnica-pridumala-plavayuschuyu-elektrostantsiyu-/374990 (дата обращения: 17.11.2017).

193. Япония. *Возобновляемая энергия и ресурсы*. URL: <http://renewnews.ru/japan/> (дата обращения: 01.10.2020).

194. Яровая М. IT-рынок Украины 2019-2020: индустрия на \$5 млрд и 200 000 специалистов. *Ain*. 29.08.2019. URL: <https://ain.ua/2019/08/29/it-obzor-nix/> (дата обращения: 20.01.2020).

195. 3D-принтер. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/3D-принтер> (дата обращения: 10.03.2017).

196. Additive manufacturing – a definition: what is additive manufacturing? *SPI Lasers*. URL: <http://www.spilasers.com/application-additive-manufacturing/additive-manufacturing-a-definition/> (accessed on 20.10.2017).

197. ALOHAnet. *Wikipedia*. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/ALOHAnet> (accessed on 10.04.2019).

198. Atkinson S. 10 Mega Trends that are (re)shaping our world. *Ipsos*. 2016. URL: <https://www.ipsos.com/sites/default/files/10-Mega-Trends-That-are-Reshaping-The-World.pdf> (accessed on 25.04.2020).

199. Austria 2020. Energy Policy Review. *IEA*. May 2020. URL: <https://www.iea.org/reports/austria-2020> (accessed on 20.09.2020).

200. Bellini E. Portuguese government confirms world record solar price of \$ 0.01316/kwh. *PV Magazine International*. 27.08.2020 URL: <https://www.pv-magazine.com/2020/08/27/portuguese-government-confirms-world-record-solar-price-of-0-01316-kwh/> (accessed on 01.10.2020).

201. Bensoussan H. The history of 3D Printing: 3D Printing Technologies from the 80s to Today. *Sculpteo*. 14.12.2016. URL: <https://www.sculpteo.com/blog/2016/12/14/the-history-of-3d-printing-3d-printing-technologies-from-the-80s-to-today/> (accessed on 10.04.2019).

202. Bhasin S. C. Interview: Defining the Power of Megatrends – People Matters. *People Matters*. 2018. URL: <https://www.peoplemattersglobal.com/article/diversity/defining-the-power-of-megatrends-19001> (accessed on 25.04.2020).

203. Bloem J., Doorn M. V., Duivesteyn S., Excoffier D., Maas R. and Ommeren E. V. The Fourth Industrial Revolution: Things to Tighten the Link between IT and OT. *Sogeti VINT*. 2014. URL:

<https://www.sogeti.com/globalassets/global/special/sogeti-things3en.pdf> (accessed on 10.04.2019).

204. Bolton D. People in Germany are now being paid to consume electricity: The price of power in Germany briefly dropped to -€130 per MWh on 8 May. *INDEPENDENT*. 11.05.2016. URL: <http://www.independent.co.uk/environment/renewable-energy-germany-negative-prices-electricity-wind-solar-a7024716.html> (accessed on 01.10.2019).

205. Bonomi F., Milito R., Zhu J., Addepalli S. Fog Computing and Its Role in the Internet of Things. *MCC*. 17.08.2012. URL: <https://conferences.sigcomm.org/sigcomm/2012/paper/mcc/p13.pdf> (assessed on 20.10.2019).

206. Bossong K. Solar and wind energy provide almost 10 percent of total generation in the US in 2019. *Renewable energy world*. 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).

207. Boulding K. E. The economics of the coming Spaceship Earth. *Environmental quality in a growing economy* / H. Jarrett (ed.). Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press, 1966. P. 3–14.

208. Brinker S. 5 meta-trends underlying almost all of modern marketing. *Chief Marketing Technologist Blog*. 22.10.2012. URL: <https://chiefmartec.com/2012/10/5-meta-trends-underlying-almost-all-of-modern-marketing/> (accessed on 25.04.2020).

209. Calma J. Wind and solar energy is steadily replacing coal. *The verge*. 13.08.2020. URL: <https://www.theverge.com/2020/8/13/21366373/wind-solar-power-electricity-doubled-paris-climate-change-agreement> (accessed on 20.09.2020).

210. 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. pp. 3–12. URL: https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-642-37291-9_1.pdf (assessed on 20.10.2019).

211. Christensen C.M. The Innovator's Dilemma: When New Technologies Cause Great Firms to Fail. *Harvard Business Review Press*. 2016. 288 p.

212. Cockburn H. Climate crisis: Renewable energy provided almost half of UK's electricity in first three months of 2020. *Independent*. 26.06.2020. URL: <https://www.independent.co.uk/author/harry-cockburn> (accessed on 15.09.2020).

213. Coren M. J. Germany had so much renewable energy on Sunday that it had to pay people to use electricity. *Quartz*. 10.05.2016. URL: <http://qz.com/680661/germany-had-so-much-renewable-energy-on-sunday-that-it-had-to-pay-people-to-use-electricity/> (accessed on 01.10.2019).
214. Cost for onshore wind, solar and battery storage dipped: BNEF. *Greentechlead. Renewable Energy*. 29.04.2020 URL: <https://greentechlead.com/renewable-energy/cost-for-onshore-wind-solar-and-battery-storage-dipped-bnef-35985> (accessed on 10.09.2020).
215. DARPA: на пути к революции в материаловедении. *Technowars*. 07.09.2015. URL: <http://technowars.ru/article/202/> (дата обращения: 10.03.2017).
216. Dedicoat 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> (accessed on 01.03.2016).
217. DeepMind. *Wikipedia*. URL: <https://en.wikipedia.org/wiki/DeepMind> (accessed on: 10.04.2019).
218. Delbert C. This Nation is building the world's cheapest solar farm. *Popular Mechanics*. 01.05.2020 URL: <https://www.popularmechanics.com/science/a30266828/worlds-cheapest-solar-farm/> (accessed on 01.10.2020).
219. Denmark Just Produced 140 % of its Electricity Needs with Renewable Wind Power. *EARTH. WE ARE ONE*. 2015. URL: <http://www.ewao.com/a/1-denmark-just-produced-140-of-its-electricity-needs-with-renewable-wind-power/> (accessed on 01.10.2019).
220. Diamandis P. 20 metatrends for the roaring 20s. *Newsletter*. 16.04.2020. URL: <https://www.diamandis.com/blog/> (accessed on 25.04.2020).
221. Digital competence: the vital 21st-century skill for teachers and students. *School Education Gateway*. 17.01.2020. URL: <https://www.schooleducationgateway.eu/en/pub/resources/tutorials/digital-competence-the-vital-.htm> (accessed on 17.05.2020).
222. Digital Economy Report 2019. *United Nations Conference on Trade and Development*. 2019. URL: https://unctad.org/en/PublicationsLibrary/der2019_en.pdf.
223. Digital Revolution. *Wikipedia*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Revolution (accessed on 10.04.2019).
224. Dubai Future Foundation. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Dubai_Future_Foundation (accessed on 15.09.2017).
225. Dudley D. Renewably energy costs take another tumble, making fossil fuels look more expensive than ever. *Forbes*. 29.05.2019. URL:

- <https://www.forbes.com/sites/dominicdudley/2019/05/29/renewable-energy-costs-tumble/#6be829d6e8ce> (accessed on 01.10.2020).
226. Dufva M. The metatrends behind the megatrends Sitra. *Sitra*. 06.03.2020. URL: <https://www.sitra.fi/en/articles/the-metatrends-behind-the-megatrends/> (accessed on 25.04.2020).
227. Dufva M. The big picture of the megatrends Sitra. *Sitra*. 06.03.2020. URL: <https://www.sitra.fi/en/articles/the-big-picture-of-the-megatrends/> (accessed on 25.04.2020).
228. Efrat Z. World's top Global mega trends to 2020 and implications to business, society and cultures. Executive Summary. *Indonesia Digital Research Community*. October, 2017. URL: <https://docplayer.net/678769-World-s-top-global-mega-trends-to-2020-and-implications-to-business-society-and-cultures-executive-summary.html> (accessed on 19.04.2020).
229. Elder J. The internet's first thing – John Romkey's «smart» toaster. *Avast news*. 03.09.2019. URL: <https://blog.avast.com/the-internets-first-smart-device> (accessed on 20.04.2020).
230. Energy in Sweden. *Wikipedia*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Energy_in_Sweden (accessed on 15.09.2020).
231. EU Project: Factory-in-a-day. *Factory-in-a-day*. URL: <http://www.factory-in-a-day.eu/> (accessed on 10.03.2017).
232. European Technology Platforms (ETP). Innovation Union. European Commission. 2017. URL: http://ec.europa.eu/research/innovation-union/index_en.cfm?pg=etp (accessed on 20.10.2017).
233. Evans D. The Internet of Things. How the Next Evolution of the Internet is Changing Everything. *Cisco*. 2011. URL: http://www.cisco.com/web/about/ac79/docs/innov/IoT_IBSG_0411FINAL.pdf (accessed on 20.10.2019).
234. Fab Lab FAQ. URL: <http://fab.cba.mit.edu/about/faq/> (accessed on 10.03.2017).
235. Factory-in-a-day. *Ros-industrial*. 29.10.2013. URL: <http://rosindustrial.org/news/2013/10/17/factory-in-a-day> (accessed on 10.03.2017).
236. Gauthier G. 3D ice cubes let your scotch cool down in style. *Spoon & Tamago*. 14.04.2014. URL: <http://www.spoon-tamago.com/2014/04/14/3d-ice-cubes-let-your-scotch-cool-down-in-style/> (accessed on 10.11.2017).
237. Germany to invest \$23.6bn in smart grid by 2026. *Metering & smart energy international*. *Smart Grid*. 28.09.2016. URL: <https://www.metering.com/news/germany-23-6bn-smart-grid-2026/> (дата обращения: 20.12.2017).

238. Gershenfeld N., Gershenfeld A. Cutcher-Gershenfeld J. Designing reality: How to survive and thrive in the third digital revolution. *Science*. 20.11.2017. URL: <http://designingreality.org/>.
239. Global Electricity Review. *EMBER*. 20.03.2020. URL: <https://ember-climate.org/wp-content/uploads/2020/03/Ember-2020GlobalElectricityReview-PrintA4.pdf> (accessed on 20.09.2020).
240. Global Footprint Network. *Ecological Wealth of Nations*. URL: www.footprintnetwork.org (accessed on 01.10.2016).
241. GPS. *Википедия*. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/GPS> (дата обращения: 10.04.2019).
242. Hall M. Japan's struggle to drive down renewable cost. *PV magazine international*. 20.08.2020. URL: <https://www.pv-magazine.com/2020/08/20/japans-struggle-to-drive-down-renewables-costs/> (accessed on 02.10.2020).
243. Harmon J. What are digital technologies? *Quora*. 27.04.2018. URL: <https://www.quora.com/What-are-digital-technologies> (accessed on 25.05.2020).
244. Hill J. Renewable Energy Now Accounts For 30 % Of Global Power Generation Capacity. *CleanTechnica*. 20.09.2016. URL: <https://cleantechnica.com/2016/09/20/renewable-energy-now-accounts-30-global-power-generation-capacity/> (accessed on 01.10.2016).
245. Horx M. The Power of the Megatrends. About the turbulence of the future. *Zukunftsinstitut Horx GmbH*. 2020. URL: <https://www.horx.com/en/speeches/the-power-of-the-megatrends/> (accessed on 19.04.2020).
246. Hunt T. The solar singularity: 2020 update (part 1). *Greentech Media*. 20.08.2020 URL: <https://www.greentechmedia.com/articles/read/the-solar-singularity-2020-update-part-1> (accessed on 01.10.2020).
247. IHS Markit: мировой прирост мощности солнечных электростанций в 2020 году достигнет 147 ГВт. *Новости elektrovesti.net*. 08.01.2020. URL: https://elektrovesti.net/69072_ihs-markit-mirovoy-prirost-moshchnosti-solnechnykh-elektrostantsiy-v-2020-godu-dostignet-142-gvt (дата обращения: 01.10.2020).
248. Industrial Internet of Things – ИIoT Промышленный интернет вещей TAdviser. 07.07.2019. [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:ИIoT_-_Industrial_Internet_of_Things_\(Промышленный_интернет_вещей\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:ИIoT_-_Industrial_Internet_of_Things_(Промышленный_интернет_вещей)) (дата обращения: 25.04.2020).
249. Industry 4.0. *Wikipedia*. URL: http://en.m.wikipedia.org/wiki/Industry_4.0 (accessed on 01.03.2016).
250. International standards: Right to information. *Article19*. 05.04.2012. URL: <https://www.article19.org/resources/international-standards-right-information/>.

251. Internet of things. *Wikipedia*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things (accessed on 25.04.2020).

252. John von Neumann. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/John_von_Neumann (accessed on 10.03.2017).

253. Johnston A. Portugal runs on 100 % renewables for 4 days. *Clean Technica*. 21.05.2016. URL: <https://cleantechnica.com/2016/05/21/100-renewable-electricity-portugal-4-days/> (accessed on 01.10.2016).

254. Jones D., Graham E., Tunbridge P. Wind And Solar Now Generate One-Tenth Of Global Electricity. Global half-year electricity analysis. *EMBER*. 13.08.2020. URL: <https://ember-climate.org/project/global-electricity-h12020/> (accessed on 20.09.2020).

255. Kellner L. Report confirms wind technology advancements continue to drive down the cost of wind energy: wind energy costs at all-time lows, as wind turbines grow larger. *New Center*. 26.08.2019 URL: <https://newscenter.lbl.gov/2019/08/26/report-confirms-wind-technology-advancements-continue-to-drive-down-the-cost-of-wind-energy/> (accessed on 02.10.2020).

256. King J. Could renewables become the top UK power source of 2020? *Renewable energy world*. 24.08.2020. URL: <https://www.renewableenergyworld.com/2020/08/24/could-renewables-become-the-top-uk-power-source-of-2020/#gref> (accessed on 15.09.2020).

257. Klein F., Bansal M. & Wohlers J. Beyond the Noise: The Megatrends of Tomorrow's World. *Deloitte*. 2017. URL: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/public-sector/deloitte-nl-ps-megatrends-2ndedition.pdf> (accessed on 19.04.2020).

258. Kolodny L. BeeHex cooks up \$1 million for 3D food printers that make pizzas. *TC*. 28.02.2017. URL: <https://techcrunch.com/2017/02/28/bee-hex-cooks-up-1-million-for-3d-food-printers-that-make-pizzas/> (accessed on 10.03.2017).

259. Lotus effect. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Lotus_effect (accessed on 25.07.2017).

260. Disruptive technologies: Advances that will transform life, business, and the global economy / Manyika J., Chui M., Bughin J., Dobbs R., Bisson P., Marrs A. *McKinsey Digital*. 01.05.2013. URL: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-digital/our-insights/disruptive-technologies> (assessed on 20.10.2019).

261. Melnyk L. Socio-natural antientropic potential: the role of economy and innovations. *Environment, Development and Sustainability*. 30.04.2020. URL: <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00730-0>.

262. Melnyk L., Kubatko O., Dehtyarova I., Matsenko O. & Rozhko O. The effect of industrial revolutions on the transformation of social and

economic systems. *Problems and Perspectives in Management*, 17(4), 381–391. 2019. URL: [https://doi.org/10.21511/ppm.17\(4\).2019.31](https://doi.org/10.21511/ppm.17(4).2019.31).

263. Mitchell G. 20 Metatrends To Blow Your Minds – The Manufacturing Connection. *The Manufacturing Connection. All Rights Reserved*. 10.01.2020. URL: <https://themanufacturingconnection.com/2020/01/20-metatrends-to-blow-your-minds/> (accessed on 19.04.2020).

264. Mokhtar T. On the verge of a solar revolution. *Noteworthy. The Journal Blog*. 01.02.2019 URL: <https://blog.usejournal.com/on-the-verge-of-a-solar-revolution-225cd2a959b3> (accessed on 02.10.2020).

265. Murphy S. V., Atala A. 3D bioprinting of tissues and organs. *Nature Biotechnology*. 05.08.2014. № 32. P. 773–785. URL: <http://www.nature.com/nbt/journal/v32/n8/full/nbt.2958.html> (accessed on 10.03.2017).

266. Naisbitt J. Megatrends: Ten new directions transforming our lives. – New York: Warner Book, 1982. 290 p.

267. New energy outlook 2017. Annual long-term economic forecast. *Bloomberg New Energy Finance*. 2016. URL: <https://about.bnef.com/new-energy-outlook/> (accessed on 01.10.2016).

268. Nokia Communicator. *Википедия*. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Nokia_Communicator (дата обращения: 10.04.2019).

269. Norton J. METATRENDS. *Awesome Media & Entertainment Ltd*. 2012. URL: <http://www.jeffnorton.com/public/MetaTrends.html> (accessed on 19.04.2020).

270. Norway – 2018 update. Bioenergy policies and status of implementation. Country Reports. *IEA Bioenergy*. 2018. URL: https://www.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/2018/10/CountryReport2018_Norway_final.pdf (accessed on 15.09.2020).

271. O'Neill R. 3D Self-Replicating Printer to be Released Under GNU License. URL: <https://hardware.slashdot.org/story/08/04/07/210205/3d-self-replicating-printer-to-be-released-under-gnu-license> (accessed on 1.10.2017).

272. Øosterhuis F., Rubik F., Scholl G.Dordrech. Product Policy in Europe: New Environmental Perspectives. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1996. 306 p.

273. Østergaard E. H. Welcome to Industry 5.0. The «human touch» revolution is now underway Magazine «Quality». 08.05.2019. URL: <https://www.qualitymag.com/articles/95450-welcome-to-industry-50> (accessed on 20.06.2020).

274. Outlook for biogas and biomethane. Prospects for organic growth. World Energy Outlook special Report. *IEA*. 2020. URL:

<https://www.iea.org/reports/outlook-for-biogas-and-biomethane-prospects-for-organic-growth> (дата обращения: 02.10.2020).

275. Paris climate change conference. *United Nations Framework Convention on Climate Change*. November 2015. URL: http://unfccc.int/meetings/paris_nov_2015/meeting/8926.php (accessed on 20.09.2017).

276. Patel K. K., Patel S. M. Internet of things – IoT: Definition and characteristics, architecture, enabling Technologies, application and future challenges. *Research Gate. IJESC*. 2016. Issue No. 5. DOI 10.4010/2016.1482. URL: https://www.researchgate.net/publication/330425585_Internet_of_Things-IOT_Definition_Characteristics_Architecture_Enabling_Technologies_Application_Future_Challenges (accessed on 27.04.2020).

277. Patterson B. T. The enernet. Powering Buildings in the 21st Century. *Emerge Alliance*. URL: [http://www.emergealliance.org/portals/0/documents/home/The_Enernet_-_Powering_Buildings_in_the_21st_Century_-_SPI_2015\[1\].pdf](http://www.emergealliance.org/portals/0/documents/home/The_Enernet_-_Powering_Buildings_in_the_21st_Century_-_SPI_2015[1].pdf) (accessed on 20.12.2017).

278. Potrubeiko D. IT: Уйти и не вернуться. *Хабр*. 2020. URL: <https://m.habr.com/ru/post/497762/?mobile=yes> (дата обращения: 19.04.2020).

279. Prof. Schmidhuber's highlights of robot car history. URL: <http://people.idsia.ch/~juergen/robotcars.html> (accessed on 25.05.2019).

280. Rada M. Industry 5.0 definition. 21.01.2018. URL: <https://medium.com/@michael.rada/industry-5-0-definition-6a2f9922dc48> (assessed on 20.06.2020).

281. Renewables 2017 Global status report. *Renewable Energy Policy Network for the 21st century «REN 21»*. URL: <http://www.ren21.net/status-of-renewables/global-status-report/> (accessed on 15.04.2017).

282. Renewables gained ground in Brazil in 2019. *Hydro Review*. 27.07.2020. URL: <https://www.hydroreview.com/2020/07/27/renewables-gained-ground-in-brazil-in-2019/#gref> (accessed on 02.10.2020).

283. Renewables supply 51% of electricity in 2019. *The Portugal News*. 07.02.2020. URL: <https://www.theportugalnews.com/news/renewables-supply-51-of-electricity-in-2019/52939> (accessed on 15.09.2020).

284. RFID (а). *Википедия*. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/RFID> (дата обращения: 10.04.2019).

285. RFID стандарты EPC Global ISO 18000 (б). URL: http://www.keytex.ru/index.php?page=rfid_standart (дата обращения: 10.04.2019).

286. Rifkin J. *The Third Industrial Revolution: How Lateral Power is Transforming Energy, The Economy, and The World*. New York: St. Martin's Griffin Publisher, 2013. 304 p.
287. Rifkin J. *Zero Marginal Cost Society: The Internet of Things, the Collaborative Commons, and the Eclipse of Capitalism*. New York: St. Martin's Griffin Publisher, 2015. 448 p.
288. Robert Metcalfe – inventor, mathematician. *Biography*. 02.04.2014. URL: <https://www.biography.com/people/robert-metcalfe-9542201> (accessed on 15.11.2017).
289. Rossi B. What will Industry 5.0 mean for manufacturing? *Raconteur*. 07.03.2018. URL: <https://www.raconteur.net/technology/manufacturing-gets-personal-industry-5-0> (assessed on 20.06.2020).
290. Rouse M. What is Internet of Everything (IoE). *TechTarget*. URL: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Everything-IoE> (accessed on 30.04.2020).
291. Sarah G. Renewables accounted for record 47% of UK generation in first quarter of 2020. *Edie*. 26.06.2020. URL: <https://www.edie.net/news/10/Renewables-accounted-for-record-47--of-UK-generation-in-first-quarter-of-2020/> (accessed on 20.09.2020).
292. Schwab K. *The Fourth Industrial Revolution*. World Economic Forum, Committed to Improving the State of the World, 2017. 208 p.
293. Schwab K., Davis N. *Shaping the Fourth Industrial Revolution*. Cologne, Switzerland: World Economic Forum, Committed to Improving the State of the World, 2018. 320 p.
294. Scotland Just Generated More Power Than It Needs From Wind Turbines Alone. *Science alert*. 12.08.2016. URL: <http://www.sciencealert.com/scotland-just-generated-more-power-than-it-needs-from-wind-turbines-alone> (accessed on 01.10.2016).
295. Shahan Z. 10 Solar Energy Facts & Charts You (& Everyone) should know. *Clean Technica*. 17.08.2016. URL: <https://cleantechnica.com/2016/08/17/10-solar-energy-facts-charts-everyone-know/> (accessed on 01.10.2016).
296. Shahan Z. Renewable Energy = 22.2% of US Electricity in 1st Half of 2020 (Charts). *CleanTechnica*. 12.09.2020. URL: <https://cleantechnica.com/2020/09/12/renewable-energy-22-2-of-us-electricity-in-1st-half-of-2020-charts/> (accessed on 15.09.2020).
297. Skinner C. *Digital Human*. – Marshall Cavendish International (Asia) Pte Ltd, 2018.
298. Solar Power Costs Dropped Dramatically In 2013–2018. *CleanTechnica*. 17.09.2020. URL: <https://cleantechnica.com/2020/09/17/solar-power-costs-dropped-dramatically-in-2018/> (accessed on 25.04.2020).

299. Swiss electricity getting cleaner, says energy report. *SWI – swissinfo*. 05.04.2019. URL: https://www.swissinfo.ch/eng/renewables-drive_swiss-electricity-getting-cleaner--says-energy-report/44001606 (accessed on 15.09.2020).

300. The cost for renewables decreases to a record low-report. *Smart Energy International*. 31.05.2019 URL: <https://www.smart-energy.com/renewable-energy/renewable-power-costs-decreases-record-low-report/> (accessed on 15.09.2020).

301. The Digital Competence Framework 2.0. *EU SCIENCE HUB. The European Commission's science and knowledge service*. 09.01.2019. URL: <https://ec.europa.eu/jrc/en/digcomp/digital-competence-framework> (accessed on 18.05.2020).

302. The Economics of Digitization. / Editors: Greenstein S., Goldfarb A., Tucker C. The International Library of Critical Writings in Economics series, 2013. 672 p.

303. The history of Wifi: 1971 to today. *CableFree*. 18.05.2017. URL: <http://www.cablefree.net/wireless-technology/history-of-wifi-technology/> (accessed on: 10.04.2019).

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

305. The world's biggest solar power plants. *PowerTechnology*. 10.01.2020 URL: <https://www.power-technology.com/features/the-worlds-biggest-solar-power-plants/> (accessed on 02.10.2020).

306. Top 10 biggest wind farms. *PowerTechnology*. 25.07.2020 URL: <https://www.power-technology.com/features/feature-biggest-wind-farms-in-the-world-texas/> (accessed on 02.10.2020).

307. Vashchenko K. TOP 5 energy storage projects of 2020. *GETMARKET*. 2020. URL: <https://getmarket.com.ua/en/news/top-5-energy-storage-projects-of-2020> (дата обращения: 02.10.2020).

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

309. Vorrath S. Milestone: Australia's main grid reaches 25 pct renewables over last year. *Clean Energy News and Analysis*. 14.09.2020. URL: <https://reneweconomy.com.au/milestone-australias-main-grid-reaches-25-pct-renewables-over-last-year-32967/> (accessed on 20.09.2020).

310. Waldholz R. Germany marks first ever quarter with more than 50 pct renewable electricity. *Clean energy wire*. 01.04.2020. URL: <https://www.cleanenergywire.org/news/germany-marks-first-ever-quarter-more-50-pct-renewable-electricity> (assessed on 25.05.2020).

311. Weaver J. F. Solar power cost down 25% in five months – «There’s no reason why the cost of solar will ever increase again». *Electrek*. 26.09.2016. URL: <https://electrek.co/2016/09/26/solar-power-cost-down-25-in-five-months-theres-no-reason-why-the-cost-of-solar-will-ever-increase-again/> (accessed on 01.10.2016).

312. What is Additive Manufacturing? *Additive Manufacturing. AM Basics*. URL: <http://additivemanufacturing.com/basics/> (accessed on 01.12.2016).

313. Will solar panels get cheaper? (updated for 2020). *Solar Industry*, 10.01.2020 URL: <https://www.thesolarnerd.com/blog/will-solar-get-cheaper/> (accessed on 01.10.2020).

314. World leaders adopt Sustainable Development Goals. *United Nations Development Programme*. 25.09.2015. URL: <http://www.undp.org/content/undp/en/home/news-centre/news/2015/09/24/undp-welcomes-adoption-of-sustainable-development-goals-by-world-leaders.html> (accessed on 1.10.2016).

315. Zennaro M. Introduction to the Internet of things. *NBTC-ITU Training on «Building IoT solutions for e-applications»*. 27.11.2017. URL: https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/AsiaPacific/SiteAssets/Pages/Events/2017/Nov_IOT/NBTC%E2%80%93ITU-IoT/Session%201%20IntroIoTMZ-new%20template.pdf (accessed on 25.04.2020).

316. 3D printing. *Wikipedia*. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/3D_printing (accessed on 10.03.2017).

317. 9 quotes that sum up the Fourth Industrial Revolution. *World Economic Forum*. 09.01.2016. URL: <http://www.weforum.org/agenda/2016/01/9-quotes-that-sum-up-the-fourth-industrial-revolution> (accessed on 1.10.2016).

Навчальне видання

**СУЧАСНІ ТРЕНДИ
ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ
Книга 1:
Трансформації економічних систем:
досвід ЄС в реалізації Industries 3.0, 4.0, 5.0**

За редакцією д.е.н., проф. Л.Г. Мельника та к.е.н., доц. О.М. Маценко

Навчальний посібник

Обкладинка Ю. М. Завдов'єва
Комп'ютерна верстка та технічне редагування Ю. М. Завдов'єва

Підписано до друку 26.05.2022
Формат 60x84 1/16. Папір офсетний
Друк цифровий. Ум. друк. арк. 35,4. Обл.-вид. арк. 32,92
Тираж 300 прим. Замовлення № 17-05/004

Відділ реалізації. Тел.: (067) 542-08-01. E-mail: info@book.sumy.ua
ПФ «Видавництво «Університетська книга»»
40000, м. Суми, площа Покровська, 6
Тел.: (0542) 65-75-85. E-mail: publish@book.sumy.ua
www.book.sumy.ua, newlearning.com.ua

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 7461 від 05.10.2021
Віддруковано на обладнанні ПФ «Видавництво «Університетська книга»»