

Т. Писаренко, Т. Кваша,  
О. Паладченко, Л. Рожкова, І Молчанова,  
В. Богомазова, Н. Березняк

# ГЛОБАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ТРЕНДИ У РОЗРІЗІ ОКРЕМИХ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ



Міністерство освіти і науки України

Державна наукова установа  
«Український інститут науково-технічної експертизи та інформації»

**ГЛОБАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ТРЕНДИ У РОЗРІЗІ ОКРЕМИХ  
ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

**Монографія**

Київ  
УкрІНТЕІ  
2019

УДК 001.18; 004.8; 004.9; 009; 338.27

ПЗ4

Автори: Писаренко Т.В. (загальна редакція, розд. 3-8), Кваша Т.К. (вступ, розд. 5-9, висновки), Паладченко О.Ф. (розд. 3, 6-8), Рожкова Л.В. (розд. 4, 5), Молчанова І.В. (розд. 3, 6-8), Богомазова В.М. (розд. 2, 5, 9), Березняк Н.В. (розд. 1).

Рекомендовано до друку вченою радою Українського інституту науково-технічної експертизи та інформації МОН України (протокол № 9 від 24.12.2019 р.)

**Рецензенти:**

**Чмир О.С.**, доктор економічних наук, професор, зав. відділу ДНУ УкрІНТЕІ

**Луїна І.О.**, доктор економічних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, зав. відділу ДУ «Інститут економіки та прогнозування НАН України»

ПЗ4 ГЛОБАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ТРЕНДИ У РОЗРІЗІ ОКРЕМИХ ЦІЛЕЙ СТАЛОГО РОЗВИТКУ: монографія [Електронний ресурс]/ Т. Писаренко, Т. Кваша, О. Паладченко та ін. – К. : УкрІНТЕІ, 2019. – 311 с.

ISBN 978-966-479-108-0 (Online)

У монографії викладено результати дослідження щодо глобальних технологічних трендів у розрізі 8 Цілей сталого розвитку та суспільно-гуманітарного розвитку на основі аналізу публікацій міжнародних аналітичних, консалтингових агентств, урядів розвинених країн та патентного аналізу.

Розраховано на представників органів державної влади, експертів, наукових працівників, інженерних кадрів, викладачів вищих навчальних закладів

УДК 001.18; 004.8; 004.9; 009; 338.27

ISBN 978-966-479-108-0 (Online)

© Т. Писаренко, Т. Кваша, О. Паладченко та ін., 2019

© ДНУ «УкрІНТЕІ», 2019

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 ЦСР 2. ПОДОЛАННЯ ГОЛОДУ, РОЗВИТОК СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА.....	9
1.1 Еволюція агротехнологічного розвитку.....	11
1.2 Глобальні технологічні тренди, визначені Всесвітнім урядовим самітом «Сільське господарство: 0.4», а також Національним науковим фондом і Національним інститутом харчової промисловості та сільського господарства США.....	13
1.3 Технології позаґрунтового вирощування рослин: гідропоніка, аквапоніка, аеропоніка .....	16
1.4 Технологія вертикального землеробства / вертикальних фермерських господарств .....	19
1.5 Технологія виготовлення упаковки для харчових продуктів із біопластику .....	21
1.6 Технологія смарт-землеробства .....	22
1.7 Технологія точного землеробства.....	25
1.8 Біотехнології генетичних змін, інші біотехнології.....	27
1.9 Нанотехнології для точного землеробства .....	31
1.10 Технологія глобальної навігаційної супутникової системи GNSS .....	32
1.11 Технологія Інтернету речей (IoT) .....	34
1.12 Технології безпілотних літальних апаратів (дронів) .....	37
1.13 Технологія використання робототехніки.....	39
1.14 Технологія 3D друку для виробництва харчових продуктів .....	41
1.15 Blockchain-технології.....	43
2 ЦСР 3. МІЦНЕ ЗДОРОВ'Я І БЛАГОПОЛУЧЧЯ .....	46
2.1 Біотехнології та підвищення здоров'я людини.....	47
2.2 Застосування наноматеріалів .....	48
2.3 Досягнення в обчисленні і високопродуктивних технологіях .....	49
2.4 Оптичний моніторинг нейронів і оптогенетична модуляція нейронної активності.....	50
2.5 Глобальні технологічні тенденції у сфері медицини.....	52
2.5.1 Штучний інтелект (Artificial Intelligence - AI) .....	53
2.5.2 Використання AI в ранній діагностиці .....	55

2.5.3 Цифрові медичні технології, що передбачають обслуговування поза лікарнею.....	56
2.5.4 Обробка великих даних (Big Data).....	62
2.5.5 Імунотерапія.....	62
2.5.6 Рідка біопсія: Можливість неінвазивно діагностувати пухлини.....	63
2.5.7 Технологія CRISPR / Cas9 (RT).....	63
2.5.8 Технологія 3D друку.....	64
2.5.9 Інтернет медичних речей (IoMT).....	66
2.5.10 Блокчейн.....	67
2.5.11 Хірургічні роботи.....	70
2.5.12 Технології в імплантації.....	71
2.5.13 Технології в протезуванні.....	74
2.5.14 Лікування раку протонною терапією.....	74
2.5.15 Нові матеріали / пристрої.....	74
2.5.16 Технологія RFID.....	78
<b>3 ЦСР 6. ЧИСТА ВОДА ТА НАЛЕЖНІ САНІТАРНІ УМОВИ.....</b>	<b>82</b>
3.1. Вода та її використання.....	82
3.2 Очищення води.....	88
3.2.1 Обладнання для опріснення води.....	88
3.2.2 Обладнання для очищення води та стічних вод.....	92
3.2.3 Хімічні продукти для очищення води.....	95
3.2.4 Гідроізоляційні мембрани.....	98
3.2.5 Нанofільтраційні мембрани.....	100
3.2.6 Мембранні біореактори.....	104
3.2.7 Застосування поліпропіленових фільтрів.....	107
3.2.8 Застосування активованого вугілля.....	110
3.2.9 Застосування діатоміту.....	113
<b>4 ЦСР 7. ДОСТУПНА ТА ЧИСТА ЕНЕРГІЯ.....</b>	<b>117</b>
4.1 Ключові прогнози розвитку світової енергетики.....	117
4.2 Накопичувачі енергії.....	120
4.3 «Розумні» термостати.....	123
4.4 «Розумне» освітлення.....	124
4.5 Технології зберігання вітрової енергії (Wind Energy Storage ).....	126

4.6	Акумулятори промислового призначення або великі акумулятори (Utility-scale batteries).....	127
4.7	Побутові акумулятори (Behind-the-meter batteries).....	128
4.8	«Розумні» зарядні пристрої для електромобіля (Electric-vehicle smart charging).....	129
4.9	Тонкоплівкові сонячні панелі (Thin Film Solar Panels).....	130
4.10	Плоскі сонячні колектори (Solar Flat Plate Thermal Collectors).....	131
4.11	Гібридні сонячно-вітрові установки (Hybrid Wind and Solar Electric Systems).....	132
4.12	Електричні транспортні засоби (Electric Vehicles).....	133
4.13	Технології водневої енергетики (Hydrogen Energy Technology).....	135
4.14	Малі модульні реактори (ММР).....	136
5	ЦСР 9. ПРОМИСЛОВІСТЬ, ІННОВАЦІЇ ТА ІНФРАСТРУКТУРА.....	138
5.1.	Сучасні глобальні тенденції розвитку транспорту.....	138
5.1.1	Цифровізація (Digitalisation).....	138
5.1.2	Глобальні зміни в міжнародній торгівлі.....	139
5.1.3	Трансформація в процесах програмного забезпечення.....	140
5.1.4	Зміни торгівлі на внутрішніх ринках.....	141
5.1.5	Зміни в управлінні транспортними засобами.....	141
5.2	Актуальні напрями досліджень і розробок на транспорті.....	142
5.2.1	Проектування та калібрування систем керування.....	142
5.2.2	Багатовимірне моделювання двигунів.....	142
5.2.3	Динаміка, стабільність і контроль транспортних засобів.....	143
5.2.4	Безпека людей: реконструкція аварій.....	143
5.3.	Перспективи розвитку глобальних технологій у сфері транспорту.....	144
5.3.1	Штучний інтелект AI.....	144
5.3.2.	Інтелектуальна транспортна система (ITS).....	145
5.3.3	3D-друк.....	146
5.3.4.	Розширена та віртуальна реальність.....	147
5.4.	Автомобільний транспорт.....	148
5.4.1	Штучний інтелект і суперкомп'ютери для вирішення проблем міського руху.....	148
5.4.2.	Електричні машини.....	149
5.4.3.	Автомобілі на альтернативному паливі.....	150

5.4.4 Гібридні автомобілі.....	150
5.4.5 Автономні транспортні засоби .....	151
5.4.6 Розвиток мікромобільності .....	153
5.4.7 Розумні автомобілі Smart Cars .....	153
5.4.8. Використання дронів (Drones).....	153
5.4.9. Пристрої GPS наступного покоління.....	155
5.5 Високошвидкісні залізничні мережі (High Speed Rail) .....	156
5.6 Авіаційний транспорт .....	157
5.6.1 Використання робототехніки.....	158
5.6.2 Надзвукові комерційні транспортні засоби.....	159
5.6.3. Композитні пружні шкури .....	159
5.6.4 Технологія VForce.....	159
5.6.5 Технологія RFID.....	160
5.7 Морський транспорт .....	160
5.7.1 Кібербезпека .....	161
5.7.2 Інтернет речей (IoT).....	161
5.7.3 Штучний інтелект (AI) .....	162
5.7.4. Технологія Twin .....	162
5.7.5 Автономні судна.....	163
5.8 Ключові прогнози розвитку інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ).....	165
5.8.1 Технології кремнієвої фотоніки для дата-центрів (Silicon photonics for data centers) .....	168
5.8.2 Технології кремнієвої фотоніки для суперкомп'ютерів (Silicon photonics for supercomputers ) .....	170
5.8.3 Оптика вільного простору (Free space optics) .....	171
5.8.4 Хмарні обчислення для цифрової промисловості (Cloud computing) .....	173
5.8.5 Технології доповненої та віртуальної реальності (AR /VR) (у тому числі у виробництві).....	176
5.8.6 Системи машинного зору для контролю виробничих процесів (Machine Vision).....	180
5.8.7 Технології 5G та 6G .....	182
<b>6 ЦІЛЬ 11. СТАЛИЙ РОЗВИТОК МІСТ І ГРОМАД.....</b>	<b>211</b>

6.1	Глобальні викиди в атмосферу: стан та прогноз.....	211
6.2	Технології уловлювання та захоронення вуглецю та інших викидів в атмосферу.....	215
6.2.1	Технологія кальцієво-карбонатного циклу виділення CO <sub>2</sub> з відпрацьованих газів .....	215
6.2.2	Технологія екологічно чистого виділення CO <sub>2</sub> з використанням ферментів.....	216
6.2.3	Мембранні системи для уловлювання CO <sub>2</sub> до спалювання.....	216
6.2.4	Технологія промислової фільтрації повітря.....	217
6.2.5	Використання активованого вугілля.....	219
7	ЦІЛЬ 12. ВІДПОВІДАЛЬНЕ СПОЖИВАННЯ ТА ВИРОБНИЦТВО .....	222
7.1	Глобальні тенденції в управлінні твердими відходами.....	222
7.2	Основні технологічні тенденції поводження з відходами .....	226
7.2.1	Спалювання твердих відходів.....	226
7.2.2	Використання відходів для теплоенергоресурсів.....	228
7.2.3	Використання полімерів для поводження з відходами.....	231
7.2.4	Технології поводження з відходами від буріння .....	234
7.2.5	Перероблення (управління) електронних відходів.....	236
7.2.6	Технології перероблення відходів на дизельне паливо .....	240
7.2.7	Технології поводження з медичними відходами .....	244
7.3	Глобальні тенденції в управлінні рідкими відходами .....	246
7.3.1	Технології перероблення рідких відходів .....	246
7.4	Ключові напрями, які перебувають у стані глобальних перетворень у галузі поводження з відходами.....	250
7.5	Покращення тарифів на переробку .....	252
7.6	Автоматизований збір відходів.....	252
7.7	Оптимізація маршруту.....	252
7.8	Модернізація звалищ .....	252
7.9	Покращена безпека.....	253
7.10	Швидкі часи .....	253
8.	ЦІЛЬ 14. ЗБЕРЕЖЕННЯ МОРСЬКИХ РЕСУРСІВ.....	255
8.1	Інноваційні технології та організації, які можуть зберегти океани, моря і морські ресурси та прибережні території.....	255
8.1.1	Запровадження виробництва морепродуктів (аквакультури) .....	256
8.1.2	Застосування пластикових альтернатив та біопластичних виробів.....	256



8.1.3 Впровадження плавучих морських вітрових електростанцій .....	256
8.1.4 Впровадження відео віртуальної реальності.....	256
8.1.5 Технологія проривних здорових ґрунтів .....	257
8.1.6 Технології вибіркової риболовлі .....	257
8.1.7 Поєднання переробників і споживачів морепродуктів з дрібними місцевими рибалками та їхніми уловами.....	257
8.1.8 Технологія маркування та відстеження тварин в океані.....	257
8.1.9 Технологія перетворення людських відходів у добрива.....	258
8.1.10 Використання штучного інтелекту, робототехніки і безпілотників та суден для дослідження океану та його дна .....	258
8.1.11 Застосування штучних зябер, ребризерів, підводних апаратів для занурення в океан .....	258
8.1.12 Створення та застосування електричного судна для заміни суден, що працюють на паливі .....	258
8.1.13 Використання інформаційних додатків на базі інформації про океан .....	259
8.1.14 Створення плаваючих міст в океані.....	259
<b>9 ГЛОБАЛЬНІ ІННОВАЦІЙНІ ТРЕНДИ В СУСПІЛЬНО-ГУМАНІТАРНОМУ РОЗВИТКУ .....</b>	<b>260</b>
9.1 Спільні інноваційні простори .....	261
9.2 Гейміфікація.....	262
9.3 Доступ / спільне використання економіки .....	264
9.4 Культура читання / запису.....	266
9.5 Трансформація освіти .....	267
9.6 Тіло 2.0 і самовідстеження .....	269
9.7. Місто без автомобілів .....	273
9.8 Нові мережі журналістів.....	274
9.9. Місцеві продовольчі кола.....	275
9.10 Власність та обмін даними про здоров'я.....	277
9.11 Альтернативні валюти .....	279
9.12 Базовий дохід .....	282
9.13 Кешування життя .....	284
<b>ВИСНОВКИ .....</b>	<b>286</b>

## ВСТУП

Безпрецедентна технологічна революція продовжує змінювати навколишній світ. Зміни відбуваються у широких масштабах: цифровізація трансформує економіки, уряди та суспільства складним, взаємопов'язаним та часто непередбачуваним чином; технології відновлювальної енергетики забезпечують доступність енергії сталим та чистим способом; технології виготовлення та застосування клітинних/тканинних препаратів на основі стовбурових клітин успішно застосовують для лікування близько 100 важких захворювань, при деяких недугах це єдиний метод лікування; нові сталі моделі та стратегії розвитку територій дозволяють вирішувати проблеми урбанізації у світі тощо.

Державна політика та практика часто не встигають за швидкими змінами. Однак деякі уряди використовують іноді фантастичні інноваційні рішення для розв'язання сьогоденних проблем задля колективного блага.

Систематичний огляд тенденцій і трендів дає можливість урядам визначати порядок денний своєї роботи та виробляти політику з орієнтацією на майбутнє, планувати розвиток екосистем за допомогою передових технологій, обґрунтовано залучати ресурси тощо. Бізнесу аналіз тенденцій дає уявлення про подальший технологічний розвиток різних сфер діяльності і допомагає завчасно сформувати інвестиційний портфель, перепрофілювати бізнес або розробити успішний бізнес-план виробництва тощо.

Існує багато публікацій міжнародних консалтингових компаній, урядів різних країн щодо соціальних і технологічних трендів [1, 2, 3, 4 тощо]. Наприклад, японська NTT DATA виявляє найбільш значущі технології та суспільні тенденції розвитку інформаційно-комунікаційної сфери, які, на думку компанії, спричинять зміни протягом наступних трьох-десяти років [4]. Світовий банк досліджує тенденції ринку праці [5], використання технології блокчейну [6] та нових технологій для зменшення ризиків кредитної системи [7]. Європейська Комісія опублікувала свій погляд на те, як три значні тренди - глобалізація, демографічні зміни та технологічний прогрес - створюють нові можливості для досліджень та інновацій в Європі [1].

Тематика публікацій окремих науковців стосується аналізу технологічних трендів у вузьких тематичних областях та методології досліджень [8, 9, 10, 11,

12, 13, 14, 15,16 і т.д.]. Так, значна кількість публікацій стосується пріоритетів та стратегій розробки медичних препаратів, радіаційної терапії, токсикологічного тестування, військової медицини, тенденцій розвитку вищої та професійної освіти, енергетичних технологій і політики, агропромислового комплексу тощо.

Останніми роками з'явилися публікації із виявлення технологічних тенденцій для досягнення Цілей сталого розвитку (ЦСР). К. Аллен та ін. [17] розглянув та порівняв сильні, слабкі сторони та загальну корисність різних моделей з точки зору надання аналітичної підтримки планування національного розвитку для досягнення ЦСР. Г. Фуджі зі співавторами [18] розглянув тенденції інноваційного і сталого розвитку рибного господарства у Китаї, Японії та Кореї.

Серед українських авторів Л. Даценко, С. Палиця, Л. Федулова, О. Гаркушенко, Г. Андрощук та Т. Кваша [19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26] досліджували тренди в окремих тематичних областях – медицині, озброєнні, водопостачанні та водовідведенні, картографії, цифровізації у торгівлі, освіті, промисловості. Публікації щодо тенденцій технологічного розвитку у розрізі національних цілей сталого розвитку відсутні.

Мета роботи – здійснити аналіз технологічних трендів у розрізі національних ЦСР для визначення нових пріоритетних напрямів науково-технологічного розвитку в Україні на 2021-2030 роки.

Метод дослідження: комбінація методів аналізу публікацій та патентного аналізу (на основі міжнародної патентної бази Derwent Innovation).

Для досягнення мети здійснено аналіз технологічних трендів для Цілей сталого розвитку № 2 «Подолання голоду, розвиток сільського господарства», № 3 «Міцне здоров'я і благополуччя», № 6 «Чиста вода та належні санітарні умови», № 7 «Доступна та чиста енергія», № 9 «Промисловість, інновації та інфраструктура», № 11 «Сталий розвиток міст і громад», № 12 «Відповідальне споживання та виробництво», № 14 «Збереження морських ресурсів» та «Глобальні інноваційні тренди в суспільно-гуманітарному розвитку».

Сформовано актуальний перелік технологічних трендів в означених сферах, який був використаний для відбору кращих пропозицій під час фортсайтних досліджень у 2019 році із визначення нових пріоритетних напрямів науково-технологічного розвитку в Україні.

## 1 ЦСР 2. ПОДОЛАННЯ ГОЛОДУ, РОЗВИТОК СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

### 1.1 Еволюція агротехнологічного розвитку

*Сільське господарство 1.0.* Ситуація на початку 20-го століття. Трудомістка система сільського господарства з низькою продуктивністю, здатною нагодувати населення шляхом створення величезної кількості дрібних господарств, третя частина населення була задіяна в процесі виробництва первинної сільськогосподарської продукції.

*Сільське господарство 2.0* – широко відоме як «Зелена революція». Цей етап сільського господарства почався в кінці 1950-х років, коли агрономічні методи управління, такі як внесення в ґрунт азоту, а також синтетичних пестицидів, добрив, і застосування більш ефективних спеціалізованих машин дозволили використовувати відносно дешеві ресурси, різко збільшуючи потенціал врожайності і зростаючу віддачу від масштабів виробництва на всіх рівнях.

*Сільське господарство 3.0* «Точне землеробство» почалося після того, як GPS стали доступні для широкого використання. Точне землеробство включає в себе:

- **Позиціонування агротехніки:** перші користувачі в середині 1990-х років використовували GPS-сигнали для ручного управління. Вони створили технологію диференційованого внесення добрив і хімічних засобів захисту. Перші рішення автоматичного управління агротехнікою з'явилися в кінці 90-х років. Протягом 2000-х років точність водіння була поліпшена до 1 см.

- **Моніторинг і контроль:** протягом 1990-х років зернозбиральні комбайни були оснащені моніторами врожайності, заснованими на місцях розташування GPS. У той же час почалося широке застосування технологій диференційованого внесення добрив (VRA). Низькі ціни на добрива і високі технологічні витрати спочатку обмежували впровадження цих технологій.

- **Телематика:** це технологія, яка використовується для моніторингу парку транспортних засобів. Вона з'явилася на початку 2000-х років, ґрунтувалася на технології стільникового зв'язку і дозволяла оптимізувати логістичні процеси в сільськогосподарському виробництві.

- **Управління даними:** програмне забезпечення для сільського господарства стало широко доступним з моменту народження ПК на початку 80-х років.

Сільське господарство 3.0 можна розглядати як поступове впровадження все більш досконалих і зрілих технологій точного землеробства. Основна увага приділяється чистій ефективності, з точки зору скорочення витрат і підвищення рентабельності, яку можна розглядати як об'єктивний і творчий пошук шляхів зниження витрат і підвищення якості або розробки нових диференційованих продуктів. Ключовим є впровадження інтелектуальних технологій.

*Сільське господарство 4.0.* Новий імпульс в прецизійному сільському господарстві можна спостерігати на початку 2010 р. на основі еволюції декількох технологій: низьковитратних мікропроцесорів; великих масивів аналітичних даних.

З 2010 р. інтелектуальні технології все частіше використовуються для виконання стандартних функцій на тракторах, комбайнах та іншому обладнанні, наприклад: системні пристрої управління (бортові комп'ютери); розширені можливості автоматизації (управління, розміщення насіння, висівання).

Крім того, з'явилися такі нові доповнення:

- Фізичні процеси доповнюються нефізичними послугами з новими алгоритмами, які розробляються для перетворення даних з метою підвищення ефективності, зниження ризику та обмеження уразливості від зовнішніх впливів, таких як поломка машин, негоди і хвороби.

- Сільськогосподарські екосистеми, що включають платформи, які об'єднують дані з декількох джерел, чи то показання фермерських датчиків або дані із зовнішніх джерел. Фермер контролює операції з панелі приладів, отримуючи інформацію в режимі реального часу або майже в реальному часі і приймає відповідні рішення на основі кількісних гіпотез для збільшення фінансового результату.

- Співпраця між різними гравцями в сільськогосподарському та харчовому ланцюжку. Цифрові дані об'єднують учасників екосистеми, щоб забезпечити ефективність ланцюга поставок продуктів харчування. На основі одних і тих же даних постачальники послуг пропонують різні послуги різним зацікавленим сторонам. В результаті сільськогосподарська техніка стала

надзвичайно важливим елементом повної виробничої системи. Це не тільки найбільший генератор даних, але і виконавець планів і карт, створених із використанням платформ даних і агрономічних моделей. Ця еволюція відбувається паралельно з аналогічними еволюціями в промисловому світі, де вона відзначена як «Промисловість 4.0», заснована на баченні майбутнього виробництва.

В термінах визначень «Сільське господарство 4.0» означає інтегровану внутрішню і зовнішню мережу операцій в аграрному виробництві. Це означає, що інформація в цифровій формі існує для всіх секторів і процесів такого виробництва. Зв'язок із зовнішніми партнерами, такими як постачальники і кінцеві споживачі, також здійснюється в електронній формі і передача, обробка та аналіз даних є автоматизованими. Використання інтернет-порталів може полегшити обробку великих обсягів даних, а також організацію мережі як всередині господарства, так і з зовнішніми партнерами.

Паралельно із поняттям «Розумне сільське господарство» використовують терміни «Точне землеробство», «Цифрове землеробство». Обидва терміни орієнтовані на появу розумних технологій в сільському господарстві.

Сільське господарство 4.0 відкриває шлях до наступної еволюції, що охоплює безпілотні операції і автономні системи прийняття рішень. *Сільське господарство 5.0* буде ґрунтуватися на робототехніці і (в деякій формі) на штучному інтелекті [27].

## **1.2 Глобальні технологічні тренди, визначені Всесвітнім урядовим самітом «Сільське господарство: 0.4», а також Національним науковим фондом і Національним інститутом харчової промисловості та сільського господарства США**

Щорічний Всесвітній урядовий саміт (*World government summit*), що є глобальною платформою формування майбутніх урядів у світі, встановлює порядок денний для наступного покоління урядів з акцентом на тому, яким чином вони можуть використовувати інновації та технології для вирішення загальних проблем людства, розглядає Сільське господарство: 0.4 Майбутнє фермерських технологій [28] як фактор створення попиту, а також ланцюга

доданої вартості для подолання продовольчого дефіциту шляхом використання технологій не лише для інновацій, а й для поліпшення та задоволення реальних потреб споживачів та реінжинірингу ланцюга вартості.

Сучасні і майбутні сільськогосподарські господарства повинні використовуватиме складні технології, такі як роботи, дрони, датчики температур та вологості, аерофотознімки та технології GPS, цифрові технології, сенсорні пристрої Інтернету речей, 3D-принтери тощо.

Сільське господарство не повинно залежати від застосування води, добрив і пестицидів у полях. Замість цього фермери будуть використовувати їх мінімальну кількість або повністю видаляти із ланцюга постачання. Вони зможуть вирощувати сільськогосподарські культури в посушливих районах і використовувати чисті ресурси, такі як сонце та морську воду для вирощування продуктів харчування.

Всесвітній урядовий саміт «Сільське господарство: 0.4 Майбутнє фермерських технологій» звертає увагу на такі глобальні технологічні тренди (рис. 1.1).

1	Hydroponics/ Гідропоніка	Algae feedstock / Сировина із водоростей	Desert agriculture / Сільське господарство в пустелі
	Bioplastics / Біопластик		Seawater farming / Фермерство на морській воді
2	Vertical/Urban farming / Вертикальне / міське господарство		Genetic modification / Генетична модифікація
			Cultured meats / Культивування/ вирощування м'яса
			3D Printing / 3D друк
3	Drone technology / Дрони	Data analytics / Аналітика даних	Nanotechnology / Нанотехнології
	Internet of things / Інтернет речей	Precision agriculture / Точне землеробство	Artificial intelligence / Штучний інтелект
			Food sharing /обмін харчовими продуктами
			Crowdfarming / Скупчення фермерських господарств
			Blockchain

*Readiness to “Grow” to Market /Готовність до «зростання» ринку*

*Рис. 1.1 Карта технологій зростання [28]*

Національний науковий фонд (NSF) та Національного інституту харчової промисловості та сільського господарства США (USDA / NIFA) у 2019 р.

підготували і оприлюднили листа, яким повідомили про намір спільно фінансувати конвергентні наукові дослідження на перетині сільськогосподарської науки, великих даних, інформатики та смарт-спільнот за такими ключовими напрямками [29]:

- Методи аналізу великих масивів даних, таких як штучний інтелект, машинне навчання та комп'ютерне бачення, наприклад, використання екологічних даних, зображень та геномних даних.

- Моделі генетичного управління середовищем в соціально-економічній взаємодії (G x E x M x S) для прогнозування фенотипічних результатів у тваринництві, аквакультурі та рослинництві, таких як врожайність, живучість, стійкість до екологічних стресів, стійкість до шкідників, стійкість до посухи, а також поживна цінність.

- Зберігання, управління та інтеграція різних типів даних для забезпечення системного підходу, включаючи інтеграцію великих даних у системах реального часу.

- Виклики щодо розвитку дротових та бездротових мереж в сільській місцевості, включаючи розвиток *крайніх обчислень / обчислень на краю* (перенесення пам'яті і обчислювальної потужності ближче до місця, де вона потрібна; топологія, в якій обробка інформації, збір та передача контенту розташовані ближче до джерел інформації з ідеєю, що збереження локального трафіку зменшить затримку щодо виконання запитів).

- Безпека, конфіденційність та управління для забезпечення доступу та обміну даними на фермах та в об'єднаннях громад.

- Навчання науковим інноваціям, яке може включати розвиток обчислювальних навичок з біологічних і сільськогосподарських наук і сільськогосподарської практики для формування майбутньої робочої сили для розвитку інновацій.

Розглянемо характеристики ключових глобальних технологій (дані 2017-2019 рр.), що застосовуються в сільському господарстві світу, та статистичні дані щодо розвитку ринків цих технологій.



### **1.3 Технології позагрунтового вирощування рослин: гідропоніка, аквапоніка, аеропоніка**

В останні десятиліття отримали розвиток технології позагрунтового рослинництва – *гідропоніка* (вирощування рослин в поживних водних розчинах, при цьому їх коріння закріплене в неорганічному водопроникному субстраті), *аквапоніка* (різновид гідропоніки, при якій поживні речовини витягуються з відходів життєдіяльності риб) і *аеропоніка* (вирощування рослин з вільно звисаючим в повітрі корінням, яке періодично кропити живильним розчином). Ці технології мають чимало переваг: в декілька разів є вищою врожайність в розрахунку на один гектар; потрібно до десяти разів (на 70 %) менше води і до чотирьох разів менше добрив в розрахунку на одиницю продукції; кращим є захист рослин від хвороб; легше запобігти псуванню врожаю; здійснюється перехід до домашньої культивування рослин із використанням компактних гідро- та аеропонних пристроїв; існує можливість консервації великих площ сільськогосподарських угідь для збереження родючості ґрунтів.

Через високу ефективність використання води та добрив ці технології набувають активного розвитку в регіонах, які є посушливими, або там де не вистачає поживних речовин як з економічних, так і екологічних причин.

*Приклади.* Фонд Soft Bank Vision для старт-апу мережі Силіконової долини у 2017 р. виділив кредит у 200 млн дол. для створення внутрішньої ферми для вирощування рослин без ґрунту методом гідропоніки із використанням поживних мінеральних розчинів.

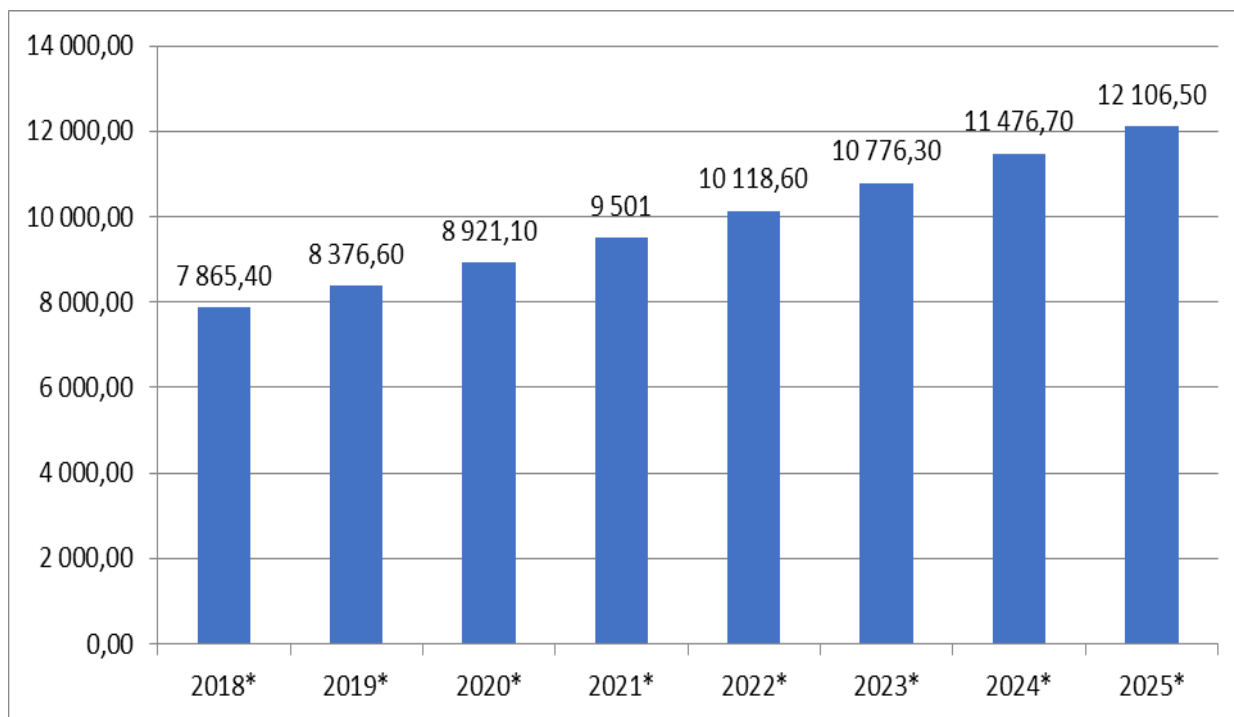
Компанія Sundrop (Австралія) розробила технологію, яка поєднує технології опріснення морської води, гідропоніки і сонячної енергії для вирощування овочів у будь-якому регіоні світу. Ця система є стійкою, не залежить від викопного палива (отримує енергію від сонця) і не потребує ґрунту. Натомість, технологія інтегрує сонячну енергію для виробництва електроенергії, виробляє прісну воду та застосовує гідропоніку. Результат: еквівалентна кількість харчових продуктів, що вирощуються поза ґрунтом на основі нових технологій.

*Оцінка ринку.* Ключовими гравцями цього ринку є Aquaponics LLC, Nelson and Pade Inc., Backyard Aquaponics, My Aquaponics, AMCO produce, American Hydroponics, General Hydroponics, GreenTech Agro LLC, BetterGrow Hydro.

В останні роки найбільш поширеною стратегією стало злиття та поглинання компаній з тим, щоб підвищити обізнаність громадськості про існуючі та нові продукти і технології та конкурувати з портфелем продуктів конкурентів. Так, у січні 2018 р. Freights Farms, виробник розумних гідропонних контейнерних ферм і розробник автоматизованого дистанційного управління, придбав у компанії Cabbige (Бостон) онлайн-додаток для управління діяльністю дрібних ферм, а також програмне забезпечення Cabbige для більш ефективної обробки врожаю та покращення фінансового управління. У лютому 2018 р. ферма Springworks, що використовує аквапоніку для вирощування органічного салату, оголосила, що отримала 1,6 млн дол. США для розширення компанії в Лісабоні, штат Мен. Інші компанії Canopy Growth Corporation і Canopy Rivers Corporation оголосили про спільну угоду, укладену в грудні 2017 р., для створення нової компанії Les Serres Vert Cannabis Inc. Це допомогло обом компаніям розширити свої виробничі потужності.

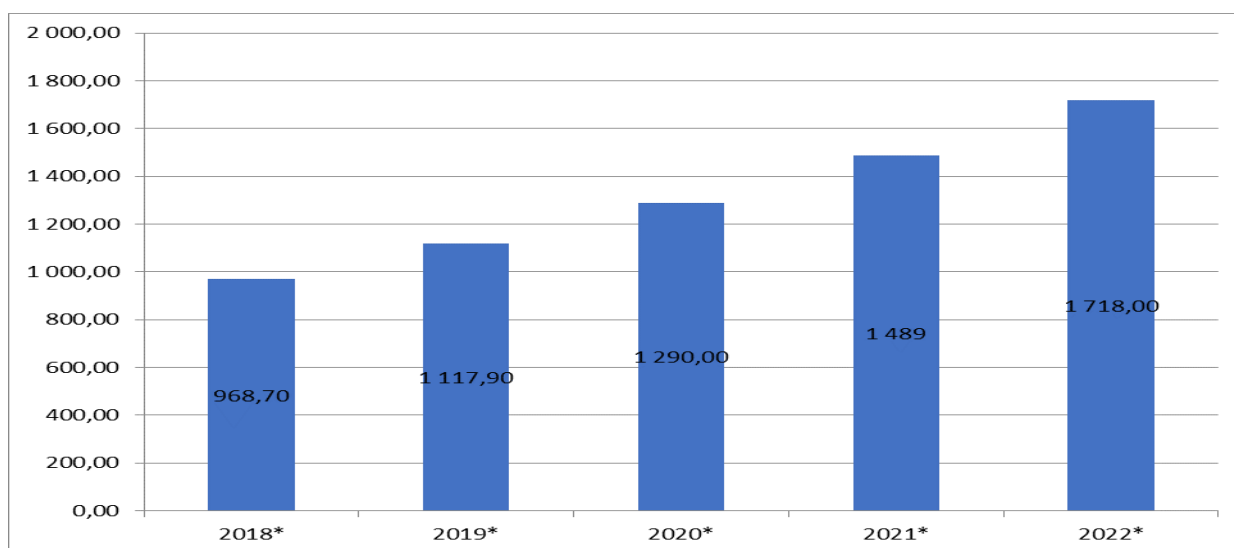
Спостерігається поступове і неухильне зростання вартості світового ринку:

- гідропоніки (*рис. 1.2*) – з 2018 р. по 2025 р. на 35 %;
- світового ринку аквапоніки і гідропоніки (*рис. 1.3*) – з 2018 р. по 2022 р. вартість ринку зросте на 59,4 %.



*Рис. 1.2* Оцінка вартості світового ринку гідропоніки з 2018 по 2025 рр., млн дол. США

Джерело: [30].



*Рис. 1.3* Оцінка вартості світового ринку аквапоніки та гідропоніки у 2018-2022 рр., млн дол. США

Джерело: [30].

За регіонами світу найбільша частка ринку гідропоніки у 2018-2022 рр. (*рис. 1.4*) практично без змін належатиме Європі та Азіатсько-Тихоокеанському регіону, найменша – Близькому Сходу і Африці. Частки ринку інших регіонів

також є практично незмінними (із незначними коливаннями показників) за роками.

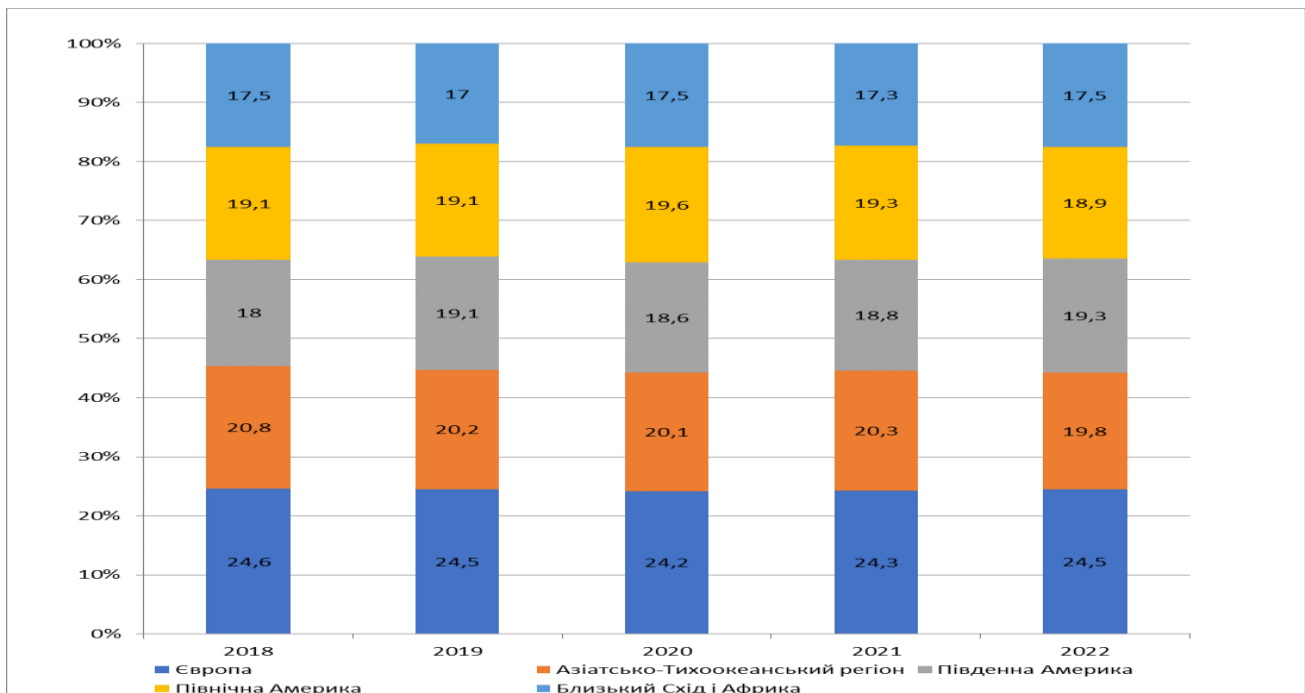


Рис. 1.4 Оцінка частки ринку гідропоніки за регіонами світу з 2018 по 2022 р., %

Джерело: [30].

#### 1.4 Технологія вертикального землеробства / вертикальних фермерських господарств

Вертикальне землеробство – це процес вирощування рослинницької продукції у вертикальних шарах там, де земля є недоступною для використання. Технологія пов'язана з міським господарством, вона використовує ґрунтові, гідропонні або аеропонні методи вирощування. Процес використовує на 95 % менше води, менше добрив і харчових добавок, а також не застосовує пестицидів, одночасно підвищуючи якість продукції.

*Приклади.* З 2004 р. американська компанія AeroFarms будує та експлуатує внутрішні вертикальні ферми, які виробляють безпечні та поживні харчові продукти. Компанія лідирує у світі в сфері комерційного високотехнологічного, керованого великими даними вертикального землеробства. Її ферми можуть протягом всього року збирати врожаї, які в 390 разів є більш продуктивними, ніж врожаї традиційних ферм. Оскільки виробництво не залежить від екстремальних погодних умов або сезонних змін,

населення отримує продукти місцевого виробництва, фрукти та овочі залишаються більш свіжими протягом тривалого часу.

Аналогічні розташовані на місцях фермерські господарства AeroFarms (Сан-Франциско) поєднують сільське господарство з технологіями ІТ, великими даними та технологіями контролю клімату, що дозволяє вирощувати здорові харчові продукти, зводячи до мінімуму використання води та енергії.

Значні інвестиції зроблені SoftBank Vision Fund у розвиток і просування компанією AeroFarms вертикальних ферм. Крім того, ІКЕА, Девід Чанг і правитель Дубая інвестують 40 млн дол. у фермерські господарства AeroFarms в ОАЕ.

Ці технології вирощування також сприяли зростаючому буму в Голландії: вертикальні теплиці на цей час виробляють 35 % овочів країни, незважаючи на те, що вони займають менше 1 % сільськогосподарських угідь.

Економічна ефективність вертикальних ферм залежить від доступної електроенергії. Бажано, щоб уряди підтримували їхній розвиток, надаючи господарствам субсидії на електроенергію або інші податкові пільги. Країни з високоосвіченим населенням, низькими енергетичними витратами та урядом, який бажає залучати державно-приватне партнерство, зрештою стануть лідерами у цьому просторі.

*Оцінка ринку.* Оцінка вартості світового ринку вертикальних фермерських господарств вказує на таке: у 2013 р. вартість ринку становила 404 млн дол. США, у 2016 р. цей показник зріс утричі, у 2020 р. він має зрости учетверо проти 2013 р., а у 2030 р. прогнозована вартість становить 6400 млн дол. США, що в 16 раз перевищує показник 2013 р. і у 4,2 рази – показник 2016 року [31].

Оцінка вартості частки світового ринку вертикальних фермерських господарств у США за типами використовуваних технологій свідчить про таке: вартість частки ринку, де використовується *технологія гідропоніки* є найбільшою у порівнянні частками аеропоніки та аквапоніки. У 2018 р. вартість частки ринку, де використовувалася *гідропоніка*, становила – 380 млн дол. США, у 2020 р. вона має зрости у 1,5 рази, а у 2024 р. – у 2,3 рази проти 2020 р. і становитиме 1290 млн дол. США; у 2018 р. вартість частки ринку, де фермери використовували *технологію аквапоніки*, яка становить найменшу частку у порівнянні з частками гідропоніки і аеропоніки, становила – 140 млн дол. США, у 2020 р. вона має зрости у 1,6 рази, а у 2024 р. – у 4 рази проти 2020 р. і

становитиме 580 млн дол. США; у 2018 р. вартість частки ринку, де використовувалася *технологія аеропоніки*, становила 220 млн дол. США, у 2020 р. вона має зрости до 340 млн дол. США, або у 1,5 рази, а у 2024 р. – у 2,5 рази проти 2020 р. і становитиме 870 млн дол. США [32].

### **1.5 Технологія виготовлення упаковки для харчових продуктів із біопластику**

Споживачі закликають компанії розробляти контейнери для харчових продуктів, які після використання можуть бути перероблені, підлягають біологічному розкладу або компостуванню.

Так, стартап TIRA створює упаковку для продуктів, яка компостується, переробляється аналогічно фруктам і овочам: тобто розкладається без токсичних залишків. TIRA розробляє гнучку пластикову упаковку, яка вписується в сучасні процеси виробництва продуктів харчування, має довгий термін придатності та після використання (як і апельсинова шкірка) може стати частиною харчових відходів.

*Оцінка ринку.* Глобальний попит на вироби з біопластику у 2010 р. становив 0,9 млн т, а прогноз на 2020 р. – 5,3 млн т, тобто прогнозується зростання аж на 83 % [33]. Оцінка вартості світового ринку виробів з біопластику у 2015 р. становила 6 млрд дол. США, у 2020 р. – 30, а прогнозна оцінка на 2030 р. – 324 млрд дол. США, тобто у 54 рази більше проти 2015 року [34].

Землекористування у світі із використанням біопластикової продукції у 2018 р. охоплювало 810 тис. га, а прогноз на 2023 р. показує 1020 тис. га [35].

Аналіз світового виробництва біопластику (за типами) у 2018-2023 рр. (*рис. 1.5*) вказує на таке: світове виробництво *біорозкладного* біопластику характеризується поступовим зростанням щорічно у межах 100 тис. метричних тон, а *біологічного / не біорозкладного* біопластику – незначним зниженням у прогнозних 2020-2021 рр. та зростанням на 44 тис. метричних тон у 2023 р. у порівнянні з 2018 роком.

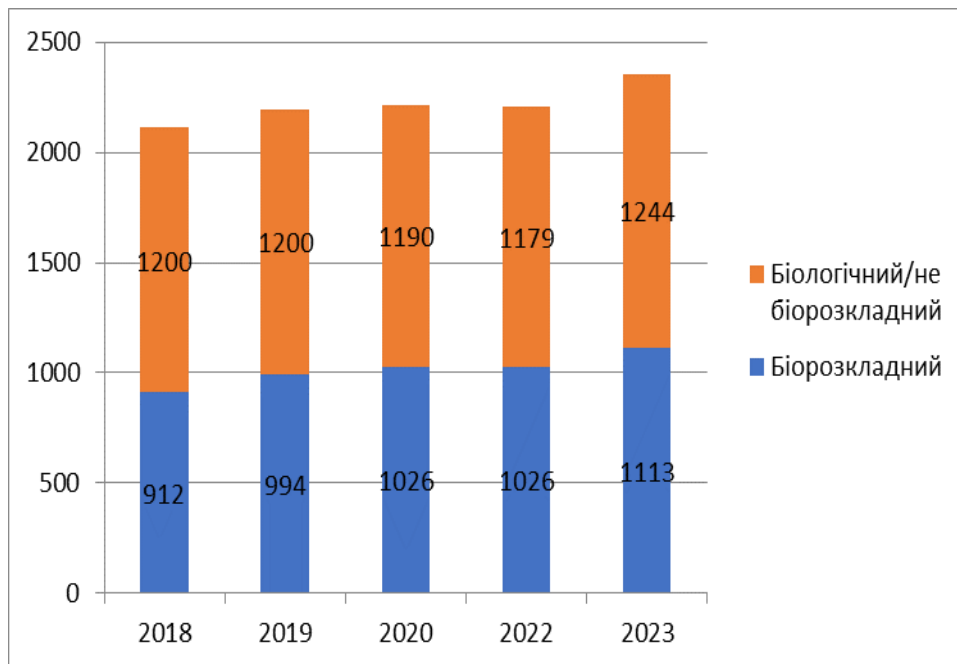


Рис. 1.5 Світові потужності виробництва біопластику за типами у 2018-2023 рр.

Джерело: [36].

## 1.6 Технологія смарт-землеробства

Для запобігання глобальним викликам у сфері продовольчої і біологічної безпеки людству необхідно мати сільське господарство нового типу, яке базується на моделях циркулярної (безвідходної) економіки за принципом сталого розвитку. Питанням переходу до нової економічної моделі і до смарт-сільського господарства як її невід'ємного компоненту приділяють дедалі більшу увагу провідні міжнародні організації та національні уряди.

Смарт-сільське господарство – це господарство, що засноване на застосуванні автоматизованих систем прийняття рішень, комплексної автоматизації і роботизації виробництва, а також технології проектування і моделювання екосистем. Воно передбачає мінімізацію використання зовнішніх ресурсів (палива, добрив і агрохімікатів) при максимальному залученні локальних факторів виробництва (поновлюваних джерел енергії, біопалива, органічних добрив тощо). Перспективні технології смарт-сільського господарства забезпечують ефективну екологічно безпечну боротьбу зі шкідниками, відновлення і збереження корисних властивостей ґрунтів і ґрунтових вод, а також дистанційний інтегрований контроль із дотримання стандартів і сертифікаційних вимог органічного сільського господарства.

*Оцінка ринку.* Оцінка вартості світового ринку застосування технології розумного землеробства в 2017 р. становила 9,58 млрд дол. США, а прогнозна оцінка до 2022 р. сягає 23,14 млрд дол. США, тобто відбудеться зростання вартості ринку на 58,6 % [37].

Прогнозна оцінка частки систем зв'язку, що використовуються у світовому смарт-землеробстві, за типами з'єднань у 2020 р. вказує на таке: стільниковий зв'язок становитиме найбільшу частку – 60 %; LPWA – бездротовий зв'язок – 25 %; фіксований / незмінний / стаціонарний зв'язок – 9 %; супутниковий зв'язок – лише 1 % [38].

Оцінка вартості світового смарт-продовольчого ринку показує таке: у 2017 р. вартість ринку становила 350,71 млрд дол. США, а прогнозна оцінка вартості на 2022 р. – 525,25 млрд дол. США, тобто передбачається зростання на 33,2 % [30].

***Технології цифрового землеробства – використання великих даних*** [39]. Розширення доступу до інформації та більш складне використання великих масивів даних відіграватиме все більшу роль у сільському господарстві. Існує великий потенціал для використання більш деталізованих даних (наприклад, даних на кожні десять метрів квадратів поля) та аналітичних можливостей для інтеграції різних джерел інформації (наприклад, щодо погоди, ґрунту та ринкових цін) з метою зниження витрат та підвищення врожайності сільськогосподарських культур і оптимізації використання ресурсів.

До технологій цифрового землеробства також відносяться технології моніторингу техніки, паралельного і автоматичного водіння техніки по полю, моніторингу посівів за допомогою космічних апаратів (супутників) і безпілотників (дронів), дешифрування дистанційного зондування землі, диференційованого внесення агрохімікатів і насіння, управління знаннями в сфері прийняття рішень.

За рахунок кращого використання даних можна оптимізувати ланцюг створення доданої вартості та забезпечити ефективність для всього сільськогосподарського сектору. Оцифрування може привести до більш ефективного використання ресурсів та поліпшення загальної продуктивності в ланцюжку створення вартості. Використовуючи великі дані, сільськогосподарські гравці можуть приймати рішення у реальному часі. Наприклад, аналіз даних про погодні умови, може попередити про якість та



терміни постачання інгредієнтів і продуктів харчування, що дозволить вносити будь-які необхідні зміни щодо закупівель до виробничих графіків.

*Приклад.* Компанія Linkfresh стала глобальним партнером Microsoft в 2013 р. Продукти Linkfresh: ERP-система – конкретний програмний пакет, який реалізує стратегію ERP, спеціалізовану для постачання продуктів харчування на основі ланцюгових бізнес-структур: підтримує управління ланцюгами поставок, в т. ч. щодо прогнозування, бюджетування та планування; підтримує здійснення операцій, включаючи виробництво, сортування, маркування, відстеження тощо.

*Оцінка ринку.* Вартість світового ринку цифрового землеробства до 2020 р. може зрости до 4,5 млрд євро., або у 1,5 рази у порівнянні з 2016 роком. У ЄС технології цифрового землеробства застосовують близько 80 % фермерів, в США – 60 % [40].

***Технологія створення смарт-теплиць.*** Традиційне ведення тепличного господарства – це методологія, яка допомагає підвищити врожайність овочів, фруктів тощо із застосуванням ручного втручання або механізму пропорційного контролю, що приводить до втрат обсягів виробництва, енергії та робочої сили.

Смарт-теплиця може бути розроблена за допомогою технології Інтернету речей (IoT), яка покликана розумно відстежувати і контролювати зміни клімату, усуваючи необхідність ручного втручання.

Для контролю стану навколишнього середовища в розумній теплиці використовуються різноманітні пристрої / датчики, які вимірюють параметри навколишнього середовища відповідно до вимог виробництва.

Може бути створений хмарний сервер для віддаленого доступу до системи, підключений за допомогою IoT, що виключає необхідність ручного моніторингу. Тестовий сервер дозволяє обробляти дані і вчасно приймати управлінські рішення.

*Наприклад,* у смарт-теплицях Agri-Tech використовуються нові сучасні технології такі, як сонячні датчики IoT, за допомогою яких стан парникових газів та споживання води можна контролювати та сповіщати про це фермерів за допомогою SMS через онлайн-портал.

Автоматичне зрошення здійснюється в цих теплицях за допомогою крапельної установки Pluminum.

Датчики IoT надають інформацію про рівень світла, тиск, вологість і температуру. Ці датчики автоматично за допомогою сигналу WiFi керують приводами для відкриття вікон, включення освітлення, нагрівачів, вентиляторів.

**Технології інтегрованих систем контролю за екологією агровиробництва.** Зростання екологічно відповідальних ринків породжує попит на системи підтвердження екологічної сумлінності. Діючі нині в розвинених країнах *схеми добровільної сертифікації екологічної відповідальності, схеми сертифікації органічної сільськогосподарської продукції* побудовані на періодичних перевірках виробників акредитованими аудиторами. Це не залишає простір для різних зловживань і несуворого дотримання сертифікаційних вимог в період між перевірками.

*Цілодобовий багато-параметричний моніторинг сільгоспугідь в режимі реального часу можна реалізувати за рахунок конвергентних інформаційно-космічних технологій дистанційного контролю на основі угруповань нано- та пікосупутників, флотів безпілотних літальних апаратів, сенсорних мереж та інфраструктури розподілених обчислень.*

Безпілотники на висоті до 100-150 м здійснюють спектральну зйомку місцевості навіть при сильному захмаренні. Сенсорні мережі відстежують незначні зміни концентрації небезпечних речовин у навколишньому середовищі. *Інтеграція моніторингових даних та застосування алгоритмів інтелектуального аналізу даних* дозволяють ідентифікувати додаткові ризики екологічних порушень.

*Результати:* обмеження недобросовісної конкуренції на ринку органічної сільгосппродукції; підвищення довіри до органічної продукції з боку споживачів; підвищення якості та безпеки органічної сільгосппродукції за рахунок проведеного в режимі реального часу багато-параметричного моніторингу земель, що використовуються для органічного землеробства. У 2020 р. світовий ринок органічних продуктів харчування має досягти 212 млн дол. США.

## **1.7 Технологія точного землеробства**

Технологія точного землеробства – це комплексна високотехнологічна система сільськогосподарського менеджменту, що включає в себе технології

глобального позиціонування (GPS/GNSS), географічні інформаційні системи (GIS), технології оцінки врожайності (*Yield Monitor Technologies*), технологію змінного нормування (*Variable Rate Technology*), технології дистанційного зондування землі та можливості технології Інтернету речей (IoT); технології стандартизації – забезпечення сумісності компонентів обладнання від різних виробників на основі стандарту ISO-11783 (ISOBUS) (наприклад, ISOBUS – протокол сумісності трактора і підвісного обладнання від різних виробників).

Так, доступ операторів і виробників агропродукції до **технології GPS** в 1990-х роках, поява GPS-трекерів для відстеження роботи механізаторів, і GPS-антен, а в подальшому запровадження **технології глобальної навігаційної супутникової системи GNSS**, що є універсальною, оскільки охоплює всі існуючі системи супутникового позиціонування – GPS, Galileo і GLONASS, дозволили запровадити кероване сільське господарство із точним внесенням добрив на конкретні ділянки; запровадженням заходів щодо захисту рослин в рамках повного циклу виробництва з використанням зворотного зв'язку; автоматизованою обробкою даних і повністю інтегрованими мережами стільникового, бездротового, супутникового зв'язку між всіма гравцями агропродовольчого ринку.

**Технологія змінного нормування – Variable Rate Technology (VRT)** спочатку була призначена для відбору зразків ґрунту, їхнього аналізу і складання електронних карт розподілу елементів живлення NPK. Згодом технологія була суттєво покращена шляхом застосування моніторів врожайності (*Yield Monitors*) для збору даних про варіабельність врожайності по всьому полю. Наступним кроком вдосконалення технології VRT стало поліпшення карт-завдань для диференційованого внесення добрив за допомогою алгоритмів, заснованих на даних щодо врожайності на декількох полях з урахуванням параметрів, які безпосередньо пов'язані з самим полем, таких як характеристика насіння і умови навколишнього середовища.

Точне землеробство сприяє зменшенню витрат насіння, добрив, палива, води тощо. Як наслідок – зниження собівартості продукції.

- Збільшення врожайності і підвищення прибутку.
- Продукція стає більш якісною.
- Властивості ґрунту покращуються.
- Знижується негативний вплив виробництва на природне середовище.

- Сільськогосподарський менеджмент отримує і накопичує багато корисної інформації.

*Оцінка ринку.* Оцінка ринкової вартості застосування технології точного землеробства у світі вказує на таке: у 2018 р. ринкова вартість технології точного землеробства становила 5,09 млрд дол. США, прогнозна оцінка на 2023 р. – 9,53 млрд дол. США, тобто спостерігатиметься зростання на 46,6 % [41].

Прогнозна оцінка вартості ринку застосування технології точного землеробства у світі до 2025 р. за напрямками польових робіт:

- Точне зрошення – 2386,5 млн дол. США
- Польовий моніторинг – 2295,4 млн дол. США
- Точне обпилення – 1972,7 млн дол. США
- Точне внесення добрив – 1237,2 млн дол. США
- Точні посадки – 961,8 млн дол. США
- Управління даними – 843,6 млн дол. США
- Інше – 849,3 млн дол. США [37].

## 1.8 Біотехнології генетичних змін, інші біотехнології

Багато світових компаній працюють в сегменті технологій генетичних змін з метою зробити культури більш стійкими до захворювань, ґрунти – більш родючими і з більш високим вмістом поживних речовин. Прикладами є компанії Indigo, яка створює фармакологічні препарати для захисту насіння від хвороб, і PivotBio, що розробила мікроб, який виробляє азот. Згідно із звітом Finistere Ventures, ці компанії отримали найбільші інвестиції в 2018 р., причому вартість середньої угоди становила 25,2 млн дол. США. У 2019 р. цей сегмент AgTech буде продовжувати зростати, повідомляє Agri Investor, який прогнозує, що генетично модифіковані продукти будуть широко споживатися в США. Для Європи потрібно більше часу, щоб подолати «скептицизм» ЄС. До 2026 р. глобальний агробіотехнологічний ринок має бути оцінений у 51,93 млрд дол. США, повідомляє Market Watch [28].

***Технологія генетичної модифікації для вирощування м'яса: Clustered, regularly interspaced, short palindromic repeat (CRISPR).*** Кластерна, регулярно вбудована технологія короткого паліндромного повтору / *Clustered, regularly interspaced, short palindromic repeat (CRISPR)* є важливим новим підходом до

редагування геному, що дозволяє підвищити вибірковість і зменшити елемент випадковості. Технологія не тільки дозволяє створювати породи тварин з поліпшеними характеристиками і стійкістю до несприятливих умов, але також може бути використана для виробництва кормових культур, з наявністю в них основних вітамінів, поживних речовин і мінералів. CRISPR сприяє генерованому проектуванню корму для тварин.

Це найсучасніша технологія вирощування м'яса, яка має значний потенціал, але ще не здобула широкого розвитку. Ця технологія справляє величезний вплив на сфери продовольчої безпеки, захисту навколишнього середовища, запобіганню хворобам тварин, пов'язаних з харчовими продуктами, тварин.

Компанія MosaMeat (Нідерланди) є одним із декількох стартапів, які використовують цю технологію. MosaMeat працює над вирощуванням культурного «чистого» м'ясного (гамбургерного) продукту, який планує вивести на ринок у найближчі роки. Компанія вважає, що м'ясо, виготовлене лабораторією – «м'ясо без м'ясника» – може забезпечити потреби швидкозростаючого населення світу у високоякісному білку, уникаючи при цьому багатьох екологічних питань і проблем традиційного виробництва м'ясної продукції.

*Технологія вирощування трансгенних дерев для лісосмуг.* Для запобігання механічній та повітряній ерозії ґрунтів, зниженню ступеню зволоженості ґрунту на пасовищах і орних землях висаджують захисні лісосмуги, які повинні бути стійкими до несприятливих природних факторів (екстремальних погодних умов, комах-шкідників тощо), термін їх меліоративного впливу на сільгоспугіддя повинен бути довгим.

Для вирішення цих завдань вчені пропонують вирощувати трансгенні (генетично модифіковані) дерева, що ростуть значно швидше (до 5 разів), ніж природні породи. Генетичні модифікації використовуються також для нарощування біомаси дерев, поліпшення їх агрономічних характеристик та біобезпеки, вироблення певних речовин (наприклад, для пригнічення сільськогосподарських шкідників).

У світі на стадії польових випробувань знаходиться більше 150 трансгенних видів дерев (тополя, евкаліпт, сосна, ялина, акація тощо), що

мають нові цільові ознаки. Розпочато комерціалізацію трансгенного евкаліпта, стійкого до заморозків.

*Результати:* підвищення якості деревини за рахунок збільшення в ній кількості целюлози; зниження витрат (на 350 дол. / га в рік) на догляд за плантаціями трансгенних дерев завдяки їх стійкості до гербіцидів; ефект фіторемедіації: виведені породи можуть абсорбувати з ґрунту і повітря техногенні токсичні речовини (трансгенні швидкорослі дерева витягають трихлоретилен в 100 разів ефективніше, ніж звичайні види, а також краще поглинають вуглекислий газ); 400 млрд дол. становить оціночна вартість щорічного світового врожаю деревини. Ринок ГМ-дерев знаходиться на стадії формування.

***Біотехнології ведення сільського господарства в пустелі: біотичні та абіотичні фактори.*** Королівський університет науки і техніки (KAUST) в Саудівській Аравії стоїть на передньому краї досліджень в сфері ведення сільського господарства в пустелі шляхом дослідження біотичних та абіотичних факторів.

Ключові сфери *біотичних досліджень включають:* технології генної інженерії для маніпулювання біологічними системами та розвитку рослин; регулятори росту, які покращують стан рослин або реагують на несприятливі умови; рослинні гормони, які формують архітектуру відростка і кореня відповідно внесених поживних речовин.

Враховуючи, що втрати врожаю внаслідок посухи, солі та тепла становлять приблизно 60 % від загальної продуктивності, посилення стійкості до абіотичного стресу є запорукою поліпшення врожаю. Здатність рослин адаптуватися до екстремальних стресових умов залежить від взаємодії з конкретними мікробами. KAUST прагне: виявити мікроби, пов'язані з рослинами, що ростуть в умовах екстремальної спеки, посухи та солі; ідентифікувати молекулярні механізми, які дозволяють рослинам адаптуватися до екстремальних умов середовища, індуковані взаємодією з мікробами; використовувати відповідних мікробів із ризосфери для підвищення стійкості до стресу рослин і сприяння стабільному зростанню виробництва продуктів харчування.

Нарешті, KAUST також працює над вирощуванням культур із підвищеною стійкістю до стресу, вивчаючи, чи підвищується стійкість до

збудників і стресу, чи залежить врожайність від соматичної пам'яті, чи може модифікація факторів хроматину сприяти майбутній стійкості до стресу.

**Біопестициди для інтегрованого захисту від шкідників.** Альтернативу традиційної хімізації пропонують новітні досягнення біотехнологій. Зокрема, розробки для інтегрованого захисту від шкідників за допомогою комплексного застосування в мінімально необхідних обсягах таких засобів, як популяції біопатогенних вірусів, бактерій, комах, нематод, що є природними антагоністами небезпечних шкідників. Важливу роль відіграють також біопестициди (що не мають побічних екологічних ефектів токсини, які є шкідливими тільки для невеликої кількості видів живих організмів), що виробляються генно-інженерно-модифікованими рослинами або мікробними спільнотами – симбіонтами рослин.

*Результати:* підвищення врожайності на 25 % за рахунок викорінення рослиноїдних комах в агроценозах; зменшення кількості отруень і захворюваності працівників сільського господарства через застосування агрохімікатів; скорочення терміну очікування щодо збору врожаю після обробки сільськогосподарських угідь отрутохімікатами.

*Оцінка ринку.* Аналіз площі генетично модифікованих культур у світі з 2010 по 2017 р., млн га показує таке: з 2010 по 2011 р. площа генно модифікованих культур збільшилася у 3,3 рази з 48 до 160 млн га. Проте у подальші роки збільшувалася поступово на 5-10 млн га на рік і у 2017 р. досягла майже 190 млн га [42].

Найбільші площі генетично модифікованих культур у світі у 2019 р. належали США – 75, Бразилії – 51,3; Аргентині – 23,9; Канаді – 13,1 Індії – 11,4 млн га. При цьому найбільші площі відведено під посіви ГМО сої, кукурудзи і рапсу [43].

У той же час оцінка вартості світового ринку продовольчих товарів без ГМО показує, що у 2018 р. вартість товарів становила 942,32 млрд дол. США, а прогнозна вартість у 2021 р. становитиме 1485,6 млрд дол. США, тобто передбачається зростання на 34,4 % [44].

## 1.9 Нанотехнології для точного землеробства

Зелена революція ХХ століття, спричинена сліпим використанням пестицидів і хімічних добрив, призвела до втрати біорізноманіття ґрунтів і підвищення резистентності до патогенів і шкідників. Новою революцією має стати точне землеробство, кероване нанотехнологіями: наночастинки доставлятимуться до рослин за допомогою біосенсорів; нанокапсульовані добрива, пестициди і гербіциди будуть повільно і стійко вивільняти поживні речовини і агрохімікати, що приведе до їх точного дозування.

Серед переваг точного землеробства на основі нанотехнологій слід виділити такі:

- приблизно 60 % добрив, що застосовуються, втрачається в навколишньому середовищі, що викликає його забруднення. Нанодобрива допомагають у повільному, тривалому вивільненню агрохімікатів, що забезпечує точне дозування;

- ефективний захист рослин і лікування захворювань;

- біосенсори можуть виявляти надлишок пестицидів в сільськогосподарських культурах.

### *Нанобіотехнологічна ремедіація ґрунтових вод і ґрунту.*

Використовувані в сільському господарстві агрохімікати, стоки і звалища фільтратів, а також наслідки радіаційних інцидентів негативно впливають на ґрунти і ґрунтові води, піддаючи їх все більш інтенсивним кумулятивним забрудненням. Механічні і хімічні методи їх ремедіації є надзвичайно дорогими при застосуванні на великих територіях, часто пов'язані з видаленням і утилізацією родючого шару ґрунту і не дають достатнього ступеня очищення.

Нано- та біоремедіація, взяті окремо, також мають недоліки. Так, здійснити рівномірний розподіл наночастинок, що виконують адсорбуючі і нейтралізуючі функції, по всій площі і товщі ґрунту, що піддається ремедіації, надзвичайно важко через тенденцію наночастинок до злипання. Біологічні методи не завжди можна застосовувати через високу універсальну токсичність окремих забруднювачів та неможливості убезпечити окремі прості токсини біологічними методами.

*Конвергентні нанобіотехнологічні рішення* можуть у ряді випадків вирішити ці проблеми шляхом доставки і розподілу реагуючих наночастинок з мікроорганізмами, або переробки мікроорганізмами результатів реагування



наночастинок з контоменантами, або адгезії до наночастинок проміжних токсичних продуктів біопереробки небезпечних забруднювачів.

*Результати:* значне зниження витрат на ремедіацію масштабних забруднених об'єктів в порівнянні з застосуванням традиційних механічних і хімічних методів; скорочення часу, необхідного для повного очищення ґрунтів і ґрунтових вод; можливість відмовитися від видалення та утилізації родючого шару ґрунту, що дозволить зберегти очищені території для сільськогосподарського використання; одночасне очищення і біологічна активація ґрунтів (комплексна підгодівля рослин, підвищення інтенсивності фотосинтезу із використанням деяких препаратів-біодеструкторів у якості добрив).

*Оцінка ринку.* Обсяг глобального ринку екологічних нанотехнологій в 2015 р. перевищив 25 млрд дол. США (більше ніж триразове зростання за 8 років) і до 2020 р. досягне 40-42 млрд дол. США, причому чверть цього ринку належатиме наноремедіації ґрунтових вод і ґрунтів [28].

## **1.10 Технологія глобальної навігаційної супутникової системи GNSS**

*Глобальна навігаційна супутникова система* – *Global Navigation Satellite System* (GNSS) – це супутникова система, що дозволяє визначати координати, швидкість і напрямок руху об'єктів в будь-якій точці земної кулі в будь-який час доби при будь-якій погоді за допомогою спеціальних пристроїв. На цей час у світі діють GNSS: NAVSTAR GPS (США) і ГЛОНАСС (РФ). Планується запуск європейської GNSS під назвою GALILEO та китайської COMPASS. Будь-яка GNSS складається з трьох сегментів: космічного, контрольного і сегменту користувачів.

За допомогою глобальної системи позиціонування визначаються світові координати мобільної сільськогосподарської техніки на полі в будь-який момент часу. У подальшому ці координати перетворюються на екрані, відповідно до яких на електронну карту наноситься символ рухомого об'єкта, за яким ідентифікується візуальне відхилення рухомого об'єкта від заданого курсу. Навігаційна підсистема, якою оснащується сільськогосподарська техніка, включає в себе багатоканальні GPS / GLONASS-приймачі, що підключені до бортового комп'ютера з програмним забезпеченням, необхідного для виконання обчислень. Даний комплекс дозволяє вести запис поточних

координат агрегату, його висоти та інших параметрів із будь-якими заданими інтервалами часу. При цьому фіксація навігаційних даних проводиться в широко відомих форматах ESRI Shapefile і Mapinfo, що дозволяє імпортувати їх в офісні ГІС для подальшої обробки і виконання потрібних розрахунків.

За допомогою високоточних методів отримання супутникових навігаційних даних в предметній області землеробства можна, наприклад, забезпечити точне внесення посівного матеріалу, добрив і гербіцидів з метою їх економії, точного прополювання різних культур, точного збирання врожаю тощо при виконанні агротехнологічних операцій з використанням наземної техніки і сільськогосподарської авіації.

*Оцінка ринку.* Орієнтовна оцінка доходу від використання (за напрямками) пристроїв глобальної навігаційної супутникової системи (GNSS) у сільськогосподарському секторі світу у 2018 та 2025 р. (млн дол. США) показує таке:

- найбільший та постійно зростаючий дохід отримують фірми від застосування пристроїв автоматичного пілотування;

- на 50 % меншим (у порівнянні з доходом від автоматичного пілотування) та незмінним протягом 2018-2025 рр. є дохід від використання пристроїв керування трактором;

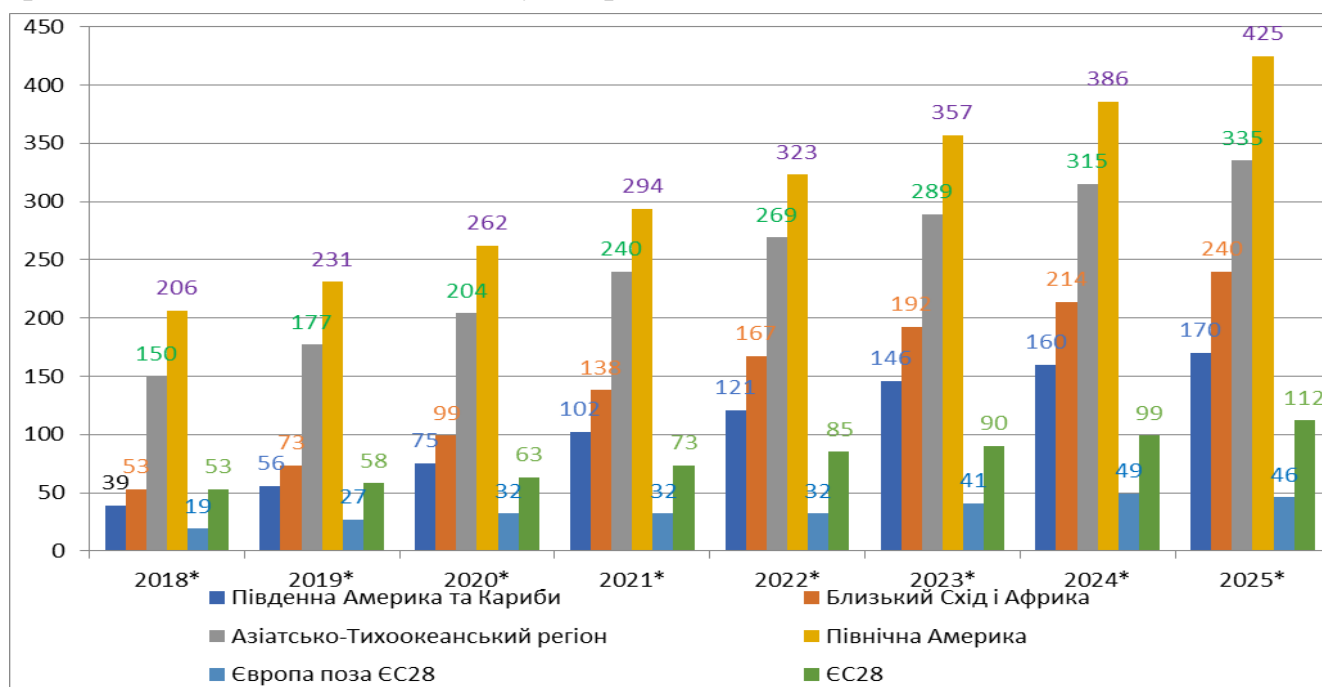
- суттєво зростаючим з 2018 по 2025 р. (майже у 3 рази у порівнянні з доходом від автоматичного пілотування) є дохід від застосування технологій зміни норм / тарифів / податків;

- найменший дохід (практично не зростаючий) отримують фірми від використання технологій управління активами (майном) та управління лісовим господарством [45].

Оцінка постачання пристроїв глобальної навігаційної супутникової системи (GNSS) для сільськогосподарського сектору світу у 2018-2025 рр. за регіонами (*рис. 1.6*) показує таке.

Найбільша кількість пристроїв GNSS 2018-2025 рр. постачалася до Північної Америки з поступовим зростанням (більше ніж у 2 рази) від 206 тис. одиниць у 2018 р. до 425 тис. одиниць у 2025 рр.; аналогічна тенденція є характерною для Азіатсько-Тихоокеанського регіону – зростання більше ніж у 2 рази від 150 до 335 тис. одиниць; показник для Близького Сходу і Африки у 2018 р. був втричі нижчим у порівнянні з показником для Азіатсько-

Тихоокеанського регіону в цей же період, проте у 2025 р. він прогнозовано зросте до 240 тис. одиниць, або у 4,5 рази.



*Рис. 1.6* Оцінка постачання пристроїв глобальної навігаційної супутникової системи (GNSS) для сільськогосподарського сектору світу у 2018-2025 рр. за регіонами, тис. одиниць

Джерело: [30].

Найменша кількість пристроїв GNSS постачалася до Європи поза межами ЄС28 – у 2018 р. 19 тис. одиниць, а у 2025 р. – 46 тис. одиниць, або у 2,4 рази більше; до ЄС28 у 2018 р. надходило 53 тис. одиниць (аналогічно до показника Близького Сходу і Африки), а у 2025 р. прогнозується зростання до 112 тис. одиниць, або у 2,3 рази [30].

### 1.11 Технологія Інтернету речей (IoT)

За оцінками, до 2020 р. буде використано понад 75 млн сільськогосподарських пристроїв IoT: середня ферма буде генерувати 4,1 млн пунктів даних щодня у 2050 р. (у порівнянні з 190 000 у 2014 р.).

Зростаюча кількість пристроїв IoT в сільському господарстві створює великі можливості для виробників продуктів харчування. Технології IoT дозволяють корелювати структуровані та неструктуровані дані, щоб забезпечити розумний підхід до виробництва продуктів харчування. Платформи IoT, такі як IBM Watson, застосовують машинне навчання щодо

передачі даних з датчиків або дронів, перетворюючи системи управління в реальні системи AI – штучного інтелекту (virtual assistants – у віртуальних помічників). AI чат-боти використовуються в роздрібному, туристичному, медійному та страховому секторах, а також в сільському господарстві, допомагаючи фермерам отримувати відповіді та рекомендації з конкретних проблем.

*Технології використання датчиків IoT [46]. Розташовані навколо полів датчики IoT з технологіями розпізнавання зображень дозволяють фермерам спостерігати за своїми культурами з будь-якої точки світу. Ці датчики передають актуальну інформацію в режимі реального часу, тому рішення можуть оперативно прийматися фермерами.*

*Датчики IoT також розміщують на сільськогосподарській техніці щоб відстежувати роботу тракторів, іншої сільгосптехніки. Для підтримки точного землеробства застосовується навігаційні системи та різноманітні датчики на сільськогосподарському обладнанні, деякі з яких побудовані з можливістю компенсувати за допомогою GPS нерівномірність рельєфу; інші – з можливістю картографування врожайності та документування збору врожаю безпосередньо з кабіни агрегату; інші – з можливістю контролювати доцільність технічного обслуговування тракторів.*

*Датчики відстеження харчових продуктів RFID використовуються після збирання сільськогосподарських культур з метою відстеження ланцюга виготовлення харчових продуктів від поля до магазину. Кінцевий споживач може простежити детальну інформацію про продукти, які виробляє те чи інше господарство. Технологія RFID може підвищити надійність виробників та посилити їхню відповідальність за виготовлення і надання споживачеві свіжих продуктів і товарів. Технологія не запобігає спалахам хвороб від E. Coli або інших шкідливих бактерій, проте дозволяє легко відстежити зворотній шлях продукції з ринку назад до ферми, де вона була виготовлена. Датчики IoT сприяють підвищенню продуктивності виробництва продуктів харчування і зменшенню кількості відходів – саме цього потребує галузь.*

*Оцінка ринку.* Оцінка вартості світового ринку IoT у 2018 та у 2023 р. вказує на таке.

Вартість світового ринку IoT у 2018 р. становила 14,79 млрд дол. США, а у 2023 р. має становити 28,64 млрд дол. США, тобто спостерігатиметься зростання на 51,6 % [30].

Оцінка відвантаження пристроїв сільськогосподарського Інтернету речей у світі у 2016 – 2020 рр. показує таке.

У 2016 р. відвантажено 36 млн пристроїв IoT, у 2018 р. – 52 млн, або в 1,3 рази більше, а прогнозний показник 2020 р. – 75 млн перевищує показник 2016 р. більше ніж у 2 рази [47].

Оцінка частки світового ринку IoT за напрямками використання у сільському господарстві у 2018 та 2023 р. (табл. 1.1), показує, що коливання показників 2018 р. і прогнозних показників є незначними і характеризуються деяким падінням прогнозних показників (за винятком напрямів – «внутрішнє землеробство» та «виробництво аквакультур», які трохи зростатимуть) [30].

Таблиця 1.1

Частка світового ринку IoT за напрямками використання у сільському господарстві у 2018 та 2023 р.

Напрямок використання в сільському господарстві	2018	2023
Точне землеробство	39,49	38,93
Моніторинг та управління виробництвом молочної худоби	26,10	26,01
Внутрішнє землеробство	17,31	17,81
Виробництво аквакультур	10,55	11,38
Інше	6,56	5,87

Оцінка частки світового ринку IoT за напрямками використання систем у 2016 та 2022 р., свідчить про те, що прогнозні показники частки ринку систем відстеження та позиціонування, а також систем моніторингу і виявлення характеризуються спадом відповідно на 5,0 і 3,0%, а показники телематики і хмарних обчислень у 2022 р. зростатимуть відповідно на 7,0 і 1,0 % (табл. 1.2) [30].

Таблиця 1.2

Частка світового ринку IoT за напрямками використання систем у 2016 та 2022 р.

Система IoT	2016	2022
Відстеження та позиціонування	26,0	21,0
Моніторинг та виявлення	50,0	47,0
Телематика	17,0	24,0

Хмарні обчислення	7,0	8,0
-------------------	-----	-----

## 1.12 Технології безпілотних літальних апаратів (дронів)

Оцінка рішень щодо використання безпілотних літальних апаратів у всіх сферах може становити понад 127 млрд дол. США. Одним із найбільш перспективних напрямів є сільське господарство, де безпілотники використовуються протягом усього циклу вирощування врожаю:

1. *Аналіз ґрунтів і полів*: розробляючи точні 3-D карти для раннього аналізу ґрунту, дрони можуть відігравати певну роль у плануванні посадки насіння та збору даних для управління рівнями зрошення та внесення азоту.

2. *Посадка рослин*: стартапи створили системи посадки рослин із безпілотних літаків, які знижують витрати на посадку на 85 %. Ці системи стріляють стручками з насінням і поживними речовинами в ґрунт, забезпечуючи його всіма поживними речовинами, необхідними для вирощування сільськогосподарських культур.

3. *Обприскування рослин*: дрони можуть сканувати землю та здійснювати її рівномірне обприскування в режимі реального часу. Результат: повітряне обприскування в п'ять разів швидше, ніж з традиційних машин.

4. *Моніторинг врожаю*: неефективний моніторинг врожаю – величезна перешкода. Із використанням дронів шляхом анімації часових рядів можна виявити ступінь розвитку культури і неефективність виробництва, що дозволяє краще здійснювати управління.

5. *Зрошення*: Сенсори дрону можуть визначити, які частини поля є сухими та потребують зрошення.

6. *Оцінка здоров'я рослин*: шляхом сканування стану розвитку сільськогосподарської культури з використанням як видимого, так і ближнього інфрачервоного світла пристроїв безпілотних літаків можна відслідковувати зміни і вказувати на здоров'я рослин і попереджувати фермерів про хвороби.

7. *Інші роботи*: ретрансляція радіо- і навігаційних сигналів для контролю за тваринами, екологічного моніторингу.

***Рої бджіл-роботів: Біонічний мікродрон RoboBee*** – здатний розпорозувати пилок рослин [48].

Через антропогенного впливу, специфічних інфекційних захворювань і інших причин світова чисельність медоносних бджіл швидко скорочується в усьому світі (на 12 % тільки за 2015-2016 рр.). При збереженні цієї тенденції бджоли можуть зникнути як вид уже до 2035 р. що спричинить неможливість розведення до 35 % найважливіших агрокультур і в цілому викличе глобальну екологічну катастрофу.

Якщо бджоли зникнуть, функцію запилення можуть взяти на себе рої безпілотних літальних апаратів у вигляді мініатюрних бджіл-роботів. Вчені Гарвардського університету (США) розробили перший прототип біонічного мікродрону RoboBee, здатного розпорошувати пилок рослин. Він вміє закріплюватися на дерев'яних і скляних поверхнях за допомогою електростатичної адгезії, а тривалість його безперервного польоту сягає 30 хвилин. При подальшому удосконаленні RoboBee зможе розпізнавати об'єкти (певні квіти або комах-шкідників), вести моніторинг навколишнього середовища і виконувати інші завдання (автоматизація сільськогосподарських робіт – розпилення добрив, обробка врожаю для захисту від шкідників; використання бджіл-роботів для дослідження небезпечних територій, наприклад, забруднених радіацією; більш ефективний моніторинг стану навколишнього середовища; збір інформації про погоду і клімат). Подібні розробки ведуться в наукових центрах багатьох країн світу (в США, Японії, Великобританії, Польщі та ін.).

*Оцінка ринку.* За оцінкою J'son & Partners Consulting [49], у 2018 р. обсяги продажів безпілотників для сільського господарства на світовому ринку становили 1,1 млрд дол. США і до 2025 р. можуть зрости в 6 разів – до 6,33 млрд дол. США.

До 2025 р. безпілотні літаючі апарати для агрогосподарств можуть стати найбільшим сегментом ринку комерційних безпілотників. За прогнозом J'son & Partners Consulting, у 2025 р., приблизно половина всіх продажів нових комерційних компаній буде припадати на сільськогосподарські дрони. Третина світового ринку сільськогосподарських безпілотників на сьогодні належить США (27 %).

За оцінками J'son & Partners Consulting, основну частку пропозицій з боку виробників дронів на світовому ринку в 2018 р. посідали мультикоптери – 56 та дрони-планери – 39 %. За типом сільськогосподарських робіт, що виконуються,

основна частка належить безпілотникам для візуального спостереження – 69 %, а також дронам для зрошення (обпилення, внесення добрив) – 24 %.

### **1.13 Технологія використання робототехніки**

Застосування робототехніки в сільському господарстві покращує продуктивність і приводить до отримання більш високих і швидких прибутків. Роботи, призначені для роботи з обприскування та прополки (нещодавно придбані John Deere) можуть знизити використання агрохімічних препаратів аж на 90 %.

Інші роботи із застосуванням лазера і під керівництвом камер можуть виявляти та видаляти бур'яни без втручання людини. Ці роботи можуть самостійно проводити навігацію між рядами посівів. Існують роботи, призначені для пересадки рослин, вони створюють новий рівень ефективності традиційних методів і, нарешті, автоматизують збирання фруктів і горіхів, що вважалося занадто делікатною роботою.

На тваринницьких фермах роботи виконують такі завдання: прибирання відходів в стійлах; моніторинг здоров'я тварин; автоматизацію доїння; подача кормів.

Роботизовані системи є орієнтованими на здоров'я окремої тварини, що допомагає підвищити конверсію корму на кілограм м'яса, а також харчову безпеку споживачів. Постійний моніторинг стану тварин дозволить забезпечити максимальний комфорт для підвищення продуктивності і надання своєчасної допомоги хворій тварині.

Головні сфери застосування роботів в аквакультурному виробництві: моніторинг навколишнього середовища і здоров'я риб; захист від паразитів і хвороб; лікування.

У дослідницькому звіті Transparency Market Research (TMR) [50] наведена така класифікація роботизованих системи:

- Безпілотні літальні апарати (для розпилення пестицидів і агрохімікатів);
- Безпілотні трактори;
- Доїльні роботи;
- Автоматизовані прибиральні машини;
- Інші.



Величезні витрати на впровадження і обслуговування цих неінтегрованих систем, орієнтованих на конкретні завдання, на жаль, сповільнили розвиток повнофункціональних автоматизованих рішень на багатьох фермах. Крім того, до цих пір правові та нормативні проблеми створюють складнощі для новаторів в сільському господарстві.

Серед відомих гравців на ринку робототехніки виділяють в Північній Америці – PrecisionHawk, Inc., Clearpath Robotics і Harvest Automations, Inc. SenseFly SA; Naio Technologies домінують в Європі, а Shibuya Seiki – провідний гравець в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні.

**Використання роботів в теплицях.** Тепличне господарство – єдиний спосіб забезпечити населення в північних і посушливих країнах усім асортиментом свіжих овочів і деякими видами фруктів. Автоматизація праці дозволить скоротити витрати і повністю розкрити економічний потенціал сучасних тепличних агрокомплексів, в яких, крім просунутих технологій теплоізоляції і штучного освітлення, можуть застосовуватися технології гідропоніки, аеропоніки і рішення в галузі відновлюваної енергетики.

У роботизованих теплицях автоматика вирішує не тільки завдання контролю освітлення, мікроклімату, температури і вологості ґрунту, але і забезпечує механічні маніпуляції з рослинами: полив, подачу добрив, використання хімікатів у разі хвороб рослин, їх підрізання і пересадку, збір і первинну упаковку врожаю. Для виконання цих операцій недостатньо стаціонарних роботів-маніпуляторів – потрібні роботи, здатні переміщатися в просторі з великою кількістю перешкод і взаємодіяти один з одним.

*Результати:* можливість вирощування свіжих овочів у великій кількості в віддалених північних містах і мегаполісах посушливих країн при мінімальних витратах на ручну працю; посилення контрольованості бізнес-процесів в тепличному господарстві, більш суворе дотримання стандартів якості, фітосанітарних та гігієнічних вимог; подальша трансформація ринку праці: зниження кількості робочих місць в традиційному сільському господарстві і збільшення попиту на кваліфіковані кадри; поглиблення процесів урбанізації та консервація (резервування) традиційних сільгоспугідь; роботизація може підвищити продуктивність праці в тепличному господарстві на 30-40 % в розвинених країнах до 2040 року.

*Оцінка ринку* [51]. Оцінка вартості світового ринку сільськогосподарських роботів показує таке. У 2018 р. вартість ринку становила

4,14 млрд дол. США, протягом наступних років вона поступово зростатиме щорічно у межах 1,0-1,3 млрд дол. США і у 2023 р. сягне 10,79 млрд дол. США, тобто спостерігатиметься зростання з 2018 по 2023 р. майже на 62 % [52].

Оцінка ринкової вартості технології сільськогосподарських роботів у США з 2018 по 2025 р. показує таке. У 2018 р. вартість американського ринку роботів становила 319,5 млн дол. США, а прогнозна вартість у 2025 р. – 1402,7 млн дол. США, тобто спостерігатиметься зростання на 77,2 % [51].

### **1.14 Технологія 3D друку для виробництва харчових продуктів**

3D-друк – це процес створення фізичних тривимірних об'єктів на основі комп'ютерної моделі. Модель створюють в програмі графічної інженерії – Fused Deposition Modelling (FDM) – у вигляді файлів STL. Основними матеріалами в 3D-друку є різні види пластику, а також метал, смоли, гума, бетон, папір і композити, наприклад, деревина і пластмаси, а також шоколад та інші харчові компоненти [53].

3D друк (також відомий як адитивне виробництво) – це процес, за допомогою якого із шарів матеріалу створюються об'єкти. Експерти вважають, що принтери, які використовують гідроколоїди (речовини, що утворюють гелі з водою), можуть бути використані для заміни базових інгредієнтів продуктів харчування з використанням відновлюваних джерел, таких як водорості, ряска і трава. Так, голландська організація з прикладних наукових досліджень розробила метод друку для мікрководоростей – природного джерела білків, вуглеводів, пігментів і антиоксидантів, і перетворює ці інгредієнти в продукти харчування.

Найбільш захоплюючим і найбільш технічно вимогливим є застосування 3D харчових принтерів для виготовлення заміників м'яса. Дослідники експериментують з водоростями в якості заміника тваринного білку або намагаються виробляти м'ясо з вирощених в лабораторії клітин корів.

Тривимірний друк продуктів також відомий як Food Layered Manufacturing (FLM) – це перетворення їжі із напіврідкої або порошкової форми у звичайну харчову форму. Частина їжі після процесу друку вимагає подальшої обробки, наприклад, приготування, випікання або смаження. 3D-друк дозволяє готувати їжу з однаковим зовнішнім виглядом, але з різною

харчовою цінністю в залежності від індивідуальних особливостей особи, для якої вони готуються.

Для 3D-друку харчових продуктів застосовуються такі технології:

- виготовлення плавленого осадження (екструзія гарячого розплаву включає нанесення матеріалу, екструдованого з сопла пошарово, і насадку можна нагрівати. Цей тип принтера може бути обладнаний одним або декількома екструдерами, що дозволяє одночасно друкувати декілька компонентів, екструдер з подвійною подачею дає можливість отримати третій колір шляхом екструзії в правильних пропорціях двох матеріалів з різними кольорами;

- технологія селективного спікання є найпоширенішою для тривимірного друку продуктів. Вона є найбільш придатною для 3D-друкування шоколаду. Екструдований матеріал нагрівається трохи вище температури плавлення, щоб забезпечити швидке і легке охолодження при поєднанні з попереднім шаром;

- струменевий друк схожий на традиційний друк книг, буклетів тощо, проте замість друкарської фарби використовуються їстівні чорнила.

3D-принтери стають доступними на ринку, хоча, як і будь-які технологічні нововведення, їхня ціна є все ще трохи завищеною (близько 1000 дол. США за монохромний принтер і близько 5000 дол. США за різнокольоровий принтер).

Серед переваг 3D-друку можна згадати:

- персоналізацію харчових продуктів;
- адаптовану до індивідуального харчування композицію їжі;
- використання нових компонентів, які не використовуються або не користуються популярністю серед споживачів, легкість і простота приготування їжі;
- одночасно можна досягти як естетичної, так і функціональної адаптації;
- можна досягти нових харчових текстур;
- можна досягти довшого терміну придатності;
- можна досягти простоти транспортування навіть у найвіддаленіші куточки світу або в космос (NASA);
- нові можливості для створення страв, їх художнього оформлення;
- можливість розробляти власне харчування – будучи дизайнером продуктів харчування;

– можливість використовувати економічно ефективну техніку масової персоналізації.

Статистичні дані щодо глобальних ринків 3D-технологій для харчової промисловості відсутні.

Оцінка вартості світового ринку 3D-технологій загалом [54] становила 9,9 млрд дол. США, у 2024 р. цей показник сягне 34,8 млрд дол. США, тобто зросте на 23,5 %.

### **1.15 Blockchain-технології**

Технології Blockchain надають унікальну можливість забезпечити більш високу ефективність і прозорість відстеження в ході обміну цінностями і інформацією в сільськогосподарському секторі. За рахунок використання цифрових записів і шифрування, а також відмови від посередників при проведенні операцій і в процесі зберігання інформації технології Blockchain можуть забезпечити різнопланові удосконалення як сільськогосподарських товаропровідних ланцюгів (що можуть об'єднувати фермерів, складські господарства, судноплавні компанії, дистриб'юторів тощо), так і заходів у сфері розвитку сільських районів.

По-перше, здатність Blockchain відстежувати походження продукту, передавати докладні характеристики продукту при кожній операції багато в чому розширює можливості відстеження, що позитивно позначається на безпеці, як і стійкості в сфері продовольства. По-друге, відмова від посередників при укладанні угод в сільськогосподарських товаропровідних ланцюгах і використання смарт-контрактів дають можливість службам сільськогосподарського фінансування забезпечувати безперешкодні платежі в реальному часі, що може привести до скорочення операційних витрат, зниження ризику для покупців і продавців, а також до зростання руху грошових коштів і оборотного капіталу для фермерів і продавців, а ці операції, як правило, пов'язані зі складними розрахунками з великим документообігом. Підвищення ефективності товаропровідних ланцюгів і сільськогосподарських фінансових послуг обумовлює підвищення фінансової інклюзивності та сприяє розвитку бізнесу [55].

По-третє, Blockchain дозволяє користувачам створювати цифрову ідентифікацію на основі своїх зареєстрованих цифрових і фізичних активів.

Величезний обсяг даних за операціями в сільськогосподарських товаропровідних ланцюгах дає в розпорядження учасників цих ланцюгів і державного сектора більш точну ринкову інформацію і дані, які можуть бути використані для прийняття виробничих і збутових рішень, підтвердження історії діяльності окремих фермерів для отримання доступу до кредитів, а також для зміцнення сприятливих умов шляхом впровадження більш обґрунтованої політики.

Фізичні активи, зареєстровані в розподіленому реєстрі Blockchain, наприклад свідоцтва про власність на землю, можуть використовуватися в якості застави для отримання доступу до фінансування. Blockchain є безпечним, швидким і незмінним методом реєстрації свідоцтв про власність на землю, що забезпечує більшу юридичну ясність в системах землекористування. Крім того, Blockchain може також сприяти здійсненню і моніторингу міжнародних угод, що стосуються сільського господарства, таких як актуальні для сільського господарства угоди та положення СОТ і Паризької хартії про зміну клімату тощо. За останні чотири роки в цю технологію вкладено понад 5 млрд дол. США (CoinDesk 2018).

*Приклади.* У грудні 2016 р. компанія AgriDigital успішно здійснила перший у світі продаж 23,46 тонн зерна на Blockchain. З того часу понад 1300 користувачів були залучені до продажу за допомогою технології більш ніж 1,6 млн тонн зерна.

Консорціум великих харчових компаній (Dole, Driscoll, Golden State Foods, Kroger, McCormick і Company, Nestlé, Tyson Foods і Walmart) співпрацює з IBM з метою використання можливості Blockchain-технологій розподіленого реєстру для забезпечення більшої прозорості та відстеження своїх товаропровідних ланцюгів і оптимізації платежів. Раніше IBM і Walmart скористалися технологіями на основі Blockchain для того, щоб в лічені секунди відстежити шлях упаковки манго від полиці магазину до ферми.

Американська організація FarmShare має на меті використовувати Blockchain для «маркування акцій, стимулювання волонтерів, оптимізації розподілу ресурсів та мінімізації харчових відходів». Компанія OlivaCoin, маючи власну систему криптовалют, спрямована на підтримку виробників оливкової олії шляхом зменшення загальних фінансових витрат, підвищення прозорості та надання більш легкого доступу до глобальних ринків.

*Оцінка ринку* [56]. Оцінка вартості технологій blockchain на світовому ринку сільського господарства та продовольства показує, що у 2018 р. вартість blockchain становила – 41,9 млн дол. США, а у 2023 р. вона зросте до 195,3 млн дол. США, тобто у 4,6 рази, а прогнозна вартість до 2028 становитиме 1 442,9 млн дол. США, тобто у порівнянні з 2018 р. зросте у 34,4 рази [57].

## 2 ЦСР 3. МІЦНЕ ЗДОРОВ'Я І БЛАГОПОЛУЧЧЯ

Як показав аналіз, глобальні перетворення спричиняють зміни у підходах до охорони здоров'я на рівні держави, бізнесу, споживачів та зумовлюють відповідний попит на технологічні інновації в цій сфері. Зокрема можна навести прогнозну динаміку зростання очікуваного попиту на технології в країнах ЄС на основі досліджень порталу Statista (рис. 2.1).

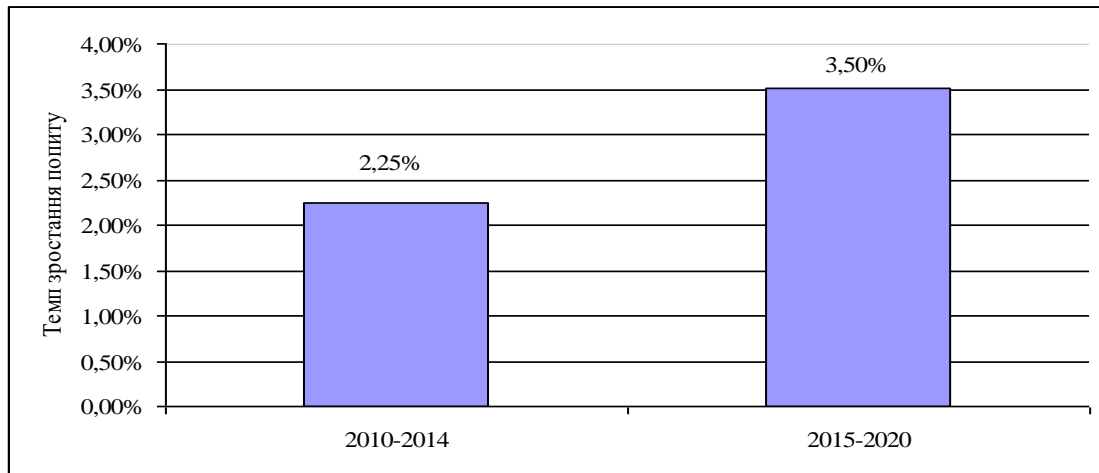


Рис.2.1 Прогноз попиту на медичні технології в Західній Європі з 2010 по 2020 рік, %

Джерело: [58].

Зміна умов навколишнього середовища та збільшення глобальної взаємодії впливають на схеми опадів, біорізноманіття та географічне розповсюдження патогенів та їх господарів, що, в свою чергу, впливає на життєздатність сільськогосподарських культур і сільськогосподарських систем; виникнення, передачу та поширення інфекційних хвороб людини і тварин; потенційні медичні та фармакологічні відкриття. Безпосередній вплив екологічних стресових факторів на здоров'я людини від підвищеного теплового стресу, повеней, посухи та збільшення частоти інтенсивних штормів призведе до складних рішень про те, як і де жити, особливо в країнах з низьким рівнем доходу в країнах Африки на південь від Сахари та Південної Азії.

Непрямими екологічними загрозами здоров'ю населення стають форми продовольчої безпеки, недостатнє харчування, зниження якості повітря і води в результаті забруднення. Невтішні тенденції очікуються щодо інфекційних хвороб, зокрема, активізація зоонозних захворювань, стійких до антимікробних засобів (AMR) патогенів, а також неінфекційних захворювань (НІЗ) –

включаючи хвороби серця, інсульт, діабет і психічні захворювання, які можуть бути в тому числі і результатом цих наслідків. Ці проблеми будуть ще більше посилюватися демографічними та культурними тенденціями, такими як старіюче населення в Європі та Азії; неадекватне харчування та санітарія в Африці та Індії, урбанізація та розвиток у нежилых районах та зростання мегаполісів; і збільшення розриву у нерівності. Навпаки, збільшення довголіття – майже універсальна мета – створить небезпеку харчових продуктів і води в місцях, які недостатньо здатні підтримувати своє населення.

Недосконалість боротьби з хворобами в національних і глобальних системах охорони здоров'я ускладнить виявлення та керування спалахами, збільшуючи потенціал епідемій далеко за межами їхніх місць виникнення. Підвищення контакту між людьми та легше поширення захворювань означають, що хронічні інфекційні хвороби, які вже широко поширені, такі як туберкульоз, ВІЛ / СНІД та гепатити, продовжуватимуть створювати важкі економічні та людські тягарі для країн та поширюватись, незважаючи на значні міжнародні ресурси, спрямовані на їх боротьбу. Багато країн з середнім рівнем доходу вже борються з тягарем збільшення неінфекційних захворювань на додаток до стійких інфекційних захворювань.

В результаті аналізу встановлено, що на сучасному етапі в рамках глобальних тенденцій можна виділити сфери, в яких активно впроваджуються дослідження і розробки.

## **2.1 Біотехнології та підвищення здоров'я людини**

Біотехнологія, яка нещодавно каталізується розвитком CRISPR<sup>1</sup>, розвивається навіть швидше, ніж ІКТ, і обіцяє поліпшити глобальне харчування та здоров'я людей. Застосування біотехнологій – включення модифікованих генів – у виробництво продуктів харчування, особливо для менш використовуваних культур, може підвищити продуктивність сільського господарства, розширити діапазони росту і підвищити стійкість рослин до сильних погодних умов і хвороб рослин. Досягнення в редагуванні генів також

---

<sup>1</sup> CRISPR є абревіатурою для «Кластеризованих регулярно міжвидових коротких паліндромних повторів», що відноситься до коротких сегментів ДНК, молекули, що несе генетичні інструкції для всіх живих організмів. Кілька років тому було зроблено відкриття, що можна застосовувати CRISPR з набором ферментів, які прискорюють або каталізують хімічні реакції, щоб змінити специфічні послідовності ДНК. Ця можливість революціонує біологічні дослідження, прискорюючи темпи розвитку біотехнологічних додатків для вирішення медичних, медичних, промислових, екологічних та сільськогосподарських проблем, одночасно ставлячи значні етичні та безпекові питання.



могли б призвести до потенційних проривів у здоров'ї людини, усуваючи малярію; зміна генетичних кодів для лікування хвороб, таких як кістозний фіброз. Скорочення продовольчої незахищеності та поліпшення здоров'я населення в країнах, що розвиваються будуть особливо важливими, оскільки зміна клімату змінює виробництво сільського господарства.

Генна інженерія та інші біотехнології сприятимуть профілактиці захворювань, дозволяючи краще діагностувати і лікувати, допомагаючи подолати антимікробну резистентність, і зупинити поширення захворювань шляхом раннього виявлення нових або нових патогенів з потенціалом спалаху пандемії.

Ліквідація деяких генетичних захворювань і проривів в генетичних маніпуляціях імунної системи покращить якість життя і глобальне здоров'я і зменшить витрати на охорону здоров'я.

У цьому аспекті розвитку медичних технологій існують значні перепони. Багато частин світу все ще вважають генетично модифіковану (ГМ) їжу небезпечною або недостатньо перевіреною і не прийматимуть її розробку або розповсюдження, що знищить її потенціал для розширення постачання харчових продуктів, зниження цін або збільшення корисних поживних продуктів. Деякі генетичні технології, такі як «генні диски», які потенційно можуть змінити геном цілих видів, можуть не мати підтримки, а генетичні маніпуляції на рівні видів (напр. щоб зробити комарів нездатними до малярії) або інших вірулентних патогенів, можуть мати непередбачувані наслідки.

## **2.2 Застосування наноматеріалів**

Наноматеріали все частіше використовуються для покриттів медичних пристроїв, діагностичних контрастних речовин, сенсорних компонентів у нанорозмірній діагностиці та вдосконаленої доставки ліків. Цифрова медицина та інші нові медичні процедури, швидше за все, сприятимуть покращенню глобального здоров'я. Удосконалені інструменти для характеристики, контролю та маніпулювання структурою і функцією живої речовини в наномасштабі можуть спричинити біологічні підходи до розробки інших технологій і нових технологій виготовлення.

На світовий ринок наномедицини в 2016 р. припадало 111,912 млн дол. США, і очікується, що до 2023 р. він сягне 261,063 млн дол. США, при

щорічному зростанні біологічних систем в 12,6 % з 2017 по 2023 рік [59]. Наномедицина використовує нанорозмірну маніпуляцію матеріалами для поліпшення доставки ліків. Таким чином, наномедицина полегшила лікування проти різних захворювань. Наномедицина знаходиться в стадії зародження, оскільки кілька продуктів перебувають у стадії розробки. За даними компанії Nanobiotix (наномедицина), у 2015 р. було виявлено близько 230 наномедичних продуктів, які або впроваджені, або знаходяться на стадії випробування. Крім того, згідно даних компанії, на ринку існує 49 продуктів наномедицини, у той час як 122 продукти знаходяться в клінічному процесі або у випробуваннях фази II або III фази.

### **2.3 Досягнення в обчисленні і високопродуктивних технологіях**

Секвенування і культивування дозволять зрозуміти і маніпулювати людським мікробіомом, що може призвести до лікування аутоімунних захворювань, таких як діабет, ревматоїдний артрит, м'язова дистрофія, розсіяний склероз, фіброміалгія і, можливо, деякі види раку. Деякі мікроорганізми також можуть доповнювати лікування депресії, біполярного розладу та інших психічних розладів, пов'язаних зі стресом.

Секвенування ДНК – це технологія, в якій декілька ниток ДНК можуть бути прослідковані шляхом масового розпаралелювання. Це секвенування включає в себе як метод Сангера для секвенування, так і методи секвенування, які не застосовуються до Сенгера. Переваги, такі як низька вартість, висока точність і швидкість, а також точні результати, навіть з низьким входом зразків, пропонуються за допомогою секвенування ДНК за допомогою мікрочіпів та інших методів геномного аналізу.

Секвенування ДНК використовується для виконання різних застосувань, таких як відкриття біомаркерів, дослідження онкології, персоналізована медицина, судова експертиза та інші. Вона спростила нуклеотидний аналіз і складається з широко заміщених звичайних засобів геноміки, особливо мікрочіпів, генотипування та інших.

Попит на секвенування ДНК значно збільшився, внаслідок сплеску застосувань секвенування та зростання технологічних досягнень у секвенуванні ДНК. Крім того, зростання світових програм картографування генома та збільшення інвестицій у дослідження та розробки сприяють зростанню ринку.

*Оцінка ринку.* Світовий ринок секвенування ДНК оцінювався у 2017 р. в 6,243 млн дол. США, і очікується, що він досягне 25,470 млн дол. США у 2025 р., при щорічному зростанні 19,0 % з 2018 по 2025 рік.

Ринок секвенування ДНК класифікується за продуктом (витратні матеріали, інструменти та послуги), за програмами (біомаркери, рак, діагностику, репродуктивне здоров'я, персоналізована медицина, криміналістика та інші) та технологіями (секвенування шляхом синтезу, секвенування іонів напівпровідників, секвенування шляхом лігування, піросеквенції, одномолекулярного секвенування в реальному часі, секвенування закінчення ланцюга і секвенування нанопору).

Відповідно до застосування, біомаркери і ракові сегменти становили найбільшу частку в 2017 р., через збільшення поширеності раку по всьому світу (рис. 2.2).

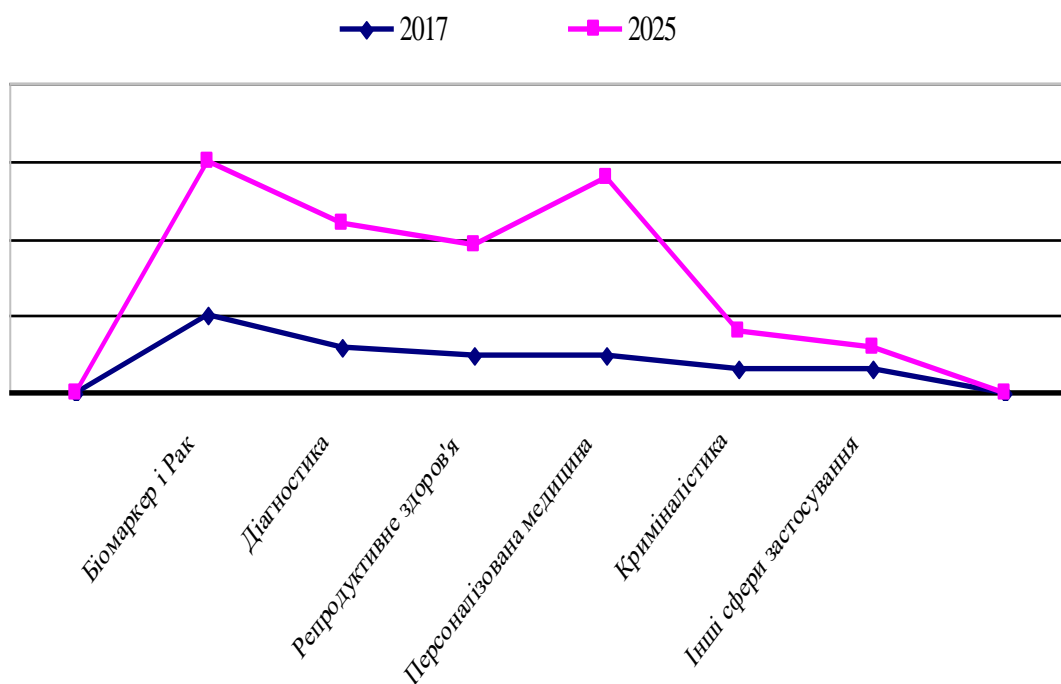


Рис.2.2 Прогноз глобального ринку секвенування ДНК за сферами застосування

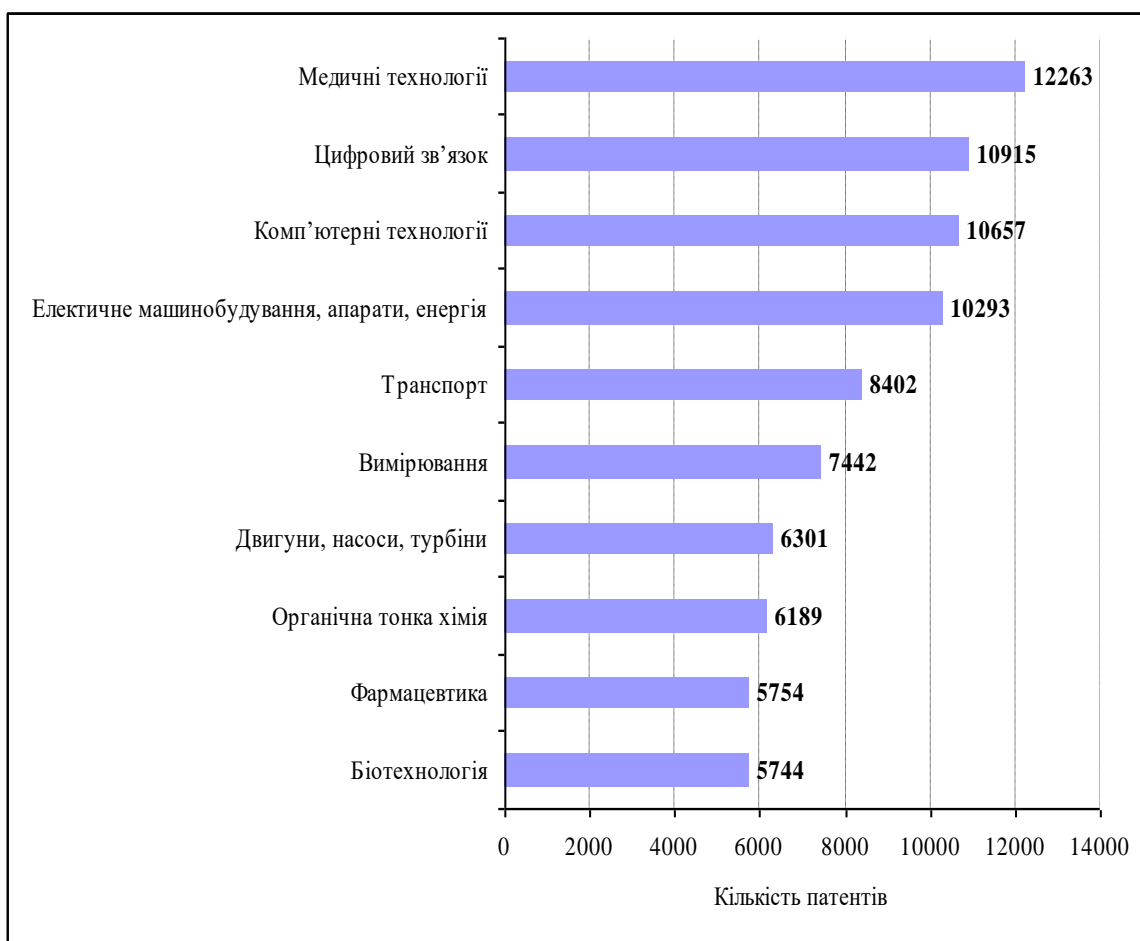
Джерело: [60].

## 2.4 Оптичний моніторинг нейронів і оптогенетична модуляція нейронної активності

Оптичний моніторинг нейронів і оптогенетична модуляція нейронної активності допоможе нейрофізіологам спостерігати за дією мозку з метою

запобігання або лікування захворювань, таких як деменція, паркінсонізм і шизофренія. Процедури можуть також давати уявлення про побудову мозкових систем для штучного інтелекту.

Взагалі, можна зазначити, що медична галузь відрізняється значним переважанням досліджень і розробок на відміну від інших сфер діяльності. На *рис. 2.3* зображено кількість патентних заявок, поданих до Європейського патентного відомства у 2016 р. за технічною сферою, де показано, що медична галузь залишила за собою навіть сферу цифрових і комп'ютерних технологій та високотехнологічне машино- і приладобудування.



*Рис. 2.3* Кількість патентних заявок, поданих до Європейського патентного відомства у 2016 р. за технічною сферою

Джерело: [61].

## 2.5 Глобальні технологічні тенденції у сфері медицини

Forbes вважає, що 2019 р. буде перевіркою реальності для двох найбільш обговорюваних технологій охорони здоров'я цього десятиліття, а саме: *штучний інтелект (Artificial Intelligence – AI) і блокчейн* [63].

За даними опитувань Frost & Sullivan 80 % респондентів, пов'язаних з медичною індустрією, назвали 4 технології, що будуть провідними у 2019 р. і змінять медицину (рис. 2.4): *AI, обробка великих даних (Big Data), Mobile Health (mHealth), портативні пристрої для носіння (Wearable)*.

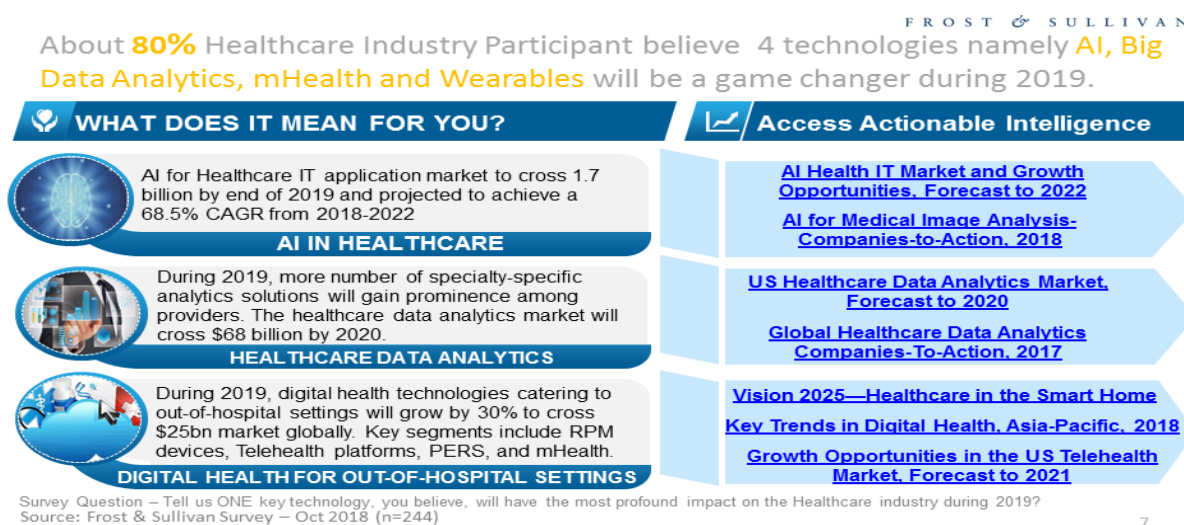
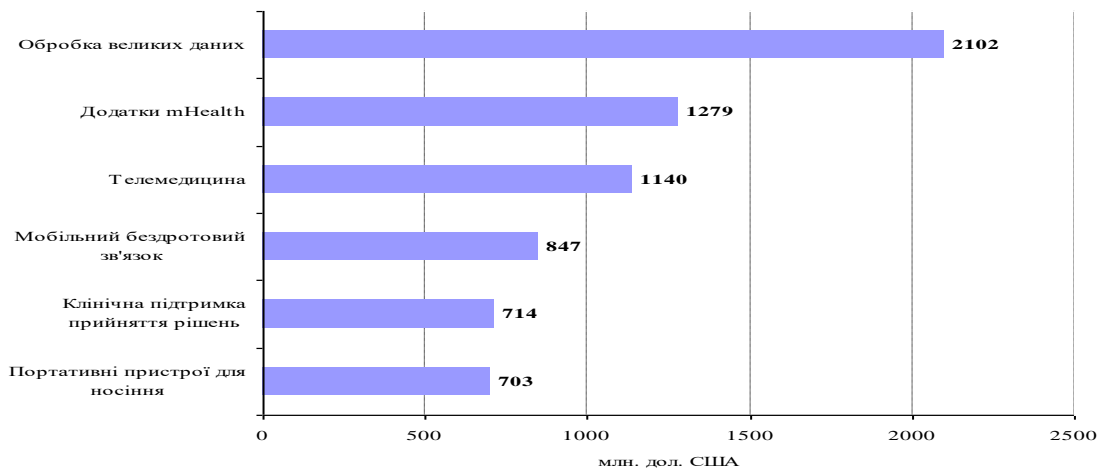


Рис. 2.4. Дослідження Frost & Sullivan (Питання: «Вкажіть, одну ключову технологію, яка, на вашу думку, буде мати найбільший вплив на галузь охорони здоров'я у 2019 році?»)

Джерело: [62].

За результатами досліджень Mercom Capital виділено шість провідних медичних технологій у всьому світі (рис. 2.5), за якими найпопулярнішими технологіями у 2018 р. були: *обробка великих даних* (2,1 млрд дол. США), *додатки mHealth* (1,3 млрд дол. США), *телемедицина* (1,1 млрд дол. США), *мобільний бездротовий зв'язок* (847 млн дол. США), *клінічна підтримка прийняття рішень* (714 млн дол. США) та *портативні пристрої для носіння* (703 млн дол. США).



*Рис. 2.5* Найпопулярніші цифрові категорії охорони здоров'я в усьому світі у 2018 р., млн дол. США

Джерело: [64].

Розглянемо більш детально означені технології.

### **2.5.1 Штучний інтелект (Artificial Intelligence - AI)**

Штучний інтелект (Artificial Intelligence – AI) визначається як інтелект, що демонструється машинами або програмним забезпеченням з можливістю зображувати або імітувати функції людського мозку. AI у сфері охорони здоров'я спрямована на поліпшення результатів лікування пацієнтів шляхом надання медичним працівникам допомоги у використанні медичних знань, які були ретельно проаналізовані та запам'ятовані цими системами, забезпечуючи тим самим чудові клінічні та медичні рішення. Системи AI мають потенціал для надання лікарям і дослідникам клінічно релевантної, якісної інформації в реальному часі, отриманої з даних, що зберігаються в електронних медичних документах (EHR) для безпосередніх потреб.

Очікується, що ринок інтелектуальної власності для медичних додатків широко застосовуватиметься в глобальному масштабі, при цьому CAGR (темپ зростання виручки компаній) буде на рівні 42% до 2021 року. Причинами, що зумовляють широке впровадження та послідовне зростання ринку AI в галузі охорони здоров'я є наступні:

- до 2020 р., як очікується, хронічні захворювання, такі як рак і діабет, будуть діагностуватися за лічені хвилини, використовуючи когнітивні системи, які забезпечують 3D-зображення в реальному часі, визначаючи типові фізіологічні характеристики сканів. Очікується, що до 2025 р. системи

штучного інтелекту впроваджуватимуться у 90 % американських і 60 % у глобальних лікарнях та страхових компаніях. У свою чергу, системи AI передбачають легкодоступний, дешевий і якісний догляд для 70 % пацієнтів;

– AI постійно вдосконалює підхід і доступ до надійного і точного медичного аналізу зображень за допомогою цифрової обробки зображень, розпізнавання образів і платформ AI для машинного навчання. Наприклад, стартап, Butterfly Network, розробив ручний 3D-ультразвуковий інструмент, який створює 3D зображення медичного зображення в реальному часі і передає дані до хмарного сервісу, який ідентифікує характеристики і автоматизує діагностику. Очікується, що така клінічна підтримка з боку AI матиме значний вплив на загальний ринок діагностики медичних зображень та його зростання;

– інноваційні, автоматизовані рішення для пацієнтів та їх залучення, такі як прихильність до медикаментозного лікування з метою дотримання відданості пацієнта за допомогою сучасного програмного забезпечення для розпізнавання осіб та руху, почали автоматизувати один з основних процесів охорони здоров'я – терапію. Очікується, що нові учасники з подібними рішеннями швидко захоплюватимуть цей сегмент ринку.

Слід зазначити, що за дослідженнями Accenture сфера охорони здоров'я займає перше місце серед 13 галузей в щодо використання AI (рис. 2.6).



Рис. 2.6 Відсоток використання AI у різних сферах діяльності

Джерело: [65].

Дослідники IBM розробляють суперкомп'ютер, відомий як Watson для допомоги лікарям краще діагностувати і рекомендувати лікування. Лікаря

потенційно можуть покладатися на Watson, щоб відстежувати історію хворого, залишатися в курсі медичних досліджень і аналізувати варіанти лікування. Очікується, що лікарі в Меморіальному центрі раку в Нью-Йорку Слоан-Кеттерінг почнуть тестувати доктора Watson у цьому році.

### **2.5.2 Використання AI в ранній діагностиці**

Ця технологія охорони здоров'я може точно і швидко обробити набагато більше даних, ніж людський мозок. Таким чином, інструменти AI можуть знизити людські помилки в діагностиці та лікуванні і дозволити лікарям працювати з більшою кількістю пацієнтів. Наприклад, технологія розпізнавання зображень допоможе діагностувати деякі захворювання, що викликають зміни зовнішнього вигляду (діабет, оптичні відхилення і дерматологічні захворювання). Ймовірно, що в майбутньому люди зможуть діагностувати себе. Медичні діагностичні програми DIY, ймовірно, поставлять деякі запитання, оброблять історію лікування пацієнта, а потім покажуть можливі діагнози на основі наявних симптомів. Але оскільки ця технологія ще не розвинена, пацієнти повинні бути обережні з медичними додатками та самолікуваннями.

Протягом 2019 р. AI та машинне навчання сприятимуть розвитку взаємодії людей і машин. Більш конкретно, використання AI буде результативним, зокрема, у діагностичних дослідженнях, розробці лікарських засобів та застосуваннях для аналізу ризиків.

*Ринкові перспективи.* Протягом 2019 р., впровадження AI в клінічних та неклінічних випадках сприятиме зростанню галузі охорони здоров'я. Очікується, що до кінця 2019 р. AI для ринку IT-додатків охорони здоров'я перетне 1,7 млрд доларів. Також через впровадження платформ AI в окремих робочих процесах у галузі охорони здоров'я буде досягнуто збільшення продуктивності на 10-15 % протягом наступних 2-3 років. Проте ціноутворення для рішень для штучного інтелекту залишається критичним, оскільки кінцеві користувачі часто не впевнені в тому, щоб виділяти додатковий бюджет для таких IT-можливостей. Економічно ефективний підхід з чіткими доказами потенційної рентабельності інвестицій для обох сторін може допомогти зберегти ринкове зростання.



### 2.5.3 Цифрові медичні технології, що передбачають обслуговування поза лікарнею

Це цифрові рішення для охорони здоров'я, такі як пристрої RPM, телемедичні платформи, PERS та програми mHealth.

*Технологія дистанційного моніторингу пацієнтів (RPM)* є одним з інструментів, до яких американські системи охорони здоров'я та лікарні звертаються з метою поліпшених результатів та зниження витрат. Цей тип догляду за хворими розширює охоплення лікарів, забезпечує постійний зв'язок між пацієнтами та наглядачами, а також надає постачальникам постійний потік даних про здоров'я в режимі реального часу.

*Технологія PERS (Personal Emergency Response System)*[66]– є основною встановленою технологічною інновацією в послугах догляду на дому для людей похилого віку, яка широко використовується і використовується у більшості західних країн з метою підтримки «безпечного старіння».

Протягом 2019 р. застосування цифрового здоров'я продовжуватиме виходити далеко за межі традиційної системи і надаватиме особам можливість керувати власним здоров'ям. Згідно з оцінками Frost & Sullivan [67], очікується, що цифрові медичні технології, які обслуговують поза лікарняними установами, зростуть на 30 %, щоб перетнути ринок у розмірі 25 млрд дол. США у всьому світі до кінця 2019 року. Більше того, сприятлива політика відшкодування в залежності від клінічно значущих заявок на цифрове здоров'я продовжуватиме розширювати моделі надання допомоги за межі фізичної медицини, включаючи поведінкове здоров'я, цифрові оздоровчі терапії, стоматологію, харчування та управління рецептами.

*Ринкові перспективи.* За дослідженнями порталу Statista світовий ринок цифрових технологій в медицині до 2020 р. досягне 206 млрд дол. США (рис. 2.7).

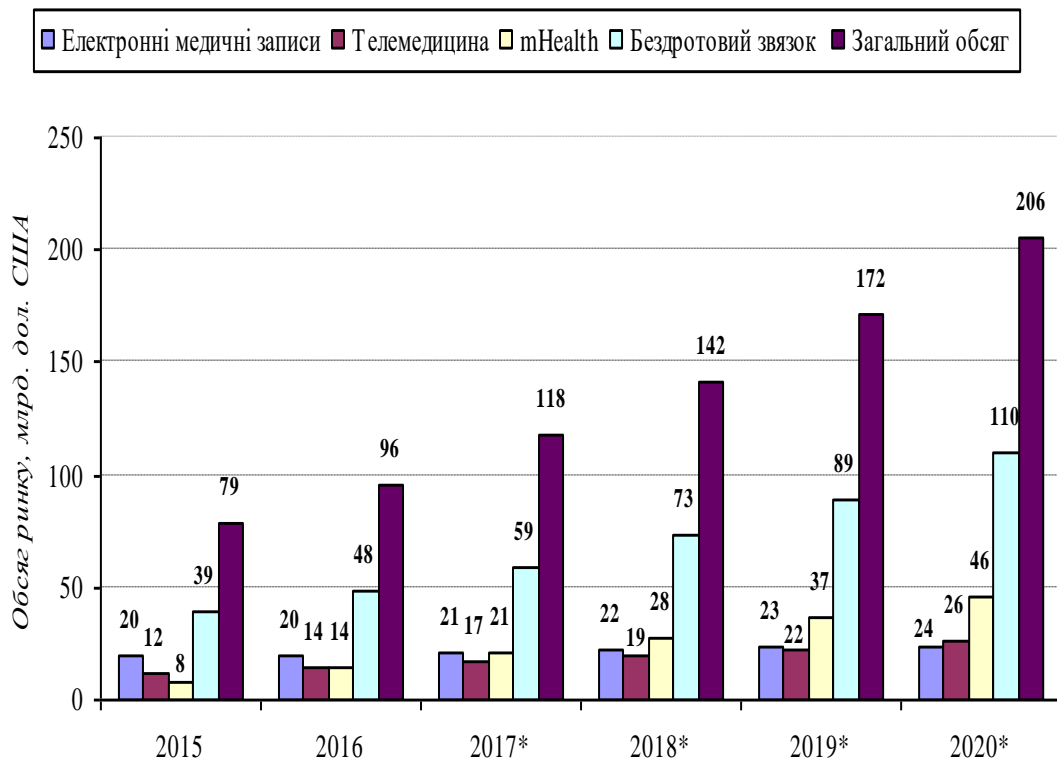


Рис. 2.7 Глобальний цифровий ринок здоров'я з 2015 по 2020 рік за основними сегментами, млрд дол. США

Джерело: [68].

При цьому найвищий рівень сукупного середньорічного темпу зростання (CAGR) за прогнозом спостерігатиметься у сфері mHealth – 41 %, за середнього рівня темпу росту технологій в медицині – 21 % (рис. 2.8).

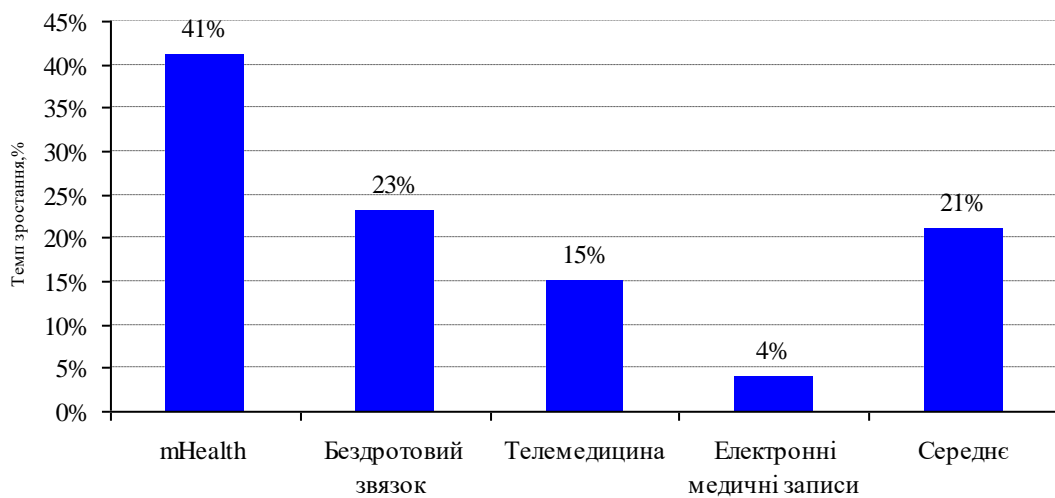


Рис. 2.8 Прогнозована CAGR для світового ринку цифрового здоров'я за основними його сегментами в період 2015-2020 рр.

Джерело: [69].

Такі тенденції зумовлені високими темпами зростання фінансування цифрової сфери медичної галузі у світі з 2010 по 2018 рр. (рис. 2.9).

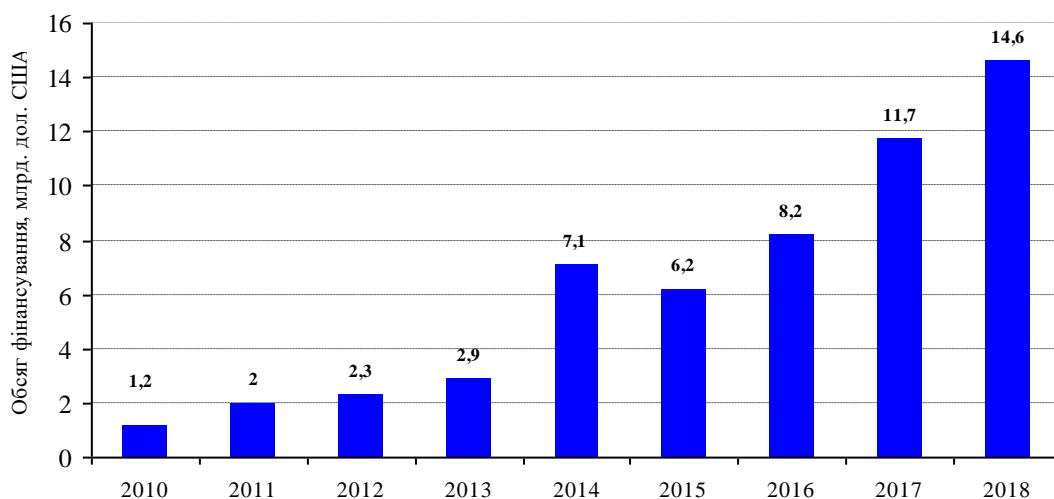


Рис. 2.9 Загальний обсяг фінансування цифрової медичної галузі в усьому світі в період з 2010 по 2018 рр., млрд дол. США

Джерело: [69].

**mHealth.** Якщо розглянути цифрові технології в медицині за сферами, можна зазначити, що за прогнозами очікується зростання mHealth на рівні близько 40 % щороку і в 2025 р. розмір ринку mHealth складе 332,7 млрд дол. США (рис. 2.10), а ринок мобільних додатків сягне 11,2 млрд дол. США (рис. 2.11).

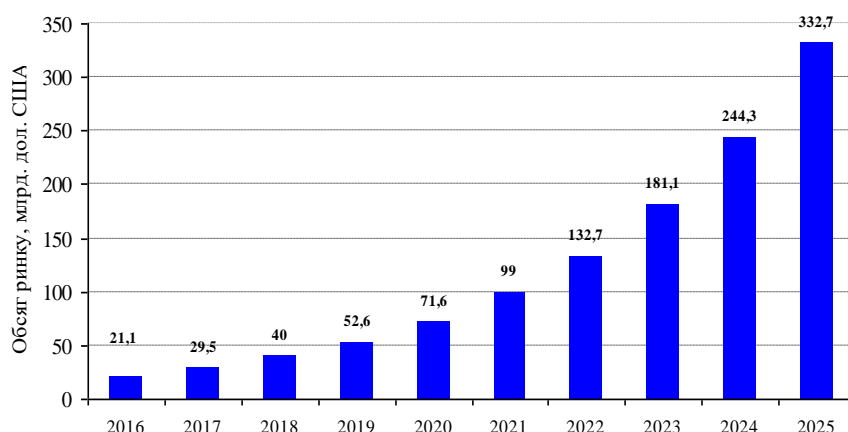


Рис. 2.10 Загальний прогноз глобального ринку mHealth з 2016 по 2025 рік, млрд дол. США)

Джерело: [70].

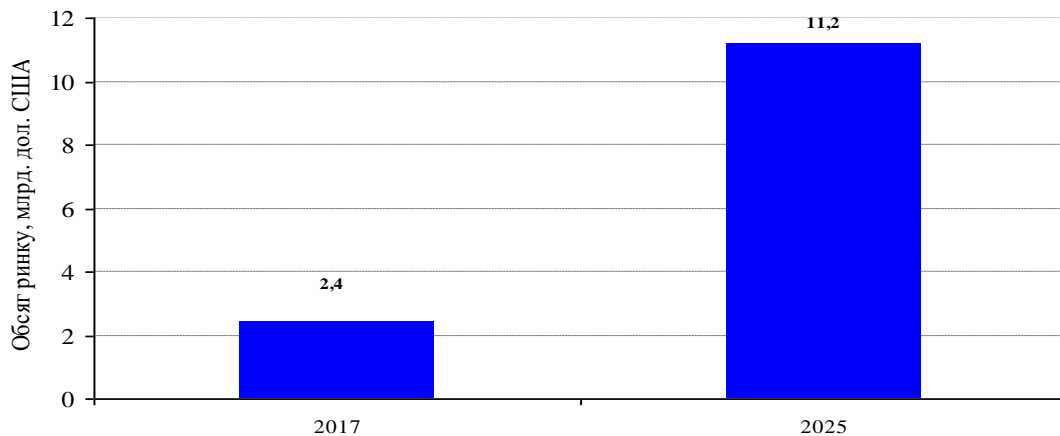


Рис. 2.11 Розмір ринку мобільних медичних додатків у всьому світі у 2017 р. та прогноз на 2025 р., млрд дол США

Джерело: [70].

Потенційними топ-5 користувачами mHealth є її використання при лікуванні гіпертонії (у 2017 р. – 1,1 млрд застосувань у світі), серцево-судинних захворювань (1 млрд), ожиріння (600 млн), цукрового діабету (420 млн) та депресивних станів (300 млн).

**Telehealth / Telemedicine.** Телемедицина є відносно новою концепцією в сфері охорони здоров'я і пов'язана з mHealth, дистанційний моніторинг пацієнтів, відео в реальному часі. Ринок телемедицини процвітає. Споживачі ведуть все більш зайнятий спосіб життя, причому до 60 % надають перевагу цифровим послугам. Забезпечення клінічної допомоги на відстані, підвищення доступності та викорінення потенційних затримок надають пацієнтам більший контроль, підвищуючи задоволеність пацієнтів та загальну участь. Телемедицина має експоненційний ріст. Центри для Medicare і Medicaid Services в США нещодавно випустили свій запропонований графік оплати праці лікарів та оновлену кваліфікаційну платіжну програму для 2019 р., де послуги телемедицини були широко представлені з метою забезпечення «різних точок доступу» для пацієнтів. Передбачається, що 2019 р. стане переломною точкою для телемедицини. Southwest Medical – чудовий приклад системи телемедицини, яка забезпечує право обстеження пацієнта на дому. Він забезпечує віртуальні зустрічі з лікарями 24/7, заощаджуючи час і гроші. Більше того, ця технологія дозволяє пацієнтам негайно звернутися за терміновими, але малими питаннями.

За даними звіту DataM Intelligence, до 2025 р. глобальний ринок телемедицини буде коштувати 113,1 млрд доларів. Телемедицина зробить охорону здоров'я більш доступною і зручною, ніж будь-коли. Уявіть собі, що вам потрібна консультація висококваліфікованого лікаря з Канади, поки ви перебуваєте в США. Телемедицина є ідеальним рішенням, оскільки ви можете скористатися спеціальною платформою відеочату і отримати консультацію в Інтернеті. В якості іншого прикладу, невелика клініка в сільській місцевості, яка не має штатного алерголога, могла б аутсорсувати консультації фахівців шляхом Telehealth. За прогнозами Медичного центру Рочестерського університету телемедицина, швидше за все, стане більш популярною, ніж візити в клініку через декілька років. Пацієнти будуть більше займатися регулярними обстеженнями і формуватимуть міцніші стосунки зі своїми лікарями (рис. 2.12).

Приклад Telehealth – підключення лікарів і пацієнтів: стартап в Нью-Йорку. Sherpaa пропонує пацієнтам медичні консультації в режимі онлайн і по телефону, що потенційно може заощадити поїздки медичного центру. Медична порада не походить від будь-кого, а від деяких провідних медичних фахівців міста. Роботодавці, такі як Tumblr, підписалися на послугу.

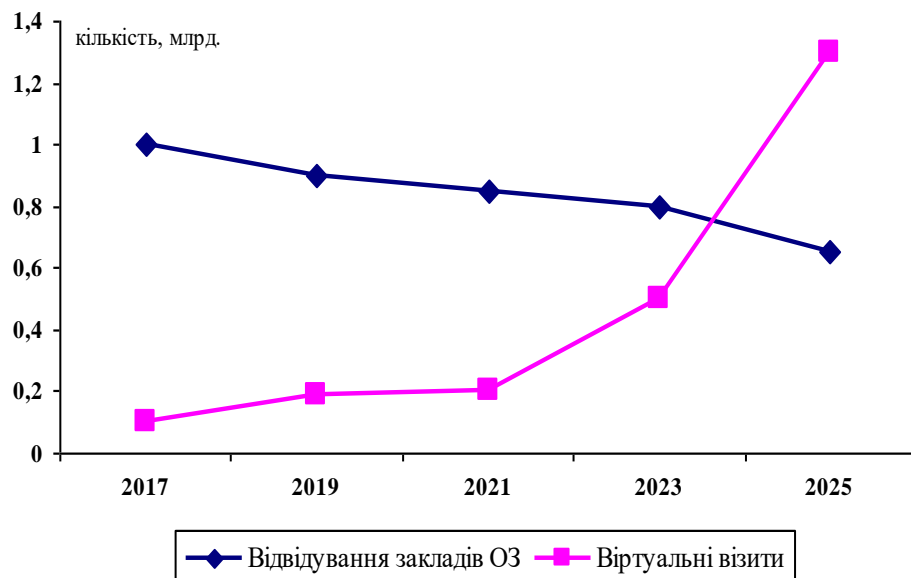


Рис. 2.12 Прогноз кількості відвідувань лікаря в клініці і через Telehealth

Джерело: прогноз Медичного центру Рочестерського університету.

За прогнозами очікується зростання *Telehealth* на рівні близько 15 % щороку і в 2025 р. розмір ринку телемедицини складе 41,2 млрд дол. США

(рис. 2.13), при цьому загальний розмір ринку Telehealth в Сполучених Штатах зросте до 2025 р. у 3,5 разів (з 10 млрд дол. США у 2017 р. до 35 млрд дол. США – у 2025 р.).

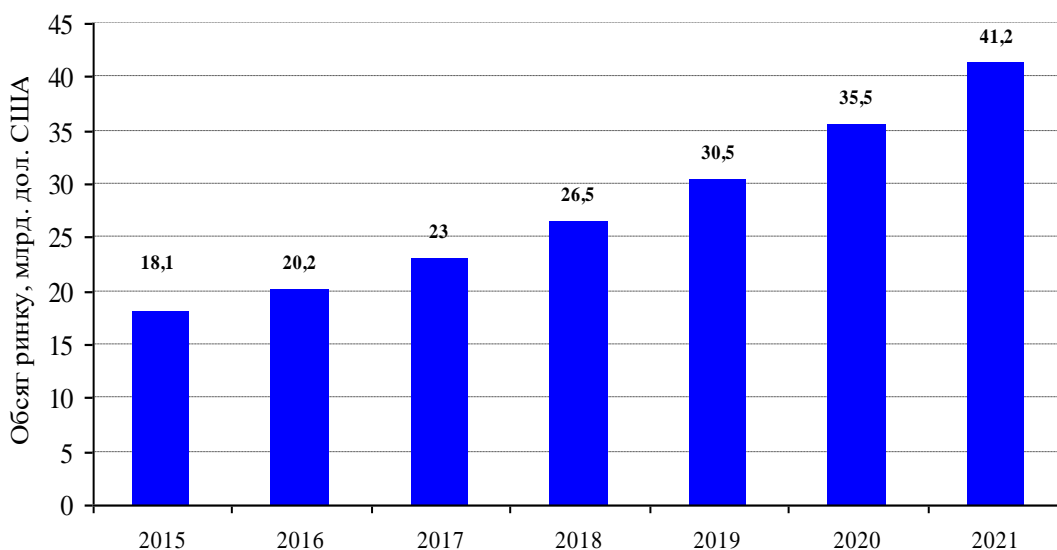


Рис. 2.13 Розмір глобального ринку телемедицини до 2021 р., млрд дол. США

Джерело: [69].

**EHR / EMR (Electronic Health Records).** Середньорічні темпи впровадження цього виду технологій у майбутньому будуть найнижчими (4 у рік), однак у 2024 р. розмір світового ринку сягне 41 млрд дол. США (рис. 2.14).

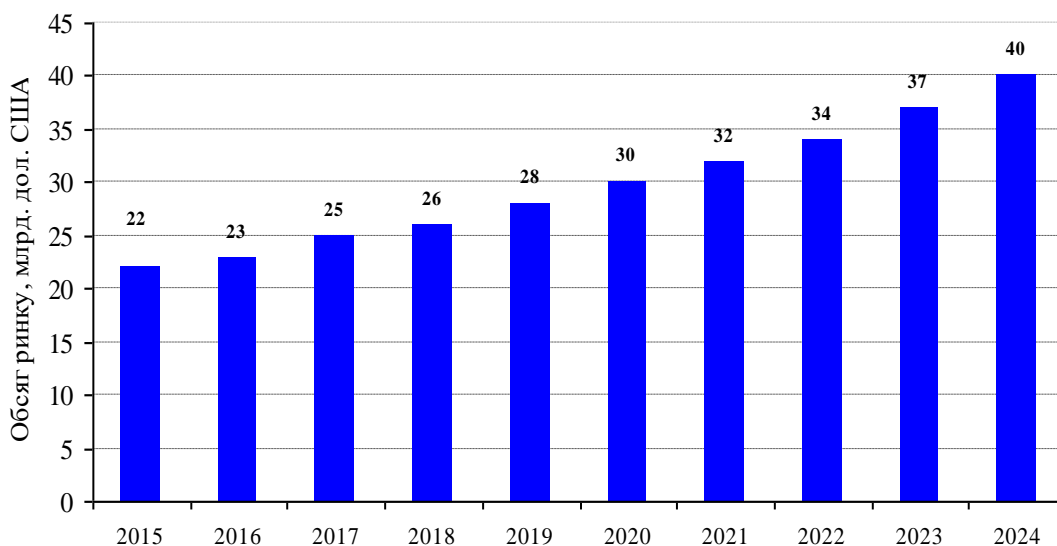


Рис. 2.14 Загальний прогноз глобального ринку електронних медичних записів до 2024 р., млрд дол. США

Джерело: [69] Statista estimates; VMR.

## 2.5.4 Обробка великих даних (Big Data)

За даними *BIS Research* ринок досліджень і розробок у сфері обробки великих даних в медицині зросте у 2025 р. до 68,8 млрд дол. США (рис. 2.15).

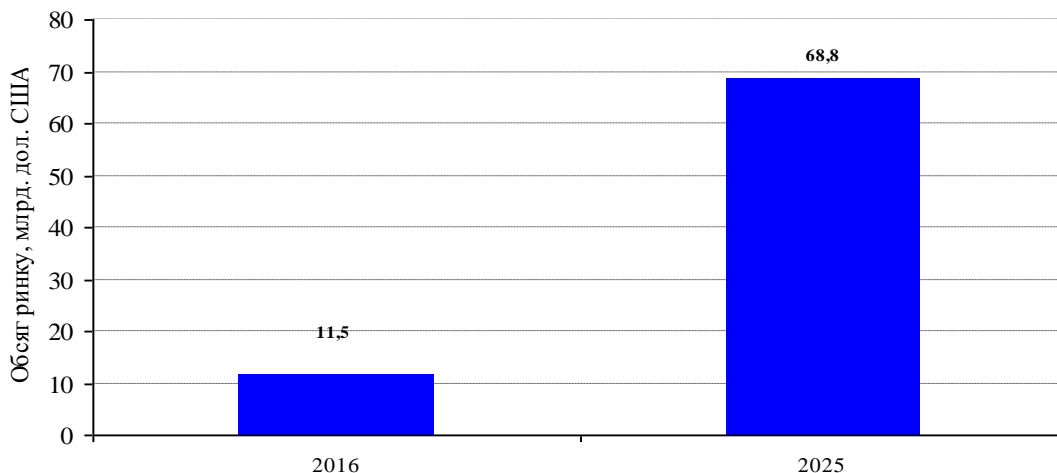


Рис. 2.15 Глобальний ринок обробки великих даних в охороні здоров'я (прогноз на 2025 рік), млрд дол. США

Джерело: [70].

При цьому, за цими ж дослідженнями, структура ринку Big Data у 2025 р. залишиться майже незмінною: 24 % – устаткування (у 2016 р. – 26,4 %); 33,9% – програмне забезпечення (у 2016 р. – 32,7 %); 42,1% – послуги з обробки (у 2016 р. – 40,9 %).

## 2.5.5 Імуноterapia

Імуноterapia забезпечує терапевтичну користь, зосереджуючись на можливостях імунної системи щодо пухлини і зумовлює технологічні зміни при лікуванні раку. Вона надає змогу збільшити тривалість виживання і потенціал боротьби з хворобою значної кількості пацієнтів. Наприклад, злоякісна меланома є значною незадоволеною медичною потребою з обмеженими варіантами лікування. Більш ніж 160 000 випадків меланоми діагностуються в усьому світі зі 40 000 смертельних випадків щорічно.

Очікування від імуноterapiї багато в чому ґрунтується на її здатності до широкого застосування в різних групах пацієнтів. За умови правильно реалізованого алгоритму в лікуванні онкології, потенціал зростання є

величезним. Хоча інгібітори контрольних точок домінують у поточних заголовках клінічних установ, інші перспективні підходи включають нові молекулярні конструкції, такі як химерні антигенні рецептори (CARs), терапевтичні комбінації зі старими та новими препаратами, модифікації режиму дозування та вакцини. Ринок інгібіторів контрольних точок оцінювався в 3 млрд дол. США у 2015 р. і, як очікується, досягне 21,1 млрд дол. США до 2020 р., збільшуючись щорічно на 139 %.

### **2.5.6 Рідка біопсія: Можливість неінвазивно діагностувати пухлини**

Рідка біопсія екстрагує ракові клітини з простого зразка крові і має потенціал революціонізувати лікування раку шляхом неінвазивного контролю ракових клітин. Сьогодні для повторного вивчення мінливої пухлини необхідні повторні біопсії, що становить величезну проблему для пацієнта. Рідка біопсія забезпечує привабливі інвестиційні можливості для діагностичних компаній. Орієнтація на біомаркери крові, такі як ctDNA та CTCs, призвела до того, що зараз можна відслідковувати і контролювати пухлини неінвазивно. Очікується, що протягом двох років рідка біопсія стане доповненням до біопсії тканин. Ця технологія виявилася набагато ефективнішою і виявляє погіршення стану хвороби навіть до КТ.

### **2.5.7 Технологія CRISPR / Cas9 (RT)**

CRISPR / Cas9, як вже зазначалося, метод редагування генів, може робити точні, рентабельні та надійні цільові модифікації ДНК. Іншими словами, вона обіцяє трансформувати спосіб проведення досліджень і розробок, а її результати розвиваються в основних секторах глобальної економіки науки про життя. Ця технологія почала активно обговорюватися в 2014 р., і компанії намагаються надати дослідницькі інструменти і розробити терапію, використовуючи технологію. Sangamo Biosciences є найбільш плідною компанією, яка застосувала одну з цих технологій – нуклеази цинкового пальця – до розвитку клінічної стадії людської терапії. Інші компанії, такі як стартові компанії CRISPR Therapeutics and Editas Medicine, зосередилися на CRISPR, отримавши мільйони фінансування VC.

Проте, в той час як терапевтичне застосування при редагуванні генів в організмі знаходиться в центрі уваги, існують інші сектори, включаючи



сільське господарство і хімічну промисловість, в яких технологія вийшла за межі досліджень на ринок. Редагування гена надає можливість виконувати наступні дії:

- змінити критичні норми в посівах та підвищити врожайність харчових культур і коефіцієнти поживних речовин

- забезпечують посіви, здатні витримувати хвороби, шкідників або кліматичні катаклізми;

- поширюють хворобостійкість сільськогосподарських тварин з поліпшеними харчовими профілями.

Аналіз проектів, фінансованих НІЗ, в яких згадується CRISPR / Cas9 з 2013 по 2015 рік, знаходить астрономічне зростання цієї перспективної технології редагування генів. З 2013 по 2014 рік фінансування зросло в сім разів, а з 2014 по 2015 рік збільшилося більш ніж втричі. Академічні дослідники не є єдиними кінцевими користувачами, які використовують CRISPR / Cas9, оскільки ця техніка також має значний вплив на терапію. Технологія долає багато проблем з інструментами редагування генома RNAi, TALENs і ZFN, які обіцяють бути ринком на сотні мільйонів протягом наступних кількох років.

### **2.5.8 Технологія 3D друку**

Технологія 3D друку має величезний потенціал у сфері охорони здоров'я завдяки своїм можливостям налаштування і пристосування. Налаштування може значно скоротити терміни операції та витрати на медичне обслуговування. На даний час найбільшими застосуваннями є 3D-друковані риштування або протезування (ортопедичні імплантати) та медичні пристрої, такі як зубні імплантати та слухові апарати. Перспективою для 3D-друку буде друк людських тканин: друкованих печінках, серцях, вухах, руках і очах, або побудови найменших функціональних одиниць тканин, які можуть призвести до виготовлення великих тканин і органів. Це може бути використано в якості хірургічних трансплантатів для відновлення або заміни пошкоджених тканин і органів.

*Ринкові перспективи.* За оцінками, понад мільйон людей потребують пересадки нирки по всьому світу. Однак трансплантацію отримують лише трохи більше 5 тис. осіб через недостатню кількість донорських органів.

Дефіцит легально пожертвуваних органів призвів до різкого зростання в усьому світі незаконної торгівлі органами. Очікується, що до 2025 р. бізнес для 3D-друку для охорони здоров'я коштуватиме близько 6 млрд доларів. Деякі відомі компанії в цій галузі –Stratasys Ltd., Arcam AB, Organovo Holdings Inc., Johnson & Johnson.

Стратегія **3D нанопринтів** відкриває двері до революції в медицині. Інженери робототехніки надрукували найменший з відомих 3D мікрофлюїдний елемент ланцюга [71]. Мікрофлюїдний діод також представляє перше використання стратегії 3D нанопринт, яка перериває попередні бар'єри, пов'язані з витратами та складністю, що перешкоджає просуванню в областях від персональної медицини до доставки ліків. Так само, як скорочення електричних ланцюгів революціонізувало сферу електроніки, здатність різко скоротити розмір 3D-друкованих мікрофлюїдних схем створює основу для нової ери в таких областях, як фармацевтичний скринінг, медична діагностика і мікророботика.

**Біопринт тканин, затверджених FDA (US Food and Drug Administration).** FDA активно підтримує впровадження технології 3D друку в біомедичній та стоматологічній промисловості. У 2017 р. агентство зробило заяву щодо своєї прихильності до технології та випустило рекомендації для виробників, які подають 3D друковані імплантати та інші медичні пристрої. Наприкінці 2018 р. FDA також оголосила про перегляд регуляторних питань, пов'язаних з біопринтерством біологічних, клітинних і тканинних продуктів, щоб визначити, чи потрібні додаткові рекомендації. Протягом року агентство організувало семінари та зустрічі для підготовки регуляторного органу, а також гравців галузі для майбутніх змін.

Тим часом, найвідоміший гравець у цій галузі, Organovo, та інші біопринт-компанії активно розробляють життєздатну технологію для виробництва синтетичних тканин за допомогою 3D біодруку. У грудні 2016 р. дані доклінічних випробувань показали, що тривимірна біопечатна тканина печінки була успішно висаджена на лабораторних мишах, і очікування були дуже високими щодо його застосування.

## 2.5.9 Інтернет медичних речей (ІоМТ)

Інтернет медичних речей (ІоМТ) включає різні пристрої, з'єднані між собою через Інтернет. Сьогодні ця технологічна тенденція в охороні здоров'я використовується для віддаленого моніторингу благополуччя пацієнтів за допомогою носіїв. Наприклад, монітори ЕКГ, мобільні програми, фітнес-трекери та розумні сенсори можуть вимірювати артеріальний тиск, пульс, частоту серцевих скорочень, рівень глюкози та багато іншого, а також встановлювати нагадування для пацієнтів. Один з нещодавно представлених носіїв ІоМТ, Apple Watch Series 4, здатний вимірювати частоту серцевих скорочень, підраховувати спалені калорії і навіть виявляти падіння і викликати екстрені номери. FDA нещодавно схвалила таблетку з датчиками, які називаються Abilify MyCite, які можуть цифрово відстежувати, якщо пацієнт його прийняв.

Технологія ІоМТ як і раніше розвивається і, за прогнозами Frost & Sullivan [72], до 2021 р. досягне близько 30 млрд пристроїв у всьому світі. ІоМТ сприятиме сенсорам та системам у галузі охорони здоров'я, щоб узагальнити дані та точно їх доставити. Технологія ІоМТ може зменшити витрати на рішення в галузі охорони здоров'я, дозволяючи лікарям дистанційно обстежувати пацієнтів.

ІоМТ може допомогти лікарям зібрати аналітику для прогнозування тенденцій здоров'я.

Допомагаючи лікарям спілкуватися з пацієнтами: Science Applications International Corporation (SAIC) розробила програму «Всесвітнє здоров'я» – програму перекладу для лікарів та інших фахівців у галузі медицини. Набір продуктів включає в себе мобільний додаток, що дозволяє лікарям говорити в додатку – запитуючи, наприклад, якщо пацієнт має алергію на пеніцилін – і миттєво переводить повідомлення на іншу мову. Враховуючи, що 47 млн мешканців США не володіють англійською мовою, програма може бути корисною для лікарів, які в інакшому випадку повинні покладатися на перекладачів та медичних помічників для спілкування з пацієнтами.

Все більше число мобільних додатків і пристроїв спрямовано на те, щоб допомогти людям залишатися активними, добре спати і нормально харчуватися. Серед них Fitbit, крокомір, який відстежує щоденний сон і

діяльність, і використовує соціальні мережі та ігри для мотивації своїх користувачів. Ларк – це тихий будильник і монітор сну, який відстежує та аналізує якість сну людини протягом довгого часу, пропонуючи поради, які допоможуть людині краще відпочити (з того часу він також розширився, щоб відстежувати щоденну діяльність). Існують також десятки додатків для підрахунку калорій, моніторингу продуктів і додатків для відстеження меню, які допомагають усвідомлювати дієту.

Зв'язування лікарів з іншими лікарями через соціальні мережі, що допомагає лікарям працювати краще разом, щоб піклуватися про своїх пацієнтів. Це завдання поставила Doximity, соціальна мережа, призначена виключно для лікарів. Через «Doximity» лікарі по всій території Сполучених Штатів можуть співпрацювати в Інтернеті у важких випадках. Вона отримала 27 млн дол. фінансування і серед членів правління має Костянтина Геріке, співзасновника LinkedIn.

Інноваційними технологіями можна вважати ще такі медичні пристрої:

– ***digital drug delivery devices***. Цифрові пристрої доставки ліків. Переваги цієї технології можуть не тільки поліпшити результати пацієнтів, це може також знизити витрати на охорону здоров'я, що є одним з основних факторів, що сприяють технологічним досягненням у галузі охорони здоров'я. Крім цього профілактична допомога економить гроші. Завдяки ефективнішій доставці препарату до пацієнта, ми можемо запобігти дорогим візитам лікаря, перебуванню в лікарні тощо;

– ***neuromuscular electrostimulation technology***. Пристрій для зниження ризику ВТЕ у пацієнтів з інсультом;

– ***hemodialysis device***. Великим проривом в даному випадку є можливість виявити наявність захворювання на найнижчих рівнях концентрації. Інфекційні захворювання, які можуть призвести до сепсису, є серйозною проблемою в усьому світі [73];

– ***naturally interfacing electronics to the human body*** – пристрої природної взаємодії електроніки з людським тілом.

### 2.5.10 Блокчейн

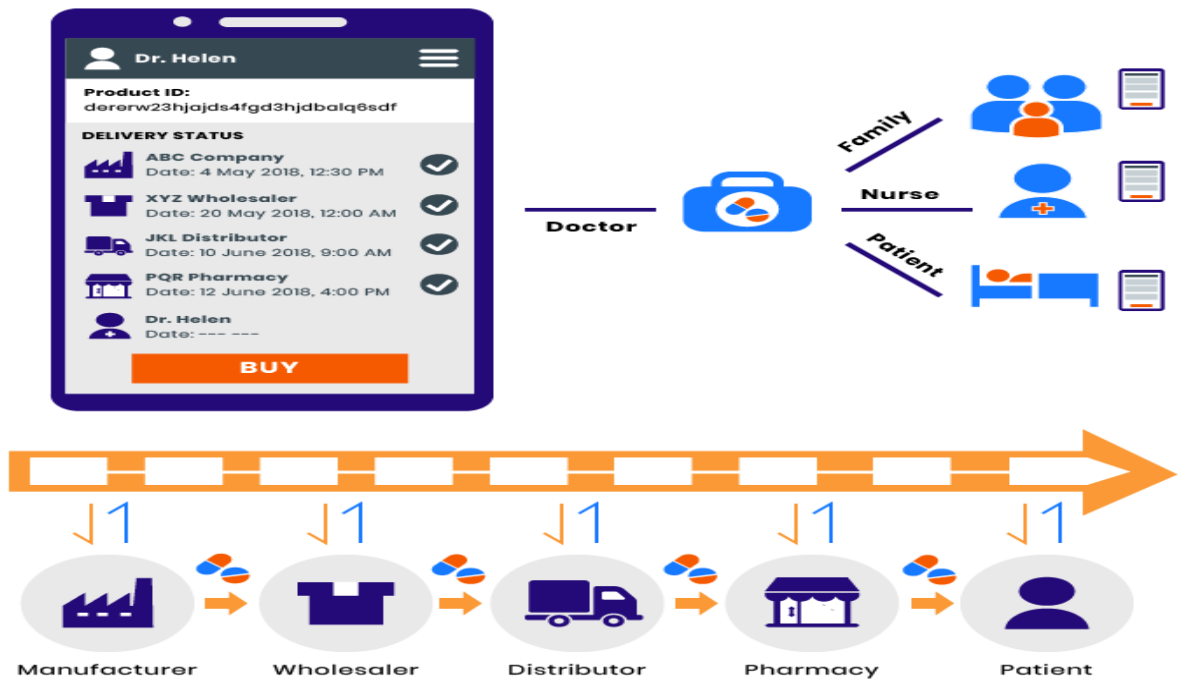
Блокчейн стає все більш популярним у різних галузях промисловості, і охорона здоров'я – одна з них. Головною перевагою блокчейна є можливість

захищати дані та захищати їх від порушень. У 2018 р. технологія blockchain зробила простим медичним працівникам безпечний обмін медичними даними. У 2019 р. і за його межами ця технологія допоможе медичним працівникам керувати нескінченними даними – включаючи інформацію про здоров'я пацієнта, страхові претензії та електронні медичні записи – і зберігати їх у безпеці зашифрованими.

Крім того, блокчейн зменшить кількість підроблених лікарських препаратів на ринку і підвищить довіру і прозорість між виробниками ліків і клієнтами. Як тільки виробник створить новий медичний продукт, вони зареєструють його на блокчейн та зможуть відстежувати і контролювати його на всіх етапах. Клієнти, у свою чергу, зможуть довіряти виробникам шляхом моніторингу будь-якого фармацевтичного продукту по всьому ланцюжку поставок. Згідно зі статтею в International Journal of Computer Applications, програми, засновані на blockchain, можуть допомогти запобігти підробці ліків. На *рис. 2.16* зображено можливості блокчейну для відстежування переміщення лікарського засобу.

**AR / VR / MR.** Віртуальна реальність (VR) і розширена реальність (AR) революціонізують галузь охорони здоров'я. Ці технології вже використовуються в лікуванні широкого кола захворювань. Наприклад, нейрохірурги використовують технологію AR для безпечного видалення пухлин і проведення ортопедичних операцій. Фахівці з психічного здоров'я використовують AR для лікування пацієнтів, які не можуть прийти до медичного центру для звичайного лікування. Є кілька прикладів засобів AR та VR, які полегшують лікування та діагностику. Система AssuVein показує карту кровоносної судини в реальному часі і допомагає лікарям уникати клапанів і біфуркацій. Змішану реальність Microsoft HoloLens (MR) можна використовувати для навчальних цілей і хірургічного планування, а також під час пологів і операцій.

## Blockchain-based pharmaceutical supply chain management system



*Рис. 2.16* Майбутня система управління лікарськими засобами, заснована на блокчейн

Джерело: [74].

Віртуалізована, модернізована інфраструктура дає змогу орієнтуватися на пацієнтів, надаючи лідерам охорони здоров'я інші технологічні інновації. Підключені медичні пристрої в Інтернеті речей посилюють функціональну доставку медичної допомоги, а цифрові клінічні робочі простори перетворюють практичну допомогу. Електронні медичні записи (які використовують давно, щоб їх можна було вважати традиційною технологією) охоплюють усіх – від страхових компаній і лікарів, до пацієнтів – і це особливо важливо для обслуговування пацієнтів з високим ризиком або тих, хто має хронічні стани.

Отже загальний тренд у сфері охорони здоров'я полягає в профілактиці, підвищенні досвіду пацієнтів, зниженні витрат і обробці великих даних. Передові технології, такі як AI і AR, вже широко використовуються для надання допомоги пацієнтам з віддаленою діагностикою та медичними рекомендаціями. На *рис. 2.17* зображено ключові технології, що впливатимуть на медичну сферу у поточному році.

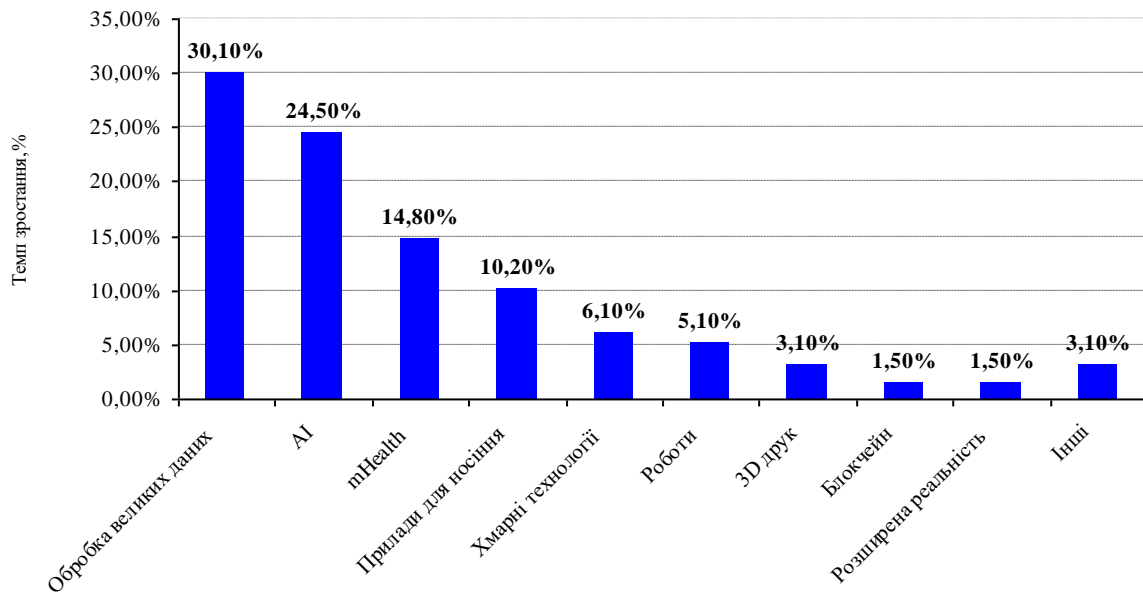


Рис. 2.17 Ключові технології, що впливатимуть на охорону здоров'я в 2019 р.

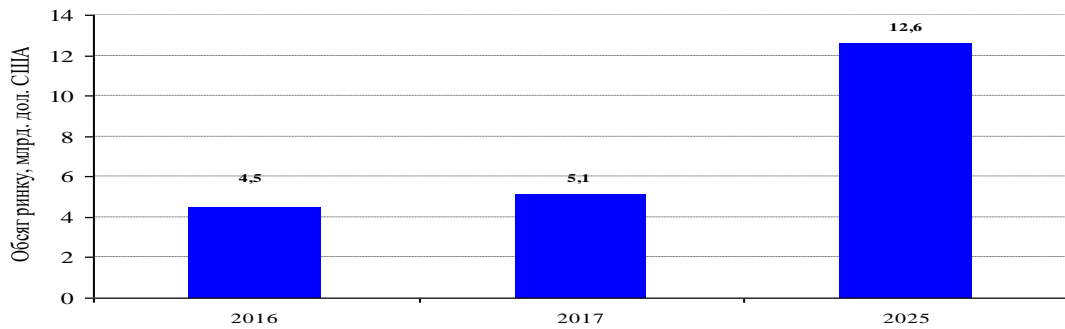
Джерело: побудовано авторами за результатами дослідження.

Як видно з наведених даних 5,10 % технологій, що впливатимуть на охорону здоров'я належить робототехніці.

### 2.5.11 Хірургічні рботи

*Ринкові перспективи.* За даними BIS Research ринок хірургічних роботів зросте до 2025 р. більш ніж удвічі (рис. 2.18), а їх кількість – з 826 од. у 2017 р. до 2112 од. у 2025 році. В структурі робототехніки у 2015 р. переважатимуть інструменти і аксесуари (46 %), і майже порівну розподіляться: послуги (технічне обслуговування та модернізація) – 26 % і хірургічні системи – 28 %.

Потенційними споживачами або сферами застосування хірургічних роботів у 2025 р. будуть: загальна хірургія (34 % ринку цих технологій), гінекологія (24 %), ортопедія (17 %), урологія (12 %), інтервенційна кардіологія (6 %), неврологія (4 %), інші сфери (4 %).



*Рис. 2.18* Розмір глобального ринку для хірургічних роботів у 2016, 2017 роках та прогноз на 2025 рік, млрд. дол. США

Джерело: [70].

### **2.5.12 Технології в імплантації**

Ці імплантати призначені для лікування деформацій, стабілізації постави тіла і відновлення нормальної функції скелета. На ринку ортопедичних імплантатів спостерігається перехід від звичайних хірургічних процедур до використання сучасних фіксуючих та ортопедичних пристроїв. Попит на ортопедичні імплантати значно збільшився, що пояснюється зростанням геріатричної популяції, що збільшує ризик остеопорозу, остеоартриту, технологічних нововведень в ортопедичних імплантатах та інших опорно-рухових порушень. Однак високі витрати, пов'язані з процедурами лікування ортопедичних імплантатів і жорсткою державною політикою затвердження ортопедичних імплантатів, можуть перешкоджати зростанню ринку ортопедичних імплантатів. Крім того, економіки, що розвиваються, представляють вигідні можливості для ринку.

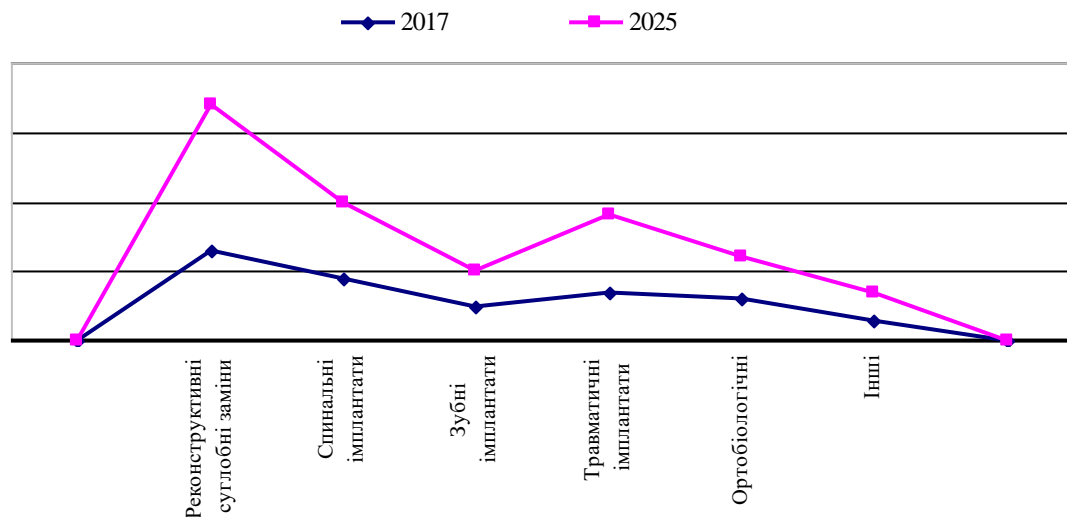
Світовий ринок ортопедичних імплантатів сегментується за продуктами, біо матеріалами й типами. За продуктом ці технології поділяються на: реконструктивні суглобні заміни, спінальні імплантати, зубні імплантати, травматичні та краніомаксиальні, ортобіологічні та інші. Ринок імплантатів реконструктивних суглобів у свою чергу поділяється на коліно, стегно та кінцівки. Спінальні імплантати поділяються на пристрої для спінального злиття, пристрої без злиття / пристрої збереження руху та інвазивні стимулятори спінальної кістки. Зубні імплантати складають роздвоєні кореневі форми зубних імплантатів і пластинчасті зубні імплантати. Травматичні поділяються на гвинти, пластини, скоби та інші. Ортобіологічні засоби



класифікуються на алотрансплантати, замітники кісткових трансплантатів і матриці на основі клітин. За біоматеріалами ринок поділяється на металеві, керамічні, полімерні та природні біоматеріали. Серед біоматеріалів у 2017 р. металевий сегмент займав найбільшу частку ринку ортопедичних імплантатів, і очікується, що ця тенденція збережеться протягом прогнозного періоду завдяки їх ексклюзивним властивостям.

*Ринкові перспективи.* Ринок ортопедичних імплантатів у 2017 р. становив 45,901 млн дол. США і очікується, що до 2025 р. він складе 66,636 млн дол. США, при щорічному зростанні на 4,7 % з 2018 по 2025 рік.

Розвиток глобального ринку ортопедичних імплантів наведено на *рис. 2.19*.



*Рис. 2.19* Прогноз розвитку глобального ринку ортопедичних імплантів

Джерело: [75].

**3D друкований імплант** сприяє росту нервових клітин для лікування травми хребта [76]. Нові риштування (конструкції) імітували природну анатомію і стимулювали лікування на основі стовбурових клітин. Імплантати, описані в дослідженні, опублікованому в Nature Medicine, призначені для сприяння росту нервів, відновлення зв'язків через травми спинного мозку і втрату функції. У моделях щурів, риштування підтримували відновлення тканин, виживання стовбурових клітин і розширення аксонів нервових стовбурових клітин з конструкцій і в спинний мозок господаря.

Дослідники розробили те, що може бути матеріалом **кісткового імплантанту майбутнього**: повітряна, піноподібна речовина, яка може

вводиться в організм і забезпечувати риштування для росту нової кістки. Це зроблено шляхом обробки нанокристалів, отриманих з рослинної целюлози, таким чином, що вони з'єднуються і утворюють міцну, але легку губку – технічно кажучи, аерогель – який може стискатися або розширюватися в міру необхідності, щоб повністю заповнити кістку.

*Імпланти графена*, що здійснюють запис низькорівневої електричної активності мозку. Нещодавно розроблений імплантант на основі графена може реєструвати електричну активність в мозку на надзвичайно низьких частотах і на великих ділянках, відкриваючи широту інформації, знайденої нижче 0,1 Гц. Дослідження просто описує, як технологія відкриє шлях для наступного покоління інтерфейсів мозку та комп'ютера.

Цей новий пристрій віддаляється від електродів і використовує інноваційну архітектуру на основі транзисторів, яка підсилює сигнали мозку на місці, перш ніж передавати їх на приймач. Використання графена для побудови цієї нової архітектури означає, що отриманий імплант може підтримувати набагато більше сайтів запису, ніж стандартний масив електродів. Він досить тонкий і гнучкий, щоб його можна було використовувати на великих ділянках кори без відхилення або перешкоджання нормальному функціонуванню мозку. Результатом є безпрецедентне відображення низькочастотної активності мозку, яка, як відомо, містить важливу інформацію про різні події, такі як початок і прогресування епілептичних нападів і інсультів.

*Смарт-колінний імплантант* [77] може зменшити кількість операцій з заміни коліна. Імплантати з автономним живленням можуть надавати лікарям регулярні оновлення діяльності та забезпечуються живленням пацієнта. Операція заміни коліна є найбільш поширеною процедурою заміни суглоба, кількість операцій з кожним роком збільшується. Багато з цих операцій виконуються для заміни старих імплантатів або тих, які зношені. Створення розумних імплантів коліна, які могли б відстежувати зміни в ступені пошкодження суглоба. Імплант має вбудовані датчики, які можуть контролювати, скільки тиску на нього чиниться, і лікарі можуть чіткіше зрозуміти, скільки активності негативно впливає на імплантат. Датчики дозволяють лікарям повідомляти пацієнтам про те, що певний рух стає занадто великим для імплантату, тому пацієнти можуть швидко регулювати та уникнути подальшого його пошкодження.

### **2.5.13 Технології в протезуванні**

Наступне покоління протезу Bionic Hand відновлює почуття дотику. Дослідники розробили біонічну руку наступного покоління, яка дозволяє ампутованим особам відновити дуже тонке, близьке до природного почуття дотику. Вченим вдалося відтворити відчуття пропріорецепції, яка є здатністю нашого мозку миттєво і точно відчувати положення наших кінцівок під час і після руху – навіть у темряві або з закритими очима. Новий пристрій дозволяє пацієнтам охопити об'єкт на столі і визначити консистенцію, форму, положення та розмір елемента без необхідності дивитися на нього. Протез успішно протестований на декількох пацієнтах і працює шляхом стимулювання нервів кукси ампутованих. Потім нерви можуть надавати пацієнтам сенсорний зворотний зв'язок у реальному часі - майже так само, як у природній руці.

*Система імплантованого міоелектричного датчика (IMES)* передає локалізовані міоелектричні сигнали одночасно з декількох джерел м'язів і інтегрується в протетичні системи для контролю електромеханічних протезних пристроїв. Імплантати IMES виявляють міоелектричні сигнали, що генеруються залишковими м'язами ампутованої кінцівки, які все ще знаходяться під контролем головного мозку. Ці сигнали передаються по бездротовому каналу на зовнішній процесор, який керує переміщенням протезного пристрою. Контроль може бути інтуїтивним шляхом призначення сигналу м'язи до функції протезування, яка корелює з функцією рук, яку м'яз надає перед його ампутацією.

### **2.5.14 Лікування раку протонною терапією**

На відміну від поширеної форми променевої терапії – фотонної, яка використовує високоенергетичні рентгенівські промені, протонна не пошкоджує здорові тканини, що оточують пухлину.

### **2.5.15 Нові матеріали / пристрої**

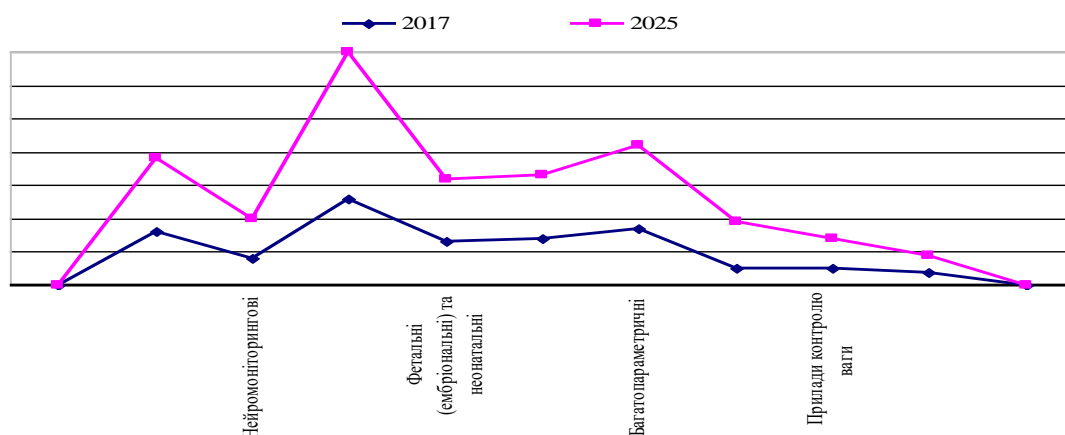
Згідно з дослідженням Elliot і Coventry, важливо контролювати наступні вісім параметрів пацієнта: насичення киснем, артеріальний тиск, температура, біль, пульс, рівень свідомості, виведення сечі та частоту дихання, які контролюються допомогою *пристроїв моніторингу пацієнта*.

**Пристрої моніторингу пацієнтів** використовуються під час незначних і великих операцій для моніторингу фізіологічних ознак і ускладнень пацієнта. Крім того, з досягненнями у сфері бездротових технологій ці пристрої можуть бути використані для дистанційного контролю фізіологічних параметрів пацієнтів. Ці пристрої є важливою частиною лікарень та інших закладів охорони здоров'я, оскільки вони, як очікується, допоможуть лікарям визначити тяжкість захворювання. Ці пристрої допомагають лікарям та іншим медичним працівникам виявляти та контролювати стан пацієнтів, які страждають різними типами захворювань, таких як діабет та серцево-судинні захворювання.

Основними чинниками зростання індустрії моніторингу пацієнтів є зростання поширеності захворювань способу життя, таких як цукровий діабет, рак і атеросклероз, а також збільшення кількості приймаючих пристроїв дистанційного моніторингу. Більше того, очікується, що зростання геріатричної популяції (старіння населення) сприятиме зростанню ринку моніторингу пацієнтів, оскільки люди похилого віку більш схильні страждати від хронічних і життєвих захворювань, які вимагають використання цих пристроїв моніторингу для оцінки їх здоров'я. Тим не менш, витрати, пов'язані з цією технологією та питання, пов'язані з державними правилами та відшкодуваннями, як очікується, перешкоджатимуть глобальному зростанню ринку моніторингу пацієнтів. З розвитком бездротової технології ці пристрої використовуються для віддаленого моніторингу фізіологічних параметрів пацієнтів, таких як рівень глюкози в крові, артеріальний тиск, частота серцевих скорочень і забезпечення відповідного лікування пацієнтів. Таким чином, технічний прогрес у цих пристроях і наявність невикористаного ринку в країнах, що розвиваються, як очікується, сприятимуть ринковим можливостям моніторингу пацієнтів.

Залежно від типу продукту, ринок глобальних пристроїв моніторингу пацієнтів поділяється на гемодинамічні, нейромоніторингові, кардіологічні, фетальні (ембріональні) та неонатальні, дихальні, багатопараметричні, віддалені пристрої контролю пацієнта. Прилади серцевого моніторингу ще поділяються на пристрої електрокардіограми, монітори Holter, монітори подій та інші (імплантовані реєстратори петлі, пристрої моніторингу серцевого викиду та інші).

Зростання глобального ринку девайсів моніторингу пацієнтів наведено на *рис. 2.20*.



*Рис. 2.20* Прогноз розвитку глобального ринку приладів моніторингу пацієнтів

Джерело: [78].

Як видно з *рис. 2.20*, серцеві моніторингові пристрої домінували в частці ринку моніторингу пацієнтів у 2017 р. і, як очікується, продовжить своє домінування протягом прогностичного періоду. Це пояснюється зростанням поширеності серцево-судинних захворювань, коли ці пристрої можуть допомогти контролювати їх тяжкість. Крім того, ці пристрої можуть також використовуватися в різних застосуваннях при серцево-судинних операціях.

*Ринкові перспективи.* Глобальний розмір ринку моніторингу пацієнтів у 2017 р. оцінювався в 22,641 млн дол. США, і до 2025 р. він оцінюється в 37,187 млн дол. США, при щорічному зростанні 6,4 % з 2018 по 2025 рік.

**Еластична електроніка для відновлення інсульту.** Жертви, що пережили інсульт, можуть страждати від втрати здатності розуміти або висловлювати мовлення. Цей пристрій, що включає еластичний датчик, має гнучкий механічний форм-фактор, встановлюється на пацієнта і записує чисті і точні дані. Конструкція дозволяє розтягнути 200 % без збоїв. При встановленні на шию, один пристрій може фіксувати частоту серцевих скорочень, частоту дихання, час розмови та якість ковтання одночасно. Пристрій формується анатомічно, щоб пацієнти могли розмістити прилад на належному місці установки без допомоги лікаря.

**Інтелектуальний прилад для аналізу крові людини в точці догляду.** SpinDx був розроблений для проведення одночасних мультиплексованих

імунологічних аналізів і кількості білих кров'яних клітин менше ніж за 15 хвилин. Методика ґрунтується на центрифужній мікрофлюїдиці, або «лабораторії на диску», яка використовує відцентрові сили для маніпулювання зразками і реагентами через мікрофлюїдні канали на диску. Пристрій може визначити кількість білих кров'яних клітин пацієнта, проаналізувати важливі білкові маркери та обробити до 64 аналізів з одного зразка за лічені хвилини.

**Невидимі лінзи.** Центр функціональних наноматеріалів Національної лабораторії Брукхейвена (CFN) розробив метод створення поверхневих наноекстилей, який ефективно виключає оптичні відбиття від скла, кремнію і пластмас. Скло нанотекстового зображення є антивідбивним по всьому видимому і ближньому інфрачервоному спектрам і в широкому діапазоні кутів огляду. Навіть при кутах огляду до 70 °, більш ніж 90 % світла проходить через наноструктуроване скло, порівняно з 74 % від нетекстового скла.

**Автомобіль буде точкою спостережень за здоров'ям [79].** Як пацієнти перетворюються на точку спостережень, так і вся система охорони здоров'я рухається до того, щоб стати невидимим за допомогою міриад маленьких діагностичних пристроїв і пристосувань, що вимірюють життєві ознаки. У цьому аспекті автомобіль стане неминучим місцем для надання допомоги.

**Ринкові перспективи.** Дослідження ринку компанією «Transparency» нещодавно опублікувало звіт про те, що прогнози глобального ринку автомобільних систем активного моніторингу здоров'я збільшуватимуться на рівні 67 % щорічних темпів зростання від 2018 до 2026 року. При цьому Volvo буде стимулювати автомобільний активний моніторинг здоров'я.

Незалежно від того, яке це місце – рульове колесо, ремінь безпеки або будь-яка інша частина автомобіля, що контактує з людьми – обладнання буде діяти як біометричний датчик для пасивного вимірювання ознак життєдіяльності та зберігання даних у хмарі. Наприклад, Bosch, німецький постачальник технологій для багатьох автомобільних компаній, розробляє систему на основі камери, яка контролюватиме рух голови та очей, а також пози тіла, частоту серцевих скорочень і температуру тіла, щоб уникнути засипання за кермом.

**Smartwatches для вимірювання важливих життєвих ознак.** Новий Apple Watch, Omron Heartguide, і Withings Move ECG, є лише останніми трьома хітами в секторі інтелектуальних вимірювань. Їх спільною ознакою є те що

вони можуть вимірювати клінічну ЕКГ і забезпечувати багатогранний огляд стану здоров'я серця. Medicalfuturist очікує, що девайси для вимірювання ЕКГ і кров'яного тиску будуть процвітати: медичні фахівці включатимуть їх у клінічну практику, особливо в діагностику. Завдяки традиційним вимірам, ці медичні пристрої принесуть нові «промислові стандарти» для моніторингу серця та контролю серцево-судинних захворювань. Також очікується, що вимірювання Холтера на ЕКГ можна буде здійснювати на смарт-годиннику.

### **2.5.16 Технологія RFID**

Один з напрямків цієї технології – застосування сенсорної RFID-мітки 400 МГц розміром 2x2 мм для оцінки якості харчування пацієнта. Цей проект розробляють в Університеті Тафта. Передбачається наклеювати мітку на зуб і дистанційно знімати з сенсора дані спеціальним зчитувачем. Це дозволить, наприклад, заміряти кількість глюкози, яка надійшла в організм людини за день.

Другий напрямок – це поліпшення обліку в медустановах за рахунок RFID-ідентифікації документів, використання «розумних шаф» на базі RFID, відстеження поставок медикаментів за допомогою RFID-міток.

А в Сполученому королівстві, в NHS Trust, RFID-мітки задіяли для ідентифікації імплантів – це дозволяє мінімізувати лікарські помилки і економити час, який зазвичай витрачається на підготовку до хірургічної операції.

*Ринкові перспективи.* Сегмент RFID на глобальному ринку охорони здоров'я досягне 4,1 млрд дол. США до 2021 р., зростання в період з 2017 по 2021 рік складе 21,64 %. Цьому прогнозу можна повірити, оскільки зростає число сценаріїв використання RFID (технології радіочастотної ідентифікації) в медицині.

Загальні перспективи розвитку медичних технологій за сферами медичної діяльності можна бачити з результатів дослідження EvaluateMedTech, за якими зростання частки у 2024 р. відмічено у діагностиці *in vitro* (IVD), кардіології, офтальмології, загальній та пластичній хірургії, ендоскопії, стоматології, лікування діабету, IT-медицині та неврології (рис. 2.21).

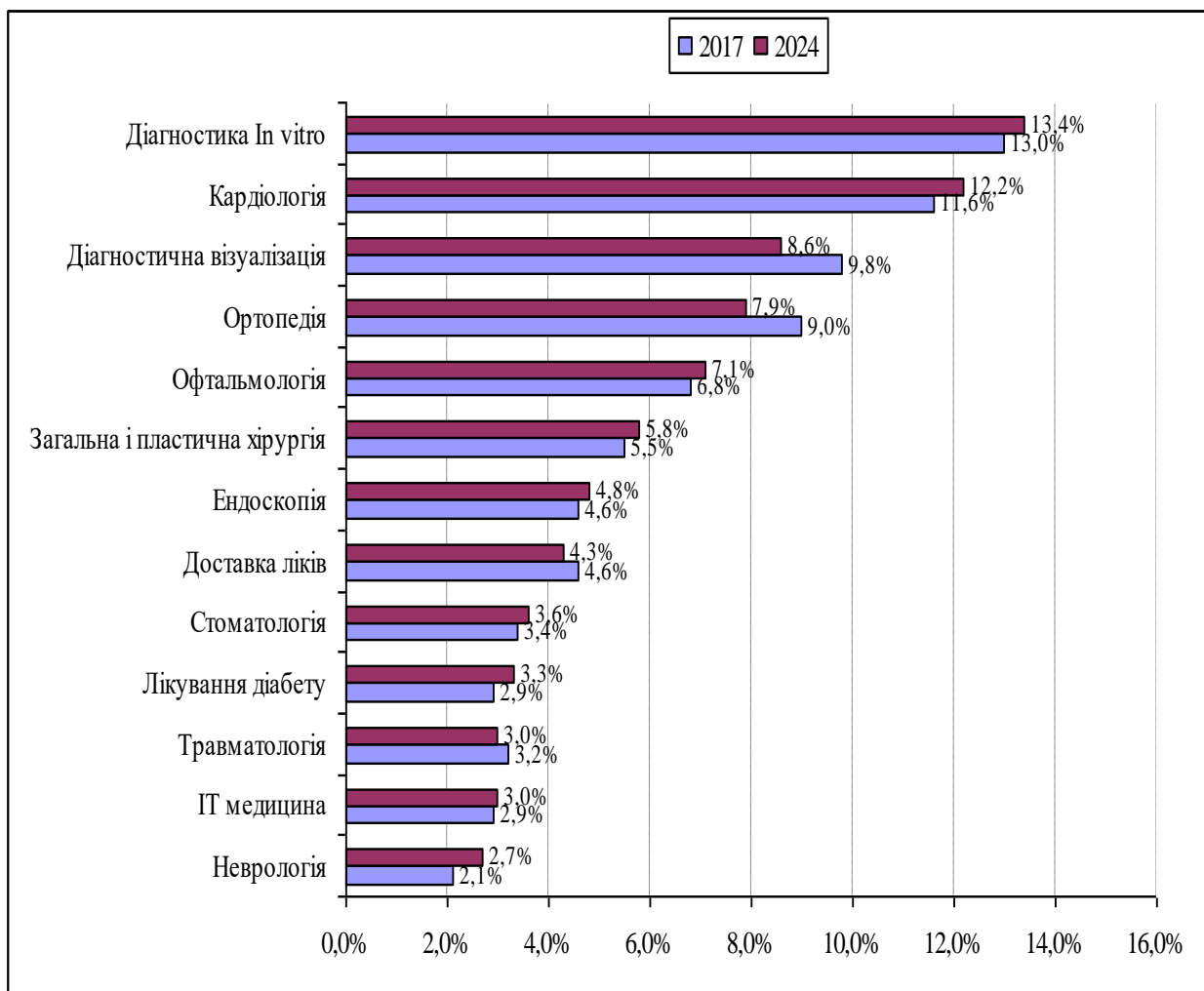


Рис. 2.21 Найбільші сегменти світової медичної технології за часткою ринку в 2017 і 2024 роках

Джерело: [80].

Отже, основними найбільш перспективні області на напрями подальшого розвитку медичної сфери, є:

- біотехнологія та генна інженерія;
- застосування наноматеріалів, при щорічному зростанні цього ринку у 12,6% протягом 2017-2023 рр.;
- досягнення в обчисленні і високопродуктивних технологіях, а саме, секвенування ДНК, при щорічному зростанні цього ринку на 19,0% протягом 2018-2025 рр.;
- оптичний моніторинг нейронів і оптогенетична модуляція нейронної активності, що допомагатиме нейрофізіологам спостерігати за дією мозку з метою запобігання або лікування захворювань, таких як деменція, паркінсонізм і шизофренія.



Технологіями, які в глобальному масштабі впливатимуть на розвиток медицини та усіх її сфер в найближчому майбутньому визначено наступні:

- штучний інтелект,
- обробка великих даних,
- mHealth,
- портативні пристрої для носіння.

Зростання ринку *штучного інтелекту (AI)* оцінюється на рівні 42 % до 2021 р., при цьому системи штучного інтелекту впроваджуватимуться у 90 % американських і 60 % глобальних лікарень та страхових компаній у діагностичних дослідженнях, розробці лікарських засобів та застосуваннях для аналізу ризиків. Через впровадження платформ AI в окремих робочих процесах у галузі охорони здоров'я протягом наступних 2-3 років буде досягнуто збільшення продуктивності на 10-15 %.

*Цифрові медичні технології*, які забезпечують обслуговування поза лікарняними установами, зростуть на 30 %, та до кінця 2019 р. обсяг глобального ринку складе 25 млрд дол. США, а до 2020 р. – 206 млрд дол. США. При цьому найвищий рівень сукупного середньорічного темпу зростання за прогнозом до 2020 р. спостерігатиметься у сфері mHealth – 41 % (далі – бездротовий зв'язок – 23%, телемедицина – 15 % та електронні медичні записи – 4 %), за середнього рівня темпу росту цифрових технологій в медицині – 21 %.

Ринок досліджень і розробок у сфері *обробки великих даних* в медицині зросте у 2025 р. до 68,8 млрд дол. США – це майже у 6 разів по відношенню до 2016 року.

Очікувана перспективність *імунотерапії* для лікування раку складає, зокрема для ринку інгібіторів контрольних точок на рівні 21,1 млрд дол. США до 2020 р., збільшуючись щорічно на 139 % (у 2015 р. – 3 млрд дол. США).

Перспективою для *3D-друку* буде друк людських тканин, що може бути використано в якості хірургічних трансплантатів для відновлення або заміни пошкоджених тканин і органів. Очікується, що до 2025 р. бізнес для 3D-друку для охорони здоров'я коштуватиме близько 6 млрд доларів.

Технологія *інтернету медичних речей (IoMT)* допомагатиме лікарям зібрати аналітику для прогнозування тенденцій здоров'я і до 2021 р. складе близько 30 млрд пристроїв у всьому світі. Глобальний розмір ринку

моніторингу пацієнтів у 2017 р. оцінювався в 22,6 млн дол. США, і до 2025 р. він оцінюється в 37,2 млн дол. США, при щорічному зростанні 6,4 % з 2018 по 2025 рік. Прогнози глобального ринку автомобільних систем активного моніторингу здоров'я збільшуватимуться на рівні 67 % щорічних темпів зростання протягом 2018-2026 рр.

Ринок *хірургічних роботів* зросте до 2025 р. більш ніж удвічі, а їх кількість – з 826 од. у 2017 р. до 2112 од. у 2025 році. Потенційними споживачами або сферами застосування хірургічних роботів у 2025 р. будуть: загальна хірургія (34 % ринку цих технологій), гінекологія (24 %), ортопедія (17 %), урологія (12 %), інтервенційна кардіологія (6 %), неврологія (4 %), інші сфери (4 %).

Ринок *ортопедичних імплантатів* у 2017 р. становив 45,9 млн дол. США і очікується, що до 2025 р. він складе 66,6 млн дол. США, при щорічному зростанні на 4,7 %.

Зростання глобального ринку технологій RFID (застосування сенсорної RFID-мітки для оцінки якості харчування пацієнта, поліпшення обліку в медустановах за рахунок RFID-ідентифікації документів, для ідентифікації імплантів, тощо) протягом 2017-2021 рр. очікується на рівні 21,64 % і досягне обсягів у 4,1 млрд дол. до 2021 року.

## 3 ЦСР 6. ЧИСТА ВОДА ТА НАЛЕЖНІ САНІТАРНІ УМОВИ

### 3.1. Вода та її використання

Вода є одним з найбільш важливих природних ресурсів і має дуже важливе значення для підтримки життя. Попит на воду постійно зростає внаслідок швидкої урбанізації, зростання економічного розвитку та збільшення промислової діяльності, що збільшує рівень забруднення води. Як свідчить світовий досвід, на глобальному ринку разом із попитом на воду зростають також витрати на водопостачання, каналізацію та обладнання і доходи від надання послуг у цій сфері. Прикладом є розвинені країни світу та Євросоюзу.

**США.** Обсяг капітальних витрат на водопостачання, каналізацію та інші системи в США у 2017 р. становив 3,9 млрд дол. США, з яких 67,3 % – витрати на водопостачання, каналізацію та 32,7 % – на обладнання. При цьому обсяги витрат на водопостачання, каналізацію у 2017 р. зменшилися на 11,5 % порівняно з 2016 р., тоді як на обладнання зросли на 28,0 %. Динаміка має коливальний характер із різким зниженням обох сегментів у 2013 р. і витрат на обладнання – у 2016 р. та найбільшим зростанням їх обох у 2015 р. (рис. 3.1).

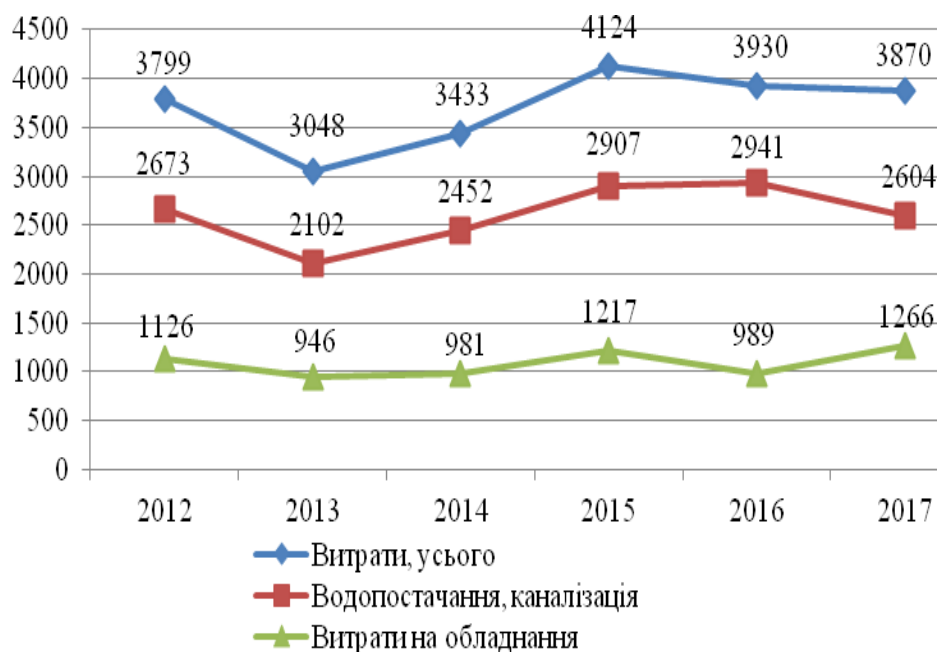


Рис. 3.1 Обсяг капітальних витрат на водопостачання, каналізацію та обладнання у США за 2012-2017 рр., млн дол. США

Джерело: [81].

У 2000-2015 рр. обсяг доходу від очищення стічних вод у США мав позитивну динаміку з активним зростанням у 2000-2013 рр. та помірним – у 2014 та 2015 рр. Більшість потоків доходів були зібрані муніципальними установами для каналізаційних або стічних вод (рис. 3.2).

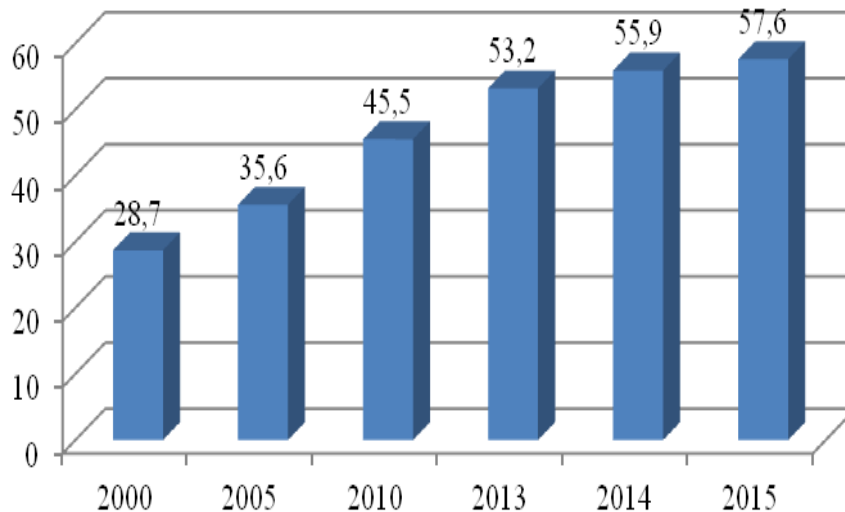


Рис. 3.2 Доходи від очищення стічних вод у США у 2000-2015 рр., млрд дол. США

Джерело: [82].

У 2017 р. частка забруднення води нітратними сполуками була найбільша (90,0 %), барієм та цинком – найменша (3,0 % та 4,0 % відповідно) (рис. 3.3).

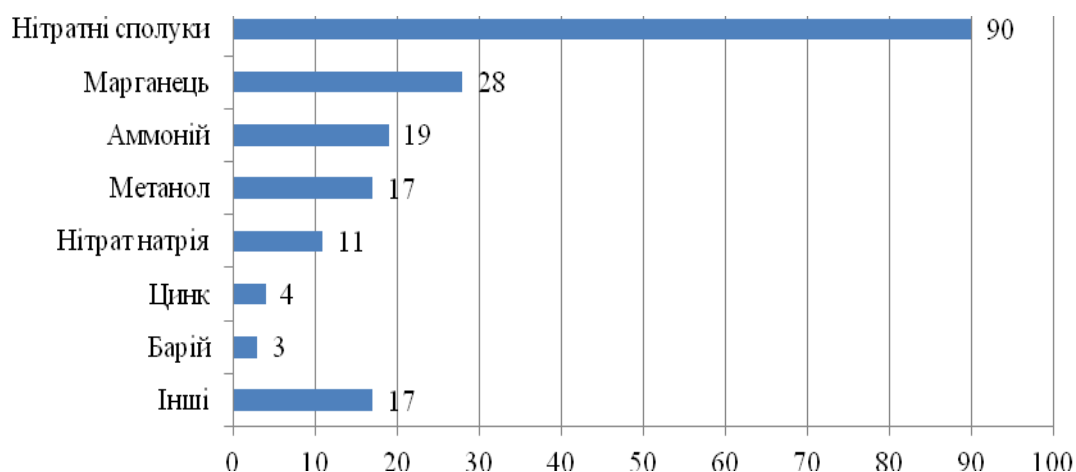


Рис 3.3 – Склад промислових стоків у США за хімічними речовинами у 2017 р., %

Джерело: [83].

**Австралія.** Обсяг витрат на будівництво інфраструктури стічних вод в Австралії у період 2009-2018 рр. має нестабільну динаміку із найбільшим зростанням у 2011 р., найменшим – у 2015 р. та зростанням у 2018 р. на 13,0 % порівняно з 2017 р. (рис. 3.4).

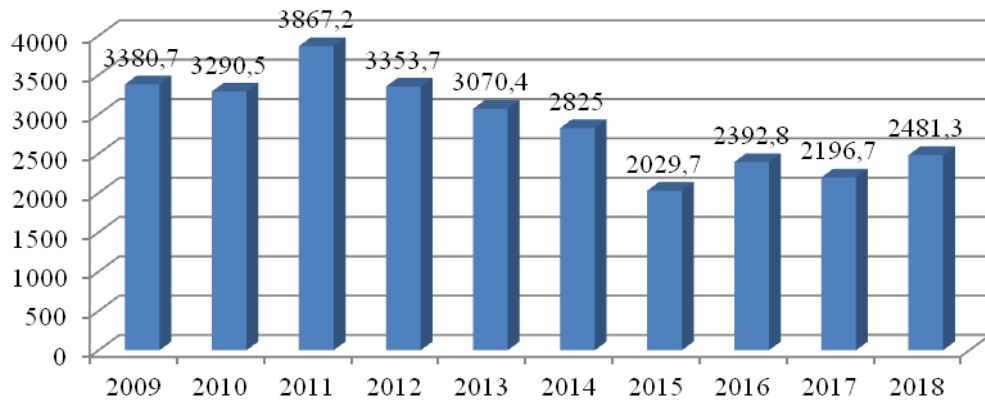


Рис. 3.4 Витрати на будівництво каналізаційних і дренажних систем Австралії у 2009-2018 рр., млн австрал. дол.

Джерело: [84].

У 2017 р. в Австралії обсяг витрат промислового сектора на послуги розподілення і повторного використання води був в 1,5 разу більше порівняно з витратами на використання стічних вод. При цьому з 2014 р. відбулося різке (майже вдвічі) зменшення витрат на розподілення і повторне використання води, тоді як на використання стічних вод було помірне зростання (рис. 3.5).

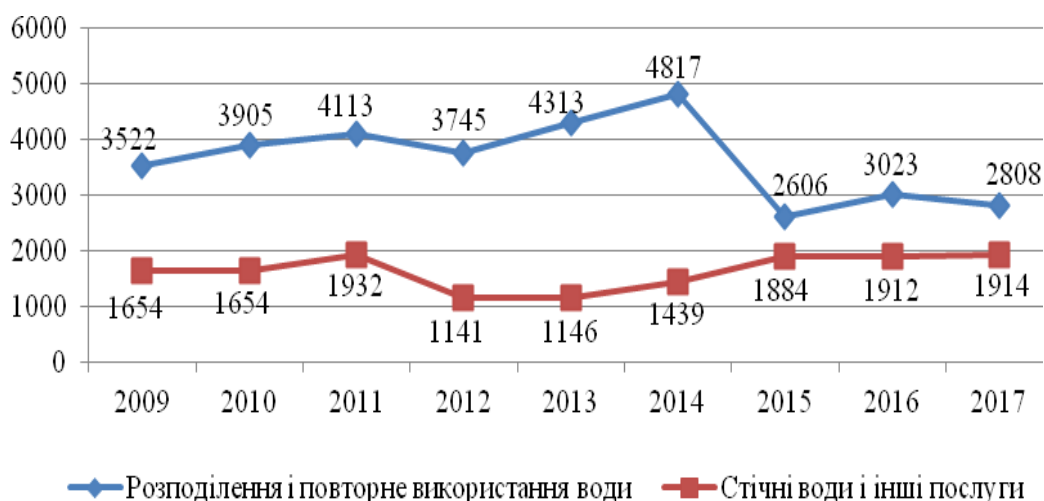


Рис 3.5 Витрати промисловості Австралії на воду за послугами у 2009-2017 рр., млн австрал. дол.

Джерело: [84].

У 2017 р. в Австралії обсяг витрат домогосподарств на послуги розподілення і повторного використання води був на 14,0 % більше порівняно з витратами на послуги з використання стічних вод. У 2009-2017 рр. динаміка витрат обох сегментів мала позитивний характер (рис. 3.6).

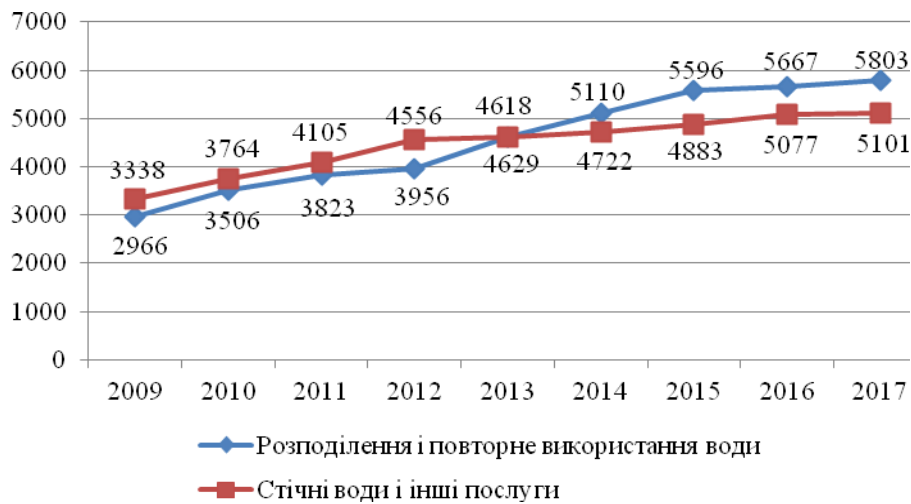


Рис. 3.6 Побутові витрати на воду за видами послуг в Австралії у 2009-2017 рр., млн австрал. дол.

Джерело: [85].

**Європейський Союз.** Австрія, Бельгія, Норвегія, Франція, за прогнозом, у 2019 - 2023 рр. матимуть стабільне помірне зростання доходу від послуг збору, обробки і постачання води та стабільне зменшення від послуг каналізації (рис.3.7-3.10).

### Австралія

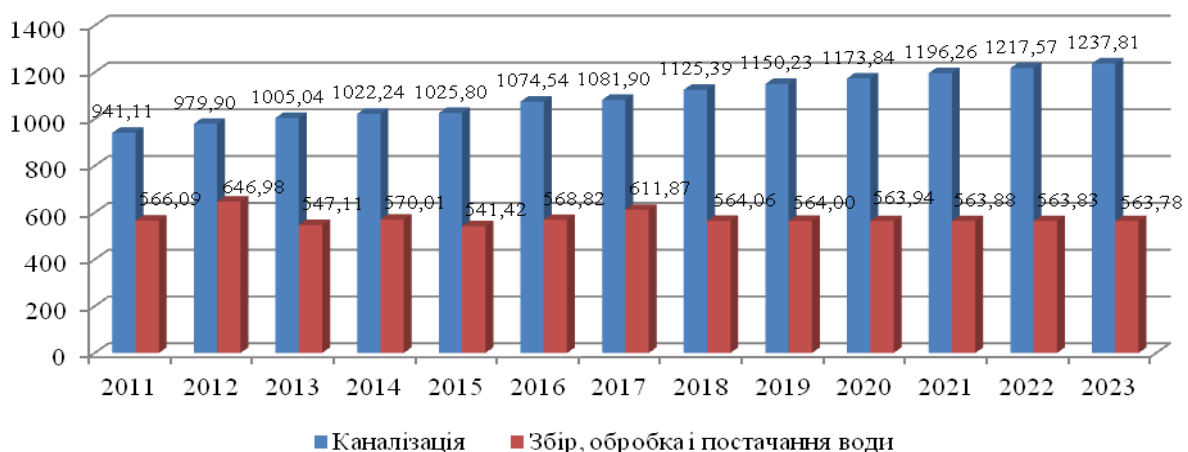


Рис. 3.7 Доходи від послуг збору, обробки і постачання води та каналізації в Австрії, млрд дол. США

Джерело: [57].

## Бельгія

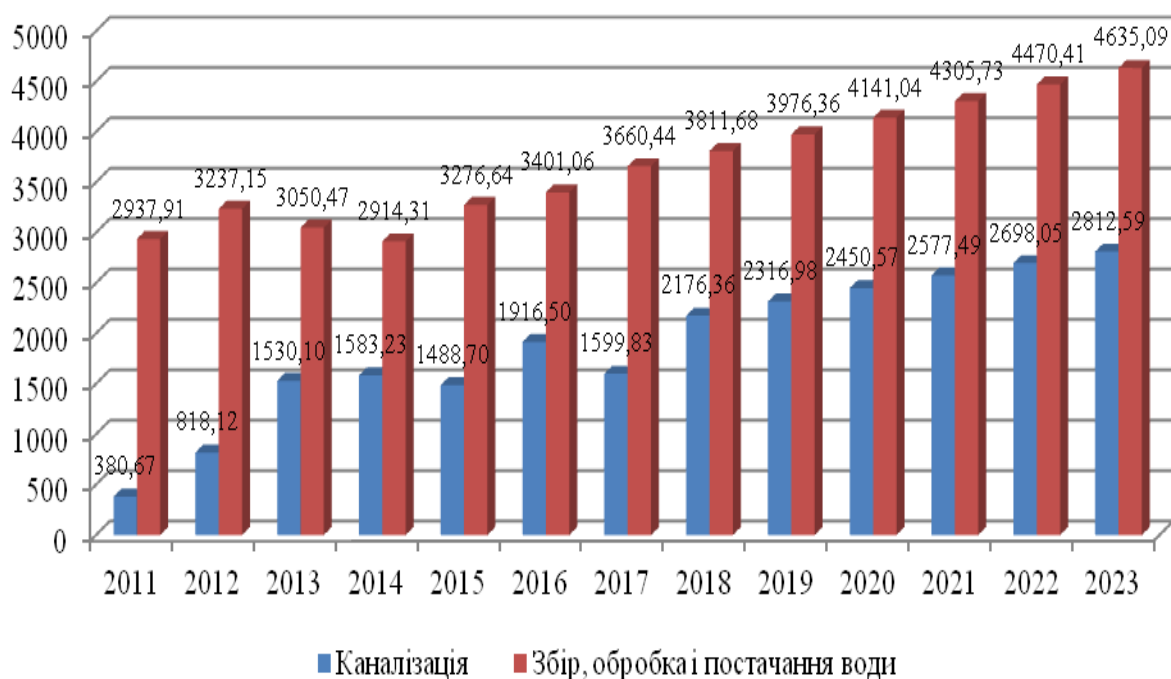


Рис. 3.8 Доходи від послуг збору, обробки і постачання води та каналізації у Бельгії, млрд дол. США

Джерело: [57].

## Норвегія

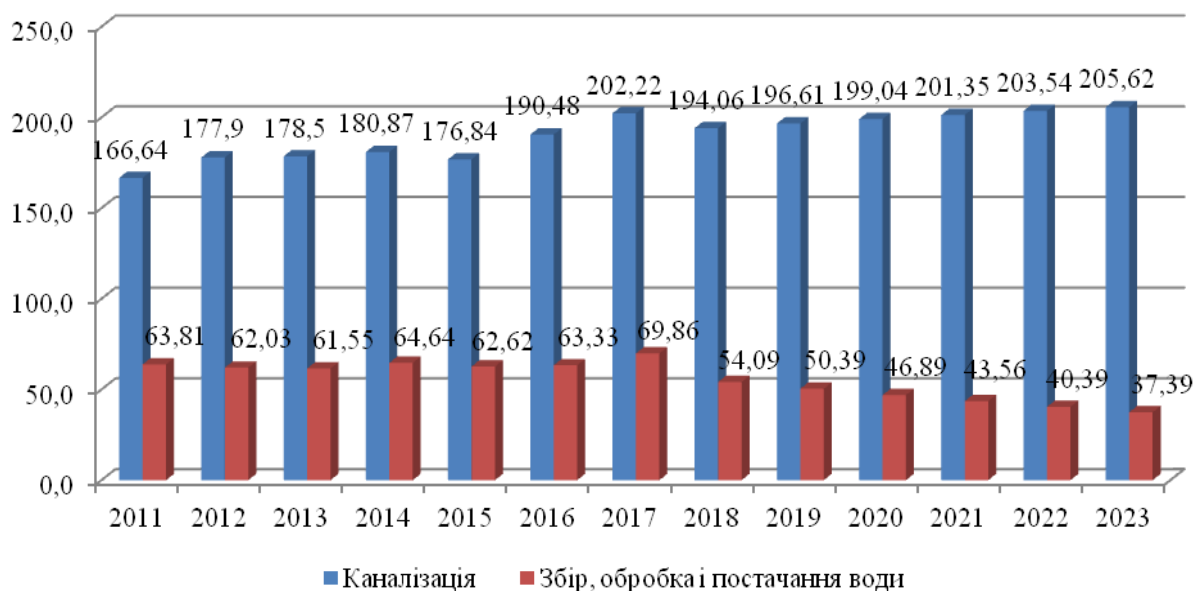


Рис. 3.9 Доходи від послуг збору, обробки і постачання води та каналізації у Норвегії, млн. дол. США

Джерело: [57].

## Франція

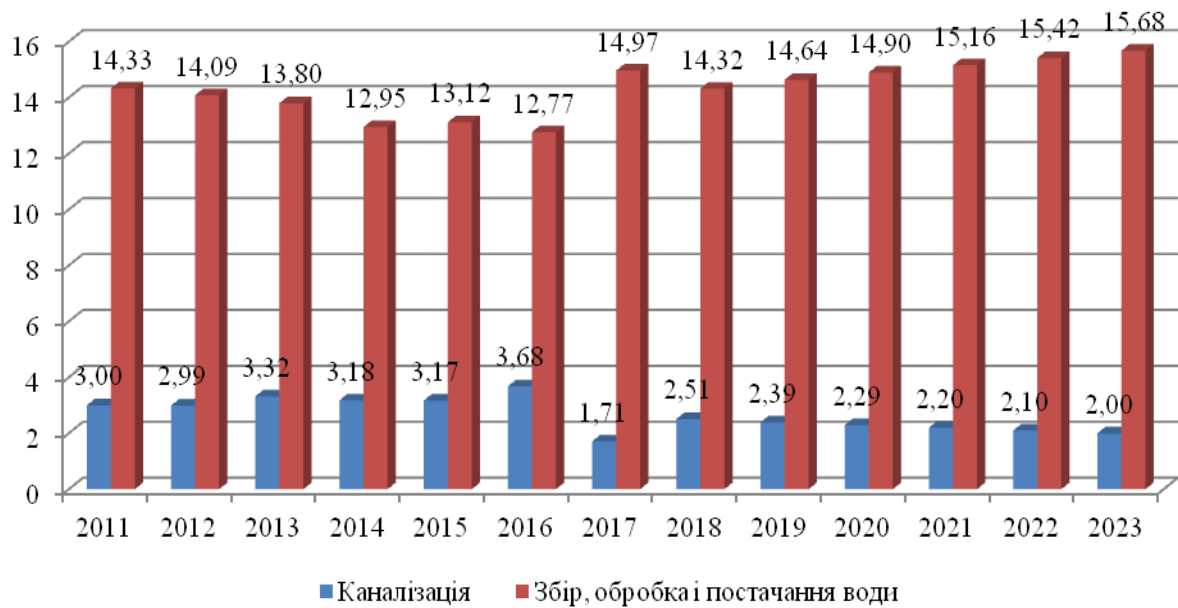


Рис. 3.10 Доходи від послуг збору, обробки і постачання води та каналізації у Франції, млрд дол. США

Джерело: [57].

**Італія**, за прогнозом, у 2019 - 2023 рр. матиме позитивну динаміку зростання доходу від послуг збору, оброблення і постачання води та стабільну динаміку доходу від послуг каналізації (рис. 3.11).

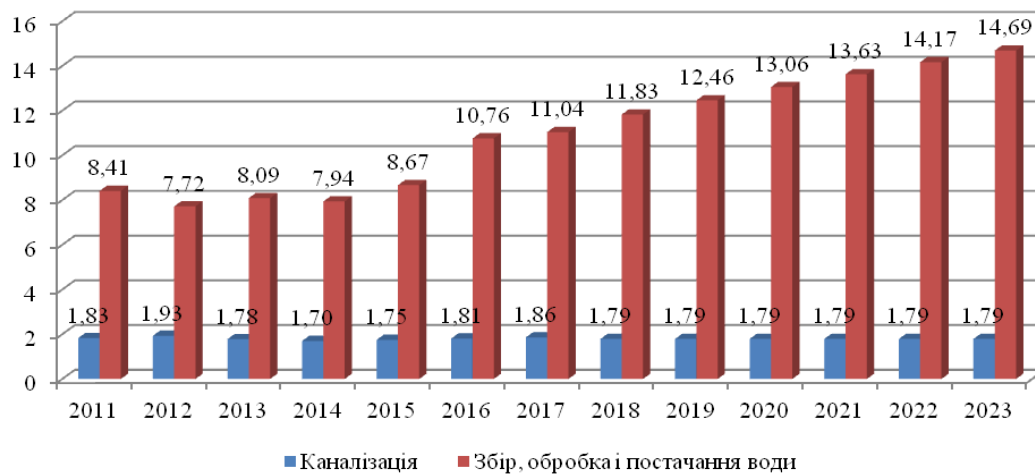


Рис. 3.11 Доходи від послуг збору, обробки і постачання води та каналізації в Італії, млрд дол. США

Джерело: [57].



## **3.2 Очищення води**

Водні ресурси майже всі розподілені в морях і океанах у вигляді солоної води, яка не підходить для використання у промисловості та соціальному секторі. З метою забезпечення водою промислового та побутового секторів та заощадження басейну прісної води застосовуються технології опріснення солоної води.

Велика частина технічної води, споживчої води для котлів і промивної води надходить з озер, річок і системи підземних вод, яка також потребує очищення. Для видалення забруднюючих речовин з джерел прісної води перед використанням необхідні складні технології та обладнання для очищення промислової води і процедури фільтрації та відповідні хімічні продукти, щоб задовольнити постійно зростаючий попит та забезпечення безпеки споживачів.

### **3.2.1 Обладнання для опріснення води**

*Загальна характеристика.* Процес відділення солі та інших мінералів від джерел, включаючи морські, солонуваті і річкові, здійснюється за допомогою опріснювального обладнання. Її основні компоненти – клапани, блоки відновлення енергії, насоси, з'єднувальні шланги, блок фільтрації та сепараторів. Основними складовими, що використовуються для виготовлення цього обладнання, є система фільтрації і насосні установки.

Обладнання використовується як активне джерело для вироблення води для зростаючого населення. Він також необхідний для промислових установок для різних функцій. Головною перевагою цього обладнання є те, що він запобігає експлуатації поточних запасів води, таких як озера, ставки, ґрунтові води тощо, оскільки більшість продукту використовують для очищення джерела морського сольового розчину.

Прикладом успішного застосування такого обладнання є американський ринок, який, за прогнозом, матиме зростаючий попит у муніципальному та виробничому секторах, що сприяє розвитку нових технологій на ринку. Так, команда Массачусетського технологічного інституту (MIT) розробила інноваційний метод для лікування солоних джерел. Технологія використовує електрично розгорнуті ударні хвилі для відділення солі та свіжого джерела.

Ринок врегульовано Агентством охорони навколишнього середовища США (EPA) поправкою до федерального закону про чисту воду в частині

використання моря як альтернативного джерела традиційних свіжих водних джерел у загальнонаціональному масштабі із здійсненням контролю та моніторингу на регіональному рівні, що забезпечить необхідну підтримку для розвитку опріснювальної промисловості в країні.

*Види технологій опріснення.* Серед технологій опріснення з часткою на ринку понад 58 % переважає *технологія зворотного осмосу (RO)* морської, солонуватої та річкової води завдяки підвищеній ефективності та можливості споживати менше енергії. Другу позицію займає сегмент *багатоступеневої фільтрації (MSF)* – термічний процес для опріснення джерела сольового розчину. Очікується, що сегмент матиме середньорічне зростання (CAGR) 9,1 % від 2017 до 2025 року. Процес зосереджений, головним чином, у регіоні Близького Сходу, оскільки він використовує величезну кількість енергії для здійснення техніки видалення солі. Тарифи на дешеву енергію роблять цей процес можливим у країнах Перської затоки через низькі тарифи на електроенергію. Проте ця технологія є дуже дорогою для економік, що розвиваються. *Технологія мульти-ефекту дистиляції (MED)* також є термічним процесом. Очікується, що сегмент MED матиме середньорічне зростання (CAGR) 8,9 % протягом прогнозованого періоду 2017 до 2025 року. Головною перевагою MED є те, що вона потребує меншої енергії порівняно з іншими тепловими процесами. Крім того, процес може здійснюватися безперервно протягом 24 годин з мінімальним наглядом. Очікується, що цей сегмент зростатиме в країнах Близького Сходу завдяки попиту на процеси на тепловій основі та доступній енергії.

Інші технології включають мікрофільтрацію, нанофільтрацію тощо. Очікується, що попит на інші технології зростатиме стійкими темпами завдяки попиту в країнах, що розвиваються. Інші технології, засновані на мембрані, вимагають менших інвестицій і потребують невеликої енергії для обробки солоних джерел. Таким чином, попит на обладнання, засноване на інших технологіях, швидше за все, буде зумовлено розвитком таких економік, як Індія, Малайзія тощо.

*Обсяг та прогноз ринку.* Обсяг ринку світового обладнання для опріснення води становив 11,58 млрд дол. США у 2016 р. і, за прогнозом, він зростатиме в середньому на 9,1 % до 2025 р. Очікується, що розвитку ринку

протягом прогнозного періоду сприятиме зростання стурбованості станом води та використання водних ресурсів зростаючим населенням (рис. 3.12).

Муніципальний сектор був основною галуззю застосування, на яку припадає більше половини загального попиту. Очікується, що цей сегмент зростатиме в середньому (CAGR) на рівні 9,1 % з 2017 по 2025 рік, чому сприятиме, зокрема, використання датчиків для відстеження споживання води та уникнення витрат у рамках розвитку розумних міст у всьому світі.

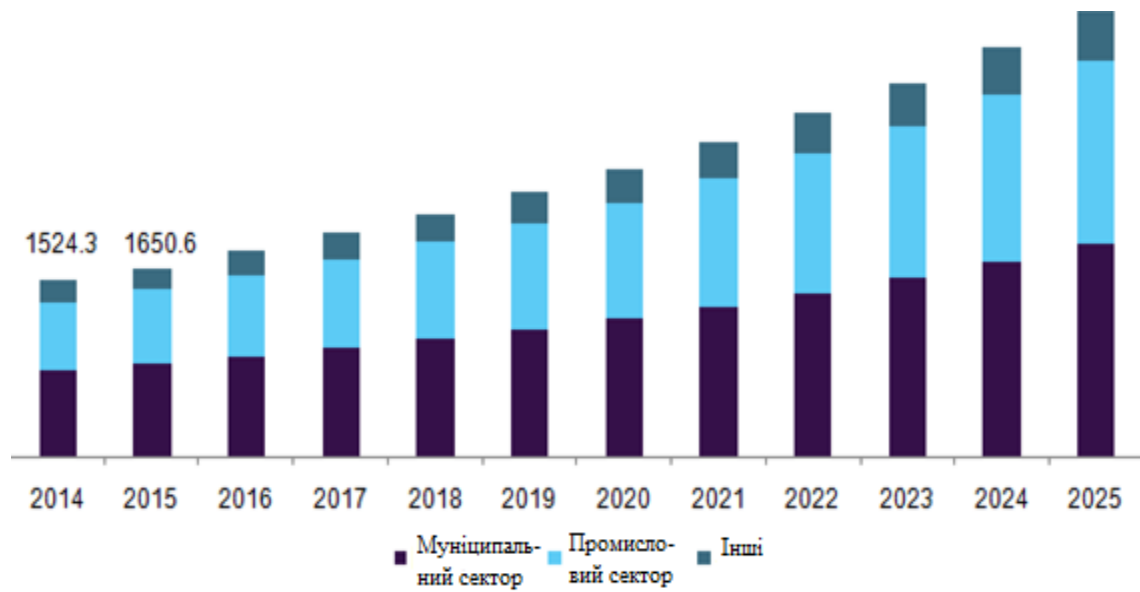


Рис. 3.12 Ринок обладнання для опріснення води у 2014-2025 рр., млн дол. США

Джерело: [86].

Зростаючий дефіцит води та збільшення населення, ймовірно, стане ключовим каталізатором для зростання муніципального опріснювального обладнання.

Промисловий сектор також має значне зростання попиту на обладнання. Очікується, що індустріальне застосування зростатиме значними темпами у прогнозованому періоді з 2017 по 2025 рік. Промисловий розвиток у країнах, що розвиваються, Південної Америки та Азіатсько-Тихоокеанського регіону прискорили зростання промислового застосування водоочищеного сольового розчину в таких галузях, як будівництво, папір та целюлоза, продукти харчування та напої, нафта і газ. Очищена вода використовується для виконання функції теплоносія в електростанціях, розчину в будівництві тощо. Очікується, що промислове застосування матиме середньорічне зростання (CAGR) 9,3 % з 2017 по 2025 рік.

- *Сегмент морської води*, ймовірно, залишиться основним джерелом процесу обробки солоного джерела в усьому світі. На сегмент припадає понад 67 % загального обсягу джерел, використаних для опріснення води. Очікується, що за прогностичний період з 2017 по 2025 рік сегмент зросте в середньому (CAGR) на 9,2 %. Водна державна рада штату Каліфорнія в США вже прийняла морське середовище як життєздатну альтернативу свіжим джерелам. Юридична підтримка з боку державних органів сприятиме зростанню сегменту в найближчі роки.

- *Сегмент солонуватої води*, як очікується, матиме постійний попит протягом прогностичного періоду із середньорічним зростанням 8,8 % у прогностованому періоді 2017-2025р.р. завдяки нескладній обробці солонуватого джерела, у порівнянні з морем, оскільки солониста вода складається з меншої частки солі на мільйон (ppm) порівняно з морським джерелом.

- *Сегмент обладнання для опріснення річкової води*, ймовірно, зросте в середньому (CAGR) на 9,0 % протягом прогностичного періоду. Зміна кліматичних умов призвела до зниження рівня вод у річках світу. Орієнтуючись на очищення морської солоної води та збереження прісних запасів, таких як річки, озера, ставки, очікується, що цей сегмент матиме значний попит з боку Північної Америки та Азіатсько-Тихоокеанського регіону.

*Регіони застосування та їх прогноз.* Провідними регіонами щодо попиту на обладнання для опріснення води є Близький Схід і Африка, за якими слідує Азіатсько-Тихоокеанський регіон. Частка попиту на обладнання для опріснення води в цих регіонах становить більше 40 % світового попиту.

Саудівська Аравія є одним з найбільших виробників водоочищеного сольового розчину, за якою йдуть США та ОАЕ. Ключовими країнами для зростання промисловості в найближчі роки також є Іспанія, Китай, Австралія та Індія. Перспективним є Азіатсько-Тихоокеанський регіон завдяки країнам, що розвиваються, таких як Індія та Китай.

Разом з тим, очікується значне зростання попиту в регіоні Південної Америки. Незважаючи на те, що регіон має багаті джерела свіжої води, відсутність ефективних каналів розподілу призводить до її дефіциту. Щоб покращити розподільчу мережу та забезпечити ефективний засіб для надання послуг, уряди регіону беруть участь у процесі опріснення води. Розвиток

очисної станції в регіоні забезпечить необхідний попит на зростання обладнання до 2025 року.

Зростання населення у поєднанні зі стійким зростанням урбанізації, ймовірно, виступатиме ключовим фактором збільшення споживання води. Зростаюче водокористування породжуватиме попит на свіжі джерела, що, у свою чергу, створить попит на обладнання для опріснення води.

*Учасники ринку.* Промисловість є фрагментованою, без жодного безпосереднього лідера. Учасники зосереджують свою увагу на розробці нових технологій для зменшення споживання енергії та підвищення ефективності продукції. Ключові, а також дрібні регіональні гравці, інвестують в НДДКР та намагаються розробити новий та кращий продукт для промисловості кінцевих споживачів, щоб отримати частку ринку.

Основними учасниками ринку є Genesis Water Technologies, Doosan Heavy Industries і Construction, GE Corporation, Koch Membrane systems, Technologies IDE, Degremont SAS, Biwater, Hyflux Ltd., Acciona, SA [86].

### **3.2.2 Обладнання для очищення води та стічних вод**

*Загальна характеристика.* Обробка води складається з хімічних і фізичних процесів розділення для видалення нестійких елементів і забруднюючих речовин з води. Технологічні процеси сегментуються на первинне, вторинне і третинне очищення. У 2018 р. частка сегменту третинного очищення становила 43,2 %. *Ключовими технологіями* третинного очищення є нанофільтрація, зворотний осмос, мембранні біореактори, мікрофільтрація та дезінфекція.

Вторинна обробка в основному використовується для усунення розчинних органічних речовин та неорганічних хімічних речовин, серед яких азот і фосфор, через використання фільтрів, біо-башти, обертових біологічних контакторів і систем активного мулу.

Обладнання для очищення води та стічних вод виробляється багатьма способами в залежності від технології та процесу, в якому вони будуть використовуватися. Ключові сегменти обладнання включають мембранний поділ, дезінфекцію, біологічне обладнання і зневоднення осаду.

*Обсяг та прогноз ринку.* Глобальний розмір ринку обладнання для очищення води та стічних вод у 2018 р. становив 30,01 млрд дол. США і, за

оцінками, до 2025 р. досягне 103,41 млрд дол. США із сукупним середньорічним темпом росту 3,7 % (рис. 3.13). Значне збільшення кількості обладнання буде відбуватися завдяки зростаючому попиту на чисту воду внаслідок збільшення населення, індустріалізації та швидкої урбанізації ринків, що розвиваються. Очікується, що зростання інвестицій у це обладнання у поєднанні з ростом нафтової та газової промисловості буде стимулювати ринок. Передбачається, що ринок буде збільшуватися внаслідок збільшення вимог щодо мінімізації глобального водного використання та оптимальної врожайності в країнах з ринком, що розвивається, серед яких Азіатсько-Тихоокеанський регіон.

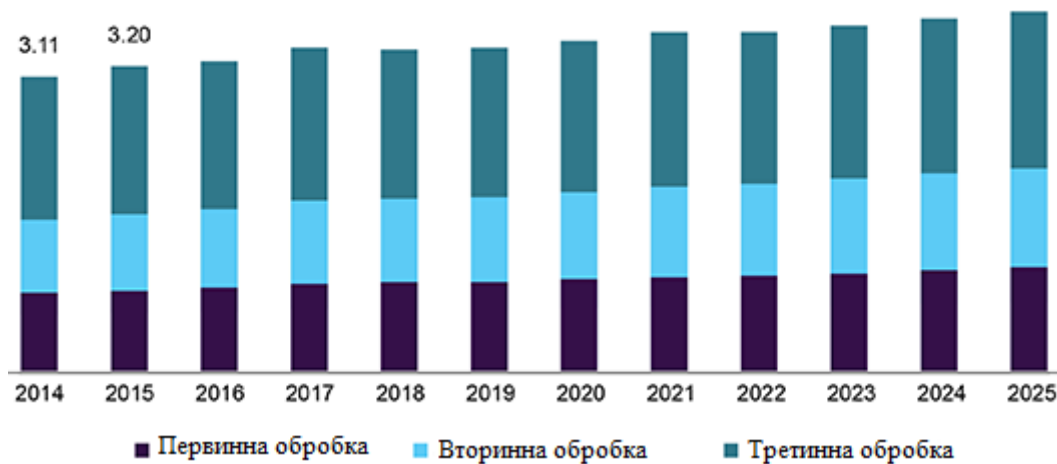


Рис. 3.13 Ринок обладнання для очищення води та стічних вод США у 2014-2025 рр., млрд дол. США

Джерело: [87].

У 2018 р. лідером на ринку був сегмент обладнання мембранного поділу з обсягом 6,16 млрд дол. США, який, за прогнозом, зростатиме завдяки підвищенню поінформованості про важливість нанофільтрації та зворотного осмосу для застосування в очистці стічних вод.

Біологічне обладнання було другим сегментом за величиною доходів, який становив 16,8 % загальної частки ринку у 2018 році. Суворі правила, спрямовані на контроль забруднення води на виробничому та муніципальному рівнях через використання екологічних засобів на розвинених ринках, включаючи США, Канаду, Німеччину Японія, як очікується, підвищить вимоги до біологічного обладнання для очищення стічних вод. Крім того, очікується, що технологічне впровадження в умовах розробки нових методів, зокрема,

реактори з псевдозрідженою біоплівкою (MBBR) та інтегрованою фіксованою плівкою активованого осаду (IFAS) для методів вторинної обробки, матиме значний вплив на ринок протягом прогнозного періоду.

Муніципальні та промислові відходи – це основні сегменти ринку глобального водопостачання та очищення стічних вод. У 2018 р. найбільшу частку на ринку (72,8 %) мав сегмент промислових відходів і очікується, що до 2025 р. цей сегмент досягне 28,13 млрд дол. США.

Сегмент промислових відходів має численні застосування для сирови та обробленої води у багатьох галузях, включаючи хімічну, паперову та целюлозну, харчову продукцію та напої, гірничодобувну промисловість та нафтопереробні заводи. Ключовими чинниками зростання високого попиту на свіжу та оброблену воду є швидка урбанізація, технологічний розвиток та збільшення виробничих потужностей.

Сегмент муніципальних відходів також зростатиме завдяки збільшенню міського населення, інвестицій та державної підтримки розвитку інфраструктури в країнах, що розвиваються, включаючи Бразилію, Китай, Індію, Туреччину та Саудівську Аравію; що передбачає значний попит та стимулюватиме зростання ринку цього сегменту.

*Регіони застосування та їх прогноз.* Ключові органи влади, серед яких Агентство США з охорони навколишнього середовища (EPA), Європейське агентство з навколишнього середовища (EEA) та Центральний комітет з контролю за забрудненням (CPCB), відіграють основну роль у підвищенні якості водного середовища та запобіганні забрудненню. Жорсткі державні правила щодо викидів стічних вод у збільшили попит у комунальному та промисловому секторах.

США є одним з найбільших ринків обладнання для очищення стічних вод завдяки високо розвиненим технологіям і передовим технологіям обробки. Агентство США з охорони навколишнього середовища (EPA) впроваджує численні нормативні акти, спрямовані на забезпечення послуг з управління водними ресурсами на виробничому та муніципальному рівні. Прогнозується, що зростання міського населення у поєднанні зі значним попитом на промислове повторне використання води сприятиме зростанню обладнання для обробки води в країні до 2025 року.

Азіатсько-Тихоокеанський регіон, як передбачається, стане лідером глобального ринку обладнання для очищення води та стічних вод протягом прогнозного періоду з часткою доходу 35,69 % у 2025 році. Зростання чисельності міського та сільського населення, урбанізація та іноземні інвестиції в промислові та комунальні галузі управління стічними водами є основними рушійними силами регіональної експансії.

Європа, включаючи Росію, Норвегію та Великобританію, була другим за показником доходу регіоном з часткою 27,7 % у 2018 р. і очікується, що вона матиме стабільне зростання протягом прогнозного періоду. Реалізація жорстких норм стимулювала ринок машин для водоочищення в регіоні. Згідно з прогнозами МЕА, з 2019 по 2025 рр. спостерігатиметься потужне зростання сукупного середньорічного темпу (CAGR) – до 4,1 %. Регіон характеризується наявністю великої кількості водоочисних та очисних споруд через відсутність значних джерел прісної води. Зростання споживання води на душу населення у поєднанні зі зростанням населення через збільшення імміграції, як очікується, призведе до зростання регіонального ринку.

*Учасники ринку.* Основними учасниками ринку є Suez Environment SA; Xylem Inc.; DowDuPont Inc.; Ecolab Inc.; Veolia Environment SA, Pentair Plc.; Evoqua Water Technologies; Корпорація Calgon Carbon; Aquatech International. Компанії орієнтуються на оптимальне зростання бізнесу, впроваджуючи різні стратегії, включаючи інвестиції в дослідження та розробки і запуск нових продуктів [87].

### **3.2.3 Хімічні продукти для очищення води**

*Загальна характеристика.* Попит на воду постійно зростає внаслідок швидкої урбанізації, зростання економічного розвитку та збільшення промислової діяльності. Для задоволення постійно зростаючого попиту та забезпечення безпеки споживачів для очищення води застосовуються чотири основні процеси: обробка котлів, очищення стічних вод, охолодження і очищення з використанням низки хімічних продуктів.

Найбільш часто використовуваними хімічними речовинами є бікарбонат натрію, альгіцид, соляна кислота, хлор, діоксид хлору, алюміній і залізо. Освітлювачі, коагулянти, фільтруючі засоби та флокулянти також утворюють значну частину методів очищення. Хімічні засоби для обробки, включаючи



зазначені продукти, використовуються в забруднених річках, стічних водах і морській воді, щоб зробити цей ресурс безпечним для споживання людиною.

Очищення стічних вод є процесом для очищення промислових стічних вод або безпечної утилізації або повторного використання. У цьому процесі промислові стічні води відокремлюються в установці для очищення стічних вод з використанням декількох хімічних речовин, таких як деолінуючі поліелектроліти, інакше відомі як DOPE, допоміжні засоби для флокуляції органічних коагулянтів і засоби для зневоднення.

*Обсяг та прогноз ринку.* Глобальний розмір ринку хімічних продуктів для очищення води оцінюється в 13,11 млрд дол. США.

Охолодження та очищення котлів стали найбільшим сегментом додатків на ринку хімічних продуктів для очищення промислових вод і становили 56,7 % доходу в 2017 р. з очікуваним середньорічним зростанням (CAGR) 4,3 % до 2025 р. (рис. 3.14).

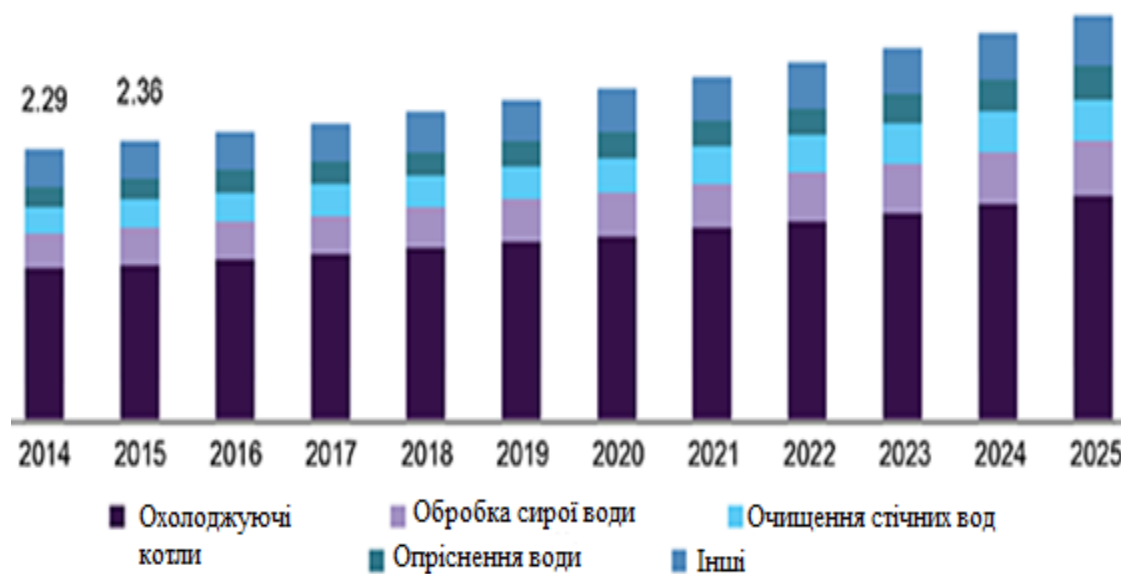


Рис. 3.14 Ринок хімічних продуктів для очищення води США у 2014-2025 рр., млрд дол. США

Джерело: [88].

*Регіони застосування та їх прогноз.* Хімічні засоби для промислової обробки регулюються кількома політиками та правилами на ринку. Згідно з положеннями EPA, Закон про чисту воду (CWA) і Закон про безпечну питну воду (SDWA) впроваджують низку програм з контролю забруднення, включаючи встановлення стандартів стічних вод для захисту якості питної води

в США. Директива про питну воду та Водна рамкова директива регулюють використання хімічних речовин для очищення води в Європі.

Попит на прісну воду в США, як очікується, збільшиться внаслідок зміни клімату, змін у виробництві енергії та землекористування, а також зростаючого населення. Прісна вода в країні переважно використовується для промислового та комунального використання, охолодження та зрошення електростанцій, а також у аквакультурі та для тваринництва.

Азіатсько-Тихоокеанський регіон, Південна і Центральна Америка та Африка мають низький рівень доступності прісної води на душу населення для споживання людиною внаслідок непослідовного дощу та опадів у цих регіонах. Ці регіони є ринками, що розвиваються, для біоцидів, що використовуються в управлінні промисловими стічними водами з метою збереження гігієнічного середовища та забезпечення житлового ресурсу.

Через наявність важких металів і зважених часток, попит на попередньо оброблену промислову воду, ймовірно, збільшиться, особливо в ключових країнах, таких як США, Китай, Індія, Великобританія, Німеччина та Бразилія. Це, ймовірно, забезпечить сприятливі можливості для використання технологій охолодження та очищення котлів у майбутньому.

Найбільший дохід і обсяг на ринку в 2017 р. припадає на Азіатсько-Тихоокеанський регіон, зокрема, на Китай, що також передбачає збільшення регіонального ринку і протягом прогнозного періоду.

Тайвань є однією з основних країн, що переживають посуху, оскільки щорічно отримує лише близько 21 % інтенсивних опадів, тому ця країна зосереджує свою увагу на забезпеченні, а також диверсифікації постачання ресурсів у найближчі роки, зумовлені постійним зростанням промислового попиту країни з 15,4 млн м<sup>3</sup> / рік до 16,4 млн м<sup>3</sup> / рік.

Наявність виробничих потужностей у хімічній, фармацевтичній, харчовій та автомобільній галузях США та Канади відіграватиме вирішальну роль у збільшенні попиту на послуги з очищення води протягом прогнозних років.

Очікується, що жорсткі урядові рекомендації та політика щодо виробництва хімікатів та обладнання перешкоджатимуть зростанню промисловості протягом прогнозного періоду і ринок матиме рівень середньої загрози протягом прогнозного періоду.

*Учасники ринку.* Ключові компанії галузі – це BWA Water Additives; Dow Chemical Company; Кортек корпорації; Buckman Laboratories International Inc.; AkzoNobel NV; Solvay SA; ТОВ «Соленіс»; Кеміра Ойй; Snf Floerger; Suez SA; Ecolab Incorporated; і BASF SE [88].

### 3.2.4 Гідроізоляційні мембрани

*Загальна характеристика.* Гідроізоляційні мембрани знаходять безліч застосувань, серед яких водоочисні та очисні споруди. Гідроізоляційні мембрани випускають за двома видами, а саме, рідкі і листові. Рідкі мембрани домінували на світовому ринку у 2018 р. з часткою 62,6 % завдяки їх високій ефективності та низькій вартості у порівнянні з листовими мембранами. Листові мембрани виготовляються з використанням таких матеріалів, як ТПО, бітум, ЕПДМ і ПВХ, тоді як рідкі покриття виготовляються з використанням бітуму, цементних матеріалів, акрилу і поліуретану.

*Обсяг ринку та його прогноз.* Глобальний розмір ринку гідроізоляційних мембран у 2018 р. становив 21,50 млрд дол. США і, за прогнозами, сукупний середньорічний темп зростання (CAGR) становитиме 8,8 % до 2025 р. (рис. 3.15). Як очікується, Опротягом наступних семи років зростанню сприятиме зростання попиту на водопостачання та водовідведення у поєднанні зі зростаючим будівництвом та інноваціями в *рідких мембранах*, зокрема, щодо впровадження нових матеріалів.



Рис. 3.15 Ринок гідроізоляційних мембран США у 2014-2025 рр., млн дол. США

Джерело: [89].

Фактори, що включають низьку собівартість виробництва та економічну ефективність у поєднанні зі зростанням видобувної діяльності в різних регіонах, швидше за все, збільшить використання продукції в найближчі роки. Серед основних факторів такі:

– цементний сегмент рідких мембран, що застосовується як рідина, за очікуванням, дасть 8,0 % зростання з 2019 по 2025 рік. Такі мембрани знаходять різноманітне застосування через їх низьку вартість і порівняно легку доступність сировини. Більш того, вони забезпечують високу гнучкість з точки зору застосування і не вимагають складних технологій. Очікується, що цей фактор стимулюватиме попит ще протягом прогнозного періоду.

– поліуретанова рідина, що використовується для мембрани, прогнозує значне їх зростання протягом прогнозного періоду завдяки рівномірній товщині, що полегшує використання мембран у різних сферах застосування, включаючи гідроізоляцію дахів, стійок стадіонів, мостів, фундаменту будівлі та підпірних стін, вологих приміщень та водоочисних споруд.

Очікується, що мембрани з *листового* металу дадуть зростання 7,5 % з 2019 по 2025 рік. Одним з основних матеріалів, що використовуються для виробництва листових мембран є бітум. Ці продукти мають чудові властивості подовження у поєднанні з високою термостійкістю, що підвищує його ефективність у різних сферах застосування. Листи мають високу вартість і їх важко наносити на шорсткі поверхні. Ці фактори, ймовірно, перешкоджатимуть попиту в найближчі роки. Крім того, передбачається, що нові розробки в еластомерних покриттях, включаючи акрилові та поліуретанові продукти, певною мірою стримуватимуть зростання.

У 2018 р. бітумний сегмент займав провідну ринкову частку 43 % за доходами. Бітумні листи мають високу міцність на розрив і довговічність порівняно з іншими мембранами, які, як очікується, матимуть позитивний вплив на ринкове зростання протягом прогнозного періоду.

*Регіони застосування та їх прогноз.* Лідируючу позицію на ринку гідроізоляційних мембран займає Європа з часткою доходу 36,5 % у 2018 році. Передбачається, що зростаюча стурбованість щодо управління водою та відходами стимулюватиме попит у цьому регіоні. Більш того, прогнозується, що збільшення витрат на будівництво у східноєвропейських країнах,

включаючи Польщу, Росію та Туреччину, також стимулюватиме попит на мембрани.

Передбачається, що Азіатсько - Тихоокеанський регіон буде найбільш швидко зростаючим регіоном за рівнем доходів завдяки швидкій індустріалізації у поєднанні зі зростаючим інфраструктурним розвитком, особливо в Китаї та Індії. Очікується, що зростання чисельності населення та урбанізація в країнах з економікою, що розвиваються, збільшить будівельну діяльність, що стимулює зростання ринку мембран.

У період з 2019 по 2025 рік ринок Центральної та Південної Америки матиме середньорічне зростання 6,9 %. Збільшення державних витрат на інфраструктуру; зростаючі наявні доходи середнього класу в ключових економіках, включаючи Бразилію, Аргентину і Колумбію; підвищення обізнаності щодо переваг застосування рідких мембран та нескладне їх обслуговування буде стимулювати регіональний попит протягом цього прогнозного періоду.

Очікується, що ринок МЕА матиме зростання 6,7 % за прогнозний період. У Єгипті та Лівії оновлення інфраструктури та реконструкція ймовірно, будуть стимулювати ринок у цьому регіоні. Крім того, очікується поліпшення фінансування урядами країн Африки різноманітних варіантів, включаючи внутрішні ринки капіталу, державно-приватне партнерство та приватні інвестиційні фонди, що сприятиме зростанню ринку.

*Учасники ринку.* Основними учасниками у виробництві та розподілі гідроізоляційних мембран є Sika AG; Pidilite Industries Ltd; BASF SE; DOW Chemical Company; DuPont; Kemper System America, Inc; Корпорація GAF Materials; Paul Bauder GmbH & Co. KG; ТОВ «ЦІКО Технології» і Fosroc Ltd [89].

### **3.2.5 Нанофільтраційні мембрани**

*Загальна характеристика.* Нанофільтраційні мембрани дозволяють розділяти іони за допомогою комбінації розмірів та електричних ефектів ультрафільтраційних мембран та механізмів взаємодії іонів мембран зворотного осмосу (RO). Комерційні нанофільтраційні мембрани мають фіксований заряд, що розвивається шляхом дисоціації поверхневих груп, таких як карбоксильні або сульфовані кислоти. Розмір пористості нанофільтраційних мембран

настільки малий, що навіть невеликі незаряджені розчинені речовини відкидаються, тоді як поверхневі електростатичні властивості дозволяють пропускати одновалентні іони. Ці властивості роблять мембрани корисними при фракціонуванні і селективному видаленні розчинених речовин у складних технологічних потоках.

*Обсяг та прогноз ринку.* У 2017 р. глобальний ринок нанофільтраційної мембрани становив 643,22 тис. дол. США, і до 2025 р., за прогнозами, досягне 954,65 млн дол. США, завдяки середньорічному сукупному темпу зростання (CAGR) 5,4% з 2018 по 2025 рр. сегменту ультрафільтраційних мембран (UF).

Глобальний ринок нанофільтраційної мембрани обумовлений її застосуванням і попитом у кінцевих споживачів, які включають очищення води та стічних вод, продукти харчування та напої, хімічну та нафтохімічну, фармацевтичну та біомедичну промисловість, текстильну та металообробну промисловість.

У секторі очищення води та очищення стічних вод, застосування нанофільтраційної мембрани включає пом'якшення води та видалення кольору, очищення промислових стічних вод, повторне використання води та опріснення води. Швидка урбанізація та індустріалізація в країнах, що розвиваються, таких як Індія і Китай, і збільшення попиту на воду для побутових і промислових цілей, як очікується, сприятимуть зростанню ринку нанофільтраційної мембрани.

Однак високі витрати на установку та відсутність коштів у країнах, що розвиваються, таких як Індія, обмежують ринкове зростання. Крім того, мембрани нанофільтрації є високочутливими до вільного хлору; очікується, що неможливість обробки концентрації хлору перешкоджає зростанню ринку мембрани нанофільтрації. Збільшення використання хімічних процедур очищення води в різних галузях промисловості забезпечує потенційні можливості для розширення ринку.

Ринок нанофільтраційної мембрани сегментується за типом (полімерні, неорганічні та гібридні), сегментом застосування (вода та очищення стічних вод, харчові продукти та напої, хімічні та нафтохімічні, фармацевтичні та біомедичні засоби та інші) та регіонами (Північна Америка, Європа, Азіатсько-Тихоокеанський регіон та LAMEA).

За типом на ринку в 2017 р. домінував полімерний сегмент завдяки його потребам в очисних спорудах та установах очищення води, оскільки ці мембрани працюють на низькому тиску і забезпечують більш високу швидкість фільтрації. Існує значне збільшення попиту на техніку фільтрації води через збільшення дефіциту чистої води в таких регіонах, як Північна Америка і Близький Схід. Це, у свою чергу, збільшує потребу нанофільтраційної мембрани в технології фільтрації води.

Найбільшу частку застосування на ринку має сегмент водопостачання та очищення стічних вод завдяки зростанню використання нанофільтраційної мембрани для очищення води та стічних вод. У 2017 р. сегмент водопостачання та очистки стоків мав частку понад 35,8 %, а до 2025 р. прогнозується зростання до 36,5 %. Цей сегмент є найбільш привабливим завдяки застосуванню на ринку глобальних нанофільтраційних мембран і, очікується, що це буде основною перевагою для нових учасників завдяки збільшенню використання цих мембран для пом'якшення води. Він також діє як бар'єр для видалення різних вірусів і бактерій, тим самим забезпечуючи доступ до свіжої і чистої води (рис 3.16-3.17).

*Регіони застосування та їх прогноз.* Серед регіонів лідируючу позицію займає Північна Америка із значною часткою на світовому ринку нанофільтраційних мембран. Азіатсько-Тихоокеанський регіон є найшвидше зростаючим регіоном завдяки збільшенню використання мембран нанофільтрації в системах очищення води та державних нормативних актів щодо забруднення води та безпеки навколишнього середовища. За прогнозом, на ринку Азіатсько-Тихоокеанського регіону частка нанофільтраційних мембран до 2025 р. перевищить 31,7 %.



Рис. 3.16 Ринок нанофільтраційної мембрани за типом у 2017-2025 рр.

Джерело: [90].

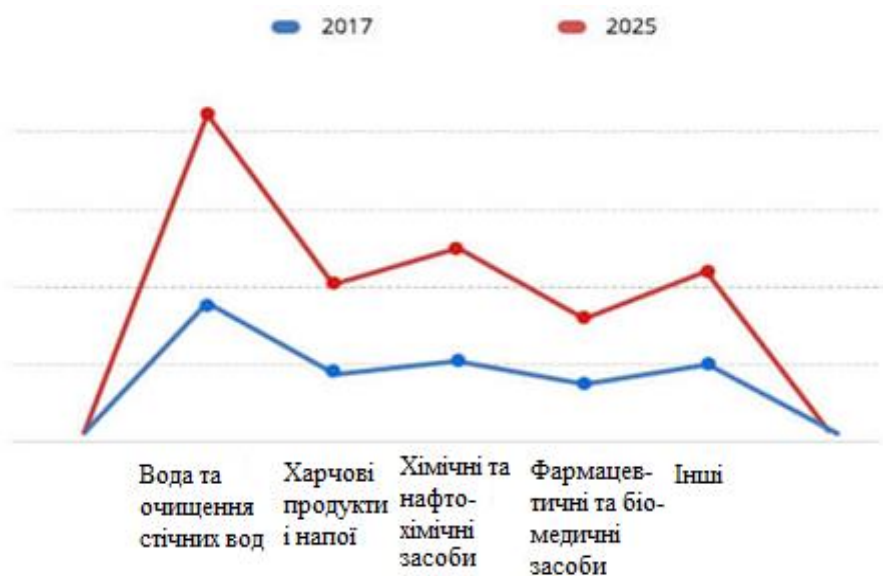


Рис. 3.17 – Ринок нанофільтраційної мембрани за сегментом застосування у 2017-2025 рр.

Джерело: [90].

*Учасники ринку.* Основними гравцями на ринку нанофільтраційної мембрани, є Alfa Laval, Applied Membranes, Inc., корпорація Argonide, Danaher, DowDuPont Inc., GEA Group Aktiengesellschaft, Inopor, Koch Membrane Systems, Inc. Ці гравці приймають різні стратегії, такі як запуск продукту, партнерство, злиття та придбання, щоб залишатися конкурентоспроможними на глобальному ринку мембран нанофільтрації. Наприклад, Applied Membranes, Inc. і Water



Planet, Inc. сформували стратегічний альянс для продажу та обслуговування систем очищення води на основі зворотного осмосу та нанофільтрації. Крім того, Argonide отримав патент на технологію фільтрації DEAL. DEAL є поліпшеною формою DE і широко використовується для очищення води в муніципальних і промислових підприємствах.

### **3.2.6 Мембранні біореактори**

*Загальна характеристика.* Мембранний біореактор (MBR), порівняно з багатотрубним та плоско листовим, є економічно життєздатним і екологічно чистим способом очищення стічних вод, який, швидше за все, буде мати зростаюче застосування в найближчому майбутньому із широким зростанням до 2025 року.

Занурений МБР буде спостерігатися значним середньорічним зростанням 18,8 % з 2017 по 2025 р. внаслідок його низького рівня споживання енергії, високої ефективності біодеградації і низького рівня забруднення в порівнянні з біореакторами мембранного бічного потоку. Зростаюче впровадження біореактора зануреної мембрани для підвищення якості стічних вод та зниження виробництва осаду в промисловому секторі, включаючи текстиль, продукти харчування та напої, нафту та газ, видобуток, виробництво електроенергії, целюлозно-паперову продукцію в світлі, призведе до зростання промисловості протягом наступних восьми років.

Передбачається, що збільшення використання цих мембран у муніципальному секторі стимулюватиме попит протягом прогнозного періоду, оскільки вони забезпечують високу продуктивність на одиницю об'єму і високу щільність упаковки,

Проте, очікується, що високі початкові інвестиції та операційні витрати перешкоджатимуть зростанню продукту протягом прогнозного періоду. Більш того, збільшення виникнення забруднення в мембранному біореакторі, швидше за все, стримує розширення ринку. Технологічні досягнення, спрямовані на збільшення випуску продукції, зменшення утворення осаду та їх вплив, створить величезний потенціал промисловості.

Більше того, зростаюче населення та урбанізація в Мексиці, Туреччині, Китаї, Індії, Таїланді та Бангладеш, як очікується, збільшить обсяги комунальних послуг, що збільшить попит.

Очікується, що збільшення витрат на видобуток вугілля в Чилі, Перу та Мексиці в результаті державної підтримки стимулювання інвестицій компаніями, включаючи BHP Billiton, Vale і Rio Tinto, сприятиме збільшенню розміру ринку.

*Обсяг та прогноз ринку.* Обсяг глобального ринку мембранного біореактора (MBR) становив в 1,81 млрд дол. США у 2016 р. з домінуючою часткою 80,7 %. Очікується, що промисловий сегмент матиме значне середньорічне зростання (CAGR) 19,3 % з 2017 по 2025 рік внаслідок збільшення використання цього продукту через зростання занепокоєння щодо очищення стічних вод у нафтогазовому, харчовому та питному, хімічному і морському секторах. Різні фактори, включаючи дефіцит водопостачання та зростаючі екологічні проблеми, пов'язані з утилізацією промислового мулу, забезпечать розвиток ринку мембранних біореакторів (MBR) протягом прогнозного періоду до 2025 р. (рис. 3.18).



Рис. 3.18 Ринок мембранного біореактора США у 2014-2025 рр., млн дол. США

Джерело: [91].

Посилення впровадження екологічно чистих технологій управління водними ресурсами в каналізаційному та промисловому секторах сприятиме розширенню промисловості протягом прогнозного періоду. Очікується, що зростання обсягів промислових відходів через зростання фармацевтичного, нафтового, газового, текстильного, будівельного, харчового та харчового секторів та паперової промисловості збільшить ринкове зростання протягом наступних восьми років.

У США, як очікується, надійна виробнича база фармацевтичної промисловості, включаючи Johnson & Johnson, Pfizer та Merck & Co., сприятиме медичному сектору, який, у свою чергу, прогнозує зростання паливної промисловості. Сильний попит з боку паливної промисловості був одним з основних факторів для ринку очищення води, який, у свою чергу, передбачає створення значних ринкових можливостей протягом прогнозного періоду.

*Регіони застосування та їх прогноз.* Поява США та Канади як виробничого центру для нетрадиційних джерел, включаючи сланцевий газ та нафтопродукти, як очікується, відіграватиме вирішальну роль у збільшенні використання MBR у системах фрекінгу. Крім того, очікується, що створення нових виробничих підрозділів у виробництві електроенергії в країнах Близького Сходу, включаючи Саудівську Аравію, Іран і Ізраїль, завдяки сприятливим ініціативам щодо сприяння інвестиціям, збільшить проникнення ринку протягом наступних восьми років.

Очікується, що в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні відбудеться значне зростання доходів у розмірі 22,0 % з 2017 до 2025 р. завдяки потужній виробничій базі харчових продуктів і напоїв, текстильної і фармацевтичної промисловості в Китаї, Сінгапурі та Індії. Поточна індустріалізація, зростання населення разом із збільшенням іноземних інвестицій у промислові та комунальні сектори очищення стічних вод прогнозують зростання промисловості протягом прогнозного періоду.

Очікується, що позитивний прогноз щодо видобутку в Китаї внаслідок великої кількості рідкісноземельних мінералів, сталі та котлів буде відігравати вирішальну роль у збільшенні застосування обробки шламів для звалищ.

Уряд Індії запроваджує різні ініціативи, включаючи «Житло для всіх до 2022 року» та «Місія Atal для омолодження та міської трансформації (AMRUT)» для поліпшення житлового сектору, які повинні збільшити впровадження комунальних споруд для міського населення, що, у свою чергу, збільшить обсяг ринку.

Північна Америка була значним ринком і становила 28,0 % від загальної частки промисловості у 2016 році. Наявність потужних виробничих потужностей у фармацевтичній, хімічній, харчовій та автомобільній промисловості в США та Мексиці, як очікується, сприятиме попиту на послуги з обробки води до 2025 року.

Уряд Мексики через схвалення Конгресу Мексики в 2012 р. прийняв новий закон про державно-приватне партнерство, який спрямований на заохочення інвестицій з точки зору модернізації та створення нових очисних споруд та установок з опріснення води на національному рівні. Очікується, що ця ініціатива сприятиме інвестиціям у промисловість очищення води.

*Учасники ринку.* На ринку домінують різні учасники, основними є Kubota, GE Water & Process Technologies, Toray Industries, Inc., Кох мембранні системи, Inc., Evoqua Water Technologies LLC та Mitsubishi Rayon Co., Ltd. Очікується, що ринок MBR стане свідком сильної конкуренції протягом наступних восьми років у зв'язку зі збільшенням інвестицій в науково-дослідні роботи, інноваційні продукти та збільшення виробничих потужностей [91].

### **3.2.7 Застосування поліпропіленових фільтрів**

*Загальна характеристика.* Поліпропіленові фільтри, що розплавляються, використовуються в харчовому секторі для переробки фруктових соків і безалкогольних напоїв для забезпечення чистоти продукту.

Поліпропіленові фільтри також знаходять застосування в нафтогазовому секторі для очищення сирової нафти. Згідно з даними, опублікованими Міжнародним енергетичним агентством (МЕА) у 2017 р., видобуток нафти в усьому світі, ймовірно, збільшиться в найближчі кілька років. Дані також свідчать, що в регіоні Близького Сходу очікується значне зростання потужностей з переробки нафти.

Також поліпропіленові фільтри активно застосовуються для очистки води та стічних вод у потужно зростаючому секторі водопостачання та водовідведення, який є лідером світової промисловості.

*Обсяг та прогноз ринку.* Глобальний обсяг ринку поліпропіленових фільтрів у 2017 р. становив 1,47 млрд дол. США, і очікується, що він матиме середньорічний темп зростання (CAGR) 8,3 % за прогнозний період. Зростання глобального ринку відбудеться за рахунок зростання попиту фільтрів у галузі водопостачання та очищення стічних вод (*рис. 3.19*).

Сегмент рідких середовищ призвів до того, що глобальний ринок у 2017 р. становив майже 79,1 % світової частки доходу. Очікується, що чітка якість продукту для утримання твердих частинок буде стимулювати його попит у секторі харчових продуктів (F&B).

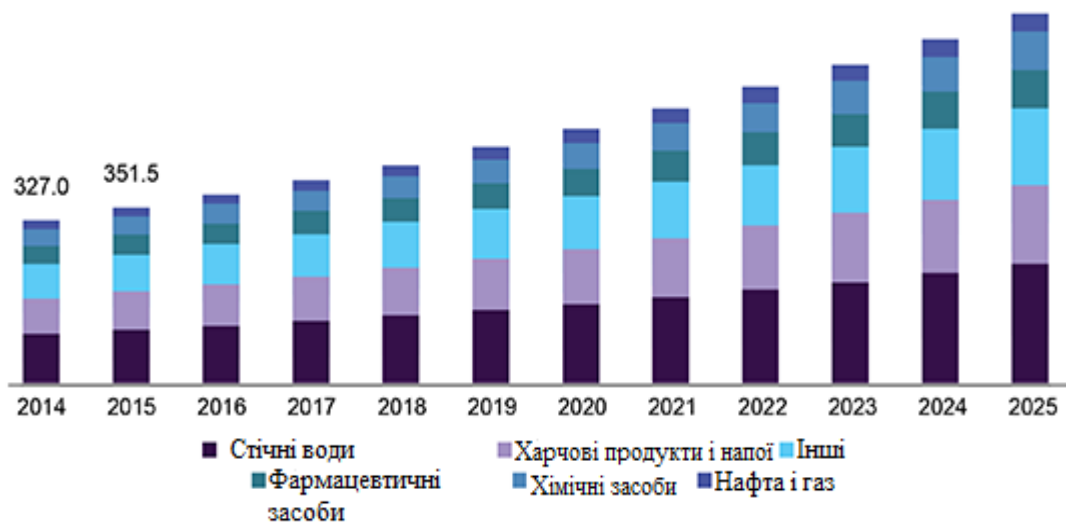


Рис. 3.19 Ринок полімерних фільтрів з розплавом Північної Америки у 2014-2025 рр., млн дол. США

Джерело: [92].

Згідно з доповіддю про інфраструктуру американського суспільства інженерів (ASCE), опублікованому в 2017 р., централізована система очищення стічних вод у США потребує інвестицій до 2032 р. у розмірі майже 105 млрд дол. США. Таким чином, очікується, що зростання інвестиційних можливостей у цьому секторі та зростання рівня обізнаності про вискоєфективні процедури фільтрації серед основних виробників продуктів харчування та напоїв по всьому світу матиме позитивний вплив на попит поліпропіленових фільтрів у найближчі роки.

Крім того, враховується зростання рівня обізнаності про вискоєфективні процедури фільтрації серед основних виробників продуктів харчування та напоїв в усьому світі, що стимулює зростання ринку. Процеси в нафтогазовому секторі внаслідок зростання виробництва сирої нафти, ймовірно, залишаться ключовим фактором, що посилюватиме зростання ринку.

У 2017 р. сектор води та стічних вод очолив світову промисловість із значною часткою світового доходу. Цей сегмент, швидше за все, матиме швидке зростання, особливо в країнах, що розвиваються, серед яких Індія, Китай, Південна Африка. Таким чином, стабільне зростання сектору водопостачання та водовідведення, ймовірно, збільшить попит на технологію застосування поліпропіленових фільтрів у найближчі кілька років.

Сектор продовольства та напоїв, ймовірно, матиме 23,8 % світової частки ринку до 2025 року. Підвищення поінформованості споживачів про методи, такі

як обробка високого тиску (ГЕС), є рушійною силою зростання галузі. ГЕС – це технологія харчової обробки, яка вимагає фільтрів та інших середовищ для поліпшення загальної якості твердих або рідких харчових продуктів. Таким чином, зростаюча популярність ГЕС у харчовому секторі, ймовірно, сприятиме зростанню ринку в майбутньому.

Хімічний сектор також має значне зростання, зокрема, у Японії та Китаї, тобто, ці країни є потенційними ринками для застосування поліпропіленових фільтрів у хімічному секторі. Водночас, спостерігаються повільні темпи зростання хімічного сектора у регіонах Північної Америки та Європи.

Також очікується, що фармацевтичний сектор до 2025 р. забезпечить 11,5 % світового доходу. Зростання сегменту значною мірою зумовлено сектором охорони здоров'я країн, що розвиваються, таких як Індія, Індонезія та Малайзія.

Нафтовий і газовий сектор також може спостерігати значний розвиток внаслідок зростання попиту на продукцію у процесі переробки нафти.

*Регіони застосування та їх прогноз.* Найбільшим регіональним ринком у 2017 р. був Азіатсько-Тихоокеанський регіон з часткою 34,5 % доходу на світовому ринку. До 2025 р. Північна Америка, ймовірно, матиме повільне зростання протягом прогнозного періоду і досягне 26,6 % світового доходу за рахунок стабільного попиту на продукт з боку нафтового і газового секторів регіону протягом прогнозного періоду; нафтовий і газовий сектор США, за підрахунками МЕА, матиме зростання майже на 53,0 %.

Регіон Європи також має значну частку світового доходу в 2017 році. Проте повільне зростання у хімічному та фармацевтичному секторах може стримати розвиток ринку в майбутньому. Таким чином, зростання регіону значною мірою залежить від ключових країн, таких як Німеччина та Великобританія.

Близькосхідний та Африканський регіони з часткою 4,1 % світового доходу у 2017 р., як очікується, зареєструють помірне середньорічне зростання (CAGR) протягом прогнозного періоду. Збільшення інвестицій у проекти з опріснення води, ймовірно, призведе до зростання продукту в регіоні, оскільки поліпропіленовий фільтр є ключовим компонентом обладнання для знесолення води.

*Учасники ринку.* Ключові компанії на ринку включають корпорацію Parker Hannifin, компанію 3M, корпорацію Pall, корпорацію Eaton, Lenntech BV, Borealis AG, Suez SA, United Filters International (UFI), компанію Brother Filtration Equipment Co. Corp., Trinity Filtration Technologies Pvt [92].

### **3.2.8 Застосування активованого вугілля**

*Загальна характеристика.* Активоване вугілля використовується в різних галузях промисловості для очищення повітря, рекультивациі підземних вод, очищення від розливу та фільтрації питної води. Уряди по всьому світу пропонують субсидії для води, а також очищення повітря. Прогнозується, що ці гранти в поєднанні зі швидкою індустріалізацією, особливо в таких регіонах, як Азіатсько-Тихоокеанський регіон, принесуть користь загальному зростанню світового ринку.

Активоване вугілля допомагає ефективно контролювати викиди ртуті. Регуляторні установи в різних частинах світу видають директиви, спрямовані на припинення викидів ртуті в таких галузях, як нафтохімічна промисловість. Для припинення викидів ртуті та кислих газів у вугіллі, а також інших викидів електростанцій запроваджено Правила щодо використання ртуті і повітряного токсичного стандарту (MATS), видані Агенцією з охорони навколишнього середовища (EPA), які сприятимуть світовому попиту на ринку.

У 2015 р. ринок активованого вугілля США становив 759,3 млн дол. США з домінуючою часткою у сегменті продукції в країні. Переважна масова індустріалізація в країні, поінформованість про споживання чистої води і широке розпорядження про забруднення повітря і води значною мірою сприяли попиту (*рис. 3.20*).

Очікується, що суворі екологічні норми та стандарти, видані урядом та установами з охорони навколишнього середовища для захисту навколишнього середовища, допоможуть світовому ринку. Передбачається, що зростаючий попит на очищення повітря у внутрішніх та комерційних цілях сприятиме подальшому розвитку ринку. Попит з боку інших галузей, серед яких автомобільна, харчова, фармацевтична та медична промисловість за прогнозами, сприятиме швидкому зростанню до 2025 р.



Рис. 3.20 Ринок активованого вугілля США у 2014-2024 рр., млн дол. США

Джерело: [93].

Зростання частки сегменту активованого вугілля на ринку відбувається завдяки його надійним властивостям, серед яких:

- Активоване вугілля широко використовується для видалення летких органічних сполук (ЛОС), а також хлору. Хімічні та нафтохімічні заводи, крім того, що піддаються жорстким нормам щодо стічних вод, також піддаються суворим правилам щодо викидів в атмосферу. Ця технологія допомагає контролювати летючі органічні сполуки і таким чином дає можливість операторам нафтохімічних та хімічних заводів дотримуватися промислових норм, встановлених для викидів в атмосферу.
- Очікується, що нормативи в розвинених країнах щодо викидів ртуті від багатьох галузей кінцевого використання доповнять попит на активоване вугілля.
- Вугілля забезпечує кращу продуктивність у порівнянні з іншими аналогами, зокрема, у промисловості, щодо усуненню неприємного запаху від промислових викидів. Очікується, що така властивість збільшить попит на цей продукт у системах регулювання повітря в приміщеннях.
- Активоване вугілля допомагає операторам нафтохімічного заводу досягти малої густини, мінімального тонкого утворення і твердості в кінцевому продукті, просочуючи його каталізатором окислення. Ця технологія просочення допомагає операторам заводів ліквідувати меркаптани, які існують у високоякісному рідкому паливі.



*Обсяг та прогноз ринку.* Глобальний обсяг ринку активованого вугілля в 2015 р. оцінюється понад 3,0 млрд дол. США. За прогнозом, зростаюча обізнаність щодо споживання чистої води у поєднанні зі зростанням кількості водоочисних споруд через державні субсидії забезпечить загальне зростання ринку протягом прогнозного періоду до 2025 року. Очікується, що частка сегменту активованого вугілля (GAC) досягне більше 30 % загального ринкового споживання.

У 2015 р. глобальний попит на активоване вугілля становив 1684,3 тис. тонн, а до 2024 р. він очікується на рівні 5092,2 тис. тонн із середньорічним зростанням 13,3 %.

Порошкоподібне активоване вугілля стало провідним сегментом продукції, частка якого в 2015 р. оцінювалася в 59,1 %. Також очікується, що за прогнозний період найвищий приріст складе 14,2 %.

У 2015 р. частка активованого вугілля, що використовується в рідкій фазі, становила 52 % всього ринку. Продукт сприяє видаленню летких органічних хімічних речовин і хлору з питної води. Вони також допомагають у видаленні розчинених сполук радону, свинцю та запаху.

Активоване вугілля, завдяки своїй ефективності у видаленні домішок, широко застосовується для очищення води та очищення стічних вод. Уряди в усьому світі інвестують значні кошти у водоочисні споруди, щоб забезпечити своїх громадян належним доступом до чистої води. Китай інвестував понад 4,5 млрд дол. США у покращення постачання чистої води. Очікується, що підтримка з боку держави у поєднанні зі зростаючим попитом на чисту воду стимулюватиме зростання ринку активованого вугілля.

У 2015 р. кінцеве використання активованого вугілля для водоочисних споруд забезпечило понад 40 % загального ринкового доходу активованого вугілля. Очікується, що цей сегмент буде лідером до 2025 р. із середньорічним зростанням (CAGR) 14,8 %.

Активоване вугілля широко використовується в процесах очищення води від забруднюючих речовин, включаючи пестициди, розчинники, промислові відходи або забруднюючі речовини, що є витокami підземних резервуарів.

Активоване вугілля також використовується в процесах управління стічними водами. Очікується, що підвищення цін на воду та регуляторний тиск на переробку сприятимуть загальному зростанню ринку. Ескалація

використання води для промислових процесів стимулювала потребу в обробці води та стічних вод, підвищуючи попит на водо- та очисні процеси.

*Регіони застосування та їх прогноз.* У 2015 р. Азіатсько-Тихоокеанський регіон став найбільш значним ринком і становив понад 40 % загального світового споживання. Очікується, що попит з боку Японії, Індії та Китаю матиме найважливіший внесок у загальний ринковий попит. Швидка індустріалізація регіону в поєднанні з нормативними актами, спрямованими на охорону навколишнього середовища, сприятиме зростанню цього регіонального ринку.

Прогнозується, що ринок Північної Америки матиме середньострокові темпи зростання (CAGR) на рівні 13,0 % за прогнозний період до 2024 року. Суворі регламенти, спрямовані на захист навколишнього середовища, обізнаність щодо споживання чистої води та переважаюча індустріалізація, сприятимуть регіональному попиту на активоване вугілля.

*Учасники ринку.* Основними учасниками світового ринку є ADA-ES Inc., Naucarb PLC, Kureha Corporation, Calgon Carbon Corporation, Jacobi Carbons AB, корпорація MeadWestvaco, Carbon активована корпорація, Clarinex Group, корпорація Cabot, ТОВ «Вуглецеві ресурси» [93].

### **3.2.9 Застосування діатоміту**

*Загальна характеристика.* Діатоміт – це мінерал, що застосовується як фільтри, абсорбенти, агрегати, наповнювачі завдяки своїм властивостям, серед яких висока пористість, менший розмір частинок, здатність поглинати воду в три рази більше порівняно з аналогами. Такі властивості є ключовим фактором щодо використання цього мінералу для фільтрування продукції у харчовій галузі та виробництві напоїв, які отримують більшу частину доходів (понад 50 %) загальної частки доходів від застосування діатоміту.

При цьому вартість виробництва та переробки діатоміту є високою, тому він замінюється іншими мінералами, включаючи перліт, кварцовий пісок, земляну слюду, мелене вапно і тальк. Перліт діє як майже ідеальний замітник діатоміту, оскільки перліт також містить близько 85 % кремнезему і може використовуватися як фільтрувальний засіб, наповнювач і абсорбент.

*Обсяг та прогноз ринку.* Обсяг ринку діатомітів у США становить понад 700 млн дол. США, і очікується, що він матиме значне зростання до 2025 р.

через збільшення попиту на ключові технології, серед яких фільтрація, агрегати та функціональні добавки в сегментах кінцевого використання, включаючи медичну, будівельну, харчову промисловості (рис. 3.21).

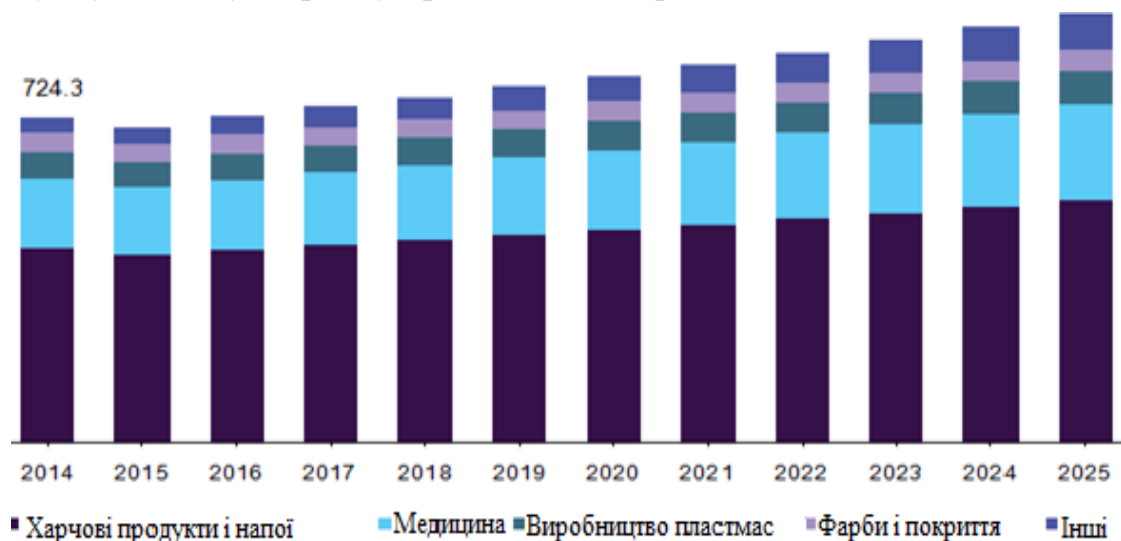


Рис. 3.21 Ринок діатомітів США у 2014 - 2025 рр., млн дол. США

Джерело: [94].

Очікується, що попит на діатоміт як фільтр, зростатиме до 2025 р. внаслідок зростаючого попиту на пиво у поєднанні зі збільшенням кількості пивоварних заводів, зокрема, у США. Також зростатиме попит на діатоміт в агрегатах внаслідок полегшення мінералів, що зменшує вагу бетону та сприяє легкості транспортування. Крім того, очікується, що попит на діатоміти в інших сегментах значно зросте завдяки використанню мінералу в природних інсектицидах і виробництві ізоляційних цеглин.

Термостабільність і термічна стійкість діатоміту дозволяють використовувати його як теплобар'єрну речовину в вогнестійких сейфах, що, як очікується, матиме позитивний вплив на зростання ринку. Очікується, що зростаюча обізнаність споживачів щодо переваг, пов'язаних з діатомітом і широким спектром застосування продукту від продуктів харчування до інсектицидів, буде стимулювати попит у США.

*Регіони застосування та їх прогноз.* Лідером у застосуванні діатоміту є США, де за прогнозом, очікується подальше зростання використання цього мінералу у трьох галузях:

– зростаючий попит на пиво і чисте вино прискорить зростання пивоварних заводів у США, що, як очікується, буде позитивним аспектом для

зростання за рахунок збільшення використання мінералу як фільтру в переробці пива;

– зростання сектору житлової нерухомості в США збільшить попит на діатоміт у будівництві завдяки збільшенню проникнення мінералу в агрегати, оскільки це забезпечує стабільність і довговічність побудованої структури;

– зростаюче проникнення продукту в індустрію лакофарбових матеріалів буде стимулювати ринок протягом прогнозного періоду.

*Учасники ринку.* Лідерами галузі є EP Minerals, LLC та Imerys і за прогнозом до 2025 р. вони залишатимуться лідерами [94].

Прогнозується, що попит на очищення стічних вод матиме значне зростання внаслідок необхідності скорочення промислового використання прісної води. Цей процес не тільки скорочує витрати на закупівлі, але й захищає навколишнє середовище від забруднення та сприяє сталому розвитку.

Таким чином, у *секторі води* основними прогнозованими технологіями є технології опріснення солоної води і очищення води та стічних вод. Серед технологій опріснення лідером є технологія зворотного осмосу (RO) морської, солонуватої та річкової води з часткою на глобальному ринку понад 58% та очікуваним середньорічним зростанням 9,2% упродовж 2017-2025 років завдяки підвищеній ефективності та можливості споживати менш енергії. Провідними регіонами щодо попиту на технології для опріснення води є Близький Схід і Африка та Азіатсько-Тихоокеанський регіон з часткою більше 40% світового попиту, а серед країн - Саудівська Аравія, США та ОАЕ. Ключовими країнами для зростання в найближчі роки є Іспанія, Китай, Австралія, Індія та країни Південної Америки.

Технологічні процеси очищення води поділяються на первинне, вторинне і третинне очищення. У 2018 р. лідером був сегмент третинного очищення з часткою на глобальному ринку 43,2%. Ключовими технологіями третинного очищення є нанофільтрація, зворотний осмос, мембранні біореактори, мікрофільтрація та дезінфекція.

У 2018 р. лідером на ринку був сегмент обладнання мембранного поділу з обсягом 6,16 млрд. дол. США, який, за прогнозом, зростатиме завдяки підвищенню поінформованості про важливість нанофільтрації та зворотного осмосу для застосування в очистці стічних вод. Переважну частку на ринку (72,8%) мав сектор промислових відходів і очікується, що до 2025 року він

досягне 28,13 млрд. дол. США. Сектор муніципальних відходів також зростатиме завдяки значному попиту в країнах, що розвиваються, зокрема, Бразилії, Китаї, Індії, Туреччині та Саудівській Аравії.

## 4 ЦСР 7. ДОСТУПНА ТА ЧИСТА ЕНЕРГІЯ

### 4.1 Ключові прогнози розвитку світової енергетики

У глобальному енергетичному секторі відбуваються серйозні перетворення: від зростаючої електрифікації до розширення використання поновлюваних джерел енергії, потрясінь у видобутку нафти і глобалізації ринків природного газу. У всіх регіонах і видах палива вибір політики, який визначається урядами, буде визначати форму енергетичної системи майбутнього.

Перспективи розвитку енергетичних систем визначаються цілою низкою різнопланових факторів, включаючи волатильність цін на енергоносії, стрімкий технологічний прогрес і геополітичні зрушення. Ці фактори, що відрізняються високим ступенем невизначеності, спонукають політиків і вчених аналізувати майбутнє, прогнозувати і передбачати зміни, визначати тенденції, готуватися до освоєння нових ринків.

Ключові прогнози змін у світовій енергетиці [95]:

				
1. Глобальний попит на первинну енергію після 2035 р. зменшиться, незважаючи на значне збільшення чисельності населення й економічний розвиток.	2. Споживання електроенергії подвоїться до 2050 р., у той час як до 2035 р. на джерела відновлюваної енергетики припадатиме більше 50% генерації.	3. Газ продовжить збільшувати свою частку у світовому попиті на енергію - єдине викопне паливо для генерації, частка якого зростатиме, але після 2035 року попит на газ почне знижуватися.	4. Зростання попиту на нафту істотно сповільниться, з прогнозованим піком на початку 2030-х років.	5. Викиди вуглецю, як очікується, знизяться через зменшення попиту на вугілля, проте шлях до зниження температури на 2 градуси залишається ще далеко.

Серед нині досліджуваних технологічних напрямків у сфері генерації енергії найвищим потенціалом володіє *термоядерний синтез*, незважаючи на відкладену комерціалізацію (очікується в середньо- або довгостроковій перспективі) і високу вартість. Запуск Міжнародного експериментального термоядерного реактора (*International Thermonuclear Experimental Reactor*,

*ITER*) дозволить оцінити надійність і економічну ефективність відповідних технологій, які одночасно апробуються й на інших подібних реакторах. У разі успіху їх можна буде застосовувати на атомних електростанціях нового покоління.

Ще один напрямок перспективних розробок в атомній енергетиці – **реактори четвертого покоління із замкнутим ядерним паливним циклом**, поява яких очікується після 2030 року. Енергетичні системи на їх основі передбачають утилізацію і повторне використання відпрацьованого ядерного палива, що забезпечує більш високу надійність і безпеку. Нові багатоцільові атомні енергетичні системи здатні генерувати одночасно тепло і електрику. Разом з тим поки ще зберігається невизначеність щодо виробничих витрат, від яких залежить конкурентоспроможність з іншими енергетичними технологіями.

Протягом вже декількох десятиліть ведуться роботи по створенню технології одержання **геотермальної енергії сухих гірських порід** (петротермальної енергетики). В основі цих рішень лежать методи вилучення тепла, акумульованого в сухих гірських породах земної кори, що дозволяє генерувати недорогу теплову та електричну енергію для безперебійного постачання регіонів незалежно від їх віддаленості.

До переваг таких розробок відносяться низькі виробничі витрати, майже нульові викиди і можливість рекуперації надлишкового тепла завдяки системі замкнутого циклу.

Крім того, в Індії, Китаї, США і Японії розробляються **роботизовані супутникові сонячні електростанції** для бездротової передачі на Землю гігантських обсягів чистої відновлюваної енергії. Головною перешкодою для створення таких станцій є висока вартість виведення супутників на орбіту. Однак з огляду на те, що вартість космічних запусків знижується через конкуренцію з боку приватних компаній, подібні оцінки можуть бути переглянуті.

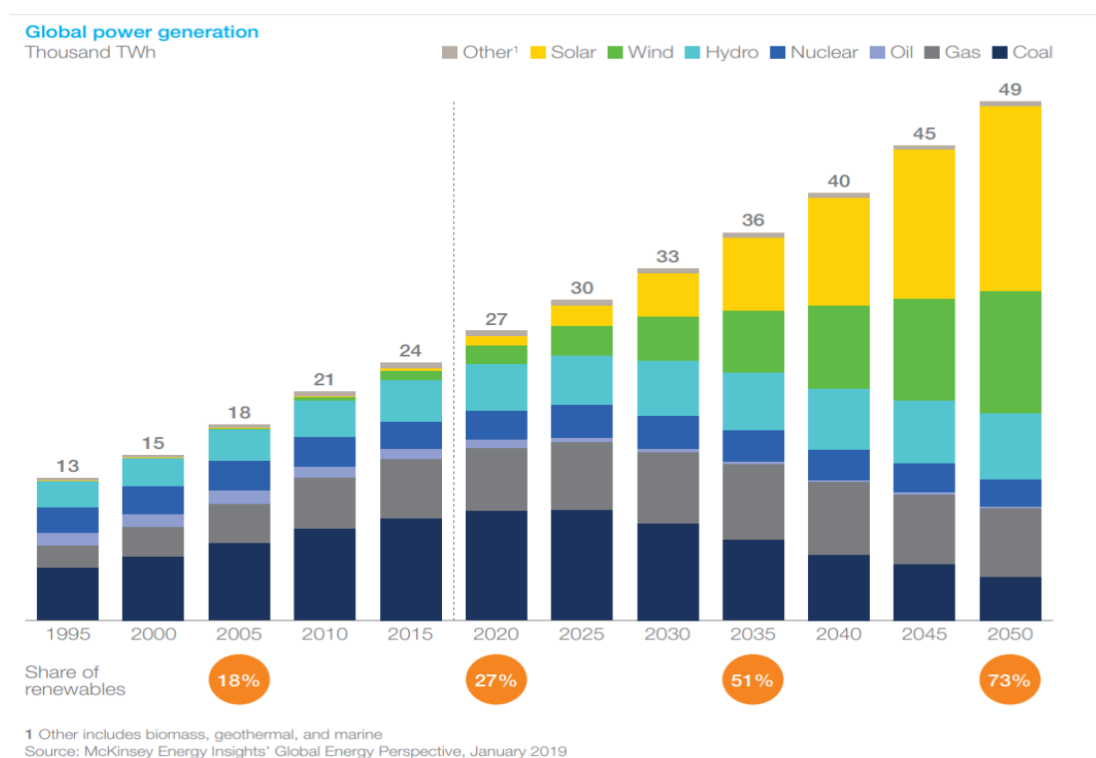
Найменш вивченим потенційним джерелом енергії залишається **темна матерія**<sup>2</sup>. Роботи в даному напрямку поки знаходяться на стадії фундаментальних досліджень. Експерименти по виявленню темної матерії

---

<sup>2</sup> Темна матерія – одна зі складових Всесвіту. Її не можна виявити оптичними засобами, вона не випромінює світлових або інших електромагнітних хвиль і не стискається під дією гравітації. Відповідно до однієї з гіпотез на неї припадає приблизно 25 % загальної маси Всесвіту, тоді як на звичайну матерію – близько 5 %, а інші 70 % становить «енергія вакууму».

проводяться на Великому адронному колайдері в Європейській організації ядерних досліджень (*European Organization for Nuclear Research, CERN, Швейцарія*). Обговорюються можливості використання темної матерії для енергозабезпечення далеких польотів космічних кораблів. Імовірно темна матерія здатна виділяти в 5 млрд разів більше енергії на одиницю маси, ніж динаміт.

Роль *відновлюваних джерел* у генеруванні енергії зростає з прискореними темпами. Від 25 %, які є на сьогодні, частка відновлюваних джерел у сукупній генерації енергії збільшиться приблизно до 50 % до 2035 р. і наблизиться до 75 % у середині століття (*рис. 4.1*) [95].



*Рис. 4.1* Глобальна генерація енергії за джерелами

Джерело: Прогноз міжнародної консалтингової компанії McKinsey [95].

Частка вугільної та нафтової генерації зменшиться швидко, частково за рахунок заміни відновлюваними джерелами, частково за рахунок застосування альтернативних рішень на основі газу з меншою вартістю і з меншими викидами вуглецю.

З розвитком ІКТ, мікроелектроніки, нанотехнологій все більше «розумних» технологій проникають в повсякденне життя, роблячи його більш енергоефективним. Зокрема на світовому рівні науковці акцентують увагу на



розробці накопичувачів енергії, «розумних» термостатів, «розумного» освітлення.

## 4.2 Накопичувачі енергії

Швидкий розвиток розподіленої генерації на базі поновлюваних джерел енергії з середини 2000-х рр. перемістив на передній план завдання забезпечення рівномірності поставок електричної енергії споживачам. Вироблення енергії сонячними панелями і вітровими установками залежить від погодних умов, що може привести до перебоїв з поставками електроенергії протягом доби. Цю проблему дозволяють вирішити накопичувачі, які зберігають енергію, що генерується в певні періоди часу, і віддають її в мережу по мірі необхідності (наприклад, в періоди пікових навантажень).

За даними «Bloomberg New Energy Finance» обсяг інвестицій у створення нових сховищ енергії характеризується зростаючою тенденцією. Зокрема, до 2024 р. обсяг інвестицій сягне 8,2 млрд дол. США, що більш ніж у 2 рази більше порівняно з 2019 р. (рис. 4.2).

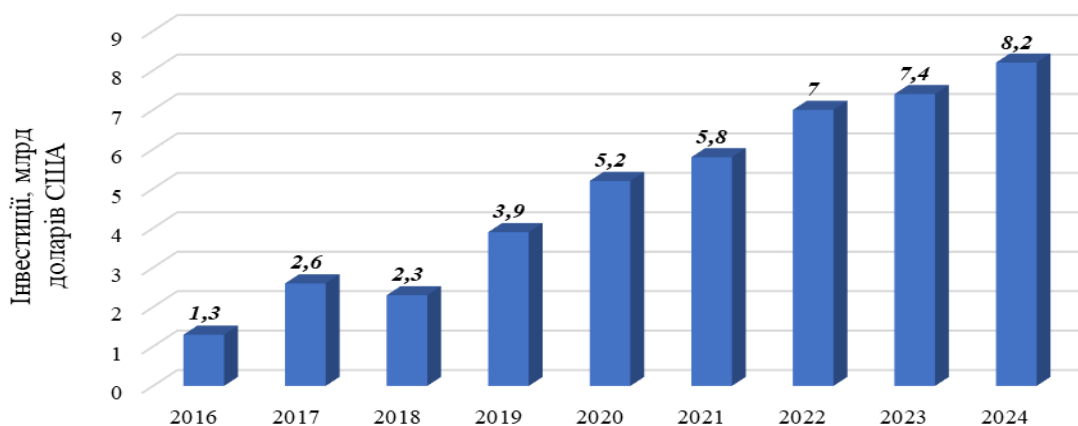


Рис. 4.2 Прогноз глобальних інвестицій в нові сховища енергії, 2016-2024 рр.

Джерело: [96].

У сфері зберігання електроенергії для малих енергетичних систем існують різні технологічні рішення: батареї, маховики, надпровідники та інше.

З 2014 р. стандартом для приватного будинку стають літій-іонні акумулятори, які демонструють найкраще співвідношення таких параметрів, як енергетична щільність, час розряду батареї, безпека, життєвий цикл і витрати. Протягом світлового дня фотоелектричний генератор виробляє енергію, її

надлишки накопичуються в акумуляторі, а вночі витрачаються. Акумулятор також здатний забирати електроенергію з централізованої мережі вночі (при зниженому тарифі) і віддавати в мережу в міру необхідності. За рахунок цього відбувається вирівнювання коливань добового попиту і пропозиції електроенергії в домогосподарствах, підключених до розподіленої енергосистеми.

*Позитивний ефект від застосування технології включає:*

- зниження рахунків за електроенергію (за оцінками користувачів – до 35 %);
- створення системи резервного живлення в разі аварійного відключення централізованого електропостачання;
- максимізація використання домогосподарствами чистої відновлюваної енергетики;
- балансування національної енергетичної мережі в масштабах країни.

*Оцінка ринку:*

- 3,8 ГВт може скласти потужність установок систем акумуляції енергії домогосподарствами в світі до 2025 р. (на 2016 р. – 95 МВт);
- загальний обсяг ринку (включаючи комерційних споживачів) до 2025 р. перевищить 20 ГВт, або 15 млрд дол. США;
- з 2016 р. в регіональній структурі ринку накопичувачів енергії для приватного будинку близько 80 % припадало на частку чотирьох країн: Австралії, Німеччини, США та Японії;
- у 2021 р. обсяг ринку накопичувачів електроенергії для приватних будинків в США досягне 650 МВт, перевищивши 1 млрд дол. США.

*Драйвери поширення технології:*

- швидкий розвиток сонячної та вітрової енергетики в приватному секторі;
- постійне зростання тарифів на електроенергію для домашніх господарств;
- швидке зниження вартості накопичувачів енергії (за 2015 р. літій-іонні акумулятори подешевшали більш, ніж на 60 % – з 550 до 350 дол. США / кВт • год., прогноз на 2020-му – 200 дол. США / кВт • год.);
- активна державна політика субсидування домогосподарств з придбання накопичувачів енергії.

*Бар'єри для поширення технології:*

– висока вартість накопичувачів електричної енергії для домогосподарств (1500-3500 дол. США), тривалий термін окупності;

– низький рівень ємності акумуляторів (енергії, що акумулюється однією батареєю Tesla Powerwall вартістю 3000 дол. США, вистачає, щоб 2 рази запустити сушильну машину).

Крім того, з активним розвитком електротранспорту зростає потреба в суперконденсаторах. Як свідчать прогнозні дані дослідницької компанії «BIS Research», до 2028 р. глобальний ринок автомобільних суперконденсаторів зросте майже у 15 разів і становитиме 6911,7 млн дол. США (рис. 4.3).

▲▲▲▲

Рис. 4.3 Розмір глобального ринку автомобільних суперконденсаторів, млн дол. США

Джерело: [97].

Прогноз ринку суперконденсаторів за сегментами вказує на те, що до 2028 р. частки таких сегментів як «запуск, освітлення, запалювання», «система старт-стоп», «рекуперативне гальмування» зменшаться, тобто вже відбудеться насичення ринку. Сегмент суперконденсаторів для рушійних установок буде поступово зростати. Також зросте сегмент «інше», тобто мають з'явитися нові рішення за цим напрямом (рис. 4.4).

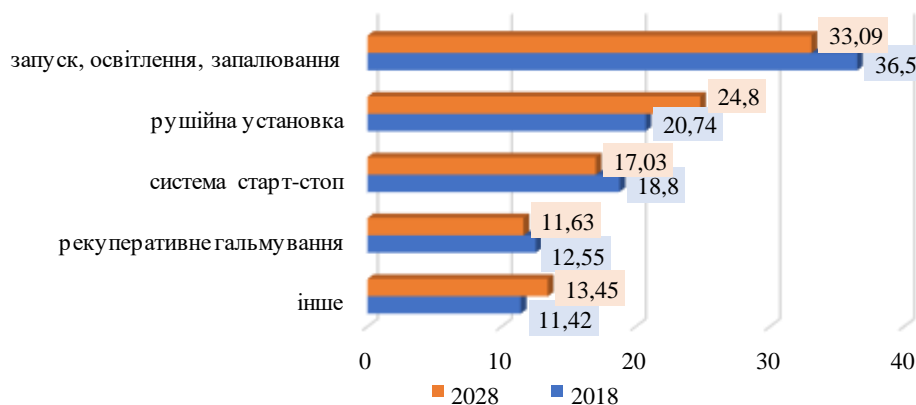


Рис. 4.4 Розмір глобального ринку автомобільних

суперконденсаторів за сегментами, %

Джерело: [97].

### 4.3 «Розумні» термостати

Підтримка оптимального температурного режиму в будинку знаходиться у фокусі уваги сучасного споживача. Разом з тим, більшість користувачів вважають обов'язки з регулювання температури в приміщенні занадто нудними. З розвитком когнітивних технологій турбота про опалення та кондиціонування приміщення лягає на інтелектуальні пристрої. Зокрема, вони автоматично знижують температуру, коли будинок порожній, і нагрівають до комфортної, коли, наприклад, GPS-сигнал з автомобіля показує, що власник повертається додому.

Звичайні термостати дозволяють регулювати температуру повітря в будинку в ручному режимі: це проста панель управління для опалення та кондиціонування повітря. У програмованих термостатах можна встановлювати температурний режим в залежності від часу доби. «Розумні» термостати мають функцію «навчання»: вони самі «запам'ятовують» розпорядок дня і звички домовласника і, відповідно до цього, автоматично регулюють температурний режим в будинку. Вони також здатні перенастроюватися в залежності від умов навколишнього середовища (температури повітря на вулиці і в приміщенні, вологості та ін.). Як правило, «розумні» термостати підключені до Інтернету, тому користувачі можуть контролювати клімат в будинку віддалено (зазвичай через додатки на смартфоні) і відслідковувати споживання енергії в режимі реального часу.

*Позитивний ефект від застосування технології включає:*

- автоматичне управління температурним режимом будинку: оптимальний вибір між комфортом і енергоефективністю;
- скорочення комунальних рахунків завдяки підвищенню ефективності систем опалення та кондиціонування будинку (за оцінками користувачів – до 30 %);
- можливість віддаленого управління станом систем опалення та кондиціонування будинку;
- зниження викидів парникових газів в атмосферу;
- економія енергоресурсів в масштабах національної економіки.

*Оцінка ринку:*

- до 5 млрд дол. США до 2020 р. збільшиться обсяг ринку «розумних» термостатів (середньорічні темпи приросту в 2015-2020 рр. перевищать 30 %);

– у 2015 р. у світі було продано 4,9 млн штук «розумних» термостатів. Обсяг ринку досяг 879 млн дол. США (+ 50 % до 2014 р). До 2020 р в світі буде встановлено понад 50 млн «розумних» термостатів;

– на частку США і Канади в 2015 р. припадало 70 % світового ринку «розумних» термостатів.

*Драйвери поширення технології:* запит домогосподарств на більш низькі рахунки за електро- і теплоенергію; потреба в дистанційному контролі клімату всередині будинку; субсидії регіональної і муніципальної влади, які виділяються на установку «розумного» термостата.

*Бар'єри для поширення технології:* висока вартість «розумних» термостатів (250-500 дол. США); тривалий термін окупності стартових вкладень (вартість «розумного» термостата, датчиків руху, послуг майстра по установці й ін.); проблема забезпечення безпеки систем, схильних до кібератак.

#### **4.4 «Розумне» освітлення**

Проблема скорочення енергетичних витрат була в значній мірі вирішена за рахунок винаходу світлодіодної лампи, яка дозволяє майже в два рази знизити електроспоживання. Світлодіодні лампи розраховані на тривалий термін служби (15-20 років) і споживають на 85 % менше енергії, ніж лампи розжарювання, безпечні для споживача на відміну від люмінесцентних ламп. Розвиток платформних технологій ІТ-сектору дозволив обладнати освітлювальні прилади інтелектуальною системою управління, що сформувало нове бачення перспектив розвитку «розумного» освітлення – перехід до концепції освітлення, що підвищує рівень повсякденного комфорту людини (*Human Centric Lighting*).

Інтелектуальні системи освітлення здатні реагувати на зміни різних параметрів (знаходження людини в приміщенні, рух, колірна температура, рівень природного освітлення та ін.). Технологічний розвиток в цій області зосереджено на двох напрямках: подальше підвищення енергетичної ефективності світлодіодних ламп (з 130 до 250 люменів на ват) і їх оснащення компонентами управління і зв'язку (датчики, мікроконтролери, ресивери та ін.). У перспективі після 2020 р. «розумні» системи освітлення регулюватимуть біоритми організму, покращуючи настрій і працездатність людини.

*Позитивний ефект від застосування технології включає:*

– підвищення енергоефективності та зниження платежів за електричну енергію в домашніх господарствах;

– за період 2015-2035 рр. світлодіодні лампи дозволять американцям заощадити близько 630 млрд дол. США на платіжках за електроенергію;

– у глобальному масштабі – досягнення значних обсягів енергозбереження;

– з 2016 р. обсяг зекономленої енергії в світі від світлодіодних ламп складе 145 ТВт • год. У разі повномасштабного переходу до освітлення будівель світлодіодами потенційний обсяг енергозбереження може скласти додатково 1600 ТВт • год.

*Оцінка ринку:*

– 25 млрд дол. США до 2020 р. може досягти обсяг ринку «розумного» освітлення (середньорічний темп зростання ринку в 2016-2020 рр. близько 30 %);

– у 2008 р. в США було встановлено близько 400 тис. світлодіодних ламп, у 2014 р. – 77 млн шт., у 2015 р – 202 млн шт.;

– середня вартість світлодіодної лампи у 2015 р. знизилася майже в 15 разів (на 94 %) до рівня 2008 р.

*Драйвери поширення технології:* здешевлення технології виготовлення світлодіодних ламп; урядові ініціативи щодо заборони неефективного освітлення; розвиток бездротових технологій, що виконують функції управління і контролю «розумного» освітлення; світлодіоди безпечні для здоров'я споживача (не містять ртуть, не пожежонебезпечні).

*Бар'єри для поширення технології:* проблема забезпечення безпеки систем управління «розумним» освітленням, схильних до кібератак; недовіра до систем автоматичного управління будинком.

## 4.5 Технології зберігання вітрової енергії (Wind Energy Storage )

Після того як накопичення та зберігання сонячної енергії стало все більш популярним дослідники почали шукати шляхи для накопичення і зберігання вітрової енергії.

Розробники у сфері удосконалення комунальних послуг та використання відновлюваних джерел енергії в США, Франції, Іспанії та Швеції у 2017 р. оголосили, що вони почали працювати над інтеграцією акумуляторів з проектами вітроенергетики. Передбачається, що найближчим часом оператори енергетичного ринку будуть активно застосовувати технології зберігання вітрової енергії при модернізації застарілих вітропарків. Оператори шукають способи продовжити термін дії своїх проектів і підвищити ефективність і фінансові показники, тому сховища для зберігання енергії будуть добре поєднуватися з цими цілями [98].

Через кілька різних процесів зберігання надлишкова енергія може бути збережена для використання в періоди слабкого вітру або більш високого попиту. Зокрема, це [99]:

**Акумуляторна батарея (Accumulator battery).** Електричні батареї зазвичай використовуються в сонячній енергетиці та можуть використовуватися для зберігання енергії вітру. Свинцево-кислотні акумулятори є підходящим вибором, так як вони добре підходять для струменевої зарядки і мають високу ефективність зарядки за електричною потужністю.

**Зберігання стисненого повітря (Compressed air storage).** Вітрові турбіни можуть використовувати надлишкову потужність для стиснення повітря, яка зазвичай зберігається в великих надземних резервуарах або в підземних печерах. При необхідності стиснене повітря можна використовувати шляхом прямого розширення в двигун стисненого повітря. Його також може бути вприснуто в турбіну внутрішнього згоряння, де він спалюється з паливом для забезпечення механічної енергії, яка потім призводить в дію генератор.

**Водневі паливні елементи (Hydrogen fuel cells).** Водневі паливні елементи також можуть бути використані для зберігання надлишкової енергії. Генератор водню використовується для електролізу води з використанням енергії, що виробляється вітряною турбіною, зберігання отриманого водню і

перетворення його в електрику з використанням системи живлення паливних елементів, коли це необхідно.

**Насосне зберігання (Pumping Storage).** Насосне сховище пов'язано з виробленням гідроелектроенергії, але ще не використовується з виробленням енергії вітру. Теоретично вода може бути закачана в піднятий резервуар, використовуючи надлишкову генеруючу потужність, а потім може використовуватися для приведення в дію водяної турбіни, коли це необхідно. Технологія перевірена і використовувалася століттями, що дає відносно високу загальну ефективність – 70 %. Існуючі гідроелектростанції можуть бути використані, якщо вони знаходяться в районі, де є умови для роботи вітряної електростанції.

#### **4.6 Акумулятори промислового призначення або великі акумулятори (Utility-scale batteries)**

Використовуються в основному для забезпечення функцій підтримки мережі, але також можуть бути безпосередньо пов'язані з поновлюваним джерелом генерації для забезпечення більш контрольованої / стійкої генерації.

*Внесок технології в інтеграцію енергії з відновлюваних джерел:*

- Перемикання навантаження – зарядка акумуляторів, щоб уникнути скорочення надлишкової генерації.
- Забезпечення резерву потужності.
- Надійне електропостачання ізольованих мереж.
- Зміщення передач і модернізація розподілу.

*Поточний стан:*

- Глобальна встановлена потужність великих акумуляторних систем зберігання: 10 гігават-годин (ГВт-год) в середині 2017 року [100].

- Ключові країни, у яких використовуються великогабаритні акумулятори (2017): Австралія, Китай, Німеччина, Італія, Японія, Республіка Корея, Велика Британія, США.

- Літій-іонні акумулятори складають більше 90 % від загальної встановленої ємності акумуляторів великих розмірів [101].

- Витрати знизилися на 80 % в період з 2010 по 2017 рік [102].



- У листопаді 2018 р. PG&E в Каліфорнії уклала два найбільших в світі контракти на акумулятори на сьогоднішній день: 300 МВт / 2, 270 МВт і 182 МВт / 730 МВт [103].

- Оператори систем передачі даних в Великій Британії (National Grid) і Нідерландах (TenneT) також уклали контракт на великогабаритні батареї для балансування надання послуг [104].

#### **4.7 Побутові акумулятори (Behind-the-meter batteries)**

Знаходяться в місці або поруч з місцем споживання енергії, або між комунальним підприємством і споживачем. Зазвичай застосовуються в побуті або на робочому місці.

*Внесок технології в інтеграцію енергії з відновлюваних джерел:* забезпечує ефективну інтеграцію місцевих поновлюваних джерел енергії, виробництво енергії, щоб розкрити переваги розподіленого покоління; згладжує профіль пікового навантаження; бере участь у роботі ринку допоміжних послуг, забезпечуючи гнучкість системи; знижує вартість розподілених поновлюваних джерел енергії шляхом максимізації власне споживання.

##### *Поточний стан:*

- Ключові регіони, де використовуються невеликі батареї (2017 р.): Німеччина, Італія, Велика Британія, Австралія, Японія, Нідерланди, Китай.

- Німеччина: встановлено 100 000 батарей (серпень 2018 р.), 60 % нових PV-систем на даху обладнані батареями [102].

- Уряд Південної Австралії розпочав програму у жовтні 2018 р. щодо встановлення 40 тис. побутових акумуляторів [105].

Спеціалісти з Bloomberg New Energy Finance склали прогноз внеску акумуляторів промислового призначення і побутових акумуляторів у світову потужність зберігання енергії до 2024 р. (рис. 1.7), відповідно до якого з 2021 р. частка побутових акумуляторів перевищить частку акумуляторів промислового призначення.

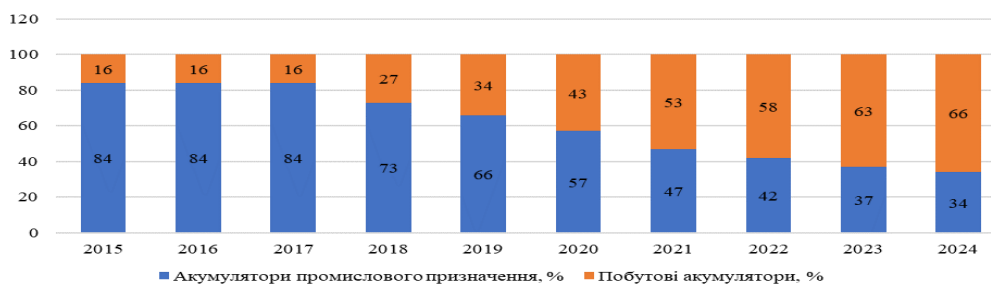


Рис. 1.7 Прогноз внеску акумуляторів промислового призначення і побутових акумуляторів у світову потужність зберігання енергії до 2024 р.

Джерело: [106].

#### 4.8 «Розумні» зарядні пристрої для електромобіля (Electric-vehicle smart charging)

Адаптує цикл зарядки електромобіля до подій в енергосистемі, дозволяючи транспортним засобам інтегруватися в енергосистему в зручній для користувача мережі.

*Внесок технології:*

- «Розумна» зарядка для електромобілів (зарядка за профілями відновлюваної генерації) може допомогти зменшити скорочення використання відновлюваних джерел енергії, уникаючи при цьому додавання додаткового навантаження до пікового попиту і додаткових затрат на інфраструктуру.

- Технології «від мережі до мережі» (V2G) можуть забезпечити ще більшу гнучкість системи, забезпечуючи подачу енергії назад в мережу за необхідності.

- Можливість розумної зарядки адаптувати час зарядки сильно залежить від типу транспортного засобу, місця зарядки, а також потужності і швидкості обладнання для зарядки.

*Поточний стан:*

- 4 млн електромобілів нараховувалося в 2017 р., 40 % з них у Китаї.
- 57 % сукупний річний темп росту продажів за останні 6 років.
- Найбільші ринки для електромобілів: Китай, Німеччина, Норвегія, Велика Британія, США.

- Частка загального попиту на електроенергію, якби всі легкові автомобілі були електричними, становила б у 2016 р. 24 % у США; 10-15 % в Європі, з впливом на піковий попит, якщо не використовувати розумні зарядки [104].

*Оцінка ринку.* Оскільки до 2025 р. в усьому світі буде використовуватися 30 млн електромобілів з акумуляторними батареями, інтелектуальні рішення для зарядки стали величезною інвестиційною можливістю. У найближчі п'ять років екосистема обладнання для зарядних станцій для електромобілів (EVSE)

стане світовим ринком вартістю 2,6 млрд дол. США. Північна Америка є штаб-квартирою найбільших і найбільш інноваційних компаній в області електромобілів і інтелектуальних зарядних пристроїв. До 2022 р. в США і Канаді буде більше мільйона роз'ємів EVSE, включаючи житлові, робочі місця, автопарки і загальнодоступні зарядні пристрої [107].

#### **4.9 Тонкоплівкові сонячні панелі (Thin Film Solar Panels)**

У сучасній фотовольтаїці найчастіше використовуються полікремнієві сонячні панелі. При досить високому коефіцієнті перетворення енергії, вони дорогі у виробництві і вимагають великої кількості вихідного матеріалу (моно- або полікристалічного кремнію). Більш економічною альтернативою можуть стати тонкоплівкові сонячні панелі.

Тонкоплівкові сонячні панелі являють собою дешеві гнучкі фотоелементи великої площі, в яких напівпровідник (аморфний кремній або інші матеріали) осідають шаром товщиною близько 1 мікрона на підкладку зі скла або сталі. Такі панелі можуть бути напівпрозорими і прозорими, функціонувати при розсіяному випромінюванні і виробляти більшу сумарну потужність (на 10-15 %), ніж традиційні моно- або полікремнієві панелі. Їх можна буде купувати в рулонах (як тканина або шпалери), розміщувати на будівлях і архітектурних формах, будь-якому транспортному засобі на електричній тязі (літаках, човнах, автомобілях та ін.).

Найбільш ефективними в майбутньому мають стати тонкоплівкові сонячні панелі з елементами з міді, селеніду, індію, галію (CIGS solar cells).

Сонячні елементи CIGS можуть бути виготовлені з використанням різних технологій, включаючи, серед іншого, електророзпилення, хімічне осадження з парової фази, спільне випаровування і виробництво плівки. Метод електророзпилення включає розпорошення чорнила, що містить наночастинки CIS, за допомогою електричного поля безпосередньо на підкладку, а потім спікання в інертному середовищі. Сегмент хімічного осадження парів (CVD) займав основну частку ринку в 2017 р. і, як очікується, продовжить домінувати протягом прогнозованого періоду. Процеси хімічного осадження парів включають в себе органічне хімічне осадження парів при атмосферному тиску, MOCVD низького тиску, хімічне осадження парів з плазмовим посиленням і MOCVD за допомогою аерозолів.

Тонкоплівкові сонячні елементи CIGS мають чудову ефективність в порівнянні з іншими аналогами, що збільшило попит в різних сферах кінцевого використання. Лабораторні дослідження CIGS досягли рівня ефективності

22,4 %, і в даний час здійснюється ряд технологічних удосконалень для подальшого підвищення їх ефективності. Крім того, оскільки ці сонячні елементи містять відносно мало або зовсім не містять кадмій, вони є екологічно чистими [108].

*Оцінка ринку.* Світовий ринок тонкоплівкових сонячних елементів CIGS, ймовірно, зросте до 8,5 млрд дол. США до 2024 р., що забезпечить стабільний середньорічний темп зростання в 17,3 % за прогнозований період. Це зростання в першу чергу можна пояснити наявністю різних урядових ініціатив по просуванню поновлюваних джерел енергії в світі зростаючих екологічних проблем. Більш того, очікується, що зростання споживання енергії по всьому світу буде стимулювати попит протягом прогнозованого періоду [108].

Деякі з ключових компаній, що працюють в галузі, включають Oxford PV; Ascent Solar Technologies Inc.; Tata Power Solar Systems Ltd; Manz AG; Hanergy Holding Group Ltd.; Bosch Solar Energy AG; Soltecture Solartech GmbH; Solar Frontier; SoloPower Systems, Inc.; AVANCIS GmbH.

Станом на лютий 2019 р. у Solar Frontier досягли ефективності перетворення 23,35 % на сонячному фотоелементі CIS площею 1 см<sup>2</sup>, що є найвищим підтвердженим показником для такої батареї.

Імовірний термін максимального прояву тренду: 2020-2030 рр.

#### **4.10 Плоскі сонячні колектори (Solar Flat Plate Thermal Collectors)**

Для отримання сонячної теплової енергії використовуються різні технологічні рішення. Одне з найпоширеніших – вакуумовані сонячні колектори, на які припадає понад 60 % вироблюваної в світі сонячної теплової енергії. Однак вони повинні встановлюватися під певним кутом для зниження енерговитрат, а очищення їх робочої поверхні вимагає додаткових витрат протягом усього терміну експлуатації. Мінімізувати витрати можна завдяки плоским сонячним колекторам, для яких характерне більш оптимальне поєднання ціни і якості (інвестиції, як правило, окупаються за п'ять років).

Плоский колектор являє собою теплоізолюваний металевий ящик, куди поміщена пофарбована в чорний колір пластина абсорбера (поглинач), виготовленого з металу, що добре проводить тепло (найчастіше це мідь або алюміній). Ящик має скляну або пластмасову кришку – прозору або матову, для зниження втрат тепла. Сонячне світло проходить через скління і потрапляє на пластину-поглинач. Вона нагрівається, і сонячне випромінювання перетворюється в теплову енергію.

*Оцінка ринку.* Очікується, що світовий ринок сонячних колекторів до 2025 р. досягне 41,96 млрд дол. США, йдеться у новому звіті Grand View Research Inc. [109].

Ринок сонячних колекторів зростає в усьому світі через зростаючі потреби в поновлюваних джерелах енергії.

Обмежені ресурси викопного палива в поєднанні з екологічними проблемами, сприяли використанню нових варіантів стійкого енергопостачання, у яких використовуються поновлювані джерела енергії. Низька ціна установки, а також зниження витрат на електроенергію призвели до високого попиту на неконцентровані колектори в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні, тим самим відкриваючи нові можливості для зростання ринку.

Використання продукту в житлових приміщеннях, включаючи нагрівання води та опалення приміщень, призводить до зниження енергоспоживання і витрат для споживачів. Очікується, що ініціативи, вжиті урядами щодо захисту від виснаження природних ресурсів в поєднанні зі зростаючою перевагою споживачів щодо варіантів з низькою вартістю енергії, забезпечать позитивні можливості для попиту на продукцію протягом прогнозованого періоду.

Сумарна встановлена потужність сонячних колекторів у світі може досягти 3500 ГВт до 2050 р.

Загальний обсяг сонячного теплопостачання в Європейському союзі може скласти до 2020 р. 24 млрд тонн у нафтовому еквіваленті (1,5 % від всього обсягу виробленої енергії).

Імовірний термін максимального прояву технологічного тренду 2020-2030 рр.

#### **4.11 Гібридні сонячно-вітрові установки (Hybrid Wind and Solar Electric Systems)**

Учені в усьому світі активно працюють над підвищенням ефективності перетворення енергії сонця та вітру в електрику (зараз ККД сонячних панелей вже перевищує 30 %, а вітрогенераторів – 45 %) і шукають оптимальну модель комбінування цих двох технологій. У більшості районів сонячна радіація і вітер знаходяться в протифазі (тобто коли світить яскраве сонце, зазвичай немає вітру, і навпаки), завдяки чому може досягатися безперебійне виробництво теплової та електричної енергії.

Для забезпечення стабільного вироблення енергії у рамках річного і добового циклу створюються гібридні електростанції, що використовують

кілька поновлюваних джерел. Найбільш популярні сьогодні сонячно-вітрові установки, що представляють собою комбінацію сонячних панелей з вітрогенераторами і часто доповнені дизельним генератором (автоматично запускається при падінні рівня вироблення енергії, наприклад, при відсутності вітру та сонця в нічний час доби). Вони є більш успішною заміною газотурбінних установок малої потужності, мазутних котелень і дизельних генераторів, особливо розташованих у зоні децентралізованої енергетики.

*Драйвери.* Підвищення попиту на електроенергію в усьому світі є основною рушійною силою цього ринку, який також отримує підтримку завдяки сприятливим урядовим ініціативам в різних країнах, як розвинених, так і країнах, що розвиваються. На додаток до цього, зростаючий попит на об'єкти електропостачання поза мережею і зростаюча популярність чистої енергії на тлі зростаючого забруднення є двома іншими ключовими факторами, які, як очікується, будуть підтримувати світовий ринок гібридних сонячно-вітрових установок [110].

*Бар'єри.* З іншого боку, великі початкові інвестиції і значна тривалість для належного повернення інвестицій (ROI) є одними з важливих факторів, які заважають ринку цієї гібридної системи повністю реалізувати свій потенціал. Відсутність обізнаності серед країн, що розвиваються є ще однією перешкодою на глобальному ринку гібридних систем сонячної і вітрової енергії.

*Оцінка ринку.* Що стосується продукту, то сегмент гібридних сонячно-вітрових установок у даний час задовольняє максимальний попит, оскільки є економічно ефективним. Сегмент додатків для кінцевого використання в житлових будинках у даний час випереджає комерційні та промислові завдяки розвитку розумних міст і розумних будинків в декількох країнах з економікою, що розвивається і на Близькому Сході [110].

Світовий ринок гібридних сонячно-вітрових установок, доповнених дизельним генератором, може скласти до 2020 р. 65 млрд дол. США. Їх використання дозволить збільшити до 2035 р. частку поновлюваних джерел у виробництві електроенергії з 5 % до 15 %. Найбільшою популярністю вони будуть користуватися в індивідуальних споживачів у сфері сільського господарства.

Імовірний термін максимального прояву тренду: 2025-2030 рр.

#### **4.12 Електричні транспортні засоби (Electric Vehicles)**

Електричні транспортні засоби повільно, але, безумовно, набирають обертів в енергетичній промисловості, пропонуючи транспорт з низьким або

нульовим обсягом викидів вуглецю. Наприклад, у даний час Велика Британія може похвалитися більш ніж 150 тис. електричних автомобілів, що на 50 % більше, ніж минулого року.

Технологічні досягнення та збільшення інтересу зі сторони промисловості означають, що дослідники знижують ціни та підвищують ефективність, пропонуючи світовому транспортному сектору майбутнє, яке керується спрямованістю на застосування відновлюваних джерел енергії та технологічними інноваціями.

Ринок електричних транспортних засобів стрімко зростає. Ринок Китаю – провідний, а європейський та американський ринки – наступні (рис. 4.5). Країни, такі як Індія, вже орієнтуються на повну електрифікацію свого автомобільного транспорту до 2030 року.

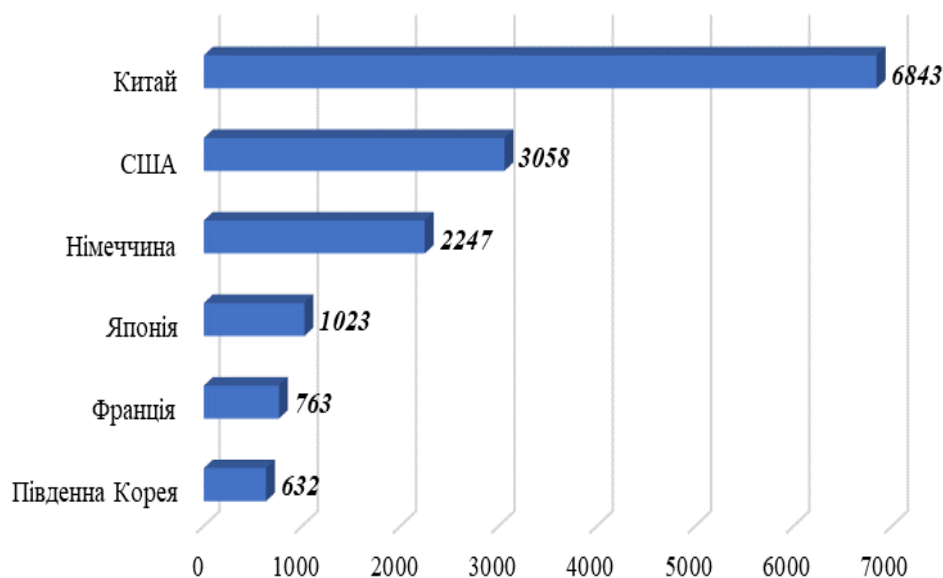


Рис. 4.5 Прогнозований обсяг виробництва електромобілів у деяких провідних країнах у 2021 р., тис. одиниць

Джерело: [111].

За прогнозами експертів до 2025 р. глобальний ринок електромобілів виросте у 4,8 разів і сягне 567,3 млрд дол. США (рис. 4.6).

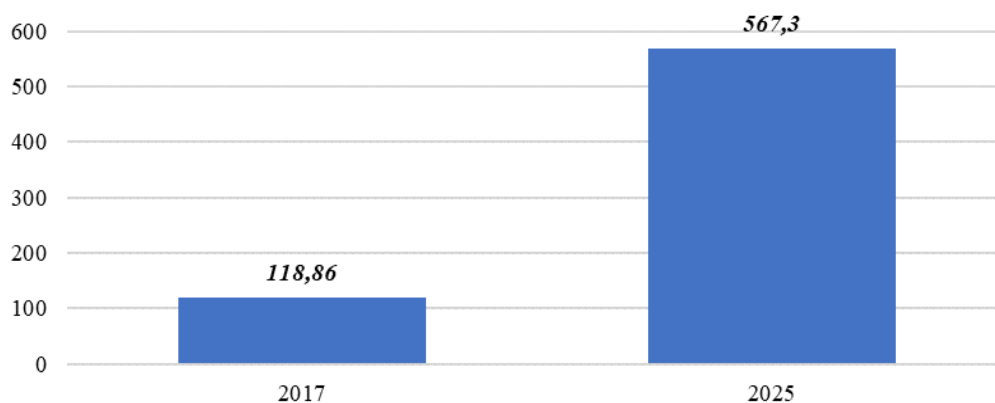


Рис. 4.6 Розмір глобального ринку електромобілів у 2017 р. та 2025 р., млрд дол. США

Джерело: [112].

#### 4.13 Технології водневої енергетики (Hydrogen Energy Technology)

Раніше водень практично не застосовувався в якості енергоносія через низький рівень рентабельності, підвищеної вибухонебезпечності та відсутності економічно ефективних систем зберігання і розподілу. Ці проблеми вирішуються із застосуванням *водневих паливних елементів*. Завдяки високій енергетичній щільності водень можна безпечно використовувати в суміші з рідинами, що дозволяє транспортувати його по існуючим трубопровідним мережам, що використовуються для викопного палива. Здатність акумулювати значний обсяг електроенергії відкриває можливість застосування водневих паливних елементів користувачами, які не підключені до енергомереж.

*Використання водню дає змогу:* зберігати енергію у великих масштабах і в довгостроковій перспективі в соляних печерах або резервуарах для зберігання; зменшити скорочення використання відновлюваних джерел енергії; декарбонізувати галузі промисловості та транспорту через стратегії взаємодії секторів; замінити «сірий» водень, виготовлений з природного газу, у певних промислових процесах.

*Поточний стан:*

- Вартість виробництва водню від електролізу, через мембрану протонного обміну (PEM), у 2017 р.: 6,7 євро за кілограм (кг) з потенціалом до падіння до 4,1 євро за кг у 2025 році [113].

- До 2030 р. від 70 % до 88 % витрат на виробництво водню пояснюється витратами на енергію; більш високі частки дешевих відновлюваних джерел енергії можуть прискорити впровадження технології.

- 4 % від світового виробництва водню виробляється за допомогою електролізу (інше на основі викопного палива).



- Звіт Ради з дослідження водню (Hydrogen Council) передбачає, що водень може задовольнити 18 % світового попиту на енергію до 2050 р., що дорівнює приблизно 78 ексаджоулів.

*Оцінка ринку.* Згідно з результатами досліджень, які наведені у «Hydrogen Generation Market by Generation, Application, Technology, Storage, and Region – Global Forecast to 2023» [114] очікується, що ринок виробництва водню зросте з 135,5 млрд дол. США в 2018 р. до 199,1 млрд дол. США у 2023 р. при сукупному річному темпі зростання (CAGR) у 8,0 % з 2018 до 2023 року.

Розвиток ринку виробництва водню обумовлений різними факторами, такими як зростаюче поширення транспортних засобів на паливних елементах в таких країнах, як США, Китай і Японія, і зростаючий попит на водень для операцій з переробки нафти і газу для виробництва більш чистого палива. Однак зростаючі інвестиції в акумуляторні технології і проблеми безпеки, пов'язані з процесом виробництва водню, можуть перешкодити зростанню ринку виробництва водню.

#### **4.14 Малі модульні реактори (ММР)**

У всьому світі зростає інтерес до реакторів малої та середньої потужності або модульних реакторів з урахуванням їх здатності задовольняти потребу в гнучкому виробництві електроенергії для різних користувачів і застосувань і замінити старіючі електростанції, що працюють на органічному паливі. Вони також мають поліпшені показники безпеки завдяки наявності внутрішньо властивих і пасивних засобів безпеки, характеризуються більш низькими початковими капітальними витратами і придатні для когенерації та приладів, не пов'язаних з виробництвом електроенергії. Крім того, вони є варіантами, придатними для віддалених регіонів з менш розвиненою інфраструктурою і відкривають можливість створення синергетичних гібридних енергетичних систем, що поєднують ядерні та альтернативні джерела енергії, включаючи поновлювані джерела.

Багато держав зосереджують зусилля на розробці малих модульних реакторів, які визначаються як вдосконалені реактори для виробництва електроенергії з потужністю модуля до 300 МВт. Ці реактори обладнані вдосконаленими інженерно-технічними засобами, можуть використовуватися в складі одномодульних або багатомодульних станцій і проектується для поставок в повній заводській готовності енергокомпаніям для подальшого монтажу в міру потреби.

У всьому світі налічується приблизно 50 проектів і концепцій ММР. Велика їх частина знаходиться на різних стадіях розробки, і повідомляється, що деякі проекти будуть реалізовані найближчим часом. У даний час чотири ММР знаходяться на просунутих етапах будівництва в Аргентині, Китаї та Росії, а ще кілька країн, що мають атомні електростанції, і країн, що приступають до розвитку ядерної енергетики, проводять НДДКР по ММР [115].

*Оцінка ринку.* Очікується, що сектор малих модульних ядерних реакторів вартістю близько 4,5 млрд дол. США буде процвітати в найближчі кілька років через необхідність зниження загальних капітальних витрат на ядерні реактори [116].

Отже, в електроенергетиці у наступні кілька років підвищуватиметься попит на енергію з відновлюваних джерел. Найбільш популярними напрямками R&D стануть способи накопичення та зберігання енергії з різних джерел.

Акцент робиться на енергоефективності та зниженні шкідливого впливу на навколишнє середовище. При цьому розвиток IT-сектору сприяє створенню «розумних» технологій в енергетичній галузі.

Накопичувачам або, так званим, «сховищам» енергії прогнозують найбільший обсяг ринку до 2025 р. (близько 15 млрд дол. США).

## 5 ЦСР 9. ПРОМИСЛОВІСТЬ, ІННОВАЦІЇ ТА ІНФРАСТРУКТУРА

### 5.1. Сучасні глобальні тенденції розвитку транспорту

Розвиток технологій на транспорті ґрунтується на основних тенденціях, що охопили в останні роки весь світ [117]:

Передові інформаційні комунікаційні технології (ІКТ) – включаючи штучний інтелект (Artificial Intelligence, AI), автоматизацію та робототехніку. Їх розвиток та впровадження ІКТ може поліпшити продуктивність праці, бізнес-процеси та практики управління, які підтримують економічне зростання та політичне управління. ІКТ є критичним фактором, що вплине майже на кожен нову та існуючу промисловість. Розповсюдження Інтернету речей (IoT) та штучного інтелекту (AI) забезпечать аналітику та обробку великих даних, які дадуть змогу отримати нову інформацію про бізнес, перетворюючи промисловість та впроваджуючи сучасне комунікаційне обладнання. Використання людьми деяких технологій, таких як розширена / віртуальна реальність (AR/VR), матиме трансформуючий вплив на суспільство, зокрема на засоби масової інформації, розваги та повсякденне життя. Нові ІКТ також трансформують транспорт та споживання енергії в широких напрямках. Програмне забезпечення, що поєднує аналітику даних, алгоритми та геофізичну інформацію в реальному часі, такі як Uber і Waze, можуть оптимізувати трафік, підвищити споживання енергії та зменшити забруднення міст. Вони збільшують переваги напів-автоматизованих і самостійних транспортних засобів, які можуть зменшити щільність руху та аварійність, виробляючи величезні економічні вигоди.

На основі аналізу тенденцій, а також оцінки зрілості та потенційного впливу нових транспортних і логістичних рішень, консалтингова організація PWC виділила основні рушійні сили, які трансформують транспорт і логістику, а відтак – впливають на розвиток технологій і інновацій у цьому секторі.

#### 5.1.1 Цифровізація (Digitalisation)

Цифровізація все більше охоплює всі сфери життя. Це можна спостерігати в бізнес-процесах, починаючи від адміністративних до операційних та контрактних процесів. На сьогодні цифровізація більше не стосується простих інформаційно-комунікаційних технологій або ERP на робочих місцях, а йдеться про створення абсолютно нових бізнес-процесів і моделей, включаючи інтеграції по всьому ланцюжку створення вартості. Це

більше стосується можливості перенесення точки покупки, а також важливих елементів, пов'язаних з наданням послуг у цифрове середовище.

За даними міжнародної консалтингової компанії PwC 54 % опитаних компаній очікують, що цифровізація збільшить їх доходи [118]. Підприємства можуть також використовувати цифровізацію для: спрощення своїх процесів; реорганізації своїх послуг, продуктів та бізнес-моделей; зменшення впливу прогалин у спеціалізації.

Можна очікувати, що цифровізація змінить спосіб взаємодії споживачів з бізнесом, що вже видно в он-лайн і мобільному замовленні транспорту, починаючи від особистих транспортних послуг (послуги таксі), до спільного використання автомобілів і квитків на громадський транспорт. Такі послуги можуть незабаром перестати вважатися інноваційними.

### **5.1.2 Глобальні зміни в міжнародній торгівлі**

Ці зміни вже спостерігаються, наприклад, в стрімко зростаючому числі поїздок з Китаю до ЄС. Зростаючі обсяги торгівлі Китаю та ЄС (в обох напрямках), нові інвестиції за торговими шляхами та наземним транспортом (що виступає як альтернатива, яка швидше, ніж морські перевезення та дешевші, ніж повітряні перевезення), ймовірно, змінить міжнародну логістику в Євразії. Відкриватимуться нові торгові шляхи, а існуючі будуть розширюватися, оскільки країни, що розвиваються, стають більш пов'язаними з глобальною економікою.

Зміни в міжнародній торгівлі зумовлені: укладанням угод про вільну торгівлю; виникненням торговельних воєн і бар'єрів у торгівлі, що впливають з правил; глобалізацією транспортних підприємств; розвитком інфраструктури (особливо на залізницях та на дорогах, а також через ініціативу «Пояс і дорога», що підтримується урядом Китаю).

Транспортно-логістичні компанії (Т&Л), безсумнівно, отримають вигоду від модернізації залізниць, автомобільних доріг, телекомунікаційних та інших об'єктів, таких як вузли, розташовані уздовж нових торговельних шляхів. Очікується, що коридори «нового шовкового шляху» між Китаєм і ЄС будуть швидко зростати протягом наступних кількох років. Такий розвиток подій призведе до зниження витрат на транспорт і дозволить створити нові послуги. Ці інвестиції та можливості для створення нових послуг можна називати «рішеннями нових торгових маршрутів».

### 5.1.3 Трансформація в процесах програмного забезпечення

Очікується, що зміни в процесах, що здійснюються за допомогою програмного забезпечення, динамічно зростатимуть протягом наступних кількох років, створюючи ще більші вигоди для бізнесу, але на поточному етапі ці рішення все одно повинні знайти свій шлях до мейнстріму. Еволюція базових технологій, таких як штучний інтелект, Інтернет речей (IoT), Big Data Analytics або Blockchain / DLTs і вплив на ефективність бізнесу, які вони чинять, створить сприятливе середовище для розробки таких рішень.

Зокрема, слід зазначити, що за прогнозними оцінками Statista, витрати на впровадження IoT на транспорті і в логістиці зростуть за п'ять років у чотири рази (рис. 5.1).

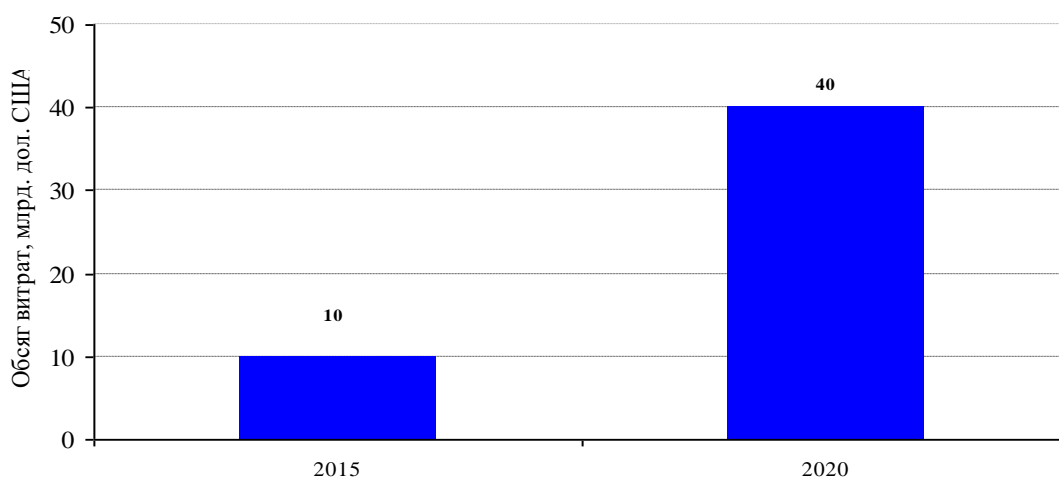


Рис. 5.1 Витрати на впровадження IoT у світі транспортними і логістичними компаніями, млрд дол. США

Джерело: [57].

Очікується, що такі рішення переформатують T&L шляхом змін в процесі керування програмним забезпеченням:

- Інтелектуальні транспортні системи (Intelligent Transportation Systems);
- Автоматизація робототехнічних процесів (Robotic Process Automation);
- Інтелектуальні рішення (наприклад, для технічного обслуговування та постачання);
- Blockchain (Blockchain and all Distributed Ledger Technologies);
- Рішення AI (Artificial Intelligence).

Очікується, що компанії впроваджуватимуть їх для того, щоб отримати переваги в ціні та якості, а також для кращого розуміння потоків пасажирів і

вантажів, що дозволить споживачам відчувати кращу зручність і бути більш поінформованими про транспортні послуги.

#### **5.1.4 Зміни торгівлі на внутрішніх ринках**

У наступні кілька років можна очікувати значних змін на ринках внутрішньої торгівлі, зумовлені оптимістичними прогнозами економічного зростання, розвитком ринків електронної комерції та економікою спільного використання, а також збільшенням активності злиттів і поглинань (M&A) у сегменті T&L. Рішення в цій сфері також будуть обумовлені зміною очікувань споживачів та старінням суспільства. Всі ці зміни зумовлять поштовх до нових послуг, а також до різних інтеграційних ланцюжків цінностей між виробниками, включаючи електронних страхувальників та компанії з продажів і збуту.

Існує ряд нових рішень, які компанії можуть досліджувати завдяки змінам у вітчизняній комерції, щоб забезпечити споживачів більш доступними та інноваційними послугами, що зумовлює більше зручності в інтернет-магазинах, а також нові можливості для спільного використання ресурсів для повсякденного використання: провідні бренди, що шукають можливості для збільшення продажів в Інтернеті; компанії e-Commerce, які інвестують в логістику; поштово-курєрські компанії (CER), що розробляють індивідуальні рішення для електронної комерції; спільне використання економіки; логістичні консолідації.

#### **5.1.5 Зміни в управлінні транспортними засобами**

Серед інших переваг можна очікувати, що автоматизовані процеси, пов'язані з машинобудуванням, підвищать ефективність транспортно-логістичних послуг. Рішення в цій галузі вимагають інвестування в нові технології і продумане впровадження.

Упродовж довгострокової перспективи відбувається зміна технологічних процесів шляхом розробки базових технологій (включаючи досягнення в галузі електромобільності) та зміни правил. Вони також будуть сформовані завдяки зростаючій увазі до екологічної стійкості.

Завдяки широкому застосуванню наступних технологічних рішень ТЗ, компанії T&L можуть отримати вигоду від підвищення ефективності роботи, автоматизації основних операцій та можливостей для ліквідації вузьких місць та розробки нових послуг:

– Роботизація (Robotization);

- Електромобільність (Electro-mobility);
- Пристрої розширення реальності та змішаної реальності (Augmented Reality and Mixed Reality devices);
- Високошвидкісний залізничний транспорт (HSR);
- Оптимізація роботи морського транспорту (Last Mile Optimization).

Для споживачів і працівників зміни в процесах управління машинами, означатимуть менше взаємодії з людьми і більше з машинами в майбутньому, але в кінцевому рахунку, також призведе до більшої доступності гнучких послуг.

## **5.2 Актуальні напрями досліджень і розробок на транспорті**

### **5.2.1 Проектування та калібрування систем керування**

Контроль силового агрегату, калібрування та процеси оптимізації на рівні системи, пов'язані з досягненням жорсткої економії палива, викидів, продуктивності, надійності та якості. Розробки включають контроль, калібрування та діагностику двигуна, силового агрегату та підсистем, пов'язаних з управлінням енергією в умовах звичайної та гібридної експлуатації, з урахуванням одночасної оптимізації параметрів апаратного проектування та параметрів контролю програмного забезпечення [119].

### **5.2.2 Багатовимірне моделювання двигунів**

Цей напрям охоплює досягнення у розробці та застосуванні моделей та інструментів, що беруть участь у багатовимірному моделюванні двигунів: досягнення в області хімічної кінетики, моделювання згоряння та розпилення, турбулентність, передача тепла; підходи, спрямовані на підвищення ефективності обчислень. До цього напрямку належать дослідження, що використовують багатовимірне моделювання для глибшого розуміння процесів, пов'язаних з турбулентним транспортом, перехідними явищами і хімічно реагуючими двофазними потоками.

### **5.2.3 Динаміка, стабільність і контроль транспортних засобів**

Цей напрям орієнтований на розробки у сфері динаміки та управління автомобілем, використовуючи моделювання, а також експериментальний аналіз легкових автомобілів, важких вантажівок та колісних військових транспортних засобів. Дослідження стосуються активних і пасивних систем безпеки для пом'якшення проблем перекидання, нестабільності ритму та гальмування; симулятори водіння та апаратні системи; кінематика і відповідність підвіски, динаміка рульового управління, передові технології активної підвіски; і механіку зусиль і моментів.

### **5.2.4 Безпека людей: реконструкція аварій**

Цей напрям стосується останніх досліджень, пов'язаних з методами та моделями реконструкції транспортних аварій, пов'язаних з колісними та гусеничними транспортними засобами, пішоходами та придорожніми особливостями. Наголос робиться на експериментальних даних і теоретичних методах, які дозволяють реконструкторам ідентифікувати, інтерпретувати та аналізувати фізичні докази з автокатастроф.

Наприклад, за цим напрямом представлена технологія автомобільних датчиків LiDAR [120]. Автомобільний радар рухає технологічну хвилю 77 ГГц у бік більшої спроможності та безпеки автомобіля. З тих пір, як вперше він з'явився в автомобілях у 1980-х роках, радар став надійним і все більш економічним інструментом для виявлення об'єктів на дорозі і вздовж узбіччя. Прогнозується, що ця технологія буде в 50 % всіх нових автомобілів і легких вантажівок до 2020 р., де вона буде «злита» з іншими вбудованими датчиками – камерами, LiDAR, ультразвуком – щоб запропонувати кілька шарів виявлення і надійності в різних середовищах і сценарії поведінки автомобілів в залежності від перешкод на дорозі та узбіччях.

*Ринкові перспективи.* Глобальний автомобільний ринок LiDAR обумовлений такими факторами, як збільшення кількості автоматизованих транспортних засобів та зниження собівартості систем LiDAR. Проте, недостатня обізнаність про переваги систем LiDAR і висока вартість, що пов'язана з використанням дорогих компонентів у цих системах, таких як лазерні сканери, навігаційні системи і високоякісні 3D камери, перешкоджають зростанню ринку. І навпаки, зростання кількості автономних і підключених автомобілів, як очікується, запропонує різні можливості для нових продуктів на ринку і підвищить ринкове зростання даного сегменту [120].



### 5.3. Перспективи розвитку глобальних технологій у сфері транспорту

Якщо проаналізувати види впроваджуваних технологій, можна навести дані опитувань Statista, в яких показано частки компаній у відповідній галузі, що ймовірно впроваджуватимуть у майбутньому ці інновації (рис. 5.2).

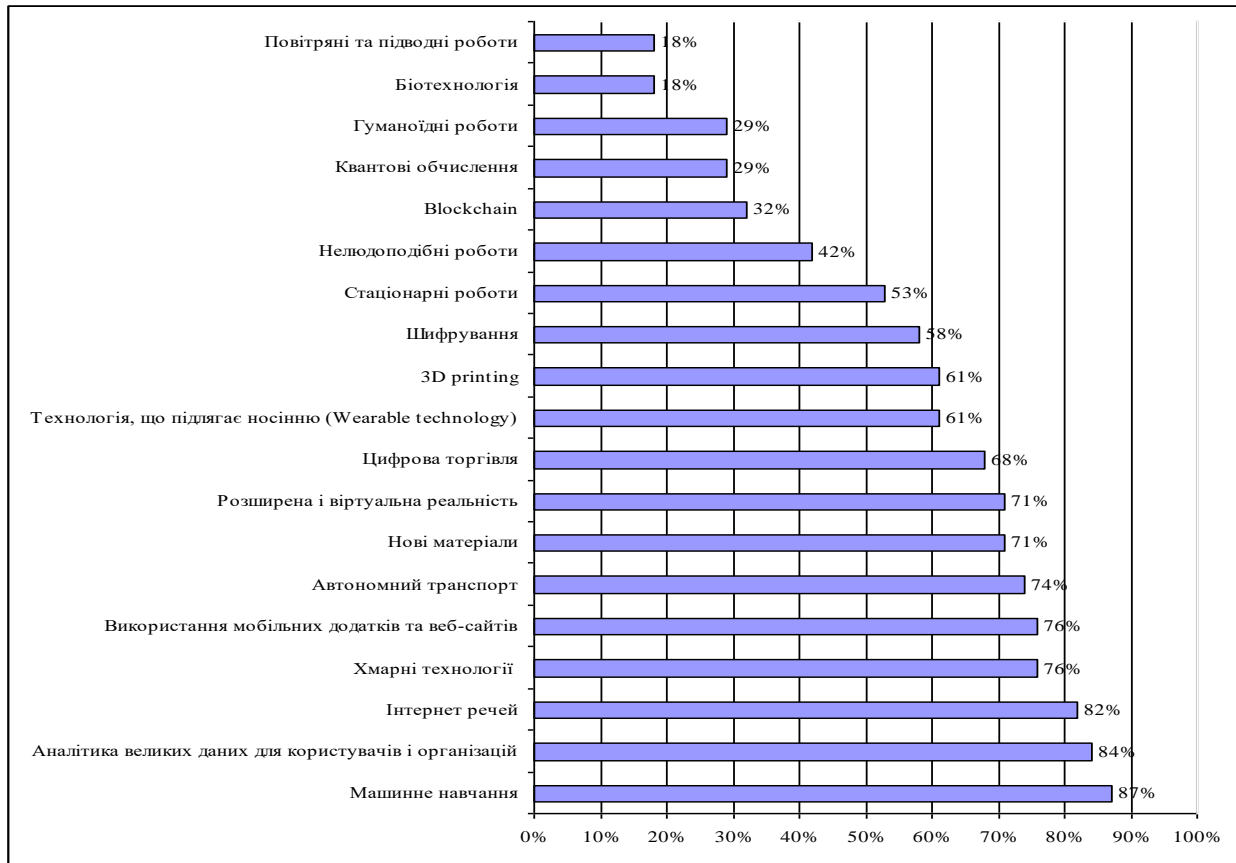


Рис. 5.2 Частка компаній у світі, що впроваджуватимуть нові технології в 2018-2022 рр. (автомобільний, аерокосмічний, постачальницький сектори та сектор перевезень)

Джерело: [57].

Компанії цих секторів (рис. 5.2) надаватимуть перевагу *AI*, *обробці великих даних*, *IoT*, *хмарним технологіям* і *технологіям з використання мобільних додатків*. Більше половини (більш ніж 50 % опитаних компаній) впроваджуватимуть у своїй діяльності *робототехніку*, *шифрування*, *3d друк*, *цифрові девайси для носіння*, *розширену та віртуальну реальність*, *нові матеріали* і *автономний транспорт*.

#### 5.3.1 Штучний інтелект AI

Штучний інтелект (AI) є однією з найбільш прогресивних технологій у комп'ютерній науці. Він пов'язаний з людським розумом через подібні характеристики, такі як розуміння мови, міркування, навчання, вирішення

проблем та інші. Виробники на ринку свідчать про величезні основні інтелектуальні проблеми у розробці та перегляді технології. Крім того, очікується, що зростання автомобільної промисловості буде вести автомобільний ринок штучного інтелекту. Автомобільна промисловість пережила обіцянку штучного інтелекту і є однією з найважливіших галузей промисловості, що використовує AI для збільшення та імітації дії людей. Крім того, поява таких стандартів, як просунута система допомоги водію (ADAS), адаптивний круїз-контроль (ACC), оповіщення про сліпі місця та зростання попиту на зручність приваблюють автомобільних продавців до AI.

*Ринкові перспективи.* Обсяг глобального ринку штучного інтелекту на транспорті у 2024 р. очікується на рівні 5,8 млрд дол. США, збільшуючись при цьому щорічно з 2018 по 2024 рр. на 43,8 %. Зростання попиту для підвищення досвіду користувача та особливостей зручності, зростаюча тенденція до розробки автономних ТЗ, підвищення безпеки та конфіденційності, а також збільшення попиту на преміум сегменти автомобілів є суттєвими факторами, що впливатимуть на зростання глобального автомобільного ринку Штучного Інтелекту.

### **5.3.2. Інтелектуальна транспортна система (ITS)**

Розумна (Smart) або інтелектуальна (Intelligent) транспортна система (ITS) – це передова транспортна інфраструктура, яка має на меті надання інноваційних послуг для систем управління трафіком і транспортом. Цей транспорт також надає можливість різним користувачам бути більш скоординованими, більш поінформованими, а також робити безпечніше та розумніше використання транспортних мереж. Розумний транспорт застосовується при керуванні парковками та в керівництвах, в якості інформації про пасажирів та в управлінні рухом.

Зростання розумного ринку перевезень зумовлений тим, що ця інфраструктура сприяє економії часу та палива. Допоміжні урядові ініціативи, такі як Директива ЄС про ITS, прийнята 7 липня 2010 р. для ефективного управління дорожнім рухом, відіграють важливу роль у сприянні розвитку глобального ринку розумних перевезень. Крім того, розумні транспортні системи можуть забезпечити кращу безпеку шляхом інтеграції інтелектуальних систем зв'язку в інфраструктуру, таким чином, доповнюючи зростання ринку. ITS також сприяє розвитку і просуванню біологічного палива, що замінює природний газ і біодизель. Однак потреба у великих капітальних інвестиціях, необхідність повної реставрації існуючої транспортної системи, та великі

вимоги до бази даних дорожньої мережі - це все може обмежувати зростання ринку у країнах, що розвиваються.

*Ринкові перспективи.* Розмір глобального ринку Smart перевезень оцінювався у 63 667 млн дол. США у 2015 р., і у 2022 р., за прогнозами, досягне 237,701 млн дол. США, збільшуючись щороку на 18,8 % протягом 2016 – 2022 рр.

### **5.3.3 3D-друк**

Аддитивна технологія друку або 3D-друк дозволяє виробникам створювати моделі з використанням різноманітних друкованих матеріалів. Незважаючи на те, що технологія 3D-друку знаходиться в стадії зародження в автомобільному секторі, ринок автомобільного 3D-друку, як очікується, почне нарощувати темпи в найближчі роки. Скорочення часу, а також витрат призвело б до впровадження автомобільного 3D-друку для створення прототипів і виготовлення складних деталей.

Матеріали, що використовуються для автомобільного 3D-друку, включають різні типи полімерів, металів, кераміки та інших. Вибір друкованого матеріалу залежить від ознак, що очікуються від друкованого об'єкта. Існують певні 3D-принтери, які друкують моделі з використанням декількох матеріалів одночасно відповідно до вимог, що полегшує процес виготовлення. Застосування 3D-друку швидко зростає, оскільки забезпечує більшу швидкість з більш високою точністю та більш чіткою роздільною здатністю.

Автомобільний ринок 3D-друку в першу чергу обумовлений збільшенням потреби у виробництві складних конструкцій протягом короткого проміжку часу, що супроводжується бажанням ефективно використовувати ресурси. Використання 3D-друку на початкових етапах виробництва є корисним, оскільки дизайнери можуть виявити помилки або дефекти від побудованого прототипу; таким чином, в кінцевому підсумку, скорочується час виробництва та експлуатаційні витрати. Тим не менш, висока вартість друку та недоступність кваліфікованої робочої сили є деякими важливими факторами, які обмежують зростання ринку автомобільного 3D-друку.

*Ринкові перспективи.* Обсяг глобального ринку автомобільного 3D-друку у 2024 р. очікується на рівні 2,7 млрд дол. США, збільшуючись щорічно з 2017 по 2024 рр. на 19,7% [121].

### 5.3.4. Розширена та віртуальна реальність

Розширена реальність AR – це цифровий шар, накладений на фізичний світ. Додатки з розширеною реальністю розроблені у спеціальних 3D-програмах, які дозволяють розробникам інтегрувати контекстний чи цифровий контент з реальним світом. Крім того, він об'єднує реальне середовище з віртуальними деталями, що підвищують досвід.

Як правило, це досягається шляхом перегляду реальних середовищ за допомогою смарт-окулярів і гарнітур, екрану смартфона або планшета. Доповнена реальність в автомобільній промисловості використовується в основному для застосування, яке відображає особливості пішохода, навігації та розумної сигналізації на лобовому склі.

Віртуальна реальність VR використовує дисплей окулярів для створення інтерактивного і повністю цифрового середовища, що забезпечує закритий синтетичний досвід і візуальний зворотний зв'язок. Крім того, віртуальна реальність в автомобільній галузі є тривимірним (3D) комп'ютерним середовищем, яке веде кінцевих користувачів до штучного світу.

*Ринкові перспективи.* Глобальний автомобільний AR та VR ринок у 2017 р. оцінювався у 213 млн дол., та за прогнозами досягне 6736022 млн дол. у 2025 р., при щорічному зростанні AR/VR ринку у 175,7 % з 2018 до 2025 року [122].

Зростання ринку AR/VR на транспорті зумовлено технологічним прогресом у підключенні до Інтернету. До того ж, збільшення потреби у розширеній та віртуальній реальності в автомобільній індустрії та економічно ефективні вигоди від AR та VR рішень призводять до зростання ринку. Однак очікується, що серйозні загрози для фізичного та емоційного благополуччя кінцевих користувачів та висока залежність від підключення до Інтернету перешкоджатимуть зростанню ринку AR та VR. Крім того, формування змішаної реальності (MR) від інтеграції AR та VR та розробки системи HUD для підвищення безпеки забезпечує нові можливості для зростання цього ринку. Очікується, що це сприятиме зростанню ринку найближчим часом (рис. 5.3).

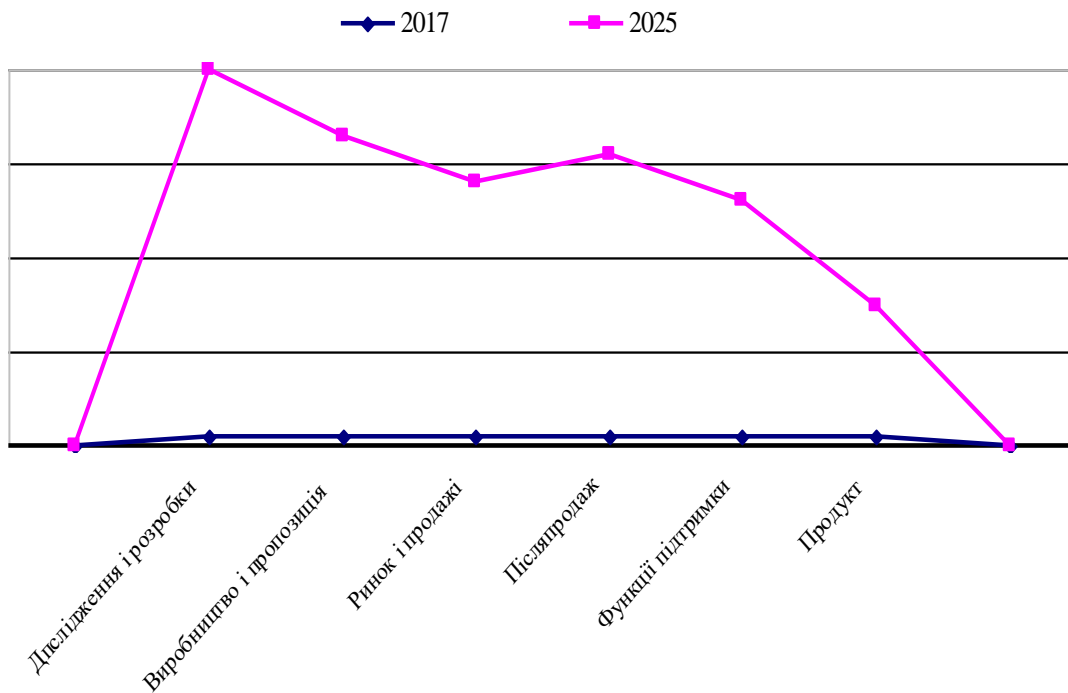


Рис. 5.3 Розвиток глобального автомобільного ринку AR/VR за видами застосувань

Джерело: [122].

## 5.4. Автомобільний транспорт

Аналіз показав, що в рамках проаналізованих глобальних тенденцій можна виділити ряд перспективних транспортних технологій:

### 5.4.1 Штучний інтелект і суперкомп'ютери для вирішення проблем міського руху

Дослідники з Техаського Центру передових обчислень (ТАСС), Університету Техаського центру досліджень транспорту та міста Остіна працюють над розробкою інструментів, що дозволяють проводити складний аналіз трафіку за допомогою глибокого навчання та інтелектуального аналізу даних. На міжнародній конференції IEEE з великих даних у травні 2019 р. вони представлятимуть новий інструмент глибокого навчання, який використовує відеоматеріали з відеокамер City of Austin для розпізнавання об'єктів – людей, автомобілів, автобусів, вантажівок, велосипедів, мотоциклів і світлофорів, що характеризує, як ці об'єкти рухаються і взаємодіють. Ця інформація може бути проаналізована та запитана інженерами та службовими особами, щоб визначити, наприклад, скільки автомобілів їздить неправильно і чому.

## 5.4.2. Електричні машини

Провідними технологіями на автомобільному транспорті [119] є поширення та покращення експлуатації **електроприводів**. Зокрема можна навести технологію «Система інтелектуального керування статором (ISCAD)», що дозволяє значно підвищити ефективність звичайних електроприводів. Система інтелектуального керування статором (ISCAD) – це електричний тяговий привід, який використовує алюмінієві прутки в статорі замість мідних обмоток. У порівнянні з фіксованими мідними обмотками звичайних машин, система ISCAD пропонує можливість зміни кількості полюсів під час роботи. ISCAD створює першу електричну коробку передач, яка може постійно адаптуватися до профілю навантаження і краще використовувати ємність батареї.

*Ринкові перспективи.* Взагалі можна бачити, що перспективи ринку розвитку електрокарів є досить значними, зважаючи на те, якими темпами зростають обсяги використання таких машин (рис. 5.4).

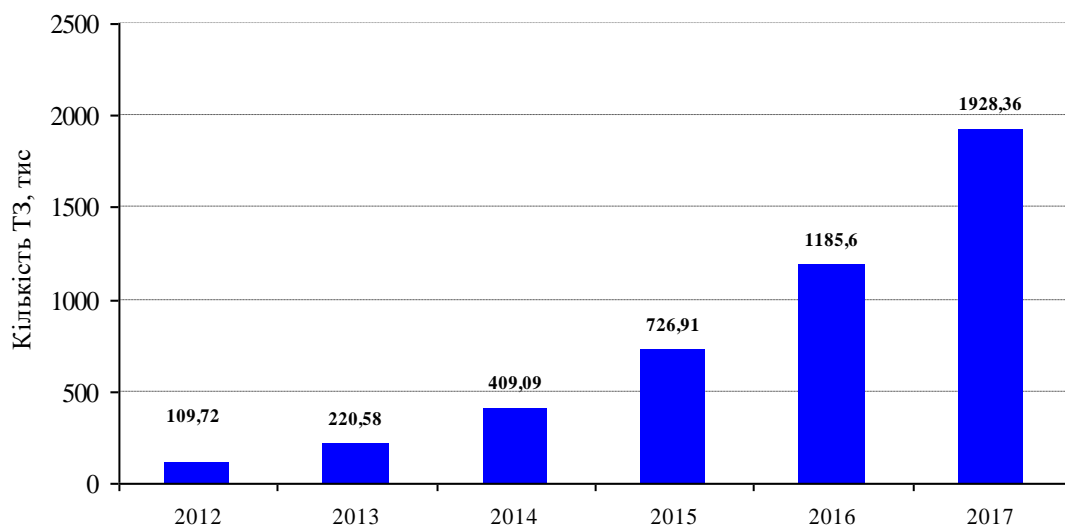


Рис. 5.4 Кількість електричних машин, що використовуюються у світі в 2012-2017 рр.

Джерело: [123].

Крім цього інноваційними технологіями в експлуатації машин можна навести наступні: системи електромобільності; гібридна технологія; акумулятор і суперконденсаторна технологія; силова електроніка; гідравлічні приводи; системи накопичення енергії; технологія паливних елементів; інфраструктури Smart Grid.

Пальма де Майорка успішно зменшила свою залежність від імпорту бензину, шумового забруднення та викидів вуглекислого газу за допомогою державних стимулів для електромобільності, таких як податкові пільги, привілеї для паркування та інвестиції в громадську інфраструктуру в пунктах зарядки [124].

### **5.4.3. Автомобілі на альтернативному паливі**

Глобальний ринок автомобілів з паливними елементами на водню оцінюється в 278 млн дол. США у 2016 р., і прогнозується, що до 2023 р. він сягне 12,133 млн дол. США [125]. Автомобілі використовують водневий паливний елемент, щоб підсилити свій електродвигун на борту. Транспортні засоби з водневими паливними елементами не створюють викидів парникових газів (ПГ) під час експлуатації транспортного засобу на відміну від дизельних і бензинових транспортних засобів. Крім того, значний потенціал водневих паливних елементів для зменшення викидів від транспортного сектору збільшує темпи зростання ринку.

Факторами, які, як очікується, впливатимуть на глобальний ринок водневих паливних елементів у період прогнозу, є: підвищення вимог до екологічної стійкості; урядові ініціативи з розвитку інфраструктури водневих паливних елементів; високі початкові інвестиції в інфраструктуру; просування у технології та майбутній потенціал водневих паливних елементів автомобіля.

### **5.4.4 Гібридні автомобілі**

Автомобілі на альтернативному паливі та гібридні транспортні засоби (AFHV) використовують паливо, що відрізняється від звичайних (бензину та дизелю). Швидке зниження запасів нафти сприяло впровадженню AFHV по всьому світу. Крім того, такі транспортні засоби виробляють дуже рідкі вуглецеві сполуки, такі як оксиди вуглецю, азоту та сірки, що робить їх екологічно чистими альтернативами в автомобільній промисловості. Крім того, електричні транспортні засоби використовують електроенергію як джерело енергії, що зберігається в акумуляторних батареях, і здатні заряджати їх у приватних або громадських магазинах. Однак, гібридні транспортні засоби використовують звичайні, а також альтернативні види палива як джерела енергії, а також електричні приводи. Більш того, користувачі можуть, в залежності від вимог, фактично перемикатися між двома силовими агрегатами під час руху.

Ринок альтернативного палива поділяється на: 1) використання газоподібного палива (LPG, CNG, LNG), 2) використання електрики; 3) використання іншого палива (біопаливо, біодизель, паливні елементи, рідкий азот і диметиловий ефір). На основі типу транспортного засобу ринок поділяється на електричні двоколісні автомобілі, пасажирські автомобілі (аккумуляторні електричні транспортні засоби (BEV), гібридні електричні транспортні засоби (HEV), пасажирські автомобілі з альтернативним паливом) і комерційні транспортні засоби (аккумуляторні електромобілі (BEV), гібридні транспортні засоби (HEV), та на альтернативному паливі.

*Ринкові перспективи.* Щорічне зростання глобального ринку автомобілів на альтернативному паливі та гібридних автомобілів прогнозується на рівні 12,9 % протягом 2016-2022 рр. і становитиме у 2022 р. 614 млрд дол. США [126]. При цьому у 2022 р. залишиться провідним сегмент електричних машин (рис. 5.5).



Рис. 5.5 Сегментування глобального ринку автомобілів за видами палива у 2022 р.

Джерело: [126].

#### 5.4.5 Автономні транспортні засоби

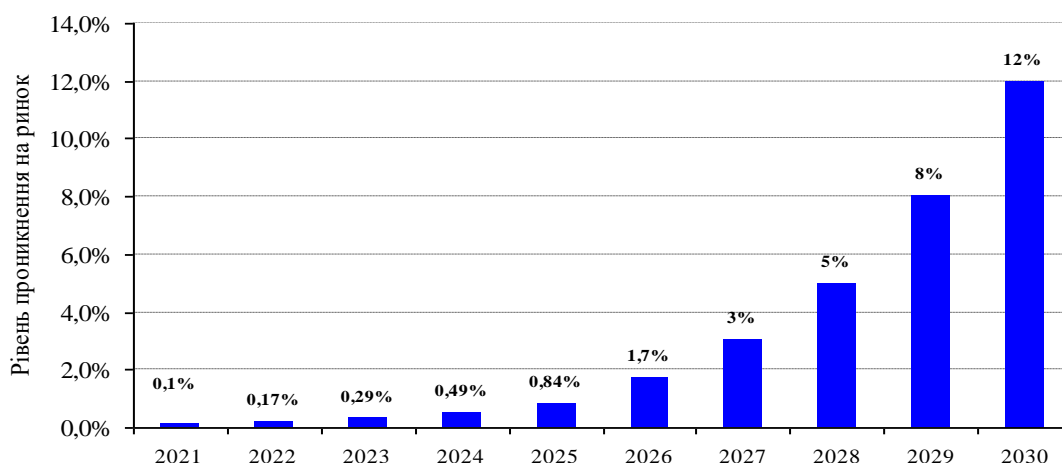
Історії навколо самостійного водіння автомобілів продовжували потрапляти в заголовки останніх досліджень протягом 2018 року. Наприклад, уряд Великобританії оголосив підтримку для трьох провідних світових випробувань самостійних автомобілів в Лондоні та Единбурзі до 2021 р., а Форд поділився своїми амбіційними планами. Вони все ще проходять перші етапи розробки та тестування, але вони вже присутні на дорогах США. На жаль, Uber нещодавно припинив їхні тести після того, як одне з їхніх суден



вразило та убило пішохода у Tempe, Arizona у березні 2018 р. І незважаючи на те, що це репрезентує значну невдачу у прогресі повністю автономних суден, розробники залишаються оптимістичні про майбутнє цієї технології перевезень.

Очікується зростання продажів самостійних автомобілів протягом наступних трьох років та капіталізації на нових технологіях. У 2019 р. цілком можливо бачити запуск автономних таксі за запитом у певних географічних регіонах. На початку 2019 р. Waymo запустив першу в країні комерційну робо-таксі, і можливо, що інші міста зможуть запровадити технологію у вирішенні проблем міської мобільності. Все більше автомобілів мають напів-автономні функції, додані до них, і більше людей стануть акліматизовані до ідеї технології. Багато напів-автономних транспортних засобів твердо закріпилися у категорії Luxury – а з 2019 р. ці технології переходитимуть до інших категорій.

*Ринкові перспективи.* Портал Statista наводить очікуване проникнення на ринок автономних транспортних засобів у світі протягом 2021-2030 рр. (рис. 5.6).



*Рис.5.6* Прогноз проникнення на ринок автономних транспортних засобів у 2021-2030 рр.

Джерело: [57].

Глобальний ринок вантажних автомобілів, що самостійно управляються, оцінюється в 1004 млн дол. США у 2020 р., і до 2025 р. прогнозується в обсязі 1669 млн дол. США, при щорічному зростанні на 10,4 % з 2020 по 2025 рік. Ці вантажівки мають всі основні компетенції традиційних вантажівок. Система самостійного керування використовує інфрачервоні радари, LIDAR (лазерний радар), камери, складні датчики руху, неймовірно точні датчики і складні алгоритми серед інших, які дозволяють вантажівці їздити самостійно.

Самохідні вантажівки повністю електричні, і, отже, використовують значно менше газу та енергії в порівнянні зі звичайними вантажівками. Це, у свою чергу, сприяє зменшенню забруднення, яке значною мірою сприяє зростанню ринку. Більше того, підвищення обізнаності щодо наслідків забруднення повітря і підвищення рівня впливу на рух і шумовий вплив сприяють впровадженню самостійних вантажівок. Однак загроза хакерів і зростання кіберзлочинності обмежують зростання ринку.

#### **5.4.6 Розвиток мікромобільності**

Американськими фахівцями у сфері транспортних технологій прогнозується широке використання у містах Е-велосипедів та Е-скутерів, які вже мають дуже високі показники використання та дуже популярні у споживачів - особливо тих, хто бажає дістатися на роботу швидко та дешево, не використовуючи громадський транспорт. При цьому традиційні велосипеди поступово втрачають свою привабливість саме для цілей переміщення.

#### **5.4.7 Розумні автомобілі Smart Cars**

Багато споживачів вже володіють розумними автомобілями. Точне визначення розумного автомобіля варіюється між виробниками, дилерами та окремими особами, але воно описує компактний, економічно ефективний автомобіль, який використовує нові та інноваційні технології, щоб полегшити життя водієві та пасажирам. У деяких випадках виробники переходять на електричні або гібридні автомобілі. Це нове покоління розумних транспортних засобів все ще має вирішити певні проблеми - наприклад, відстань, яку вони здатні подорожувати між тарифами, кількість пасажирів, які вони можуть провести, і навіть кількість місця в багажнику - але вони вже є розповсюдженими.

#### **5.4.8. Використання дронів (Drones)**

Безпілотні повітряні системи (UAS, або безпілотні літальні апарати) – це швидко розвивається технологія, яка використовується для різних застосувань. Дронів класифікують за вагою. Невеликі пристрої вагою від 0,55 до 55 фунтів (від 25 до 25 кг) відомі як безпілотні авіаційні системи (UAS) і легко регулюються. Дрони, що перевищують 55 фунтів, регулюються як традиційні літаки.

*Використання дронів для оцінки транспортної інфраструктури [127].*

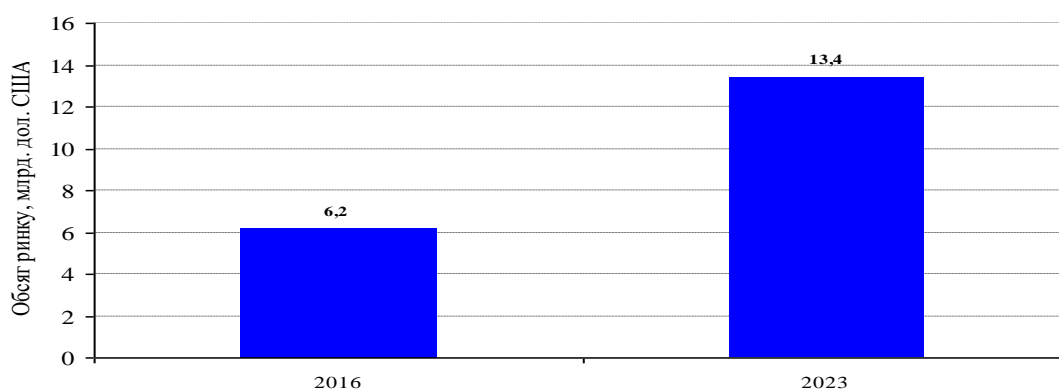
У цьому аспекті технології спрямовані на використання дронів для:

– оцінки дорожнього полотна. У рамках проекту Міністерства транспорту Сполучених Штатів, MTRI (науково-дослідна організація Мічиганського університету) провела дослідження щодо того, як найкраще використовувати UAS для автоматичного виявлення та кількісного визначення незахищених дорожніх перешкод, таких як вибоїни, колії, недостатня кількість крони та гофрування. Зроблений у Мічигані гексакоптер Bergen з бортовою камерою Nikon D800 або оптичною високою роздільною здатністю D810 з високою роздільною здатністю пролетів уздовж дороги з обмеженим рухом, автоматично збираючи регулярно розташовані зображення дороги та її недоліків;

– оцінки палуби мосту. У рамках проекту, що складається з двох етапів досліджень, що фінансуються Мічиганським департаментом транспорту (МДОТ), MTRI оцінив, як UAS може контролювати і автоматично виявляти роз'єми палуби мосту (вибоїни) за допомогою оптичного високоякісного Nikon D810 і розшарування (порожнечі в межах палубі моста, які не видно) з використанням теплової камери FLIR Tau. На декількох майданчиках гексакоптер Бергена переносився через палуби мостів, збираючи оптичні знімки під час окремих польотів;

– моніторингу трафіку у місті.

*Ринкові перспективи.* Світовий ринок малих дронів оцінювався на рівні 6,2 млрд дол. США у 2016 р., і до 2023 р., за прогнозами, він складе 13,4 млрд дол. США, зростаючи на 11,8 % щороку протягом 2017-2023 рр. (рис. 5.7).



*Рис.5.7 Обсяг глобального ринку дронів*

Джерело: [128].

#### 5.4.9. Пристрої GPS наступного покоління

Пристрої GPS – не нові – вони існують десятиліттями. Найбільша різниця при порівнянні сучасних пристроїв GPS з попередніми моделями – це функціональність, яку можна побачити в новій техніці. У минулому GPS-пристрої були дуже обмежені. Вони могли обчислити загальний пробіг і забезпечити передбачуваний час прибуття до кінцевого місця – але це було замало. Сучасні пристрої GPS набагато більш універсальні. Вони не тільки виконують основну функціональність планування поїздки, але й можуть здійснювати коригування для екстремальних погодних умов, умов руху або навіть бажаного маршруту.

**Гіроскопічні транспортні засоби Gyroscopic Vehicles.** Хоча літаючі автомобілі можуть бути надто складні для mainstream використання у найближчому майбутньому, судна у вигляді диску для громадського транспорту, аварійних машин і вантажних автомобілів, які рухаються за допомогою monorails, піднімаються вище трафіку на вертикальних опорах для безперешкодного проїзду вулицями міста, опускаючись на землю на визначених зупинках, можуть вирішувати суспільні транспортні питання. Вони можуть стати реальністю раніше, ніж очікувалося. Іноді їх називають гірокартами, їх розмір робить їх більш схожими на сучасні автобуси або поїзди. Ранні концептуалізації показують, що автомобіль може рухатися по вулицях міста, піднімаючись на своєрідних «ходулях», уникаючи заторів без зупинки.

Серед інших інноваційних технологій можна виділити: технологію економії палива «Mini-Skirt», технологію якості палива FuelBOX, розумну технологію зменшення ваги автомобіля Smart Lightweighting, технологію «Flexi-buses».

**Технологія економії палива «Mini-Skirt».** Аеродинамічна економія палива для всіх типів напівпричепів. «Mini-Skirt» покращує аеродинамічні характеристики будь-якого типу напівпричепа шляхом більш ефективного керування повітряним потоком навколо задніх шин або тандемів. Продукт заощаджує 5-7 % споживання палива вантажівкою, заощаджуючи тисячі доларів на рік на один причіп. Його одинарний, напівкруглий дизайн легкий і міцний, використовує чотири існуючих болта на фургоні, рефрижераторі або причепі танкера, а також два затискачі для інтермодального шасі або бортового причепа.

**Технологія якості палива FuelBOX.** Поєднання датчиків Smart і Connected дозволяє точно визначити молекулярний вміст палива та

автоматично відобразити інформацію для необхідних кроків для регуляторного органу через існуюче з'єднання з транспортним засобом. Регулювання вироблення та оцінка скорочення викидів CO<sub>2</sub> дозволить впливати як на автопарки, комерційні транспортні засоби та поширяться на всі автомобілі.

**Технологія зменшення ваги автомобіля *Smart Lightweighting*.** Зниження ваги автомобілів дозволяє підвищити економію палива. Першим кроком є перехід від сталі до алюмінію; Наступним етапом є введення термопластичних розчинів. Матеріал PA4T є альтернативою алюмінієвому литтю і пропонує лінійний профіль механічних властивостей від -35 до 150°C. Це напівароматичний поліамід (PPA) може бути використаний в жорстких умовах взаємодії; наприклад, з дорожньою сіллю, теплоносієм і в безпосередньому контакті з трансмісійним маслом при 150°C.

**Технологія *Flexi-buses*.** Вона передбачає здійснення інтелектуальних зупинок автобусів у спеціальному транзитному режимі (DRT), гнучкій автобусній системі. Ці інтелектуальні зупинки автобусів є більш ефективними та інформаційно-збагаченими, ніж традиційні зупинки автобусів. Синхронізація в реальному часі гнучкої системи робить її унікальною в порівнянні з традиційними автобусними системами. Основною проблемою є інтелектуальне та інформаційне забезпечення автобусних зупинок та пасажирів, які чекають на наступних зупинках автобусів. Якщо пасажирів немає для їзди або виїзду на наступній автобусній зупинці, автобус може пропустити цю автобусну зупинку і вирушити до наступної зупинки, де пасажир чекає, що зменшить час проїзду пасажирів на автобусі, а також часу на очікування та перебування пасажирів на наступних зупинках автобусів. Надання додаткової інформації на автобусних зупинках про місце призначення (час до місця призначення, відстань до пункту призначення тощо) та автобуси (місце розташування автобуса, час прибуття автобуса тощо) полегшує пасажирам вирішення питання про те, чи їздити на конкретному автобусі.

## **5.5 Високошвидкісні залізничні мережі (High Speed Rail)**

Високошвидкісні залізничні мережі створюють величезний інтерес по всьому світу. Визначення ЄС: High Speed Rail – це пасажирський залізничний транспорт, що працює на високих швидкостях на оновлених треках або швидше на нових треках.

*Ключові цифри, пов'язані з розвитком HSR:*

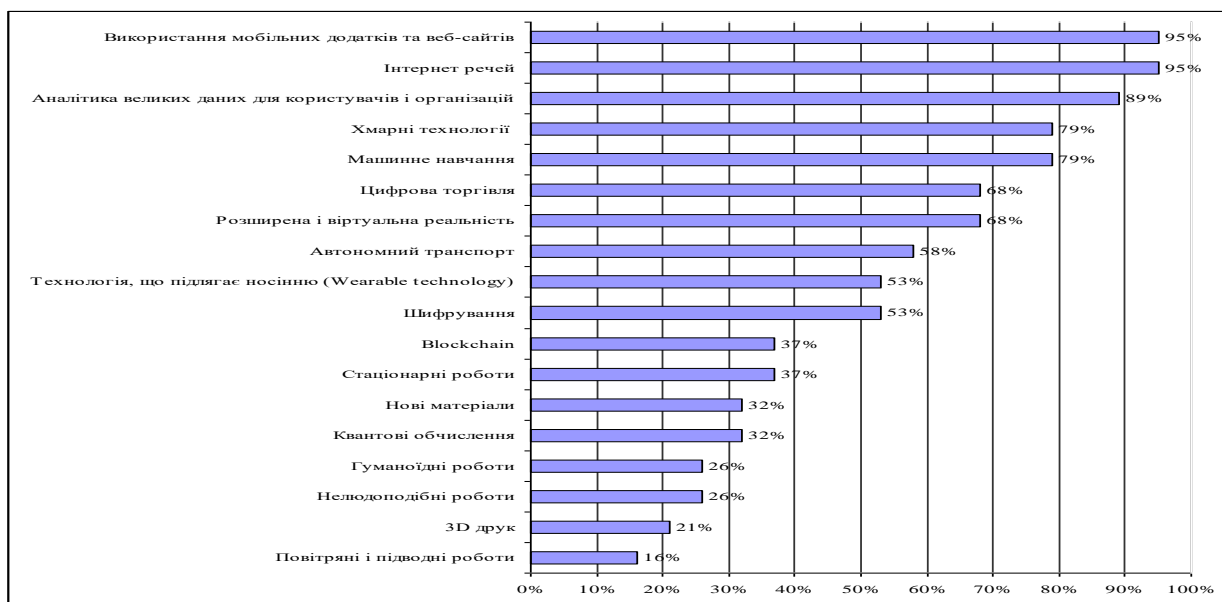
- Перший у світі перший швидкісний потяг 1 жовтня 1964 р. з Токіо до Осаки;

- 29792 км високошвидкісних ліній у світі (1 квітня 2015 р.);
- Введено в експлуатацію 3603 наборів швидкісних поїздів (квітень 2015 р.);
- Рекорд світової швидкості 575 км / год. (Франція 2007 р.);
- Максимальна швидкість 350 км / год. в операціях з доходів (Китай);
- 1600 млн пасажирів на рік, що перевозяться високошвидкісним залізничним транспортом у світі (2015 р.);
- 800 млн пасажирів на рік у Китаї;
- 355 млн. пасажирів на рік в Японії;
- 130 млн. пасажирів на рік у Франції;
- 315 млн. пасажирів на рік у решті світу.

Незважаючи на невеликий прогрес, деякі країни продовжують рухатися у напрямі впровадження високошвидкісних поїздів. У Сполучених Штатах на даний час розглядають не менше десяти високошвидкісних залізничних мереж у країні. Hyperloop – спочатку задуманий Elon Musk – це підземна залізниця (вакуумний потяг), що сягає швидкості до 386,24 км / год. у ранніх тестах. Розробники сподіваються досягти в три рази більше швидкості, ніж готова версія.

## **5.6 Авіаційний транспорт**

У галузі авіації, подорожей та туризму частки компаній, що впроваджуватимуть вже згадувані види технологій розподілилися наступним чином (рис. 5.8). 95 % респондентів надали перевагу підтримці мобільних додатків і веб сайтів, а також IoT. Далі йдуть обробка великих даних (89 %), хмарні технології, AI, цифрова торгівля, розширена і віртуальна реальність, автономний транспорт і електронні девайси для носіння (53 %).



*Рис. 5.8* Частка компаній у галузі авіації, подорожей та туризму, що впроваджуватимуть технології у 2018-2022 рр.

Джерело: Світовий економічний Форум.

### 5.6.1 Використання робототехніки

Технологія робототехніки використовується в аерокосмічній промисловості для різноманітних застосувань при виробництві компонентів літаків, включаючи зварювання, буріння, фарбування, обробку матеріалів, різання, автоматизацію складання та виготовлення двигунів. Ринок аерокосмічної робототехніки пропонує автоматизацію, точність і точність повторюваних завдань, що виконуються в процесі виробництва.

Промисловість світової аерокосмічної робототехніки свідчить про швидке зростання в останні роки, що пояснюється зростанням потреби в автоматизації для ефективного виробництва літаків. Крім того, зростання вартості робочої сили в усьому світі сприяє зростанню ринку. Проте, відсутність кваліфікованої робочої сили та високі витрати на установку робототехнічних пристроїв перешкоджають зростанню ринку. Крім того, очікується, що підйом тенденцій IoT (Інтернет речей) у компаніях авіабудування та високий темп зростання в аерокосмічній промисловості в усьому світі створить численні можливості для ринку протягом прогнозного періоду [128].

*Ринкові перспективи.* Очікується, що глобальна галузь аерокосмічної робототехніки зростатиме значною мірою протягом прогнозного періоду. Технологічні досягнення, включаючи нанотехнології, технологію 3D-зору, штучний інтелект, хмарні обчислення, сприятимуть зростанню спільних

роботів в аерокосмічному секторі. Урядові витрати на розвиток аерокосмічної та оборонної галузей є одним з основних факторів, що стимулюють зростання ринку в Північній Америці. Спостерігається безперервний економічний розвиток в таких країнах, як Індія, Китай, Малайзія та Сінгапур, які, як очікується, забезпечать численні можливості для зростання цього ринку в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні.

За прогнозами, ринок аерокосмічної робототехніки зросте на 5687 млн дол. США до 2022 р., зі щорічним зростанням на 17,2 % щороку [128].

### **5.6.2 Надзвукові комерційні транспортні засоби**

Круїз гіперзвукових літаків зі швидкістю щонайменше в п'ять разів перевищує швидкість звуку, або 5 Маха. Lockheed Martin назвав гіперзвук однією з чотирьох зростаючих перетворювальних технологій (які також включали лазери, штучний інтелект і електронні війни), які радикально змінять збройні конфлікти. Гіперсоніки могли б дозволити бойовим військам швидко вирішувати загрози перед тим, як противник встигне відреагувати, створюючи значні тактичні та стратегічні переваги, еквівалентні тому, як стелс-технологія вперше зірвала радар.

### **5.6.3. Композитні пружні шкіри**

Композитні пружні шкіри для літаків, що змінюють форми. Композитні еластичні шкіри покривають змінюються форми (морфінг), особливо на просунутих літаках, які змінюють форми, щоб мати різні аеродинамічні властивості. Композитна еластична шкіра може включати один або більше внутрішніх скелетних шарів, виготовлених з металу або відповідного жорсткого композиту. Використовуючи гідроабразивне різання, лазерне різання, фотолітографію або іншу відповідну техніку, регулярні візерунки отворів розрізаються на скелетні шари, які складаються на плоскі пружини. Жорсткість шкіри може бути адаптована за рахунок вибору матеріалу, товщини скелетних і еластомерних шарів, а також розмірів і форм вирізів.

### **5.6.4 Технологія VForce**

Технологія VForce є важливим еволюційним кроком у розвитку літаків з фіксованим крилом, що забезпечує більш легкий менш складний механізм розгортання пристроїв з високим підйомом, який не вимагає обтічників крила і знижує розмір тіла фюзеляжу – все це поєднує в собі зменшення паразитного



опору. Зниження круїзного польоту зменшується і витрачається менше палива, що дозволяє підвищити платоспроможність, збільшити асортимент і зменшити викиди парникових газів. Вона також дозволяє підвищити ефективність роботи лопаток роторних машин.

### 5.6.5 Технологія RFID

Удосконалення інфраструктури в аеропортах за рахунок впровадження **технології RFID** (Radio Frequency IDentification). Рішення, що використовує RFID, дозволяє автоматично контролювати переміщення багажу в багажній системі аеропорту - на вході до відділення обробки багажу, в пунктах митного контролю та безпеки, при виході на карусель комплектації. RFID-зчитувач на каруселі визначає і показує на телемоніторі номер рейсу, номер багажу та іншу необхідну інформацію [129].

За прогнозами Statista, до 2020 р. використання технології RFID для відстеження багажу призведе до заощаджень приблизно 480 млн дол. США. (рис. 5.9).

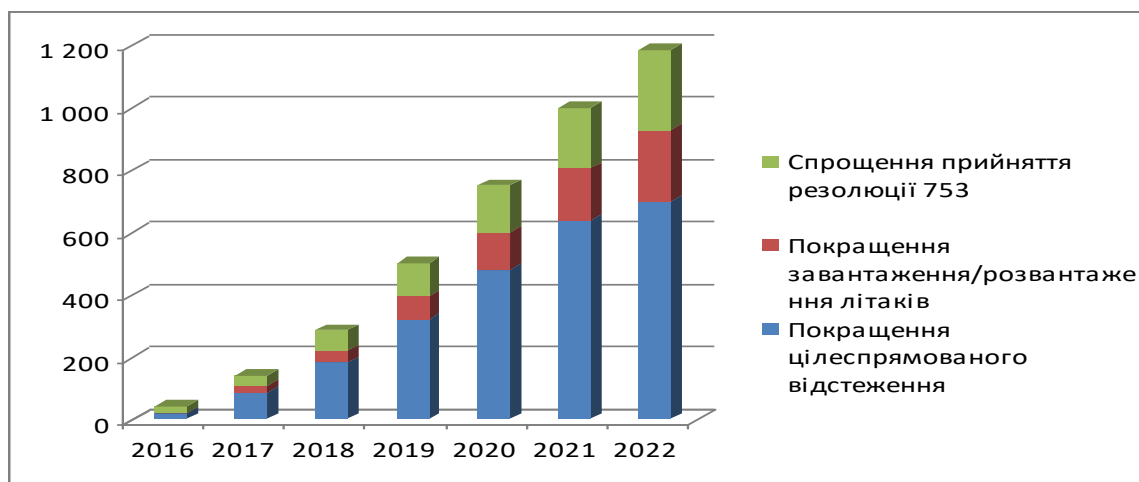


Рис. 5.9 Прогнозовані заощадження від впровадження технології RFID в аеропортах по всьому світу з 2016 по 2022 рр. за видами, млн дол. США  
Джерело: [57].

### 5.7 Морський транспорт

Судноплавство тільки починає отримувати переваги від поліпшення оперативної ефективності, скорочення викидів та витрат, безпечнішої навігації та відповідності нормативним документам, які може запропонувати цифровізація [130].

Цифровий імпульс розбудовується в межах галузі разом з поштовою до досягнення більшого рівня автономії, повної адаптації штучного інтелекту,

суден без коліс, логістики, керованої блокчейн, та інтегрованих операцій корабель-порт.

Ці тенденції покладені в основу розвитку морського транспорту на наступний рік.

### **5.7.1 Кібербезпека**

Зростання кібернетичної безпеки, яке можна було спостерігати у 2018 р., тільки прискориться у 2019 році.

Тим не менш, прийняття до 1 січня 2021 р. мандату ІМО (морської безпеки) буде нерівномірним. Деякі судноплавні компанії затягують його впровадження, незважаючи на загрози від піратів, фішингу чи фармінгу, а також хакерів, які прагнуть вимагати інформацію, платежі або впливати на морські операції. Для підтримки більш широкого впровадження заходів з кібербезпеки працюють галузеві асоціації Vimco, Intertanko, Intercargo, ОСІМФ, Всесвітня рада з питань транспортування та ін.

Ці рекомендації надають пропозиції щодо факторингу кібер-ризиків у системі управління безпекою суден, проведення оцінки ризиків для оперативних технологій та визначення бортових загроз кібербезпеки, що виникають у зв'язку з зовнішнім ланцюгом поставок. Ці та інші теми будуть висвітлені під час Європейського саміту з управління морськими кібер-ризиками 2019 р., запланованого на 25 червня в Лондоні.

### **5.7.2 Інтернет речей (IoT)**

Менш ніж шість місяців тому, звіт про дослідження, підготовлений для компанії Inmarsat, підкреслив, що майже третина судновласників і керівників вважають себе «відсталими», коли йдеться про впровадження технології Інтернету речей (IoT).

Дослідники виявили, що 28 % респондентів вважають себе відсталими в IoT, а ще 32 % вважають себе «початківцями» IoT, проти 35 %, які вважали себе «лідерами» і 5 % «прогресивними».

IoT передбачає підключення бортових систем до берега для аналітики даних для зменшення споживання палива, поліпшення відповідності регулювання та безпеки навігації і буде управлятися більш швидким підключенням. Після того, як власники почнуть отримувати операційні та комерційні вигоди, впровадження прискориться, а судноплавні компанії стануть лідерами в IoT.

### **5.7.3 Штучний інтелект (AI)**

Розробки в галузі штучного інтелекту (AI) скоро дозволять комп'ютерам прогнозувати майбутній хід і маневри судна і показувати їх навігаторам і береговим менеджерам. Технологія запропонує форму віртуальної подорожі для майстрів кораблів, які зможуть контролювати майбутнє позиціонування судна за секунди або навіть хвилини заздалегідь, покращуючи ситуаційні очікування та прийняття рішень, а в ідеалі створюючи більш безпечні результати.

Системи інтелектуального позиціонування на основі AI розвиваються з технології динамічного позиціонування (DP) шляхом зв'язування DP з вдосконаленими алгоритмами та інструментами машинного навчання. У 2018 р. почалися випробування для калібрування точності систем прогнозування, і вони продовжуватимуться до 2019 року.

Початкові розробки у 2019 р., ймовірно, будуть зосереджені на автоматичному стикуванні для круїзних суден, поромів і морських суден з використанням комп'ютерів, що надають допомогу у плаванні. Технологія штучного інтелекту почне свою роботу шляхом розрахунку оптимальних маневрів, встановлених відповідно до конкретних критеріїв та вимог.

### **5.7.4. Технологія Twin**

Використання цифрової технології twin в дизайні є ще однією тенденцією, яка зростає. Як один з багатьох прикладів, компанія інженерного програмного забезпечення Aveva Engage включає в себе 3D-моделі, плани машинобудування та інжинірингові заводи, які пропонують аналіз на основі умов і більшу проникливість до суднових систем під час проектування судна. У 2019 р. відбудеться перерозподіл цієї спрямованості на розробку «динамічного» цифрового моделювання-близнюка, який буде використовуватися для поліпшення технічного обслуговування суден і усунення частини людського елемента у діагностиці проблем на борту. Програмне забезпечення буде використовувати 3D-моделі кораблів не тільки на стадії проектування, але і протягом всього життєвого циклу судна, автоматично оновлюючись, оскільки системи підтримуються, ремонтуються та модернізуються. Пов'язані програми передбачають вимоги до технічного обслуговування, керують графіками висушування і допомагають інженерам візуалізувати механічні системи. Суднові системи з підтримкою програмного забезпечення дозволять автоматизувати обслуговування немеханічних елементів і керувати ними за

допомогою динамічних цифрових близнюків. 3D-візуалізація цілих судових систем буде розбита інженерами на навчання і використовується як живий діагностичний інструмент під час технічного обслуговування. Вимоги до технічного обслуговування можуть бути переспрямовані на роботизовані та автоматизовані системи для ремонту.

### **5.7.5 Автономні судна**

У 2019 р. буде продемонстровано і випробувано автономні поверхневі судна. Минулого року регулятори судноплавства зробили перші кроки до розуміння того, які правила повинні бути змінені, щоб забезпечити безпечне, широке використання автономних поверхневих суден. Класифікаційні товариства, такі як Lloyd's Register і DNV GL, розробили керівництво для автономного проектування та експлуатації суден. Комітет ІМО з питань морської безпеки (MSC) та його робочі групи та підкомітети мають намір переглянути існуючі положення та запропонувати нові зміни у 2019 році.

Компанія Vard побудує перший комерційний автономний корабель для Yara з технологією Kongsberg і керівництвом DNV GL. Буде більше випробувань автономних моделей кораблів. І будівельні проекти на великих автономних судах для досліджень, оборони та обстеження, ймовірно, почнуться і в 2019 році.

Дистанційно керовані буксири будуть випробовуватися принаймні трьома групами, одна з яких пов'язана зі Svitzer і Rolls-Royce, а інша – з Kotug, використовуючи тренувальний буксир, і третій – Purple Water, чий буксир Giano буксирує баржі з використанням віддаленого мосту.

Саме на цих випробуваннях з дистанційного керування автономна технологія судна буде далі розвиватися і поставлятися в корисних форматах для комерційного судноплавства [130].

*Транспорт* є життєво важливим сектором для економіки будь-якої країни, має значний вплив на соціальне та екологічне благополуччя як у містах, так і в сільській місцевості. Прогрес у транспортному секторі передбачає створення кращої та більш екологічної інфраструктури, що сприятиме економічному зростанню та посиленню торгівлі. Але це також означає скорочення викидів CO<sub>2</sub> та споживання енергії, а також зменшення перевантажень та надання доступу для всіх, особливо людей похилого віку або інвалідів. Транспортний сектор повинен залишатися розумним і конкурентоспроможним в рамках переходу до чистої енергії та цифровізації.

Основними трендами сектору транспорту є: цифровізація, глобальні зміни в міжнародній торгівлі, трансформація в процесах програмного забезпечення, зміни торгівлі на внутрішніх ринках та зміни в управлінні транспортними засобами.

Актуальними напрямками, в рамках яких відбуваються зрушення у технологічних дослідженнях і розробках на транспорті, і які є широко обговорюваними світовою спільнотою, є: проектування та калібрування систем керування, багатовимірне моделювання двигунів, розробки у сфері динаміки, стабільності і контролю транспортних засобів, дослідження, пов'язані з методами та моделями реконструкції транспортних аварій.

Компанії автомобільного, аерокосмічного, постачальницького секторів та сектору перевезень надаватимуть перевагу впровадженню розробок у сфері штучного інтелекту (87 %), обробці великих даних (84 %), інтернету речей (82 %), хмарним технологіям і технологіям з використання мобільних додатків (76 %). Більш ніж 50% опитаних компаній впроваджуватимуть у своїй діяльності робототехніку, шифрування, 3D-друк, нові матеріали та здійснюватимуть розробки у сфері автономного транспорту. Темпи щорічного зростання технологій: ринку штучного інтелекту на транспорті – 43,8%; глобального ринку Smart перевезень – 18,8 %; глобального ринку автомобільного 3D-друку – 19,7 %; глобального автомобільного AR та VR ринку – 175,7 %.

У сфері автомобільного транспорту значними темпами зростатимуть технології штучного інтелекту і суперкомп'ютерів для вирішення проблем міського руху; електрокарів (1,8 разів щороку); автомобілей на альтернативному паливі (23 % щороку); гібридних автомобілів (на 12,9 %), автономних автомобілів (щороку на 10 % з 2020 р.), мікроавтомобілів, розумних автомобілів, використання дронів (на 11,8 % щороку).

На залізничному транспорті глобальні дослідження та розробки будуть переважати у сфері створення високошвидкісних залізничних мереж.

У галузі авіації, подорожей та туризму частки компаній, що впроваджуватимуть інноваційні види технологій розподілилися наступним чином: 95 % респондентів надали перевагу підтримці мобільних додатків і веб сайтів, а також IoT. Далі йдуть обробка великих даних (89 %), хмарні технології (79 %), AI (79 %), цифрова торгівля, розширена і віртуальна реальність (68 %), автономний транспорт і електронні пристрої для носіння (53 %). Технологічні досягнення, включаючи нанотехнології, технологію 3D-зору, штучний інтелект, хмарні обчислення, сприятимуть зростанню спільних роботів в аерокосмічному

секторі. Зростання ринку аерокосмічної робототехніки спостерігатиметься на рівні 17,2 % щороку.

У сфері морського транспорту спостерігатимуться подальші дослідження і розробки у забезпеченні кібербезпеки, впровадженні Інтернету речей та штучного інтелекту; активно розвиватимуться технології Twin (3D-моделювання) та автономності суден.

## 5.8 Ключові прогнози розвитку інформаційно-комунікаційних технологій (ІКТ)

Витрати на ІКТ з кожним роком будуть зростати. Загалом галузь ІКТ протягом наступного десятиліття має сприяти зростанню ВВП більш ніж в два рази, оскільки нові технології починають становити велику частку ринку. Поява Інтернету речей (IoT) вже сприяє загальному зростанню ринку, і протягом 5-10 років нові технології, такі як робототехніка, доповнена та віртуальна реальність (AR/VR), також будуть розширюватися, щоб становити значну і дедалі більшу частку загальних витрат на ІКТ. Найбільші обсяги витрат будуть припадати на телекомунікаційні технології та нові технології (рис. 5.10).

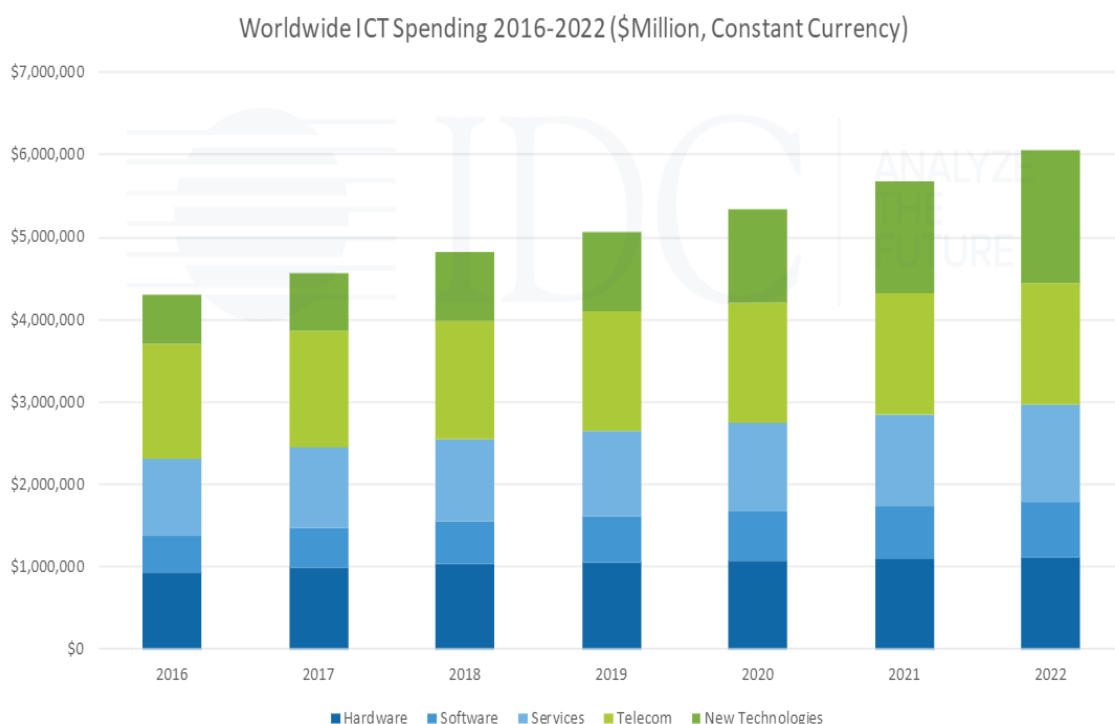


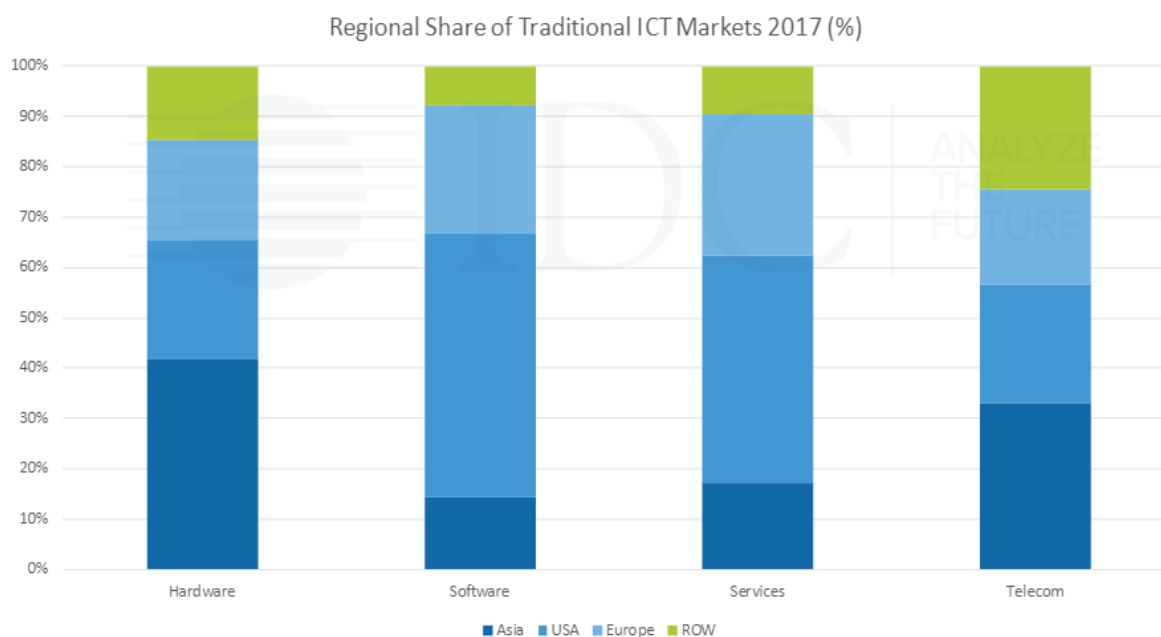
Рис. 5.10 Прогноз світових витрат на ІКТ за видами до 2022 р., млн дол. США

Джерело: [131].

Традиційні витрати на обладнання, програмне забезпечення, послуги і телекомунікації – це вже історія двох ринків, де доходи від застарілих категорій знижуються, оскільки підприємства і споживачі прагнуть зосередити свої витрати на ІКТ на вузькому переліку платформ. Протягом наступних 5 років зростання витрат на традиційні технології буде залежати тільки від чотирьох платформ: хмарних, мобільних, соціальних і великих даних/аналітики. У той же час економія витрат, створювана хмарою і автоматизацією, призведе до збільшення витрат на нові технології, такі як AI, робототехніка і AR / VR. Частка витрат на технології безпеки нового покоління також буде продовжувати рости.

Деяким регіонам потрібен час, щоб наздогнати зрілу економіку, коли мова заходить про впровадження деяких технологій, особливо якщо вони засновані на програмному забезпеченні (наприклад, AI) або залежать від застарілої інфраструктури або обмежені місцевими факторами (наприклад, хмарність). Однак підприємства на ринках, що розвиваються вже швидко перейшли до того, щоб зосередитися на швидкому впровадженні нових технологій, які забезпечують швидку окупність інвестицій для цільових промислових застосувань, таких як впровадження IoT і робототехнічних рішень виробничими фірмами в Китаї і загалом в Азії. Уряди країн з ринком, що формується також зацікавлені в залученні інвестицій в нові технології, у просуванні ініціатив щодо «розумного міста» й інтеграції ІКТ в економічне планування. Протягом наступних 10 років розрив почне скорочуватися.

Країни Азії найбільше коштів у 2017 р. вклали в IT обладнання, США більше сконцентровані на програмному забезпеченні, країни Європи – на послугах (рис. 5.11).



*Рис. 5.11* Витрати на ІТ технології за регіонами у 2017 р., %

Джерело: [131].

Зростання в сфері традиційного обладнання, програмного забезпечення і послуг буде в значній мірі залежати від хмарних і мобільних технологій і буде підтримувати стабільну частку загальних витрат бізнесу і споживачів. У той час як деякі категорії скорочуються, підприємства продовжують використовувати традиційні технології в якості основних компонентів цифрових стратегій.

Традиційне програмне забезпечення продовжує вносити значний вклад у підвищення продуктивності і забезпечує значну економічну вигоду витрат на ІКТ, в той час як інвестиції в мобільне і хмарне обладнання створили нові платформи, які дозволять швидко розгортати нові програмні інструменти і додатки. Як і раніше буде відбуватися деяке скорочення традиційних ІТ-послуг (зокрема, аутсорсинг), але хмарні і мобільні технології також створюють можливості для ІТ-компаній і компаній, що надають бізнес-послуги, оскільки організації звертаються за допомогою при переході на нові платформи і інтеграції нових цифрових стратегій з існуючими операціями і метриками. Цифрова трансформація повинна забезпечити значну частку зростання в найближчі 5-10 років, що буде і надалі забезпечувати стійкий попит на професійні послуги.

Багато в чому через швидке зростання IoT в останні роки, обумовленого інвестиціями в обробну і транспортну галузі, нові технології вже досягають річного доходу в 1 трлн доларів США. Протягом наступних кількох років будуть аналогічні темпи зростання і в інших нових категоріях, таких як роботи /



дрони і гарнітури AR/VR на додаток до супутнього програмного забезпечення і послуг. Ця зростаюча частка витрат, спрямованих на нові категорії, призведе до зростання всієї галузі протягом наступного десятиліття, оскільки підприємства виходять за рамки прототипування і починають використовувати більш широке розгортання таких технологій, як засобу перегляду доповненої реальності і роботи з підтримкою AI.

Існує природна згуртованість між традиційними технологіями, які продовжують розвиватися (хмарні, мобільні, соціальні та аналітичні) і новими технологіями. Хмара і мобільний зв'язок забезпечують швидке розгортання і підключення, а також скорочують витрати, що дозволяє компаніям зосередитися на нових цифрових інноваціях. Аналітика, соціальні мережі є традиційними програмними додатками для IT, які використовують нові технології для отримання відчутних економічних вигод. Тим часом, в нових технологіях буде збільшуватися поєднання технологічних рішень, наприклад, штучного інтелекту з робототехнікою, оскільки кінцеві користувачі застосовують нові технології для задоволення реальних потреб.

Незважаючи на те, що основна увага приділяється новим категоріям в рамках цих нових ринкових можливостей, також посилюється зв'язок між традиційними технологіями і платформами, що з'являються, такими як IoT і робототехніка. Наприклад, зростаюча частка традиційних витрат на сервер / сховище обумовлена робочими навантаженнями, пов'язаними з розгортанням цих нових технологій на внутрішньому рівні; традиційні програмні додатки і рішення системної інфраструктури виграють від необхідності використовувати нові технології для економії коштів або отримання конкурентних переваг; і великі фірми будуть продовжувати залучати фірми, що надають професійні послуги, до впровадження нових ІКТ-рішень. Таким чином, загальний вплив нових технологій набагато більше, ніж доходи, пов'язані з окремими категоріями, такими як IoT-датчики, 3D-принтери або дрони [131].

### **5.8.1 Технології кремнієвої фотоніки для дата-центрів (Silicon photonics for data centers)**

Трафік через дата-центри в найближчі п'ять років зросте втричі: з 5 зеттабайт (Збайт) в 2015 р. до 15 Збайт до 2020 р. Збільшення обсягу даних, поширення концепції паралельних обчислень, яка передбачає одночасну роботу декількох серверів, підвищують вимоги до швидкості їх передачі. У переважній більшості дата-центрів зараз використовуються мережеві кабелі. Їх пропускна здатність (заснована на передачі електричного сигналу) досягла своєї межі і

недостатня для задоволення зростаючих потреб в високошвидкісній передачі даних. За рахунок оптичних комунікацій можна досягти значного прогресу як у швидкості обміну інформацією, так і в дальності відстані, на яку передається сигнал.

Рішення для оптичних комунікацій, доступні на ринку сьогодні, виглядають як громіздкі системи з декількома розділеними елементами, які виконують функції генерації випромінювання, роздільної модуляції і детектування. Технології кремнієвої фотоніки поєднують всі зазначені елементи, включаючи середовище для транспортування світла між ними, на одному кремнієвому чіпі. Перехід на них скоротить загальні енерговитрати дата-центрів, призведе до зниження тепловиділення і ваги обладнання, зокрема кабелів.

*Ефекти:* підготовка інфраструктури дата-центрів до реалізації технологій Інтернету речей і до зростання хмарних сервісів; збільшення ефективності обробки «великих даних»; зростання кількості розробок в області лазерних випромінювачів на основі кремнію.

*Оцінка ринку.* Згідно зі звітом про дослідження ринку «Ринок кремнієвої фотоніки по продуктам (приймач, комутатор, змінний оптичний атенюатор, кабель, датчик), додаткам (центр обробки даних, телекомунікації, військові та оборонні науки, медицина і науки про життя, зондування), компонентам і географії. Глобальний прогноз до 2023 року» [132], ринок кремнієвої фотоніки оцінено в 774,1 млн дол. США в 2018 р. і, як очікується, досягне 1 988,2 млн дол. США до 2023 р., при середньорічному зростанні в 20,8 % між 2018 і 2023 роками. Зростаючий попит на кремнієву фотоніку в центрах обробки даних, зниження енергоспоживання з використанням приймачів на основі кремнієвої фотоніки та зростаюча потреба в високій пропускну здатності й високій здатності передачі даних є ключовими факторами, що впливають на ринок кремнієвої фотоніки.

Очікується, що Північна Америка буде займати найбільшу частку ринку кремнієвої фотоніки протягом прогнозованого періоду. Прогнозується, що США будуть основним інвестором в ринок Північної Америки в період між 2018 і 2023 роками. Це пов'язано з високим попитом на кремнієву фотоніку в центрах обробки даних в країні. Крім того, великі гравці, такі як Microsoft і Amazon, мають свої центри обробки даних в США. Великі гравці в області кремнієвої фотоніки, такі як Intel, Luxtera, Acacia, Cisco, IBM і Finisar, присутні в США, що підживлює ринок кремнієвої фотоніки в цьому регіоні.

Основними гравцями на ринку кремнієвої фотоніки є Acacia (США), Luxtera (США), Intel (США), Cisco (США), Mellanox (Ізраїль / США), Finisar (США), STMicroelectronics (Швейцарія), Hamamatsu (Японія), IBM (США), Juniper (США), GlobalFoundries (США), Broadcom (США), Oclaro (США), NeoPhotonics (США) і Ciena (США).

410 млн дол. США до 2024 р. складе сукупний обсяг ринку рішень кремнієвої фотоніки для дата-центрів (середньорічний темп зростання – 40 %).

212 млн од. до 2024 р. – кількість пристроїв кремнієвої фотоніки.

*Драйвери:* технологічні складнощі, пов'язані зі створенням випромінювача на основі кремнію; розвиток хмарних сервісів і перехід від традиційних внутрішньо організаційних дата-центрів до централізованих хмарних аналогів.

*Бар'єри:* високі витрати на розробку рішень кремнієвої фотоніки; високі витрати на технічне переоснащення існуючих дата-центрів.

### **5.8.2 Технології кремнієвої фотоніки для суперкомп'ютерів (Silicon photonics for supercomputers)**

Для обчислень в галузі квантової фізики, молекулярного моделювання, симуляції фізичних процесів, кліматичних досліджень і прогнозування погоди потрібні високопродуктивні обчислювальні машини. Використання одного процесора вже не дозволяє отримати необхідну продуктивність, що призводить до поширення концепції мультипроцесорної системи.

У такій системі обчислення розподілені між безліччю процесорних чіпів, а її продуктивність прямо пропорційна їх кількості. Завдяки використанню кремнієвої фотоніки всі процесори зв'язуються між собою і з модулями пам'яті провідними доріжками, сформованими в кремнії під час виробництва чіпа. При цьому створюється мініатюрна подoba телекомунікаційної мережі, максимальна пропускна здатність якої обмежена (завантаженість процесорів залежить від своєчасності підведення до них пакетів інформації). Перехід від електронної передачі до оптичної (на основі кремнієвої фотоніки) істотно підвищує пропускну здатність мережі на чіпі, одночасно знижуючи енерговитрати і тепловиділення. Оптичні і модулюючі компоненти системи створюються на чіпі в рамках одного технологічного процесу, так само як при виготовленні традиційних мікроелектронних пристроїв. А збільшення вартості виробництва при цьому мінімальне завдяки використанню традиційного матеріалу мікроелектронної промисловості – кремнію.

*Ефекти:* збільшення обчислювального потенціалу сучасних суперкомп'ютерів; збільшення швидкості комплексного моделювання для прогнозування різних процесів в науці і техніці; розширення використання рішень кремнієвої фотоніки в споживчій електроніці.

*Оцінка ринку.* 435 млн дол. США може скласти до 2024 р. сукупний обсяг ринку рішень кремнієвої фотоніки для високопродуктивних обчислювальних машин (середньорічний темп зростання – до 46 %).

У 2024 р. чисельність пристроїв кремнієвої фотоніки для високопродуктивних комп'ютерів складе 108,6 млн од.

*Драйвери:* підвищення вимог до продуктивності суперкомп'ютерів; оптичні мережі створюються в одній системі і на основі одного матеріалу з процесорами; традиційні електронні з'єднання не дозволяють досягти потрібних швидкостей передачі інформації від чіпа до чіпу.

*Бар'єри:* технологічні складнощі у створенні кремнієвого випромінювача: необхідність ускладнення архітектури чіпа і використання лазерів на основі інших матеріалів; високі витрати на розробку рішень кремнієвої фотоніки.

### **5.8.3 Оптика вільного простору (Free space optics)**

З кожним роком збільшується потреба в бездротовій передачі даних на великих швидкостях. Нові рішення, які вимагають виділення нових частот в «густонаселеному» радіодіапазоні електромагнітного спектру, не можуть забезпечити високошвидкісної передачі інформації (більше 1 Гбіт / сек) на великі відстані, а прокладка оптоволоконних мереж досить затратна. Альтернативою радіочастотного діапазону для деяких специфічних областей застосування може стати видимий, інфрачервоний і ближній ультрафіолетовий діапазони випромінювання. Такий вид зв'язку отримав назву Free space optics (FSO) – оптика вільного простору.

На ринку вже представлені рішення для зовнішньої передачі оптичної інформації на великі відстані (до 150 км) і для оптичних мереж всередині приміщення (Visible light communication – VLC), що вибудовуються за допомогою високочастотної модуляції світла, що випускається світлодіодними лампами (LED). До потенційних застосувань технології оптичного бездротового зв'язку відносять комунікації між чіпами, передачу на короткі відстані (в тому числі під водою), комунікації на середні (Li-Fi мережі, зв'язок автомобіля з інфраструктурою і з іншими транспортними засобами), далекі (наприклад, між будівлями) і наддалекі (космічний зв'язок) відстані.

*Ефекти:* поява в споживчій електроніці модулів для прийому і передачі бездротової оптичної інформації; нові можливості для створення пристроїв «розумного» будинку; підключення до мережі важкодоступних регіонів; пристрої навчаються «спілкуватися» з навколишньою «розумною» інфраструктурою за допомогою світла.

*Оцінка ринку.* 8,5 млрд дол. США може скласти до 2020 р. сукупний обсяг ринку рішень оптичного бездротового зв'язку на короткі відстані всередині приміщень (VLC) при середньорічному темпі зростання до 92 % (2015-2020 рр.).

Ринок бездротової оптичної комунікації на далекі і наддалекі відстані оцінюється майже в 1 млрд дол. США до 2020 р. (середньорічний темп зростання – близько 50 %).

Згідно з аналізом BIS Research, у 2017 р. на світовому ринку технологій оптики вільного простору було отримано 229,2 млн дол. США, а в 2018-2023 рр. прогнозується його зростання на 33,49 %. Північна Америка домінувала на світовому ринку комунікаційних технологій оптики вільного простору в 2017 р., коли США придбали найзначнішу частку ринку в світі. США домінують на загальному ринку технологій оптики вільного простору, і очікується, що вони збережуть свої позиції протягом прогнозованого періоду, 2018-2023 рр. Зростання попиту на технології в Північній Америці обумовлене зростаючою потребою в додатках на супутниковій платформі. Франція є однією з провідних країн Європи, яка в даний час зосереджена на розгортанні технологій оптики вільного простору. Також до провідних країн з цього напрямку відносять Велику Британію, Німеччину. Разом з цим, очікується, що Азіатсько-Тихоокеанський регіон матиме найвищі темпи зростання протягом прогнозованого періоду 2018-2023 рр. [133].

*Драйвери:* потреба в здешевленні передачі інформації на високих швидкостях на далекі відстані; потреба у створенні захищених мереж в рамках одного приміщення або кімнати; висока економічність технології при використанні світлодіодних ламп в якості джерел сигналу; економічний спосіб вирішення проблеми «останньої милі» в телекомунікації при доставці сигналу від провайдера до користувача.

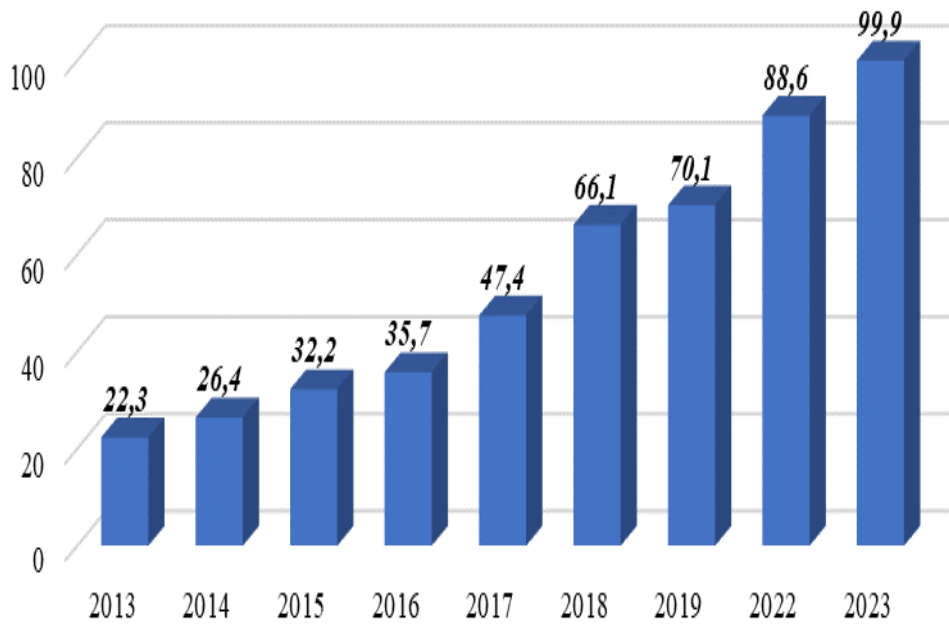
*Бар'єри:* залежність пропускної здатності при передачі на далекі відстані від поточних погодних умов; джерело бездротового сигналу повинно знаходитися в прямій видимості приймача випромінювання.

#### **5.8.4 Хмарні обчислення для цифрової промисловості (Cloud computing)**

Широке поширення Індустріального Інтернету речей потребує вирішення низки питань, серед яких важливе місце займає проблема збору, зберігання і аналізу величезних масивів даних, одержуваних від різних пристроїв. Близько 90 % всієї наявної в світі інформації людство створило за останні два роки. Наприклад, один великий нафтопереробний завод кожен день генерує приблизно терабайт «сирих» даних. У процесі розвитку промислової автоматизації та зростання впровадження М2М-технологій (machine-to-machine) хмарні обчислення стають найбільш ефективним способом акумуляції і обробки великих обсягів інформаційних ресурсів.

Хмарні обчислення – це модель надання мережевого доступу до колективно використовуваного набору параметрів обчислювальних ресурсів, які користувач може оперативнo задіяти під свої завдання при зведенні до мінімуму власних управлінських зусиль і часу взаємодії з провайдером. Хмарні платформи дозволяють швидко і легко користуватися сервісами та додатками, допомагають підвищити швидкість прийняття рішень і збільшити продуктивність в цілому. Хмарні сервіси можуть бути публічними, приватними і гібридними (найбільш перспективний напрямок розвитку). За допомогою гібридних хмар компанії, які вичерпали потенціал свого корпоративного сховища даних, отримують можливість, зберігши у себе найбільш важливу частину ІТ-інфраструктури, передати інші ІТ-ресурси на обслуговування хмарним провайдерам.

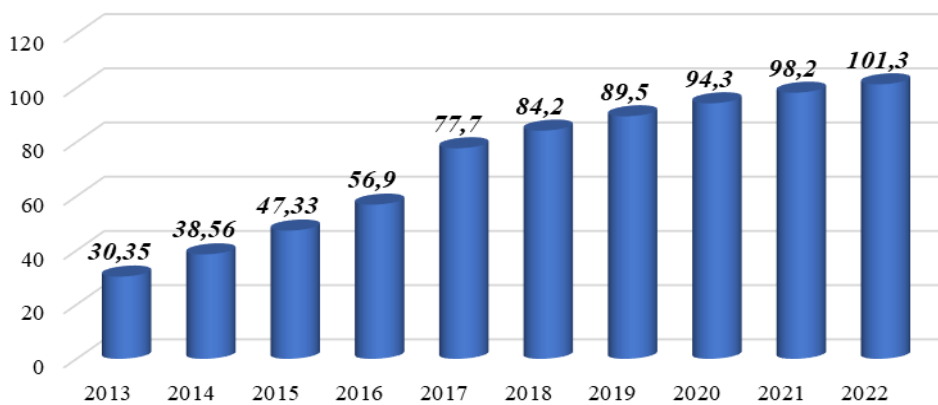
Потреба у хмарних сервісах з кожним роком зростає і разом з цим збільшуються витрати компаній на інфраструктуру для їх функціонування. За прогнозами «International Data Corporation» глобальні інвестиції в хмарну ІТ інфраструктуру у 2023 р. зростуть на 51 % порівняно з 2018 р. і складатимуть майже 100 млрд дол. США (рис. 5.12).



*Рис. 5.12* Глобальні витрати на хмарну ІТ інфраструктуру, млрд дол. США

Джерело: [134].

Витрати компаній на хмарні додатки також характеризуються зростаючою тенденцією. Зокрема, у 2022 р. їх обсяг порівняно з 2018 р. зростає на 20,3 % (*рис. 5.13*).



*Рис. 5.13* Світовий обсяг ринку хмарних додатків у 2013 - 2022 рр., млрд дол. США

Джерело: [135].

Хмарні обчислення розділені на три категорії: інфраструктура як послуга (IaaS), платформа як послуга (PaaS) і програмне забезпечення як послуга (SaaS).

Найбільшим сегментом хмарної індустрії є SaaS, і він залишиться таким. У 2017 р. світовий ринок SaaS склав 104 млрд дол. США. За прогнозами

експертів до 2027 р. він зросте до 346 млрд дол. США, а середньорічний темп зростання складе 25,9 % (рис. 5.14). Перехід до цифрового бізнесу в поєднанні з функціональністю хмари забезпечить безпрецедентний період спеціалізації бізнесу. Діапазон SaaS-бізнесу, ймовірно, вибухне, оскільки нові бізнес-форми, операційні моделі та режими регулювання формують нові ціннісні пропозиції і варіанти взаємодії.

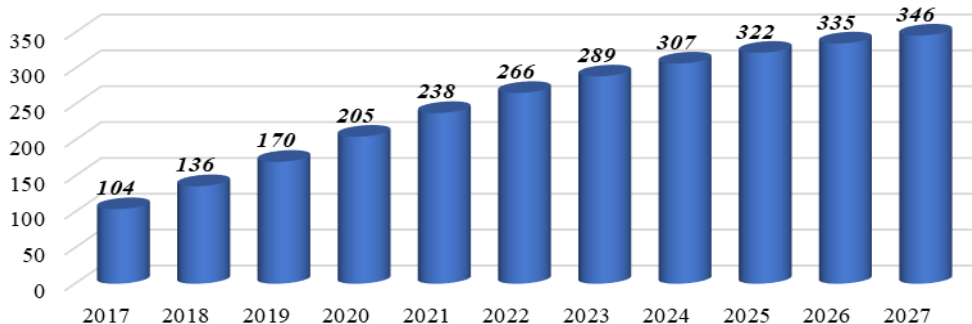


Рис. 5.14 Глобальний дохід на ринку SaaS у 2017-2027 рр., млрд дол. США

Джерело: [136].

Варто зазначити, що ринок IaaS та PaaS також продовжить зростати, але значно меншими темпами і до 2027 р. має сягнути 206 млрд дол. США (рис. 5.15).

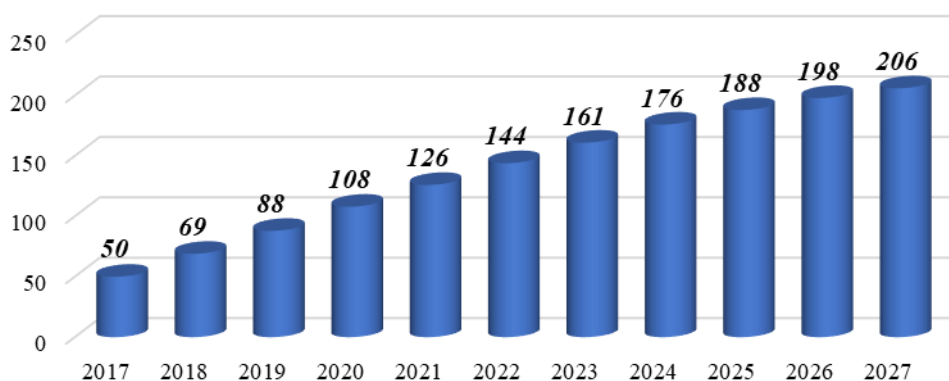


Рис. 5.15 Глобальний дохід ринку IaaS та пов'язаних PaaS у 2017-2027 рр., млрд дол. США

Джерело: [135].

Сегмент хмарного ринку True Private Cloud (TPC) є природним наслідком глобальної міграції на моделі хмарних операцій. Дані, які не можна або не слід переміщати в загальнодоступні хмари, будуть обчислюватися на платформах TPC, які використовують і інтегрують з хмарними технологіями в локальному середовищі. Ринок TPC буде продовжувати прискорюватися, залучаючи всіх



великих гравців в хмарі, що призведе до високої динаміки ринку протягом наступного десятиліття (рис. 5.16) [136].

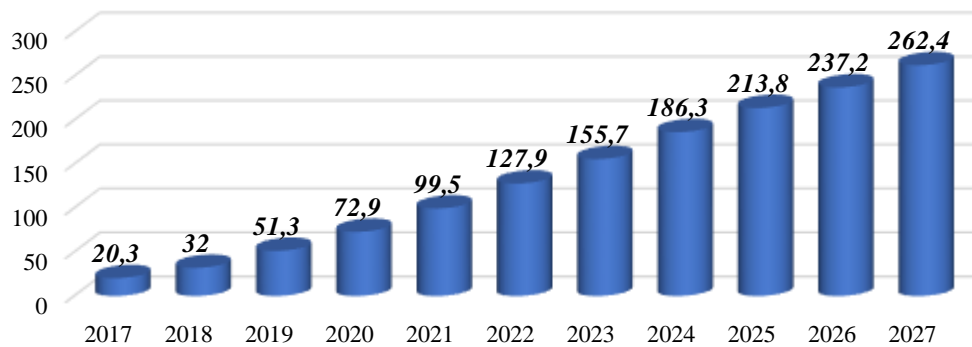


Рис. 5.16 Витрати ІТ підприємств на ТРС у 2017-2027 рр., млрд дол. США

Джерело: [135].

*Ефекти від впровадження хмарних технологій:* підвищення ефективності використання всіх видів ресурсів; скорочення капітальних витрат і витрат на обслуговування, підтримку і оновлення ІТ (при роботі з публічною хмарою); підвищення рівня кастомізації продукції, прискорення виходу продуктів на ринок; економія завдяки стандартизації обладнання, віртуалізації, впровадженню нових принципів спільного використання програмних додатків.

*Драйвери використання хмарних технологій:* підвищення продуктивності мікропроцесорів; розвиток методів метакомп'ютингу; збільшення швидкості передачі даних; збільшення ємності носіїв інформації і зниження вартості зберігання даних.

*Бар'єри використання хмарних технологій:* проблеми в сфері кібербезпеки; залежність збереження призначених для користувача даних від постачальників хмарних послуг.

### 5.8.5 Технології доповненої та віртуальної реальності (AR /VR) (у тому числі у виробництві)

У той час як діалогові платформи змінюють спосіб взаємодії людей з цифровим світом, віртуальна реальність (VR) і доповнена реальність (AR), а також змішана реальність (MR) змінюють те, як люди сприймають цифровий світ. Віртуальна реальність (VR) і доповнена реальність (AR) перетворюють спосіб індивідуальної взаємодії людей один з одним і з програмним забезпеченням, створюючи навколо захоплююче навколишнє середовище. VR і AR – це окремі, але пов'язані технології. MR розширює обидва підходи, щоб більш надійно з'єднати фізичний світ. Сенсорні моделі, такі як дотик

(тактильний зворотний зв'язок) і звук (просторовий звук) та інші, також важливі, як і візуальний аспект взаємодії. Це особливо стосується MR, в якому користувач може взаємодіяти з цифровими і реальними об'єктами, зберігаючи при цьому присутність у фізичному світі.

Віртуальна реальність – створений технічними засобами світ, який передається людині через його відчуття: зір, слух, нюх, дотик і інші. Віртуальна реальність імітує як вплив, так і реакції на вплив. Як правило, «занурення» в віртуальну реальність досягається за рахунок спеціальних гаджетів.

Доповнена реальність – це використання в режимі реального часу інформації у вигляді текстових, графічних, відео та інших віртуальних додатків, інтегрованих з об'єктами реального світу. Основна мета - зробити її більш виразною, багатогранною і яскравою. Доповнена реальність розроблена в додатках з використанням HMD і використовується на мобільних пристроях.

AR прагне поліпшити взаємодію користувачів з реальним фізичним середовищем, а не відокремлювати їх від нього. Це визначення також відноситься до MR. У цілому, MR додатково об'єднує елементи багатьох видів імерсивних технологій.

Змішана реальність – це об'єднання віртуальної (VR) і доповненої (AR) реальності. Вона задіюється за допомогою спеціальних цифрових систем і або частково доповнює сприйняття навколишнього оточення, або повністю його видозмінює. MR включає HMD для AR і VR, а також AR на смартфонах і планшетах. MR також охоплює використання інтелектуальних дзеркал, head-up дисплеїв та проекторів. Змішана реальність виходить за межі візуального вимірювання, включаючи звукові, тактильні та інші сенсорні канали входу / виходу. MR також використовує датчики, вбудовані в середовище навколо користувача.

Доповнення реального світу цифровими об'єктами за допомогою різних пристроїв і гаджетів все впевненіше входить в сучасні індустріальні практики, зокрема, стає невід'ємним елементом кастомізації виробництва. Технології доповненої реальності набагато спрощують і скорочують процес створення нового продукту: завдяки заміні фізичних прототипів віртуальними моделями, сумісними з реальними пристроями, можна ще на ранніх етапах побачити помилки проектування або ефекти того чи іншого удосконалення. Ці технології в цілому дозволяють знизити вплив людського фактора, скоротити витрати на ремонт обладнання, підвищити продуктивність праці і конкурентоспроможність на ринку.

Крім моделювання деталей, планування і оптимізації виробничих процесів, зокрема монтажу, AR-технології використовують для координації діяльності відділів і співробітників, і навіть для створення робочих інструкцій і технічних публікацій. Наприклад, в складській діяльності «розумні окуляри» використовуються для автоматизації процесів, технічного і сервісного обслуговування, віддаленого консультування по ремонту обладнання.

*Драйвери:* скорочення періоду розробки стандартів і технологічних платформ; підвищення вимог до гнучкості виробництва; зростання попиту на кастомізовану продукцію.

*Бар'єри:* проблеми кібербезпеки; високі витрати на впровадження технологій через необхідність повної заміни вже існуючої інфраструктури виробничого процесу.

*Ефекти:* зменшення впливу людського фактору; оптимізація логістики за рахунок моніторингу пересування вантажів і стану об'єктів в режимі реального часу; предикативне обслуговування обладнання і скорочення витрат на його ремонт; зниження ризиків отримання травм на виробництві.

*Оцінка ринку.* Останнє оновлення Всесвітнього керівництва за видатками на доповнену та віртуальну реальність від International Data Corporation (IDC) показує, що світові витрати на продукти і послуги AR / VR будуть продовжувати стрімке зростання протягом прогнозованого періоду 2017-2022 рр., досягаючи п'ятирічного сукупного річного темпу зростання (CAGR) 69,6 % [137].

У всьому світі витрати на AR / VR-рішення будуть очолювати комерційні сектори, їх частка в загальних витратах виросте з 64,5 % в 2019 р. до понад 80 % у 2022 році. Галузі, які, як очікується, найбільше витратять на AR / VR в 2019 р. включають персональні і споживчі послуги (1,6 млрд дол. США), роздрібну торгівлю (1,56 млрд дол. США) і дискретне виробництво (1,54 млрд дол. США). Прогнозується, що протягом п'ятирічного прогнозованого періоду десять галузей забезпечать більш 100 % CAGR, у тому числі державне управління / місцеве самоврядування (123,7 % CAGR), сировинні галузі (120,9 % CAGR) та оптова торгівля (120,9 % CAGR). Споживчі витрати на AR / VR як і раніше будуть вище, ніж в будь-якої окремої галузі (7,2 млрд дол. США у 2019 р.), але будуть рости набагато більш повільними темпами (36,6 % CAGR).

Обсяг споживчих витрат визначить три з чотирьох найбільших сценаріїв використання AR / VR в 2019 р.: ігри віртуальної реальності (4,0 млрд дол. США), перегляд відео (2,0 млрд дол. США) та ігри доповненої реальності (616

млн дол. США). Єдиним комерційним варіантом використання у цих топ-4 у 2019 р. буде навчання (1,8 млрд дол. США), але два інших комерційних додатки – онлайн-демонстрація роздрібної торгівлі (558 млн дол. США) і промислове обслуговування (413 млн дол. США) – будуть міцно закріплені. З п'ятирічним середньорічним темпом зростання в 119,2 %, витрати на технічне обслуговування в промисловості в 2022 р. майже перевищать можливості ігор з доповненою реальністю. Згідно з прогнозами, у декількох інших випадках комерційного використання (лабораторні та польові дослідження, демонстрації в роздрібній торгівлі, діагностика анатомії і внутрішня відеозйомка) CAGR перевищить 100 % за прогнозований період.

За даними міжнародної компанії «BIS Research» ринок доповненої реальності до 2025 р. збільшиться до 198,17 млрд дол. США, що у 33,5 разів більше, ніж у 2018 р. (рис. 5.17).

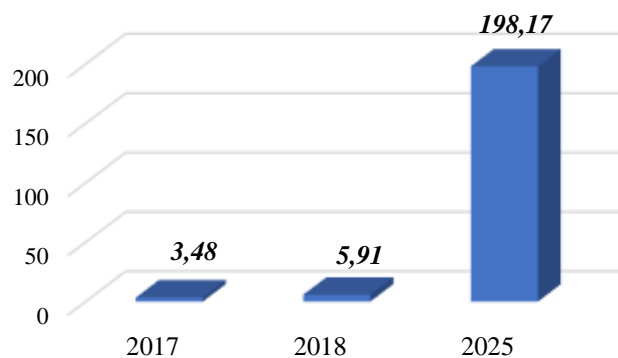


Рис. 5.17 Світовий обсяг ринку технологій доповненої реальності (AR) у 2017 р., 2018 р. та 2025 р., млрд дол. США

Джерело: [138].

Найбільші власники патентів за напрямом доповнена та віртуальна реальність (AR /VR) станом на 2019 р. наведені на рис. 5.18. Лідируючі позиції займають Microsoft, Sony та Intel.

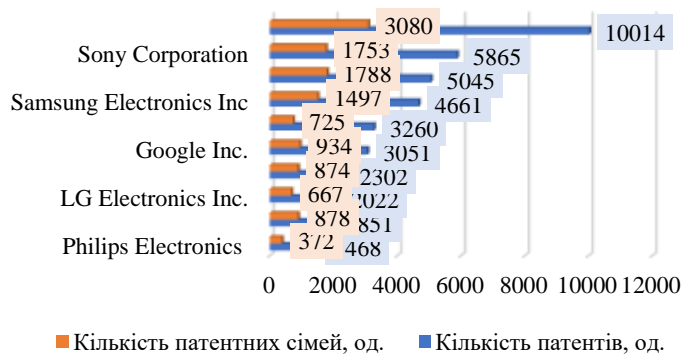


Рис. 5.18 Найбільші власники патентів за напрямом AR / VR станом на 2019 р.

Джерело: [139].

### 5.8.6 Системи машинного зору для контролю виробничих процесів (Machine Vision)

В умовах сучасного високотехнологічного виробництва людина не може забезпечити стовідсотковий контроль всіх операцій. В результаті брак виявляється занадто пізно, що призводить до великих втрат матеріалів і засобів. Підвищити керованість виробничого процесу і оптимізувати його роботу, зокрема автоматизувати контроль продукції, що випускається, допомагають системи машинного зору. Вони поєднують в собі реальне обладнання та віртуальні моделі і вміють аналізувати візуальну інформацію.

Інформацію на вході системи машинного зору формують промислові відеокамери (смарт-камери), що володіють функціями високоточної локалізації об'єктів, розпізнавання тексту, зчитування штрих і двовимірних кодів, геометричних вимірювань, роботи з кольором і ін. Програмне забезпечення систем машинного зору аналізує зображення з цих камер, після чого передає отримані дані оператору, автоматизованої паспортної системи управління технологічним процесом (АСУ ТП), роботу або безпосередньо виконавчим механізмам для управління виробництвом. Системи машинного зору особливо ефективні в тих випадках, коли обсяг, швидкість або складність аналізованої інформації істотно перевищують здатності оператора. Такі системи застосовуються в машинобудуванні (в тому числі в автомобілебудуванні),

електроніці, медицині і фармацевтиці, робототехніці, а також для лабораторних випробувань.

*Ефекти:* оптимізація виробничих процесів, управління і контролю, в тому числі в агресивних середовищах; істотне підвищення ефективності виробництва; збільшення ступеня автоматизації виробничих процесів з подальшим скороченням низькооплачуваних видів роботи.

*Оцінка ринку.* Очікується, що в найближчі роки глобальний ринок машинного зору продемонструє швидкий ріст, особливо в автомобільній промисловості. Глобальний ринок був сегментований на основі типу, який представляє собою 1D, 2D і 3D машинний зір. Машинний зір 2D домінує на ринку і займає найбільшу частку ринку.

Глобальний ринок машинного зору є дуже динамічним ринком, і очікується, що він буде стабільно зростати протягом прогнозованого періоду. Фактором, що стимулює зростання ринку, є збільшення мініатюризації продукції, необхідність контролю якості, підвищення стандартизації та інші. Зростаюча індустріалізація і великі інвестиції в якість і контроль в галузі призводять до високого попиту на системи машинного зору

За оцінками, світовий ринок машинного зору виросте з 9,4 млрд дол. США в 2016 р. до 15,5 млрд дол. США до 2022 р., збільшившись в середньому на 8,18 % в період з 2016 по 2022 роки. Крім того, країни, що розвиваються, такі як Китай, Японія, Індія та Південна Корея, в основному керують ринком завдяки зростаючому попиту на ліки, споживчу електроніку, автомобільну електроніку та напівпровідники в цьому регіоні [140].

Світовий ринок промислового машинного зору складається з таких ключових гравців, як [141]: Cognex (США); OMRON (Японія); KEYENCE Corporation (Японія); Basler (Німеччина); Національні інструменти (США); Teledyne Technologies (США); Teledyne Technologies (США); Sony (Японія); Texas Instruments (США); Intel (США); Baumer Optronic (Німеччина).

*Драйвери:* зростання обчислювальної потужності комп'ютерів; розвиток технологій машинного навчання; цифрове управління обладнанням на виробництві.

*Бар'єри:* високі витрати впровадження технології на великих виробництвах; висока складність і вартість впровадження нових технологій через відсутність взаємодії між існуючими системами; відсутність необхідної інфраструктури.

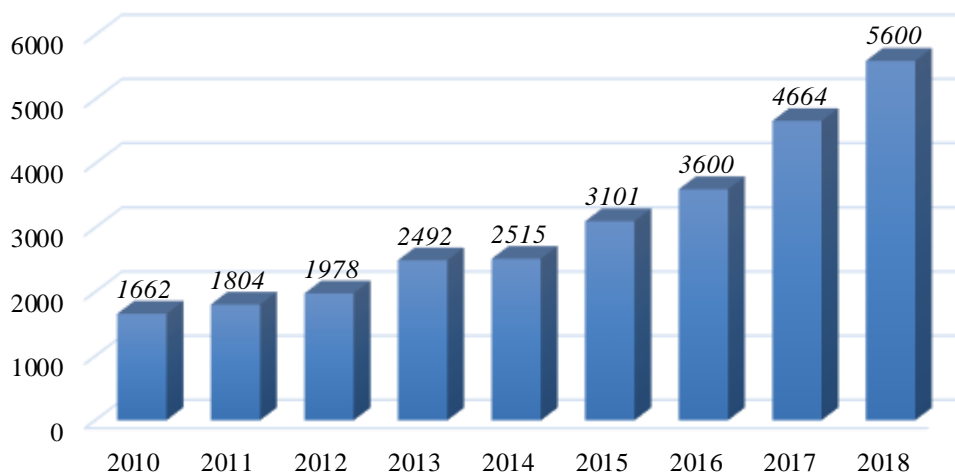
### 5.8.7 Технології 5G та 6G

На телекомунікаційній арені більшість розробників мобільних телефонів нарощують свої розробки для впровадження операційних систем наступного покоління – 5G. Деякі компанії, такі як Apple, відкладають впровадження 5G в свої системи до тих пір, поки їх розміри не зменшаться, не стануть більш надійними і з сервісом, який широко доступний. Apple, ймовірно, почекає до 2020 р., щоб представити телефони 5G, в той час як Samsung може представити телефони в першій половині 2019 року.

Потенційні клієнти навряд чи оцінять більшу частину існуючих систем антен 5G в своїх телефонах, особливо коли їх постачальник послуг ще не пропонує їх повністю. Після впровадження системи 5G забезпечать швидкість завантаження більш ніж в 10 разів вище, ніж в сучасних системах 4G. Тестові системи, оцінені в 2018 р., показали, що частота відповідей більш ніж в 7 разів вище, ніж у систем 4G. Азіатські клієнти, швидше за все, придбають системи й устаткування раніше, ніж США, які почнуть розгортання мережі 5G поетапно від міста до міста [143].

*Оцінка ринку.* Очікується, що ринок послуг 5G виросте з 53,93 млрд дол. США у 2020 р. до 123,27 млрд дол. США до 2025 р. при сукупному річному темпі зростання (CAGR) в 18 % протягом прогнозованого періоду. Очікується, що зростаючий попит на надійні послуги зв'язку з мінімальними затримками і зростаючі тенденції в області міжмашинного зв'язку дозволять ринку послуг 5G продовжити розширюватися [144].

Стрімке зростання кількості патентних заявок протягом кількох останніх років також свідчить про перспективність розвитку нових технологій 5G. Порівняно з 2010 р. у 2018 р. кількість патентних заявок зросла у 3,4 рази (рис. 5.19).



*Рис. 5.19* Кількість патентних заявок за напрямом 5G, одиниць

Джерело: [142].

Очікується, що до 2025 р. вертикаль підключених транспортних засобів буде рости з найвищим сукупним річним темпом зростання через появу автономних транспортних засобів. Автономні транспортні засоби все ще знаходяться в фазі досліджень і розробок (НДДКР); однак вони будуть доступні для використання в найближчому майбутньому. Телеком та гравці автомобільного ринку створили «Автомобільну асоціацію 5G» (5G Automotive Association) для розробки, тестування і просування комунікаційних рішень. Метою асоціації 5G є впровадження підключення 5G для автомобілів наступного покоління.

За прогнозами Північна Америка буде мати найбільшу частку ринку послуг 5G. Телекомунікаційні компанії в США оголосили про розгортання послуг 5G у багатьох штатах набагато раніше, ніж у інших країнах. Завдяки зростаючому впровадженню нових технологій, таких як IoT і розумні міста, і зростаючій потребі у високошвидкісному підключенні до Інтернету, провайдери телекомунікаційних послуг почали випробування і тести для 5G послуг.

Основними гравцями на ринку послуг 5G є: AT&T (США), Airtel (Індія), BT Group (Великобританія), China Mobile (Китай), China Telecom (Китай), Deutsche Telecom (Німеччина), du (ОАЕ), Korea Telecom. (Корея), Sprint (США), Saudi Telecom Company (Саудівська Аравія), SK Telecom (Південна Корея), Telstra (Австралія), Vodafone (Великобританія) і Verizon (США).

Згідно з даними звіту «Мобільна економіка 2019» (The Mobile Economy 2019), підготовленого асоціацією «GSM» [145]:

- число 5G-з'єднань до 2025 р. досягне 1,4 млрд – 15 % від загального обсягу. До цього моменту передбачається, що 5G буде становити близько 30 % зв'язків на ринках, таких як Китай і Європа, і близько половини загального обсягу в США;

- кількість глобальних зв'язків з ІТ втричі збільшиться до 25 млрд до 2025 р., тоді як глобальні доходи в IoT збільшаться в чотири рази до 1,1 трлн дол.;

- прогнозується, що більше 700 млн нових абонентів будуть додані протягом наступних семи років, близько чверті з них з Індії;

- ще 1,4 млрд людей почнуть користуватися мобільним Інтернетом протягом наступних семи років, в результаті чого загальна кількість абонентів



мобільного Інтернету до 2025 р. глобально буде близько 5 млрд (більше 60 % населення).

Відповідно до даних звіту, за минулий рік мобільні технології та послуги становили 4,6 % ВВП у всьому світі, що становить 3,9 трлн дол. економічної доданої вартості. Очікується, що цей внесок зросте до 4,8 трлн дол. США (4,8 % ВВП) до 2023 р., оскільки країни по всьому світу все частіше отримують вигоду від поліпшення продуктивності та ефективності, зумовленого збільшенням кількості мобільних послуг. Мобільна екосистема також підтримала майже 32 млн робочих місць у 2018 р. (безпосередньо та опосередковано) і зробила значний внесок у фінансування державного сектору, при цьому більш ніж 500 млрд дол. США було залучено через загальне оподаткування.

Дивлячись далі вперед, прогнозується, що 5G принесе 2,2 трлн дол. США світовій економіці протягом наступних 15 років, з ключовими секторами, такими як виробництво, комунальні послуги, професійні та фінансові послуги, які виграють найбільше від нових технологій.

6G – шосте покоління мобільного зв'язку, впровадження якого очікується після 2030 р., на основі стандартів телекомунікацій, наступних за стандартами 5G.

Передбачається, що мережі зв'язку 6G будуть використовувати, зокрема, терагерцовий і субтерагерцовий діапазони частот і забезпечать суттєво менший рівень латентності при передаванні даних, ніж мережі 5G.

Однією з технологій, яка може бути реалізована в 6-му поколінні засобів стільникового зв'язку, є радіофотонні цифрові антенні решітки на базових станціях у сполученні з технологією Massive MIMO. При цьому розглядаються варіанти базових станцій з антенними системами, в яких формуються 250 променів діаграми спрямованості в робочому секторі. Для роботи з абонентами у верхній напівсфері (зв'язок з безпілотними літальними апаратами, передача даних на борт пілотованої авіації, зв'язок з низькоорбітальними супутниками) кількість антенних елементів буде зростати для охоплення зенітного сектору. Тому з метою спрощення апаратної реалізації і зниження вартості таких багатоканальних цифрових антенних решіток в них доцільно запровадити багатомодові оптоволоконні інтерфейси як різновид радіофотоніки.

Серед вимог до мереж 6G закордонні фахівці вказують швидкість передавання даних від 100 Гбіт/с до 1 Тбіт/с, при цьому для управління мережами будуть використовувати системи штучного інтелекту.

У 2018 р. Китай заявив про початок розробки стандарту мобільного зв'язку 6G. Зокрема, такі дослідження проводить Південно-східний університет (Southeast University) в китайській провінції Цзянсу.

З когорти дослідників технологій 6G також слід вказати міжуніверситетський проект ComSenTer (США), дослідну групу в університеті Оулу (Фінляндія), яка заявила про запуск першого у світі експериментального сегменту інфраструктури 6G (6 Genesis) [146].

**Технології «Shytech».** «Shytech» – новий напрям, переважно у розробці побутової техніки, який передбачає, що раніше видимі функції приховано у вимкненому режимі за гладкими фасадами пристрою. Такі смарт технології наразі є актуальними для розумних будинків.

Завдяки сучасним матеріалам, таким як еластична, гнучка та друкowana електроніка, а також інтелектуальним поверхням, з'являються нові продукти, які змінять спосіб взаємодії людей з електронікою та спосіб взаємодії людей.

Метою Shy Technology є розробка продуктів, які використовують несвідоме людське сприйняття і перетворюють його в активно використовувану інформацію.

Для цього технологія Shy має інтуїтивну поверхню взаємодії, яка орієнтована на людину і легко підключається до різних інтелектуальних пристроїв для покращення роботи користувачів.

Технологія Shy спрямована на приховування складних технологій, інтеграцію сучасних конструкцій і надання продукції менш технічного вигляду. Ця концепція передбачає, що застосування та функціонування є простим, і проблеми, що виникають в експлуатації, навіть не виникають. За цим інтуїтивним дизайном є багато прихованих технологій.

Залишається якомога більше елементів керування, які замінюються голосовим і жестовим командним зв'язком у прагненні споживачів до більш розумних пристроїв та інтуїтивного керування пристроями [147].

**Цифрові екосистеми та бездротові зарядні пристрої (Digital ecosystems and wireless charging).** Зростання досягло своєї межі на ринку побутової електроніки. Такі компанії, як Apple, Samsung і Google повинні розробляти нові стратегії для отримання доходів. Цифрові екосистеми є рушійною силою нового зростання – ланцюжки доданої вартості, які пов'язують клієнтів в довгостроковій перспективі.

Екосистеми об'єднують в собі безліч переваг: всі пристрої працюють один з одним, і немає необхідності встановлювати додаткове програмне забезпечення. Досить імовірно, що той, хто використовує iPhone, також

використовує комп'ютер Mac або iPad і навпаки. Однак в більшості випадків змішування пристроїв Apple з Microsoft або Android від Google не спрацює, і додатки, наприклад, налаштовані для кожної системи окремо.

Екосистеми відкриті і різноманітні: крім ноутбуків, планшетів і смартфонів, вони включають в себе також браслети для фітнесу, годинники, окуляри, накладки на шкіру і розумний одяг. Подібно розвитку від функціональних телефонів до смартфонів та пристроїв, що носяться, відбувається перехід від окремих пристроїв до платформ. У 2016 р. ринок пристроїв, що носяться тільки в Європі збільшився на 45 %, при цьому продажі склали 13 млн одиниць.

Зростаюче число портативних пристроїв створює попит на безпечні, стандартизовані, ефективні і портативні варіанти зарядки. Бездротова зарядка дозволяє заряджати батареї, не підключаючи їх до джерела живлення за допомогою кабелю. Енергія передається через зарядну станцію або передавач і поглинається приймачем в пристрої. Для споживача це надійний і зручний спосіб зарядки навіть кількох електронних пристроїв без фізичного підключення і кабелів [147].

#### ***Основи штучного інтелекту (Artificial Intelligence (AI) Foundation).***

Одним з технологічних трендів 2018-2019 рр. є основи штучного інтелекту (далі ОШІ). ОШІ складається з численних технологій, які розвивалися протягом багатьох років. Ці технології, які вивчають можливість забезпечення інтелектуальних міркувань і дій за допомогою обчислювальних систем та інших штучних пристроїв, що адаптуються до будь-яких змін, дозволяють автономно виконувати деякі види завдань.

Наприклад, такі як: експертні системи, дерева рішень, лінійна регресія і нейронні мережі. А також базовими технологіями розвитку ОШІ є: глибоке навчання (Deep learning), обробка природної мови (Natural Language Processing), глибоке навчання з підкріпленням (Deep reinforcement learning), машинне навчання (Machine learning), інтелектуальні додатки (Intelligent Apps).

Вивчення і розвиток вищевказаних технологій складають основу для розвитку технологій штучного інтелекту (далі ШІ). Міжнародна консалтингова компанія Gartner визначає ШІ, як технологію, яка здатна імітувати людську діяльність, і, як правило, шляхом навчання вміє робити власні висновки, при цьому розуміє складний контент і бере участь в природних діалогах з людьми або замінює людей при виконанні нестандартних завдань.

Інтерес до ШІ зростає, про що свідчить збільшення запитів клієнтів Gartner, пов'язані з іноземними інвестиціями, більш ніж на 50 % в 2016 році.

Дослідження Gartner 2017 р. показало, що 59 % організацій все ще збирають інформацію для розробки своїх стратегій щодо ШІ, в той час як інші вже домоглися прогресу в пілотних проектах або впровадженні ШІ. Крім того, великі інвестиції вкладаються в стартап проекти, пов'язані з продажем технологій ШІ. Компанія Gartner прогнозує, що інтерес до ШІ дасть поштовх до роботи над потужним обладнанням, програмним забезпеченням нового покоління і розробкам в суміжних галузях, наприклад, таких як нейроінформатика [148].

Використання все більш просунутих алгоритмів контрольованого, неконтрольованого і стимульованих методів навчання в технології глибокого навчання, а також доступність величезної кількості даних для машинного навчання надають можливість для розвитку ОШІ. Апаратні можливості (такі як сервери на основі графічних модулів обробки даних), що забезпечують масивну обчислювальну інфраструктуру для обробки величезної кількості обсягу даних і складних алгоритмів, дозволяють цим технологіям працювати спільно і доповнювати один одного, і тим самим розвивати ОШІ.

У даний час технології, які складають ОШІ, розвивають вузько орієнтований ШІ, який складається з високорівневих програм машинного навчання, націлених на конкретну задачу (наприклад, розуміння мови або керування транспортним засобом в контрольованому середовищі).

*Прогноз.* За даними Gartner [148], системи, які навчаються, адаптуються і є автономними, стануть високо конкурентоспроможними до 2020 року, отже, очікується зростання вивчення технологій, що входять в ОШІ. Застосування можливостей ШІ для прийняття рішень, створення нових бізнес-моделей і екосистем сприятиме розвитку цифровізації до 2025 року. Технології ОШІ розвиваються швидко. Для успішного використання цих технологій необхідно буде інвестувати кошти в навички, процеси обробки даних і в використовувані інструменти.

Відсутність фахівців з обробки даних уповільнює процес впровадження ШІ в короткостроковій перспективі. До 2020 р. 30 % нових проектів, що розробляються використовуватимуть ШІ за допомогою спільних груп фахівців з обробки даних та програмістів.

Розвиток технологій, що входять в ОШІ, призведе до зростання вузькоспеціалізованого і прикладного ШІ. Дані реалізації надаватимуть новий клас інтелектуальних додатків і пристроїв і тим самим забезпечать вбудований інтелект для широкого спектра мережевих пристроїв, а також існуючих програмних і сервісних рішень.

*Оцінка ринку.* У PricewaterhouseCoopers (PWC) прогнозують, що до 2030 р. за рахунок III світовий ВВП виросте на 14 % і принесе світовій економіці 15,7 трлн дол. США, з яких: автоматизація процесів виробництва і збільшення продуктивності праці принесуть 6,6 трлн дол. США; збільшення попиту на персоналізовані і якісні товари – 9,1 трлн дол. США (рис. 5.20) [150].

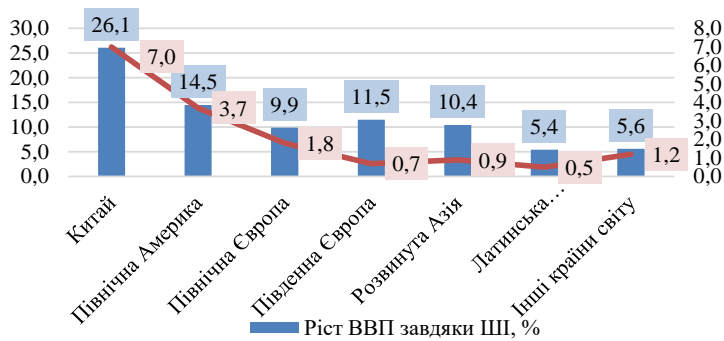


Рис. 5.20 Прогноз зростання світового ВВП до 2030 р. завдяки використанню технологій ШІ за регіонами

Джерело: [149].

*Застосування технологій ОШІ.* Технології ОШІ вже показали себе у багатьох сферах діяльності: з їх допомогою слухові апарати фільтрують сторонній шум, а навігатори допомагають знайти найбільш зручний і короткий шлях, інтернет магазини аналізують переваги покупців виходячи з попередніх покупок, а медичні програми допомагають поставити діагноз і призначити лікування. Сучасні системи розпізнавання мови дозволяють віртуальним асистентам відповідати на прості питання і виконувати нехитрі прохання. Оптичне розпізнавання друкованого і рукописного тексту допомагає сортувати електронну пошту і оцифровувати старі документи. Розпізнавання осіб широко використовується на пропускних пунктах державних кордонів різних країн. Використання інтелектуальних технологій підвищує рівень виявлення загроз, скорочуючи час реакції, тим самим воно здатне значно удосконалити техніку.

**Глибоке навчання (Deep learning).** Згідно з останнім звітом про дослідження ринку «Ринок глибокого навчання, товарні пропозиції (обладнання, програмне забезпечення та послуги), додатки (розпізнавання зображень, розпізнавання сигналів, інтелектуальний аналіз даних), галузі кінцевого споживання (безпека, маркетинг, охорона здоров'я, Fintech, автомобільна промисловість, юриспруденція) і географія - глобальний прогноз

до 2023 року» [151] загальний ринок глибокого навчання оцінюється в 3,18 млрд дол. США в 2018 р. і, як очікується, буде коштувати 18,16 млрд дол. США до 2023 р. при CAGR 41,7 % з 2018 по 2023 рік. Підвищення обчислювальної потужності, зниження вартості обладнання і все більш широке впровадження хмарних технологій сприяють зростанню ринку глибокого навчання. Використання в аналітиці великих даних і зростаюче впровадження ШІ в орієнтовані на клієнта послуги є іншими ключовими факторами цього ринку.

Програмне забезпечення в даний час займає найбільшу частку ринку глибокого навчання, у той же час очікується, що ринок буде зростати з найвищим CAGR між 2018 і 2023 роками. Сегмент програмного забезпечення складається з програмних платформ і платформ / API, розроблених з використанням алгоритмів і кодів, які дозволяють апаратним засобам проводити глибоке навчання. Виробники та постачальники програмного забезпечення пропонують різні рішення (фреймворки / комплекти розробки програмного забезпечення (SDK)) і API / платформи, які відкриті для розробників, які працюють над програмами глибокого навчання. Наприклад, Qualcomm пропонує Zeroth SDK, який допомагає користувачам і розробникам використовувати можливості Snapdragon 820 для додатків глибокого навчання, таких як обробка зображень і звуку, включаючи розпізнавання мови. Апаратний сегмент складається з процесорних чипів, які використовуються для запуску алгоритмів глибокого навчання на основі нейроморфної архітектури та / або архітектури фон Неймана.

На Північну Америку припадає значна частка ринку глибокого навчання, де США є головним інвестором. Зростаюче впровадження технологій глибокого навчання в різних галузях кінцевих користувачів, таких як безпека, маркетинг, охорона здоров'я, fintech, автомобільна промисловість, право, роздрібна торгівля, сільське господарство і виробництво, а також значна присутність промислових гігантів і нових компаній, що розвиваються/стартапів є ключовими факторами, що сприяють зростанню ринку глибокого навчання в Північній Америці.

**Інтелектуальний аналіз даних (Data mining).** Data Mining абстрагує пов'язані дані з файлів, таких як зображення, відео та аудіо. З появою нових технологій обробка природної мови і витяг візуальних даних були розроблені з використанням методів глибокого навчання. Інтелектуальний аналіз даних використовується в наступних програмах: аналіз настроїв, машинний переклад, ідентифікація відбитків пальців, кібербезпека і біоінформатика. Глибоке навчання пропонує більш швидке і краще використання пам'яті, ніж традиційні

комп'ютерні системи. Оскільки інтелектуальний аналіз даних є складною операцією, він вимагає складної апаратної архітектури і алгоритмів для виконання обчислювальних функцій, а також обслуговування систем.

Очікується, що обсяг ринку інструментів для інтелектуального аналізу даних виросте з 591,2 млн дол. США в 2018 р. до 1039,1 млн дол. США до 2023 р. при сукупному річному темпі зростання (CAGR) протягом прогнозного періоду в 11,9 % [151]. Зростаючий попит організацій усіх галузевих вертикалей на отримання цінної інформації про дані, що генеруються різними бізнес-процесами, технологічними досягненнями і використанням хмарних рішень, сприятиме зростанню ринку інструментів для інтелектуального аналізу даних. Зміна урядових правил і політик регулювання є основним фактором, який, як очікується, буде обмежувати зростання ринку інструментів інтелектуального аналізу даних.

**Машинне навчання (Machine learning).** Очікується, що до 2023 р. вартість ринку машинного навчання досягне 23,46 млрд дол. США, збільшившись за рік в сукупному річному темпі (CAGR) на 42,6 % протягом 2018-2023 років.

Машинне навчання – здатність комп'ютерів вчитися на власному досвіді для підвищення їх продуктивності. Окремі алгоритми і втручання людини не потрібні для навчання комп'ютера. Він просто вчиться на своєму минулому досвіді і прикладах. Останнім часом цей ринок отримав першорядне значення через зростаючу доступність даних і необхідність обробляти дані для отримання значимої інформації.

Північна Америка займає найбільш значну частку на ринку машинного навчання, а в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні очікується найвищий CAGR.

Великий обсяг даних, які генеруються галузями, дають імпульс ринку машинного навчання. Крім того, збільшення використання методів глибокого навчання в різних галузях промисловості також є однією з причин, що сприяють поширенню ринку. Багато досліджень і розробок (R&D) робиться для підвищення ефективності виробництва, що надається на ринку машинного навчання.

Технологічний прогрес, розповсюдження даних та гостра потреба у отриманні максимальної інформації з наявних даних були визначені як основні причини зростання на цьому ринку [152].

*Загрози та ключові гравці.* Хоча було витрачено величезну кількість грошей, залишається невизначеність в тому, як працює мережа глибокого навчання. Також фахівці не мають конкретних навичок машинного навчання на

ринку. Неправильні формулювання програми призведуть до упереджених результатів, що призведе до труднощів у аналізі.

У країнах, що розвиваються хмарні інфраструктури, які необхідні для зберігання та безперешкодного доступу до даних, у більшості випадків є неефективними, що в свою чергу є перешкодою для зростання на цьому ринку.

Основними гравцями є Google Inc., Microsoft, IBM Watson, Amazon, Baidu, Intel, Facebook, Apple Inc. і Uber [140].

### *Інтелектуальні додатки та аналітика (Intelligent Apps and Analytics).*

Сьогодні компанії застосовують методи штучного інтелекту для створення нових категорій додатків. Інтелектуальні додатки (далі – ІД) також створюють новий інтелектуальний прошарок між людьми і системами, і мають потенціал до трансформації як структури самої роботи, так і робочого місця (наприклад, віддалені клієнтські помічники (VCA) і вдосконалені програми аналізу продуктивності, продажів і маркетингу, безпеки). Однак, ІД не обмежуються тільки роллю нових цифрових помічників - кожна існуюча категорія програмного забезпечення від інструментів безпеки до корпоративних додатків для маркетингу або планування ресурсів підприємства (ERP) буде пронизана можливостями впровадження штучного інтелекту.

*Прогноз.* Протягом наступних кількох років практично кожен додаток і сервіс будуть включати в себе певний рівень штучного інтелекту. Деякі з цих додатків стануть очевидними ІД, які не зможуть існувати без штучного інтелекту і машинного навчання.

Великі вендори роблять великі ставки на стартап проекти ІД, чекаючи від них великої вигоди. Усі вони спрямовані на підтримку або заміну ручних дій людини за допомогою інтелектуальної автоматизації. Вендори, такі як Salesforce, SAP, Oracle і Microsoft пропонують більше просунутих функцій ІД.

Персональні віртуальні помічники, такі як Google Now, Microsoft Cortana і Apple Siri стають розумнішими і в прискореному темпі розвивають інтелектуальні програми. Деякі види чатботів, такі як Facebook Messenger, за допомогою штучного інтелекту вдосконалюють ІД. Наприклад, в охороні здоров'я, такі ІД як віртуальні консультанти сприяють більш детальному вивченню хвороб, допомагають лікарям в лікуванні пацієнтів і надають індивідуальне лікування. Компанія Gartner рекомендує розвивати ІД для сприяння покращенню рівня життя людей.

На думку консалтингової компанії Gartner [148] до 2020 р. розширена аналітика стане домінуючим драйвером для систем аналізу даних. І до 2020 р. автоматизація завдань в області інтелектуальної обробки даних дозволить



експертам з аналітики даних здійснювати більш високий рівень розширеного аналізу, завдяки ІД.

ІД являють собою довгострокову тенденцію, яка буде розвивати і розширювати використання штучного інтелекту в додатках і службах до 2037 року.

*Оцінка ринку.* Обсяг ринку інтелектуальних додатків в 2017 р. склав 7,33 млрд дол. США, а до 2023 р., згідно з прогнозами, він досягне 46,98 млрд дол. США, збільшившись в сукупному річному темпі зростання (CAGR) на 32,9 % протягом прогнозованого періоду.

Основними факторами зростання ринку інтелектуальних додатків є зростаюче число користувачів смартфонів по всьому світу, зростаюче впровадження технології штучного інтелекту і зростаюча тенденція реклами на основі мобільних додатків.

***Інтелектуальні речі (Intelligent Things).*** Інтелектуальні речі – це фізичні речі, які виходять за рамки жорстких моделей програмування і використовують ШІ, який більш природно взаємодіє з навколишнім середовищем і людьми. Розвиток інтелектуальних речей буде підтримувати новий етап ери цифрового бізнесу, але вони являють собою лише одну грань можливостей «розумних» речей. Існуючі напрямки, які включають в себе Інтернет речей (IoT), незабаром зможуть використовуватися спільно з ШІ повсюдно: вдома, в офісі, на заводах і в медичних установах.

Інтелектуальні речі можуть бути напівавтономними або повністю автономними. Коли використовується термін «автономне» для опису інтелектуальних речей, вони не мають на увазі, що ці інтелектуальні речі мають повну свободу від зовнішнього контролю або впливу людини. Швидше, ці інтелектуальні речі можуть функціонувати без контролю протягом певного періоду часу для виконання певних завдань.

У наш час інтелектуальні речі, як правило, можна розділити на три категорії: роботи, дрони і автономні транспортні засоби.

Автономні безпілотні літальні апарати і роботи пройдуть значну технічну еволюцію, засновану на нових машинних моделях і алгоритмах. Вони будуть використовуватися в основному в контрольованому середовищі.

Використання автономних транспортних засобів в контрольованих умовах (наприклад, сільське господарство, видобуток корисних копалин і складування) є сферою можливостей інтелектуальних речей, що розвивається. У промислових умовах транспортні засоби можуть бути повністю автономними. До 2022 р. цілком ймовірно, що автономні транспортні засоби

будуть використовуватися на обмежених дорогах, чітко визначених геозон і в контрольованому середовищі. У найближчій перспективі високотехнологічні компанії і традиційні автомобільні виробники (такі як Ford, Uber, Alphabet's, Volkswagen, Mercedes-Benz, Tesla, Nissan, BMW і Honda) будуть тестувати автономні транспортні засоби. Gartner передбачає, що у 2022 р. будуть домінувати напіваавтономні транспортні засоби, які потребують водія. За цей час виробники будуть перевіряти технологію більш строго, і будуть розглянуті завдання нетехнологічного характеру, такі як нормативні акти, юридичні питання та культурне визнання.

ШІ буде впроваджуватися частіше в повсякденні речі, такі як розмовляючі помічники та обладнання для лікарень. Це явище тісно пов'язане з появою діалогових платформ, розвитком Інтернету речей і тенденцією до цифрових близнюків. Amazon Echo – приклад інтелектуальної речі.

Однак необхідно враховувати такі важливі питання, як відповідальність, конфіденційність даних і розгляд нормативних обмежень. Gartner очікує, що ці нетехнічні проблеми і складнощі у створенні високо спеціалізованих помічників сповільнять впровадження інтелекту в промисловий Інтернет речей й інші бізнес-процеси. Організації, які можуть усунути ці бар'єри, можуть мати значні конкурентні переваги.

У міру того як кількість інтелектуальних речей зростає, очікується перехід від автономних інтелектуальних речей до безлічі спільних інтелектуальних речей. У цій моделі кілька пристроїв будуть працювати разом, незалежно від людей або з надходженням інформації людині. Наприклад, якщо безпілотний апарат оглянув все поле і виявив, що воно готове до збору врожаю, він може відправити «автономний комбайн». На ринку доставки найбільш ефективним рішенням може бути використання автономного транспортного засобу для переміщення посилок на місце призначення. Роботи і безпілотні літальні апарати на борту можуть потім провести остаточну доставку посилки. Військові лідирують в цій області і вивчають використання дронів для атак або для захисту у військових цілях.

*Оцінка ринку.* Глобальний ринок інтелектуальних речей, за прогнозами аналітиків, продовжить зростання. Варто зазначити, що впровадження хмарної платформи як послуги (PaaS) є рушійним фактором для ринку інтелектуальних речей.

Поява вдосконаленої аналітики і обробки даних також сприяє зростанню ринку інтелектуальних речей, оскільки розширена аналітика і обробка даних

корисні для отримання результатів з великих обсягів даних, зібраних з використанням міжмашинного зв'язку.

Ризики, пов'язані з безпекою даних через використання хмарних платформ, ймовірно, будуть перешкоджати ринку інтелектуальних речей. Проте, обіцяна «розумність» допомогла залучити значні інвестиції на ринку технологій, з досягненнями в області хмарних обчислень, штучного інтелекту (ШІ) і мобільності. Це важливі фактори, що впливають на ринок інтелектуальних речей.

Очікується, що Північна Америка буде займати найбільшу частку на ринку інтелектуальних речей протягом прогнозованого періоду. Країни цього регіону мають розвинену економіку, яка дає їм можливість активно інвестувати в НДДКР.

Інтелектуальний виробничий сегмент показав значне зростання. Інтелектуальне виробництво - це інтеграція зібраних машинами даних і людського інтелекту, а також обмін даними між датчиками, комп'ютеризованим управлінням, ІТ та програмним забезпеченням для управління виробництвом.

Деякі з ключових гравців, які працюють на цьому ринку, включають Hewlett Packard Enterprise, Amazon Web Services, Intel Corporation, SAP SE, Cisco Systems та інші [154].

Прогнозується, що до 2025 р. буде більше 64 млрд пристроїв IoT, в порівнянні з 10 млрд у 2018 р. і 9 млрд у 2017 році. Постійне зростання індустрії IoT буде перетворюючою силою в усіх організаціях. Об'єднуючи всі сучасні пристрої з підключенням до мережі Інтернет, ринок IoT може вирости до більш ніж 3 трлн дол. на рік до 2026 року [155].

*Застосування.* У цей список входять вже відомі девайси, такі як дрони, безпілотні автомобілі або 3D-принтери. Також мова йде і про гаджети майбутнього, які інтелектуально взаємодіятимуть з людиною. Це можуть бути датчики на виробництві, «розумні» протези і чіпи в медицині, пристрої, що забезпечують безпеку дітей і багато іншого.

***Цифрові близнюки (Digital Twins).*** Цифрові близнюки представляють собою цифрові копії об'єктів або систем реального світу. Ґрунтуючись на фізичних даних про те, як компоненти об'єкта працюють і реагують на зміни навколишнього середовища, цифрові / віртуальні двійники будуть використовуватися для аналізу та симулювання реальних умов, що відбуваються в нашому світі, для того, щоб поліпшити якість і термін експлуатації досліджуваних об'єктів. Дані з декількох цифрових близнюків можуть бути об'єднані в сукупне уявлення про кілька реальних об'єктів.

Поняття цифрового уявлення реальних об'єктів або систем не є новим. Сьогодні цифрові близнюки відрізняються наступними перевагами: сталістю моделей; підключення цифрових близнюків до реального світу можливо в режимі реального часу; застосуванням аналітики великий даних і ШІ.

За допомогою цифрових близнюків, наприклад, можна побачити зсередини проблеми фізичного об'єкта. На виробництві нам вже не обов'язково бачити перед собою, наприклад, всю турбіну цілком, для того щоб виявити пробоїну. Технологія «цифрових близнюків» дозволить побачити проблему в реальному часі за допомогою комп'ютерної візуалізації.

Цифрові близнюки побудовані на концепції, що віртуальні моделі ресурсів співіснують і пов'язані з реальними ресурсами - близнюками. Однак ця концепція не обмежується ресурсами (або речами).

Застосування Інтернету речей сьогодні становить великий інтерес для цифрових близнюків. Належним чином спроектовані цифрові близнюки можуть значно поліпшити прийняття рішень на підприємствах. Зв'язок з їх реальними аналогами використовується для відстеження стану речей або систем, сприяє реагуванню на зміни, а також покращує процеси і підвищує ефективність корпоративних рішень.

*Прогноз.* За даними компанії Gartner [153] до 2020 р. буде більше 20 млрд підключених датчиків і робочих місць, в результаті чого цифрові близнюки будуть використовуватися для мільярдів речей. Перевагами будуть оптимізація ресурсів, конкурентоспроможність і поліпшений інтерфейс для користувача практично у всіх галузях.

Спочатку компанії будуть впроваджувати прості цифрові близнюки. Вони будуть удосконалювати їх з плином часу, покращуючи їх здатність збору і візуалізації правильних даних, застосовуючи точну аналітику і ефективні бізнес-цілі. До 2027 р. цифрових близнюків будуть використовувати не тільки інженери-технологи, а й вчені-дослідники. Gartner також очікує, що моделі з цифровими близнюками будуть розростатися, а вендори будуть надавати клієнтам цифрових близнюків в якості невід'ємної частини їхнього продукту.

Цифрові близнюки можуть поліпшити аналіз даних і прийняття рішень, і в кінцевому підсумку допоможуть в розробці нових бізнес-моделей.

*Оцінка ринку.* Очікується, що до 2025 р. обсяг світового ринку цифрових близнюків досягне 26,07 млрд дол. США, згідно з новим звітом Grand View Research, Inc. ринок, згідно з оцінками, в прогнозовані роки продемонструє сильний CAGR в розмірі 38,2 % [156].

Цифрова технологія близнюків набирає силу завдяки своєму потенціалу подолання розриву між фізичним світом і віртуальним світом. Очікується, що світовий ринок значно зросте протягом прогнозованого періоду відповідно до зростаючого впровадження Інтернету речей (IoT) і аналітики великих даних. Інші фактори, відповідальні за це зростання, включають зростаючу потребу в рентабельних операціях, оптимізації процесів і скорочення часу виходу на ринок. У той же час спосіб створення цифрових близнюків буде продовжувати розвиватися відповідно до інновацій в області віртуальної реальності (VR) і доповненої реальності (AR), тим самим стимулюючи зростання ринку.

Охорона здоров'я та науки про життя, аерокосмічна та оборонна промисловість, автомобілебудування і транспорт, виробництво, енергетика та комунальні послуги є одними з ключових галузей кінцевого використання для технології цифрових двійників. Співробітники цих галузей особливо впроваджують технології для підвищення ефективності, підвищення продуктивності, забезпечення рентабельності операцій і оптимізації процесів. Наприклад, лікарні можуть створити цифровий близнюк своїх систем в рамках зусиль по вимірюванню впливу будь-яких можливих змін в їх системах і забезпеченню безпечнішого середовища. Так само хірург може створити цифровий близнюк серця і вивчити його перед виконанням операції. Ця технологія також допомагає компаніям освоїти більш стале виробництво.

**Технології периферійних обчислень (Edge computing).** Периферійні обчислення описують обчислювальну топологію, в якій обробка інформації, збір і доставка контенту розташовані близько до джерел і користувачів цієї інформації. Периферійні обчислення засновані на гратчастій концепції і розподіленій обробці даних. Дані обробляються локально з метою скоротити трафік і час затримок. Поняття передачі периферійного контенту існує вже багато років. «Обробка даних» як маятник, який хитається між високо централізованими (наприклад, мейнфрейм або централізована хмарна служба) і децентралізованими підходами (такими як ПК і мобільні пристрої).

Для централізованої моделі основними перевагами є процесорна потужність і низькі витрати на операції в гіпермасштабованості.

Периферійні обчислювальні системи являють собою розподілену відкриту IT-архітектуру і забезпечують підтримку технологій мобільних обчислень IoT. При використанні периферійних обчислень дані обробляються самим пристроєм або локальним комп'ютером, або сервером, а не передаються в центр обробки даних.

Системні і мережеві платформи управління повинні бути розширені, щоб включати в себе периферійні місця розташування і технології, пов'язані з конкретними функціями. До них відносяться стиснення, захист даних і локальна аналітика. Периферійні обчислення вирішують багато нагальних проблем, такі як висока вартість WAN (глобальна обчислювальна мережа) і неприйнятні затримки. Топологія периферійних обчислень дозволить в найближчому майбутньому однозначно визначити специфіку цифрових бізнес та ІТ рішень.

Більшість компаній розглядають хмарні і периферійні обчислення як конкуруючі підходи. Найкраще на сьогодні рішення виглядає, як об'єднання цих двох моделей для підвищення ефективності їх спільної роботи. Периферійні обчислення, де найбільш істотним параметром є час, при цьому хмарні обчислення характеризуються високою безпекою і здатністю обробляти великі обсяги інформації. Таким чином, хмарні обчислення - це стиль обчислень, в якому гнучко масштабовані технологічні можливості поставляються як послуга з використанням Інтернет-технологій. Хмарні обчислення не вимагають централізації. Периферійне обчислення обробляє дані у джерела в приміщеннях в реальному часі. Коли обсяг даних збільшується, дані обробляються через хмару з використанням Інтернету.

*Прогноз.* Gartner прогнозує [157], що цей підхід буде використовуватися частіше, оскільки постачальники хмарних технологій просуваються далі на ринок IoT, а постачальники рішень IoT використовують хмарні технології для більш ефективного управління своїми рішеннями.

У деяких хмарних рішеннях вже використовується підхід, який використовує функції периферійності (наприклад, Microsoft Office 365 і AWS Greengrass).

*Оцінка ринку.* Згідно з дослідженням, проведеним компанією Grand View Research, Inc., обсяг світового ринку технологій периферійних обчислень досягне 3,24 млрд дол. США до 2025 р., збільшившись з феноменальним середньорічним темпом зростання в 41,0 % протягом прогнозованого періоду [158]. Потребу в передових технологіях стимулює обсяг даних IoT. Величезна кількість даних, інших пристроїв IoT, може привести до затримок обробки даних. Рішення для периферійних обчислень допомагають підвищити потужність обробки даних, що ще більше допомагає уникнути затримок. Обробка даних відбувається найближче до джерела даних, що дозволяє отримувати інформацію в режимі реального часу.

Наявність мережі з високою зв'язністю в таких регіонах, як Північна Америка, сприяло широкому поширенню сучасних комп'ютерних рішень. Таким чином, очікується, що протягом прогнозованого періоду на ринку Північної Америки буде спостерігатися значне зростання. Крім того, присутність видатних гравців, таких як Cisco Systems, Inc.; General Electric; Hewlett Packard Enterprise Development LP; International Business Machines (IBM); Microsoft; і очікується, що SAP SE буде стимулювати зростання ринку.

**Блокчейн (Blockchain).** Блокчейн – децентралізована база даних з власним протоколом досягнення консенсусу і створення записів, з відкритим кодом. Тобто це поширена та захищена від підробки технологія баз даних, яка може використовуватися для зберігання будь-яких типів даних і здатна створювати довіру в ненадійному середовищі.

Блокчейн почав розвиватися з інфраструктури цифрової валюти і перетворився на платформу для цифрової трансформації. Технології блокчейн обіцяють таку модель, якій можна довіряти в ненадійному світі і яка дозволяє уникнути розбіжностей між партнерами по бізнесу, шляхом забезпечення прозорого доступу до всієї фінансової інформації. Компанія Gartner у своєму звіті «10 стратегічних трендів розвитку технологій на 2018 рік» використовує «blockchain» як загальний термін для всіх технологій з розподіленими реєстрами. Технології блокчейн пропонують відмінні від поточних централізованих транзакцій і механізмів записи. Дані технології можуть бути основою для цифрового бізнесу, як для раніше створених компаній, так і для стартапів.

За своєю суттю, блокчейн є загальним, розподіленим, децентралізованим і токенизованим реєстром. Компанія Gartner сприймає блокчейн, як велике позитивне проривне рішення для ІТ і світової спільноти в цілому, оскільки це зменшує «тертя» в бізнесі, і це основна цінність технології блокчейн. Це забезпечується незалежним реєстром від окремих додатків і учасників. Кожен, у кого є певний рівень дозволеного доступу, одночасно бачить одну і ту ж інформацію. Інтеграція спрощується за рахунок наявності єдиної моделі із загальним блоковим ключем. Технології блокчейн також забезпечують надійність розподіленої архітектури, яка дозволяє сторонам здійснювати комерційні транзакції, а також створювати і обмінюватися ресурсами з використанням різноманітних активів.

Технології блокчейн – потужний інструмент для цифрового бізнесу, який дозволяє: усунути розбіжності в бізнесі і техніці; забезпечити створення та поширення власних ресурсів; надати керовану модель надійності.

Більш динамічні функціональні можливості і бізнес-моделі можуть бути забезпечені: впровадженням інтелектуальних контрактів навколо технології блокчейн; деталізацією доступу і управління певним елементам реєстра; створенням різних моделей надійності.

*Прогноз.* Спочатку блокчейну пророкували в основному здатність змінити фінансову індустрію, але також перспективним є застосування розподілених реєстрів в держструктурах, охороні здоров'я, виробництві, ЗМІ, ланцюжках поставок, а також для посвідчення особи, реєстрації прав власності і не тільки.

Критичним аспектом технології блокчейн є нерегульоване створення і передача ресурсів, прикладом яких є біткоїн. Біткоїни більшою мірою забезпечили розвиток технології блокчейн, але це також стосується і контролюючих органів і урядів. Робочі рішення з'являться в 2021 р. у міру завершення аналітичних досліджень [157].

До основних потенційних переваг технології блокчейн відносяться: поліпшений грошовий потік; зниження транзакційних витрат; скорочення часу врегулювання транзакцій; нові моделі надійності; створення власного активу.

Використання загальнодоступної технології блокчейн може усунути необхідність використання надійних центральних органів в транзакційних операціях і арбітражних спорах. Надійність забезпечується вбудованою моделлю через постійні записи в розподіленій книзі. Можливості цієї технології радикального перетворення економічних взаємодій повинні викликати критичні питання для суспільства, урядів і підприємств, на які на даний момент немає чітких відповідей.

Перш ніж будь-яка система блокчейн може вважатися готовою до виробництва, вкрай важливим завданням є розв'язання проблеми, які представляє технологічна незрілість блокчейн.

*Оцінка ринку.* Згідно з даними звіту «Ринок блокчейну за постачальниками, додатками (платежі, обміни, інтелектуальні контракти, документація, цифрова ідентифікація, управління ланцюгами постачання й управління GRC), розміром організації, галузевою вертикаллю та регіонами – глобальний прогноз до 2023 року» [159], очікується, що глобальний ринок блокчейну виросте з 1,2 млрд дол. США у 2018 р. до 23,3 млрд дол. США до 2023 р. при сукупному річному темпі зростання (CAGR) в 80,2 % протягом 2018-2023 років. Основні фактори, що впливають на ринок блокчейну, включають збільшення венчурного фінансування та інвестицій у технології блокчейн, зростання популярності технології блокчейн в роздрібній торгівлі та



управлінні ланцюгами поставок, а також зростаюча увага до зниження експлуатаційних витрат.

У 2018 р. технології блокчейн зробили найбільший вклад у розвиток фінансового сектору, виробничого сектору та сфери дистрибуції й послуг (рис. 5.21).

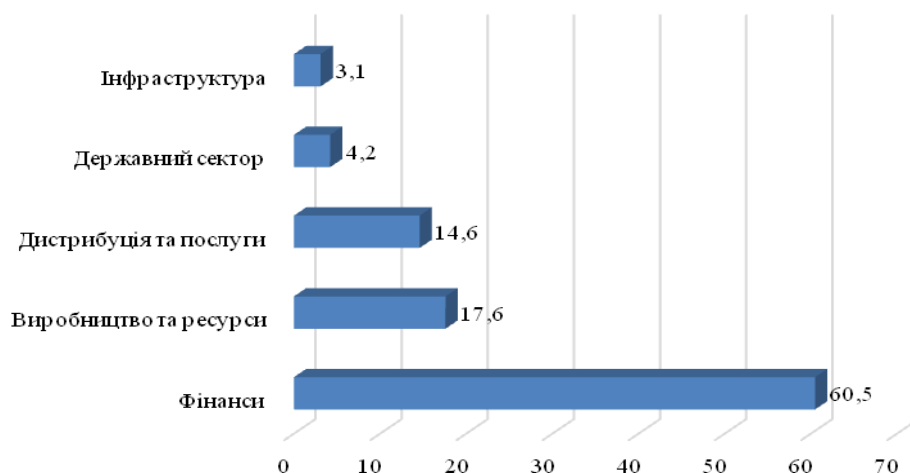


Рис. 5.21 Розподіл ринкової вартості блокчейну в світі у 2018 р. за секторами, %

Джерело: [159]

**Квантові обчислення (Quantum Computing).** Квантові обчислення (*Quantum Computing* - QC) – це тип неklasичних обчислень, який працює з квантовим станом субатомних частинок (наприклад, електронів та іонів), які представляють інформацію у вигляді елементів, що позначаються як квантові біти (кубіти). Паралельне виконання і експоненціальна масштабованість квантових комп'ютерів означають, що вони здатні вирішити проблеми, занадто складні для традиційного підходу, або коли традиційні алгоритми занадто довго вирішуються. Галузі, такі як автомобільна, фінансова, страхова, фармацевтична, військова та науково-дослідні організації, можуть отримати найбільшу вигоду з досягнень у цьому напрямі. Наприклад, у фармацевтичній промисловості QC можна використовувати для моделювання молекулярних взаємодій на атомному рівні, щоб прискорити вихід на ринок нових ліків для лікування раку, або QC може прискорити і більш точно передбачити взаємодію білків, що призведе до появи нових фармацевтичних методологій.

*Прогноз.* Експерти передбачають, що до 2022 р. організації будуть детально вивчати і вчитися контролювати QC, а їх активне використання почнеться з 2023 р. або з 2025 р. [153].

*Оцінка ринку.* Згідно зі звітом Technavio про дослідження ринку [160], глобальний ринок квантових обчислень буде швидко рости із середньорічним темпом зростання понад 35 % протягом прогнозованого періоду. Одним з ключових чинників, що стимулюють зростання ринку з 2017 по 2021 р., є зростаюче використання квантової криптографії. Популярність квантової механіки в криптографії зростає, тому що вона широко використовується для шифрування інформації. Це призвело до появи квантової криптографії. Квантова криптографія – це технологія, яка включає в себе використання квантової механіки поряд з криптографією. Ключовий принцип цієї технології заснований на застосуванні фізики і використовується для розробки моделей безпеки. Квантовий розподіл ключів (QKD) є основним методом, який використовується для квантової криптографії. Він включає в себе використання квантового ключа, який використовується для кодування і декодування інформації. Ця квантова інформація передається тільки відправнику і одержувачу. Ключ генерується фотонами і може бути змінений для запобігання злому. Квантова криптографія дозволяє передавати найбільш важливі дані з високим рівнем безпеки, що, в свою чергу, стимулює зростання ринку квантових обчислень.

Присутність великої кількості клієнтів з США виступає в якості однієї з ключових причин зростання квантових обчислень в Північній і Південній Америці. Уряд США також все більше проявляє інтерес до квантових обчислень. У 2016 р. на частку регіону припадала основна частка ринку, і вона буде продовжувати зберігати свою ринкову позицію протягом прогнозованого періоду завдяки збільшенню інвестицій в дослідження і розробки в області квантових обчислень.

Ринок квантових обчислень характеризується наявністю великої кількості постачальників. Вони все більше інвестують в дослідження і розробки, щоб залишатися конкурентоспроможними на ринку. Поява квантових хмарних обчислень і велика кількість спільної роботи посилять конкурентне середовище на ринку.

Ключові постачальники на цьому ринку: D-Wave Systems, Google, IBM, Intel, Microsoft. Іншими відомими постачальниками на ринку є інформаційні технології 1QB, Anyon Systems, Cambridge Quantum Computing, ID Quantique, IonQ, QbitLogic, QC Ware, Quantum Circuits, Qubitekk, QxBranch і Rigetti Computing.

Сегментація за технологіями квантових обчислень:

– технологія надпровідних петель (Superconducting loops technology);

- технологія уловлених іонів (Trapped ion technology);
- технологія топологічних кубітів (Topological qubits technology).

Основна частка ринку припадає на технологію надпровідних петель. Сегмент продовжить накопичувати максимальні частки протягом прогнозованого періоду, так як масове виробництво надпровідних кубітів стало можливим з використанням існуючої технології виготовлення чіпів.

Основні сегменти кінцевих користувачів квантових обчислень: урядові структури, транспорт, аерокосмічна і оборонна галузі, ІТ і телеком.

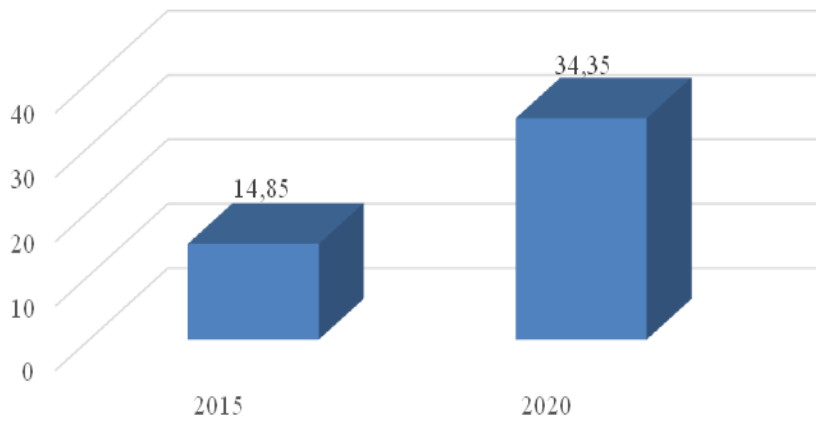
Зростаюче число кібератак визначає перспективи зростання світового ринку квантових обчислень в державному секторі. Це збільшення числа кібератак призведе до необхідності жорсткого шифрування даних для протидії цим атакам. Цей сегмент буде залишатися найбільшим кінцевим користувачем протягом наступних років, оскільки уряди все більше вкладають кошти в розвиток систем квантових обчислень.

**Технології для забезпечення цифрової етики та конфіденційності (Digital Ethics and Privacy).** Забезпечення цифрової етики та конфіденційності – це проблема, увага до якої все більше зростає зі сторони окремих осіб, організацій та урядів. Люди все більше занепокоєні тим, як їхня особиста інформація використовується організаціями як у державному, так і в приватному секторі, а негативна реакція зростатиме лише для організацій, які не активно вирішують ці проблеми [157].

**Розумний простір (Smart Spaces).** Розумний простір – це фізичне або цифрове середовище, у якому технології та люди, які підтримують технологію, взаємодіють у все більш відкритих, пов'язаних, скоординованих та розумних екосистемах. Кілька елементів – включаючи людей, процеси, послуги та речі – об'єднуються у розумний простір для створення більш захоплюючого, інтерактивного та автоматизованого досвіду для цільової групи людей та галузевих сценаріїв.

Ця тенденція протягом деякого часу об'єднувала такі елементи, як розумні міста, цифрові робочі місця, розумні будинки і пов'язані фабрики. Ринок вступає в період прискореного створення і надання надійних розумних просторів, технології стають невід'ємною частиною нашого повсякденного життя, будь то співробітники, клієнти, споживачі, члени спільноти [153].

Витрати на створення розумних міст, за прогнозами, будуть рости і до 2020 р. вони збільшаться в 2 рази (рис. 5.22).



*Рис. 5.22* Витрати на розумні міста у світі у 2015 р. та 2020 р.

Джерело: [161].

Найбільш вагома частка проектів зі створення розумних міст припадає на транспортну галузь, а найменше – на охорону здоров'я (*рис. 5.23*).

Т... 2  
50

*Рис. 5.23* Частка проектів розумних міст за типом у 2017 р., %

Джерело: [162].

**Робототехніка (Robotics).** З безперервно зростаючою автоматизацією і промисловою революцією, галузі кінцевих користувачів по всьому світу все частіше використовують промислову робототехніку та робототехніку для оптимізації виробничих процесів. Різні ключові компанії в галузі промислової автоматизації, в тому числі ABB, Mitsubishi Electric, Omron і ряд інших, постійно здійснюють нововведення в свої продукти, щоб задовольнити зростаючі вимоги клієнтів. У міру розвитку індустрії 4.0 і появи промислового інтернету речей (IIoT) попит на інтелектуальних роботів і робототехніку, ймовірно, значно зросте в найближчі роки. Поява інтелектуальних фабрик, підключених виробничих приміщень і зростаюча потреба в технологічно

орієнтованих фахівцях – інші ключові тенденції, які, як очікується, будуть стимулювати зростання промислової робототехніки.

*Роботи на ніжках комерційного класу (Commercial Class Legged Robots).* Очікується, що роботи з ніжками наберуть популярності в 2019 р., оскільки вони ідеально підходять для потенційного використання в різних галузях, включаючи будівництво, надання допомоги в разі стихійних лих і спостереження, виробництво продуктів харчування і напоїв та інші галузі. Інженерні компанії в галузі робототехніки, такі як Agility Robotics і Boston Dynamics, оголосили про запуск своїх інновацій, а саме двоногого робота Cassie і Handle, гібридного робота з колісною опорою, в червні 2018 року. Ці учасники ринку робототехніки зосереджені на розробці прототипу і прискоренні виробництва роботів на ніжках, в тому числі чотириногих роботів SpotMini і двоногих роботів Atlas, які в подальшому зможуть широко використовуватися [163].

*Роботи як послуга (Robots-As-A-Service).* З ростом цифрових інновацій і зростаючої цифрової грамотності споживачів у всьому світі, з'явилася значна кількість ефективних бізнес-моделей, таких як Robots-As-A-Service (RAAS), що дозволяють компаніям, що працюють в різних галузях, від виробництва до охорони здоров'я, здійснювати виконання великих завдань в більш короткі терміни за допомогою віртуальних агентів. RAAS дозволяє клієнтам економити на початкових інвестиціях і експлуатаційних витратах навіть до того, як вони займуться високоефективним бізнесом. Ця бізнес-модель може використовуватися і в оренду, що ще більше розширює світовий ринок оренди промислової робототехніки. Отже, більше 30 % комерційних роботизованих додатків будуть слідувати бізнес-моделі «Робот як послуга», щоб значно скоротити витрати, пов'язані з розгортанням роботів [162].

*Автоматизація роботів (Automation of Robots).* У зв'язку зі зростаючим попитом на оптимізовані процеси і зростаючою потребою в скороченні помилок, пов'язаних з робочою силою, галузі промисловості, в основному виробничий сектор, роблять акцент на використанні автоматизованих процесів, що призводить до зростання роботизованої автоматизації. Не тільки для виробничого сектору автоматизовані роботи вважаються найбільш життєздатним вибором для підвищення ефективності поточної ланцюжка поставок, складських операцій та інших логістичних процесів. Крім того, застосування робототехніки, ймовірно, значно покращить світовий ринок автоматизації та робототехніки в автомобільній промисловості.

*Оцінка ринку.* Глобальний розмір ринку автоматизації та робототехніки в автомобільній промисловості збільшиться до 10,76 млрд дол. США протягом 2018-2022 років [164].

*Хмарна робототехніка (Cloud Robotics).* Такі досягнення, як «Промисловий Інтернет речей» (IIoT) і технології хмарних обчислень, об'єдналися, щоб запропонувати набагато більш надійні рішення для галузей кінцевих користувачів через що з'являється область хмарної робототехніки. За допомогою цієї технології роботи в середовищі конвергентної інфраструктури та загальних служб отримують вигоду від потужних обчислювальних можливостей і можливостей зберігання сучасних центрів обробки даних. Наприклад, різні дослідники в сингапурських лабораторіях ASORO заохочують створення інфраструктури хмарних обчислень для створення тривимірної моделі середовища, що дозволяє роботам виконувати одночасне відображення і локалізацію. Аналогічно, французька робототехнічна фірма Gostai пропонує GostaiNet, хмарну роботизовану інфраструктуру, що дозволяє роботам записувати відео і синтезувати голос для задач розпізнавання осіб і розпізнавання мови. Очікується, що такі інновації в галузі робототехніки сприятимуть зростанню світового ринку адаптивної робототехніки в найближчі роки [165].

*Оцінка ринку.* Через зростання попиту на роботів для повторюваних і ризикованих цілей кінцеві користувачі все частіше шукають способи усунути обмеження роботизованих систем через обчислювальні потужності, розмір, режим руху та робоче середовище. Це, в свою чергу, призводить до збільшення прийняття хмарної робототехніки. Впровадження хмарної робототехніки також дозволяє кінцевим користувачам переносити інтенсивні завдання в хмару, що зменшить залежність від призначеного для користувача проміжного програмного забезпечення. Завдяки таким перевагам попит на хмарну робототехніку в найближчі роки буде рости, що підживлює перспективи зростання ринку. Аналітики з дослідження ринку пророкують, що до 2022 р. зростання ринку хмарної робототехніки складе більше ніж 20 % і обсяг ринку хмарної робототехніки виросте до 21,78 млрд дол. США до 2022 р. [165].

*Коботи (Cobots).* Галузі кінцевого споживання, особливо в країнах з економікою, що розвивається по всьому світу, все ще в значній мірі залежать від персоналу і робочої сили, що, в кінцевому підсумку, спонукає їх вибирати коботів або спільних роботів. Ці роботизовані машини працюють разом зі своїми людськими аналогами для підвищення ефективності та підвищення загальної продуктивності. Різні МСП в автомобільному секторі, гумової та

пластмасової промисловості, харчової промисловості та виробництві напоїв використовують такі переваги, як більш низькі витрати і зручність програмування та інтеграції, пропоновані спільними роботами.

*Оцінка ринку.* У глобальному звіті Technavio з дослідження ринку роботів для спільної роботи прогнозується зростання використання цих роботів в різних галузях в якості одного з ключових чинників, що спонукають ринок зростати на більше ніж 60 % до 2021 р. [166].

Коботи використовуються в різних галузях промисловості для виконання таких завдань, як складання, упаковка і укладання на піддони, машинне обслуговування, гвинтовий привід та інші. Деякі функції, такі як можливість використання роботів разом з людьми, простота установки і експлуатації, а також більш низька вартість в порівнянні зі звичайними промисловими роботами, відрізняють спільних роботів від традиційних роботів. З усіма цими додатковими перевагами коботи також забезпечують підвищену ефективність процесу і неперевершене зниження витрат. Тому попит на роботів для спільної роботи різко виріс, особливо в останнє десятиліття. За останні два-три роки в галузі з'явилося кілька нових продуктів від традиційних виробників промислових роботів. Це підкреслює явне зрушення, що відбувається в індустрії робототехніки, де роботи для спільної роботи стають наступним значним технологічним рішенням.

Попит на роботів швидко зростає серед різних галузей промисловості по всьому світу. Ринок зумовлений низкою факторів, таких як зростаюче проникнення на ринок роботів для спільної роботи в декількох напрямках, підвищення продуктивності на робочому місці, зниження цін і швидке повернення інвестицій, а також мінімальна інфраструктура і гнучка робота роботів для спільної роботи.

У 2017 р. ринок коботів склав 283,7 млн дол. США, що, як очікується, виросте з 63,95 % CAGR з 2018 по 2023 р. (рис. 5.24) [166].

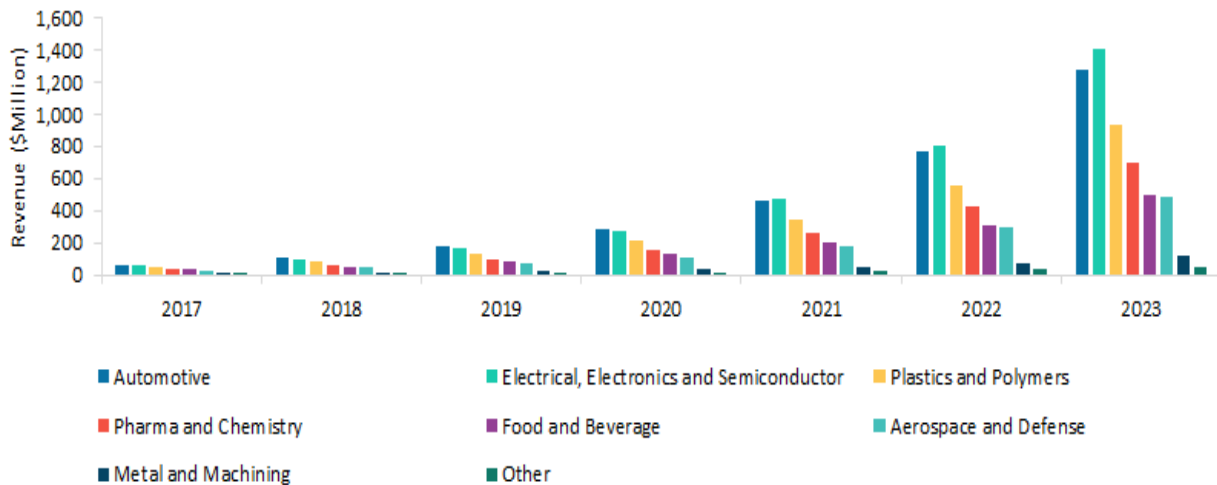


Рис. 5.24 Аналіз глобального ринку коботів (по галузях)

Джерело: [167].

Європа, за якою йдуть Азіатсько-Тихоокеанський регіон, Північна Америка та решта світу, як очікується, домінуватиме на ринку протягом прогнозного періоду. Однак, з точки зору країн, Сполучені Штати є провідною країною на ринку роботодавців, і країна, як очікується, збереже своє домінування протягом прогнозного періоду. Очікується, що показники Азіатсько-Тихоокеанського регіону зростимуть за цим напрямом. Китай домінуватиме на ринку в цьому регіоні.

Деякі з ключових гравців на ринку спільних роботів включають: Universal Robots A/S, Rethink Robotics, Fanuc Corporation, KUKA AG, ABB Robotics, Aubo Robotics, Bosch Rexroth AG, Denso Corporation, Yaskawa Electric Corp.

*Індивідуальні роботи (Customized Robots).* Незважаючи на значні початкові витрати, понесені при розгортанні промислових роботів, компанії по всьому світу все частіше впроваджують роботів і включають їх в свої звичайні апаратні системи, головним чином через розвиток спеціалізованих або роботів, що налаштовуються. Автоматизовані роботи наступного покоління використовуються виробниками для управління і налаштування свого обладнання, що в кінцевому підсумку дозволяє компаніям зосередитися на контролі витрат за допомогою модульних роботів або роботів, що налаштовуються. Більш того, такі компанії, як американська компанія NEVI, прагнуть зробити власних роботів такими ж простими, як LEGO, представивши власного робота, балансує на двох колесах, такого як Segway. Очікується, що такі ініціативи з боку роботодавців сприятимуть зростанню світового ринку інтелектуальних роботів протягом наступних років.



*Роботи, інтегровані з Big Data Analytics (Robots integrated with Big Data Analytics).* Інтеграція великих даних з робототехнікою, ймовірно, створить значні ділові можливості для галузей, що зберігають величезні обсяги важливої інформації і даних. Роботизована автоматизація процесів і великі дані часто використовуються для створення інтелектуальних рішень для автоматизації з використанням машинного навчання, дозволяючи програмному забезпеченню для автоматизації робототехнічних процесів виконувати рутинні бізнес-процеси так само, як люди взаємодіють з додатками через призначений для користувача інтерфейс. Такі переваги, як масштабованість, підвищена точність, скорочення часу циклу, підвищення пропускнуєї спроможності, часто спонукають підприємства по всьому світу використовувати потенційні можливості аналітики великих даних, інтегрованої з робототехнікою.

*3D-технології і AI роботи (3D Technology and AI Robots).* В останні роки 3D-технології і штучний інтелект стали основним напрямком в індустрії робототехніки, і ця тенденція, ймовірно, збережеться навіть в майбутні роки. 3D машинний зір допоможе роботам передавати дані в технологію штучного інтелекту. Наприклад, ШІ перекладав візуальну інформацію, отриману з тривимірного бачення, що в кінцевому підсумку стимулювало зростання ринку тривимірної робототехніки. Крім того, у країнах з розвинутою економікою створюють умови, що сприяють зростанню робототехніки з підтримкою 3D-технологій, що ще більше стимулює інженерні системи робототехніки.

*Розповсюдження дронів (Proliferation of Drones).* Дрони набирають обороти в різних галузях промисловості з підвищенням поінформованості про робототехніку серед споживачів по всьому світу. За даними Technavio, глобальний ринок комерційних дронів, швидше за все, зареєструє CAGR понад 36 % до 2022 р. внаслідок збільшення інвестицій різних інвесторів-ангелів і венчурних капіталістів. Компанії, такі як 3D Robotics і Parrot, дедалі частіше інноваційно пропонують свої продукти, щоб відповідати новим вимогам промисловості кінцевих користувачів, включаючи інфраструктуру, громадську безпеку, медіа та розваги [162].

**Фінтех (Fintech).** Фінтех являє собою поєднання фінансових послуг і технологій. Фінансові послуги та технології знаходяться в тісному контакті, і разом з цим об'єднанням відбуваються і руйнування, і синергізм.

Фінансові установи взаємодіють з фінтех-стартапами або в якості інвесторів, або в рамках стратегічного партнерства. За даними McKinsey Rapoama, майже 80 % фінансових установ вступили в фінтех-партнерства. Тим

часом, глобальні інвестиції в венчурний капітал (VC) у 2018 р. вже досягли 30,8 млрд дол. США в порівнянні з 1,8 млрд дол. США в 2011 р. [168].

Серед основних напрямів подальшого розвитку фінтех необхідно виділити наступні: перехід від пластикових карток до безконтактних технологій, QR-платежі та збільшення мобільних платежів; розвиток біометрії і аутентифікації, які допоможуть справлятися з загрозою з боку шахраїв; банки все більше будуть використовувати чатботів та месенджери; значна кількість банківських технологій перейдуть у хмару.

У найближчі роки фінансовий сектор буде тісно пов'язаний з трьома основними ІКТ-трендами:

1. Штучний інтелект, роботизація і автоматизація процесів.
2. Великі дані.
3. Захист даних.

*Оцінка ринку.* CAGR транзакційної вартості світового фінтех ринку становитиме близько 8,6 % протягом прогнозного періоду 2019-2024 років.

Переважає більшість глобальних банків, страховиків та інвестиційних менеджерів планують вступити в партнерські відносини з фінансовими технологічними компаніями протягом наступних 3-5 років і розраховувати на середню окупність інвестицій в свої інноваційні проекти в розмірі 20 %.

Інфраструктурні технології, засновані на платформах і відкритих інтерфейсах прикладного програмування (API), змінюють майбутнє індустрії фінансових послуг, в той же час експлуатаційні удосконалення, автоматизація процесів (RPA), чат-боти і технологія розподіленої книги (DLT) забезпечують велику швидкість, ефективність і точність.

Завдяки використанню інноваційних технологій компанії, що займаються фінансами, надають недорогі персоналізовані продукти, що значно впливає на зростаючі очікування клієнтів, а також на зростаючий тиск на традиційні фірми.

Основні тенденції ринку: бум сектору цифрових платежів; загальна вартість транзакцій в сегменті цифрових платежів у 2018 р. склала 3 403 168 млн дол. США; найбільшим сегментом ринку є цифрова комерція, загальна сума транзакцій якої склала 2 875,57 млн дол. США у 2018 р.; зростаючий сектор особистих фінансів; одним з найбільших сегментів ринку є сегмент Robo-Advisors; з точки зору глобального порівняння – найбільша сукупна вартість транзакцій була досягнута в США [169].

*Драйвери:* зростання обчислювальної потужності комп'ютерів; розвиток технологій машинного навчання; цифрове управління обладнанням на виробництві.

*Бар'єри:* високі витрати впровадження технології на великих виробництвах; висока складність і вартість впровадження нових технологій через відсутність взаємодії між існуючими системами; відсутність необхідної інфраструктури.

Таким чином, інформаційні технології у майбутньому продовжать проникати в усі сфери життя людини. Зокрема, вони широко використовуватимуться у промисловості, сільському господарстві, фінансовому секторі. Найбільший акцент робиться на використанні технологій штучного інтелекту, хмарних технологій, технологій великих даних та робототехніці.

Найбільшим ринком буде ринок технологій штучного інтелекту. За даними аналітичного моделювання, проведеного McKinsey Global Institute наприкінці 2018 року, штучний інтелект може здійснити додатковий внесок у щорічне зростання ВВП на 1,2% протягом як мінімум наступного десятиріччя. В цілому, до 2030 року штучний інтелект може забезпечити додаткову глобальну економічну активність у розмірі 13 трлн доларів США, що призведе до збільшення його повсюдного вкладу в усі галузі поряд із впровадженням інших перетворюючих технологій. Станом на сьогоднішній день штучний інтелект вносить у світовий ВВП 1 трлн доларів США <sup>3</sup>.

Аналітики також припускають, що близько 70% компаній у всьому світі приймуть принаймні одну форму штучного інтелекту до 2030 року в рамках масштабування своєї діяльності, а значна частина великих підприємств буде використовувати повний спектр існуючих інновацій для посилення діючих напрямків бізнесу.

---

<sup>3</sup> До 2030 року AI може забезпечити додаткову глобальну економічну активність у розмірі 13 трлн дол. URL: <https://www.everest.ua/ai-platform/analytics/do-2030-roku-ai-mozhe-zabezpechyty-dodatkovu-hlobalnu-ekonomichnu-aktyvnist-u-rozmiri-13-trln-dol/>

## 6 ЦІЛЬ 11 СТАЛІЙ РОЗВИТОК МІСТ І ГРОМАД

### 6.1 Глобальні викиди в атмосферу: стан та прогноз

**Глобальні викиди в атмосферу.** Зміна клімату, обумовлена викидами парникових газів, стає все більш гострою глобальною проблемою. Концентрація вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>) в атмосфері Землі в 2016 р. подолати психологічно важливу позначку в 400 ppm (parts per million – частинки CO<sub>2</sub> на мільйон частинок повітря). Очікується, що до кінця століття концентрація CO<sub>2</sub> може збільшитися приблизно в 2 рази, а його світові викиди досягнуть 42,8 млрд тонн у 2050 р. (рис. 6.1). При цьому, незважаючи на стійке зростання сонячної і вітрової енергетики, конкурентоспроможної альтернативи традиційним технологіям спалювання вуглеводнів поки не існує.

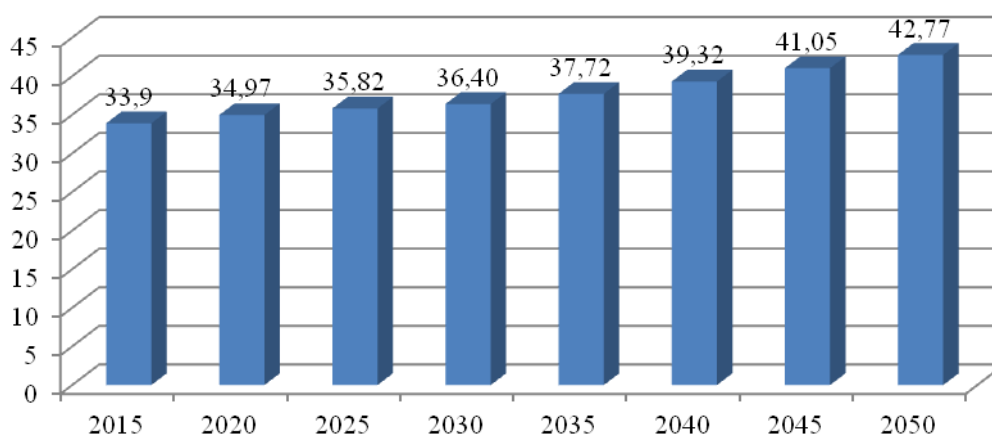


Рис. 6.1 Прогноз світових викидів вуглекислого газу у 2015-2050 рр., млрд тонн

Джерело: [170].

За даними Міжнародного енергетичного агентства, на глобальному ринку найбільша частка викидів вуглекислого газу припадає на підприємства чорної металургії (30 %) і цементної промисловості (26 %). Попит на продукцію цих галузей виросте до 2050 р. на 30 % і 22 % відповідно.

У світовому масштабі очікується, що обсяг викидів вуглекислого газу від діяльності в енергетичному секторі до 2050 р. порівняно з 2015 р. зросте: від використання вугілля – до 15,52 млрд тонн або на 4,4 %; від використання рідкого палива – до 15,72 тис. тонн або на 28,4 %; від спалювання природного газу – до 11,53 млрд тонн або на 69,3 % (рис. 6.2).

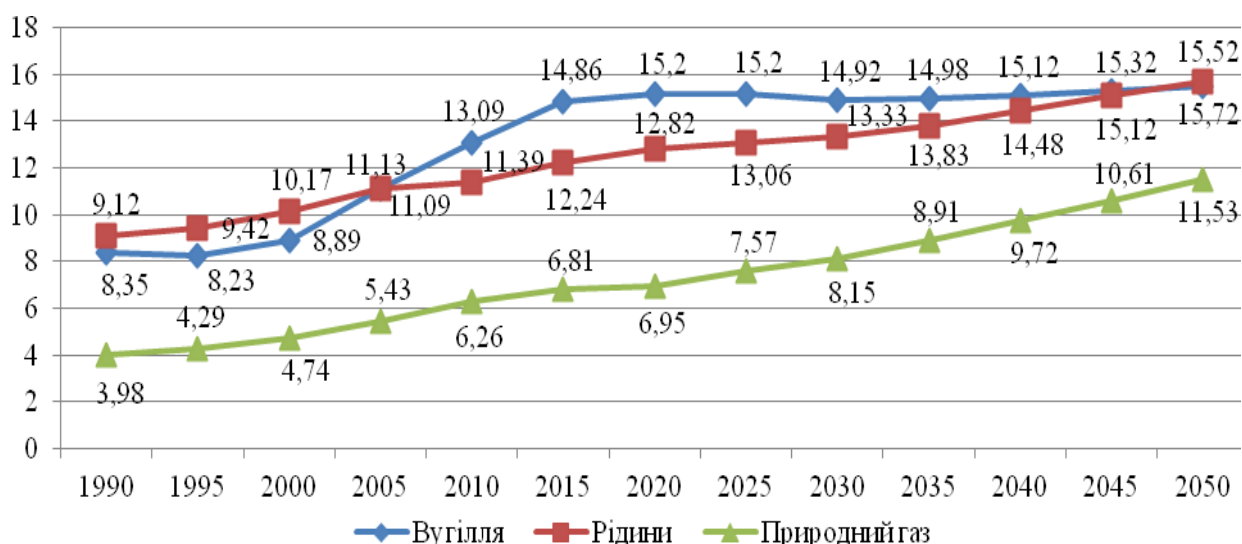


Рис. 6.2 Світові викиди CO<sub>2</sub>, від діяльності енергетичного сектору за видами палива у 1990-2050 рр., млрд тонн

Джерело: [57].

**Країни та прогноз.** У США до 2050 рр. порівняно з 2017 р. прогнозується зменшення викидів вуглекислого газу від використання нафти (на 9,9 %) і вугілля (на 23,7 %), при цьому збільшиться обсяг викидів від спалювання природного газу (на 28,2 %) (рис. 6.3).

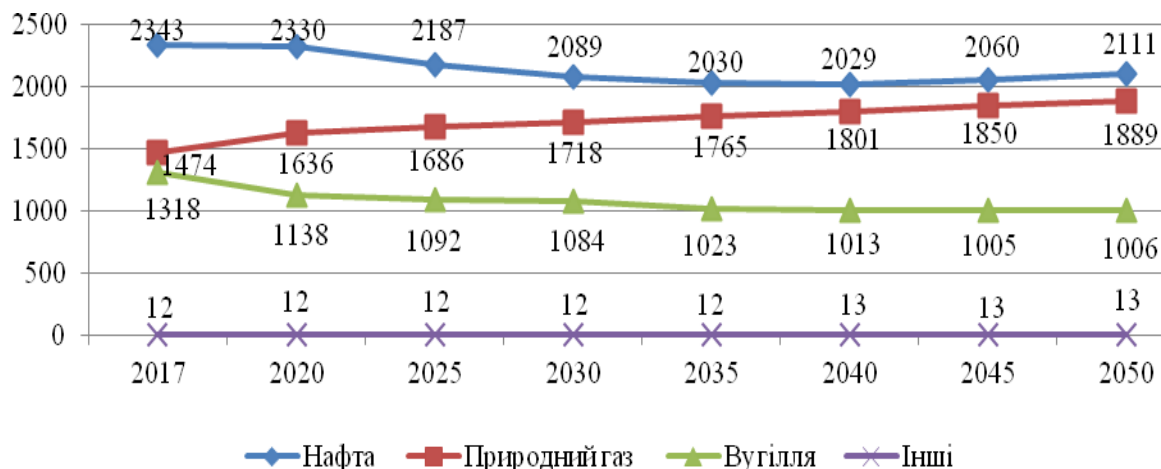


Рис. 6.3 Прогноз викидів вуглекислого газу в США у 2017-2050 рр. за видами палива, млн тонн

Джерело: [57].

У Євросоюзі від діяльності в енергетичному секторі у 2008-2017 рр. були найбільші викиди метану (85,5 % у 2017 р.), найменші – оксиду азоту (0,004 %). При цьому була стійка позитивна динаміка щодо зменшення викидів: вуглекислого газу – на 17,2 %, метану – на 12,1 %, оксиду азоту – на 11,0 % у 2017 р. порівняно з 2008 р. (рис. 6.4).

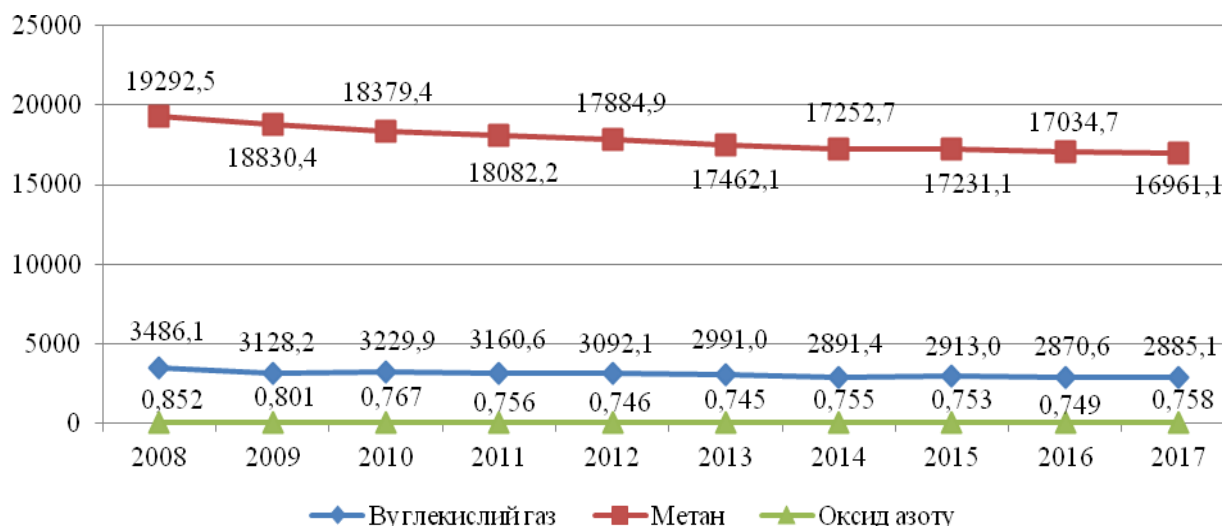


Рис. 6.4 Викиди країн ЄС за видами у 2008-2017 рр., млн тонн

Джерело: [57].

Серед Топ-5 країн ЄС у 2005-2017 рр. найвищий обсяг викидів вуглекислого газу був у Німеччині з часткою 35,8 % у 2017 р., найменший – у Польщі з часткою 14,5 %. При цьому динаміка країн мала коливальний характер із зменшенням викидів вуглекислого газу в 2017 р. порівняно з 2005 р., крім Польщі, де відбулося їх збільшення на 0,5 %. У Великобританії відбулося найбільше зменшення викидів вуглекислого газу (на 30,8 %), Італії на – 27,1 %), Франції – на 17,9 % (рис. 6.5).

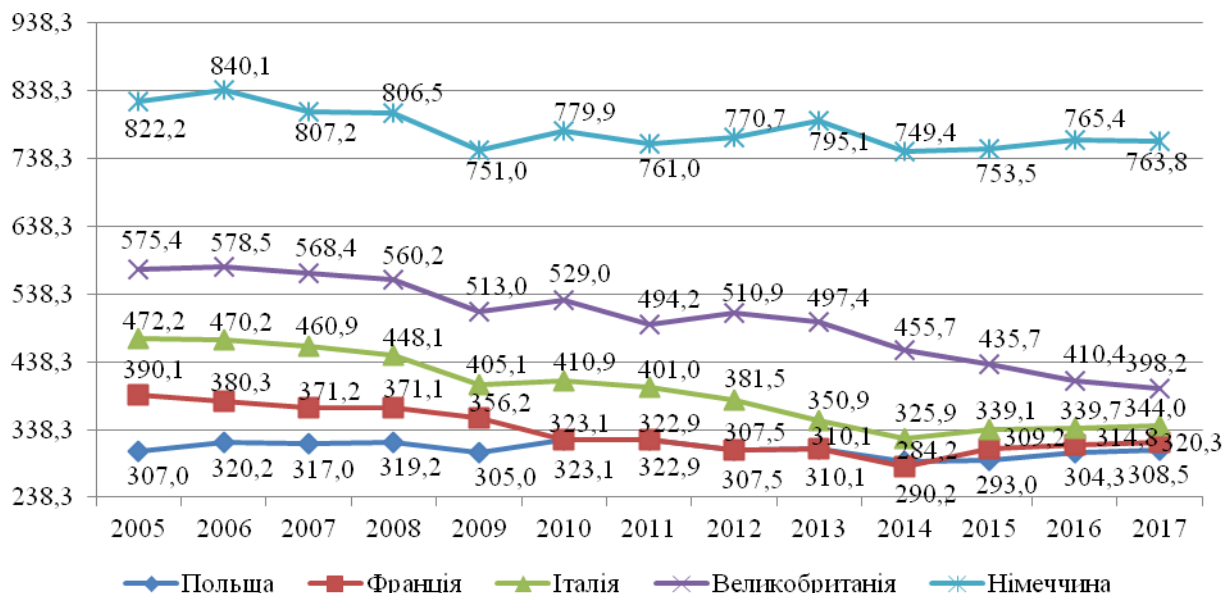


Рис. 6.5 Викиди вуглекислого газу в деяких країнах Європейського Союзу в 2005-2017 рр., млн тонн

Джерело: [171].

Великобританія також мала на глобальному ринку в 2018 р. найменшу середню інтенсивність викидів вуглекислого газу (0,15 кг / дол. США.), що у 3,4 рази менше порівняно з Китаєм, який серед топ-11 країн має найвищий показник (0,51 кг / дол. США) (рис. 6.6).

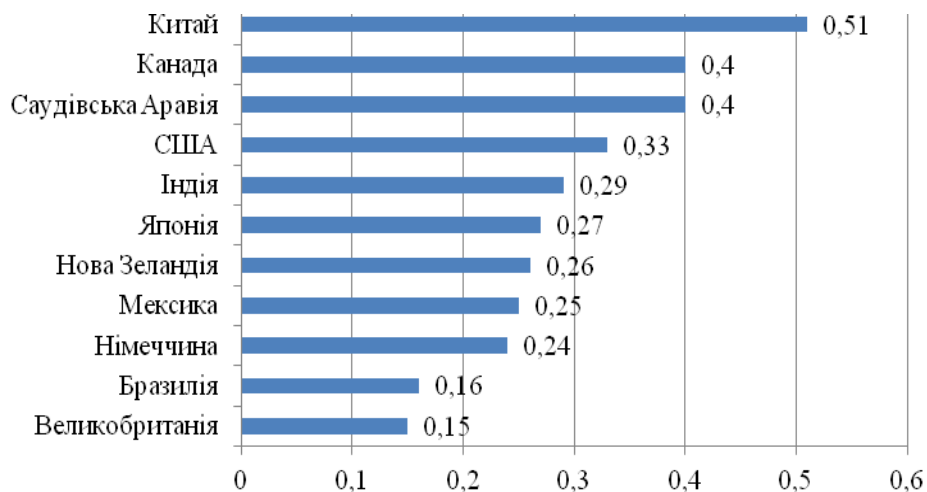


Рис. 6.6 Інтенсивність викидів вуглекислого газу у деяких країнах світу у 2018 р., кг / дол. США

Джерело: [172].

За прогнозом, у Великобританії відбудеться зменшення викидів парникових газів до 1921 млн тонн у 2028-2032 рр. порівняно з 2650 млн тонн у 2013-2017 рр., тобто, на 28,0 % (рис. 6.7).

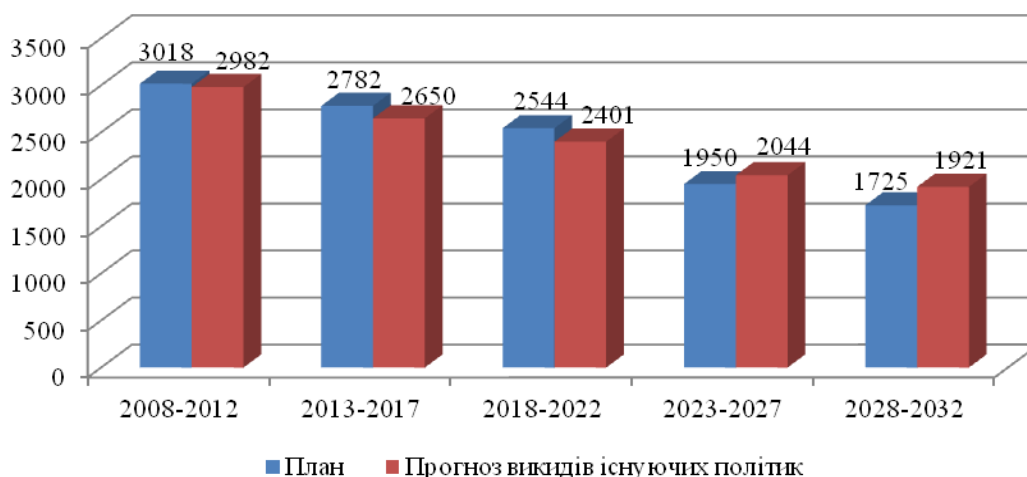


Рис. 6.7 Прогноз зменшення викидів парникових газів Великобританії у 2008-2032 рр., млн тонн

Джерело: [173].

У такій загрозливій ситуації критично важливими для стримування зростання температури на планеті в межах 1,5 -2°C до 2050 р. визнано технології уловлювання та захоронення вуглецю (carbon capture and storage

technology – CCS). Застосування цих технологій є найбільш ефективним засобом істотно знизити обсяг викидів «брудних» підприємств.

Використовуваний метод амінового очищення, з причини високої вартості, не знайшов широкого застосування у промисловості. Однак нові технологічні рішення (наприклад, застосування ферментів, мембран і хімосорбентів) сприятимуть здешевленню даного методу і його широкому впровадженню.

## **6.2 Технології уловлювання та захоронення вуглецю та інших викидів в атмосферу**

### **6.2.1 Технологія кальцієво-карбонатного циклу виділення CO<sub>2</sub> з відпрацьованих газів**

*Загальна характеристика.* Висока вартість промислових установок, відсутність універсальної інфраструктури та значна енерго- і ресурсомісткість стримують активне застосування традиційних методів виділення CO<sub>2</sub> з димових газів.

На тлі цих обмежень проривною стала технологія кальцієво-карбонатного циклу, яка використовує в якості хімічного сорбенту (сорбент, утворюючий при взаємодії з поглинаючою речовиною хімічну сполуку) оксид кальцію, який отримують з дешевих і широко поширених вапняків і доломіту, що містять кальцій.

Технічна реалізація методу полягає в переміщенні сорбенту CaO між двома реакторами з киплячим шаром, в одному з яких при низькій температурі відбувається поглинання CO<sub>2</sub>, а в іншому при більш високій температурі – розкладання карбонату кальцію. Застосування даної технології орієнтоване, в першу чергу, на вугільні електростанції з високими викидами CO<sub>2</sub> на одиницю виробленої потужності.

Використання кальцієво-карбонатного циклу для виділення CO<sub>2</sub> з димових газів має ряд безсумнівних переваг, серед яких: відносно низька вартість методу, значне скорочення кількості необхідного для реакції кисню, а також прискорення процесу поглинання вуглекислого газу завдяки високій температурі проведення реакції.

*Обсяг та прогноз ринку.* Ринок технологій уловлювання CO<sub>2</sub> тільки розвивається, по всьому світу діють 22 проекти з використанням цих технологій, 14 проектів чекають старту.



У 2015 р. обсяг світового ринку уловлювання CO<sub>2</sub> в номінальному вираженні склав 61,2 кілотонни.

За прогнозом, ймовірний термін максимального прояву технологічного тренда: 2030-2040 рр. [174].

### **6.2.2 Технологія екологічно чистого виділення CO<sub>2</sub> з використанням ферментів**

*Загальна характеристика.* При виборі методу кальцієво-карбонатного циклу першорядне значення мають екологічність і рентабельність технології.

Одним з найбільш перспективних засобів виділення CO<sub>2</sub> є використання ферментів – органічних речовин білкової природи.

Ключова роль у ферментному поділі CO<sub>2</sub> відводиться карбоангідразі, що імітує природний фермент людських легенів, який захоплює і виводить CO<sub>2</sub> з крові і тканин. Карбоангідраза каталізує хімічну реакцію між діоксидом вуглецю і водою, перетворюючи вуглекислий газ у бікарбонат, який потім може бути перероблений у харчову соду та крейду.

Для роботи в промислових умовах фермент застосовується з розчинником всередині реактора. При проходженні димового газу через розчинник фермент перетворює вуглекислий газ в бікарбонат.

*Обсяг та прогноз ринку.* У 2019 р. обсяг глобального ринку промислових ферментів становитиме 7,8 млрд дол. США із подальшим щорічним темпом зростання 8 %. Очікуваний термін максимального прояву тренда: 2040-2050 рр. [173].

### **6.2.3 Мембранні системи для уловлювання CO<sub>2</sub> до спалювання**

*Загальна характеристика.* Суттєва роль у скороченні емісії вуглекислого газу і зменшення негативних наслідків глобальної зміни клімату належить технологіям уловлювання CO<sub>2</sub> до спалювання. Однак використання традиційних амінових технологій збільшує вартість електроенергії на 80% і її витрата на 25-40 % від показників без застосування технологій кальцієво-карбонатного циклу.

Серед доступних альтернатив найбільш перспективним є використання мембранних систем, які не потребують значних інвестицій для установки. Мембрана пропускає конденсовані пари (C<sub>3</sub> + вуглеводні і важче; ароматичні вуглеводні; воду), але не пропускає неконденсовані гази (метан, етан, азот і водень). Даний метод дозволить істотно знизити негативний вплив викидів вуглекислого газу на екологію, скоротить витрати на електроенергію.

*Обсяг та прогноз ринку.* Світовий ринок уловлювання та зберігання вуглецю до 2023 р. досягне 15 млрд дол. США (2015 р. – 2,2 млрд дол. США). Темп щорічного зростання у 2016-2023 рр. становитиме 25 %.

Очікуваний обсяг світового ринку мембран до 2021 р. становитиме 2,3 млрд дол. США із щорічним темпом зростання 7,7%. Прогнозований термін максимального прояву тренда: 2030-2035 рр..

#### **6.2.4 Технологія промислової фільтрації повітря**

*Загальна характеристика.* Технологічні досягнення призвели до створення нового фільтрувального середовища для задоволення попиту на енергоефективні продукти. Це, у свою чергу, спровокувало розвиток інноваційної сировини, такої як дрібні волокна, і передбачається, що вона надасть нові можливості для зростання промисловості.

Використання інгібованого окислення у вологих скруберах забезпечує численні переваги, такі як низька вартість реагенту, низьке використання реагенту і низькі витрати на загальний життєвий цикл. У процесі інгібування окислення в резервуар для подачі реагенту додають емульговану сірку, знижуючи швидкість окислення до 15,0 %, що дозволяє використовувати менш дорогі матеріали, оскільки механізм корозії був видалений.

Серед продуктів для фільтрації найбільший попит у майбутньому матиме сегмент сухих скрубєрів, що, як очікується, демонструватиме середньорічне зростання (CAGR) більш ніж 8,0 % за прогнозний період до 2025 року. Перевагою є те, що сухі скрубєри генерують мінімальні відходи, що призводить до усунення складних санкційних процедур, а також зниження капітальних і експлуатаційних витрат

Промислові системи фільтрації повітря використовуються в декількох галузях, включаючи енергетику, продукти харчування, цемент, метали та фармацевтику. Однак очікується, що високі капітальні та операційні витрати, пов'язані з цими системами, перешкоджатимуть зростанню ринку. Очищення забрудненого повітря вимагає вдосконаленого фільтраційного обладнання, що призводить до збільшення капітальних вкладень. Це робить загальну систему дорогою для роботи з точки зору витрат на технічне обслуговування та енергоспоживання.

*Обсяг та прогноз ринку.* Очікується, що глобальний розмір ринку промислової фільтрації до 2025 р. досягне 18,2 млрд дол. США, збільшившись на 6,8 % за прогнозний період за рахунок зростання попиту на високопродуктивні енергоресурси протягом прогнозного періоду.

*Регіони застосування та прогноз.* У 2018 р. на Азіатсько-Тихоокеанський регіон припадає понад 25,0 % загального доходу, і очікується, що він зазнає значного зростання протягом прогнозного періоду до 2025 р. (рис. 6.8). Це відбудеться завдяки високому рівню використання фільтрувальних технологій у металургійній та пластмасовій промисловості, а також збільшення витрат на НДДКР в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні.

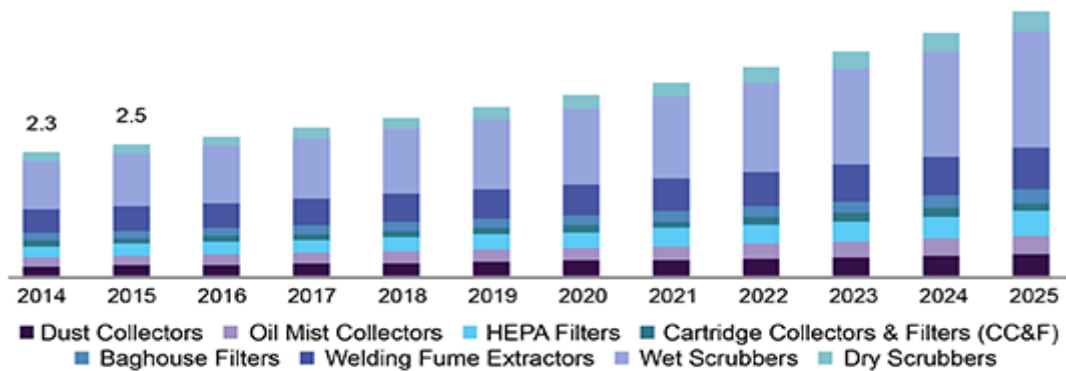


Рис. 6.8 Ринок промислової фільтрації повітря в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні у 2014-2025 рр., млрд дол. США

Джерело: [175].

Зростання споживання електроенергії призвело до розвитку нових електростанцій, які, за прогнозом, будуть ключовим фактором, що позитивно впливає на ринковий попит на промислове обладнання для фільтрації повітря. Попит на повітряні фільтри в енергетичному сегменті становив понад 18,0 % світового ринку у 2018 р., і очікується, що цей сегмент матиме стійке зростання протягом наступних кількох років. При цьому енергетичний сектор повинен відповідати ряду урядових регламентів, включаючи стандарти ЕРА та OSHA.

Крім того, сприятливим для розвитку ринку промислових фільтрів є впровадження жорстких державних правил з метою захисту здоров'я людини шляхом обмеження чи усунення концентрацій забруднюючих речовин у повітрі. Компанії та уряди країн світу співпрацюють з багатьма екологічними організаціями для розробки стандартів для контролю шкідливих викидів. Ці стандарти сприяли розширенню розміру ринку промислової фільтрації повітря між регіонами.

Однак, відсутність соціальної відповідальності та обізнаності може стати викликом для зростання ринку. Галузі кінцевого використання часто не мають відповідальності перед суспільством і відмовляються витратити додаткові капітальні інвестиції для встановлення пристроїв контролю

забруднення повітря, які, як очікується, перешкоджатимуть попиту на продукцію протягом наступних кількох років. Рішення про закупівлю обладнання часто ґрунтуються на ціні на купівлю продукції, що, як очікується, також стане викликом для зростання ринку.

*Учасники ринку:* Honeywell International, Inc.; MANN HUMMEL; Daikin Industries, Ltd.; Чистий TeQ Holdings Limited; 3M; та SPX корпорації [175].

### **6.2.5 Використання активованого вугілля**

*Загальна характеристика.* Для очищення повітря в різних галузях промисловості використовується активоване вугілля завдяки його надійним властивостям, серед яких:

– активоване вугілля широко використовується для видалення летких органічних сполук (ЛОС), а також хлору. Хімічні та нафтохімічні заводи контролюються суворими правилами щодо викидів в атмосферу. Ця технологія допомагає контролювати летючі органічні сполуки і таким чином дає можливість дотримуватися промислових норм, встановлених для викидів в атмосферу. Очікується, що нормативи в розвинених країнах щодо викидів від багатьох галузей кінцевого використання сприятимуть попиту на активоване вугілля та розвитку ринку;

– вугілля забезпечує кращу продуктивність у порівнянні з іншими аналогами, зокрема, у промисловості, щодо усуненню неприємного запаху від промислових викидів. Очікується, що така властивість збільшить попит на цей продукт у системах регулювання повітря у приміщеннях;

– активоване вугілля допомагає ефективно контролювати викиди ртуті. Правила щодо використання ртуті і повітряного токсичного стандарту (MATS), видані Агенцією з охорони навколишнього середовища (EPA) сприятимуть світовому попиту активованого вугілля на ринку.

*Обсяг ринку та його прогноз.* Ринок активованого вугілля США у 2015 р. становив 759,3 млн дол. США з домінуючою часткою у сегменті продукції країни, яка зростає завдяки його доступному та нескладному застосуванню. Переважна масова індустріалізація в країні, широка поінформованість про забруднення повітря і води значною мірою сприяли попиту.

Передбачається, що зростаючий попит на очищення повітря у внутрішніх та комерційних цілях сприятиме подальшому розвитку ринку. Попит з боку інших галузей, серед яких автомобільна, харчова, фармацевтична та медична промисловість за прогнозами, сприятиме швидкому зростанню до 2025 року.

Прогнозується, що субсидії для очищення повітря, які пропонують в усьому світі, у поєднанні зі швидкою індустріалізацією, особливо в таких регіонах, як Азіатсько-Тихоокеанський регіон, також принесуть користь загальному зростанню світового ринку активованого вугілля.

Загалом, жорсткі екологічні норми та стандарти для захисту навколишнього середовища сприятимуть розвитку світового ринку активованого вугілля [176].

*Регіони та прогноз.* Північна Америка займає значну частку ринку, завдяки більшому наявному доходу, масовій індустріалізації, законам про охорону навколишнього середовища та підвищенню обізнаності щодо обмеження забруднення. Проте, за прогнозом, Азіатсько-Тихоокеанський регіон, де домінують Китай, Індія і Південна Корея, які мають незначну присутність очищувачів повітря, буде найбільш перспективним щодо зростання протягом прогнозного періоду до 2025 року. Очікується, що зростання поінформованості через жорсткі урядові правила, спрямовані на стримування рівнів забруднення, та ризику для здоров'я, пов'язані з інфекцією, а також посилення урбанізації та індустріалізації, стимулюватимуть попит.

*Учасники ринку.* Основними постачальниками на ринку є Camfil, Coway, Honeywell, IQAir і Philips. Злиття і поглинання були основною стратегією учасників для зростання частки на ринку. Daikin Industries Ltd (США), Clean Teq Holding Ltd (Австралія) та Mann Hummel GmbH (Німеччина) прийняли таку стратегію, щоб поліпшити доступ клієнтів, покращити виробничі потужності та зосередитися на основних виробничих операціях [177].

*Отже, для очищення повітря та стримування зростання температури на планеті в межах 1,5 - 2°C до 2050 р. критично важливими визнано технології уловлювання та захоронення вуглецю (carbon capture and storage technology – CCS), серед яких проривною стала технологія кальцієво-карбонатного циклу, що використовує оксид кальцію як хімічний сорбент, який отримують з дешевих і широко поширених вапняків і доломіту. Застосування технології орієнтоване, в першу чергу, на вугільні електростанції з високими викидами CO<sub>2</sub> і має безсумнівні переваги, серед яких: відносно низька вартість методу, значне скорочення кількості необхідного для реакції кисню, а також прискорення процесу поглинання вуглекислого газу завдяки високій температурі реакції. Ринок технологій уловлювання CO<sub>2</sub> тільки розвивається, У 2015 р. обсяг світового ринку уловлювання CO<sub>2</sub> склав 61,2 кілотонни з тенденцією до максимального застосування у 2030-2040 рр.*

Однією з найбільш перспективних технологій уловлювання CO<sub>2</sub> є використання ферментів – органічних речовин білкової природи. У 2019 році очікуваний обсяг глобального ринку промислових ферментів становитиме 7,8 млрд дол. США з подальшим щорічним темпом зростання 8% та тенденцією до максимального прояву в 2040-2050 рр.

## 7 ЦІЛЬ 12. ВІДПОВІДАЛЬНЕ СПОЖИВАННЯ ТА ВИРОБНИЦТВО

### 7.1 Глобальні тенденції в управлінні твердими відходами

*Загальна характеристика ринку відходів.* У світі щорічно виробляється 2,01 млрд тонн твердих побутових відходів, причому щонайменше 33 % з яких – надзвичайно консервативно, тобто, без управління екологічно безпечним способом. Світовий середній рівень відходів, що утворюються за день, становить 0,74 кг / людину, але коливається в широких межах, від 0,11 до 4,54 кілограмів. Країни з високим рівнем доходів виробляють близько 34 % або 683 млн тонн світових відходів, незважаючи на те, що на них припадає лише 16 % населення світу.

Очікується, що до 2050 р. обсяг глобальних відходів зросте до 3,40 млрд тонн, що більше ніж подвійне зростання населення за той же період. Загалом, існує позитивна кореляція між утворенням відходів та рівнем доходу. За прогнозами, у країнах з високим рівнем доходів щоденне виробництво відходів на душу населення збільшиться на 19 % до 2050 р., порівняно з країнами з низьким і середнім рівнем доходу, де очікується його збільшення приблизно на 40 % або більше. Виробництво відходів спочатку зменшується на найнижчих рівнях доходів, а потім збільшується більш швидкими темпами на рівні низьких доходів, ніж на високих рівнях доходів. Очікується, що загальна кількість відходів, вироблених у країнах з низьким рівнем доходів, до 2050 р. збільшиться більше, ніж у три рази (рис. 7.1).

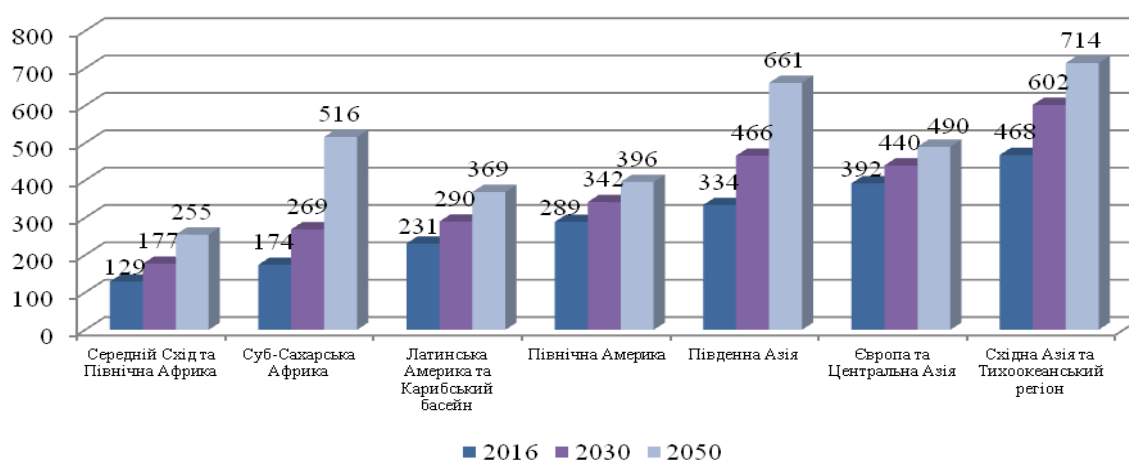


Рис. 7.1 Світовий прогноз виробництва відходів за регіонами у 2016-2050 рр., млн. тонн / рік

Джерело: [178].

*Регіони та прогноз.* Найбільш швидко зростаючими регіонами є Африка на південь від Сахари, Південна Азія, а також Близький Схід і Північна Африка, де очікується, що до 2050 р. загальне утворення відходів перевищить трикратне, подвійне і подвійне відповідно. У цих регіонах більше половини відходів у даний час відкрито скидаються, і траєкторії зростання відходів будуть мати величезні наслідки для навколишнього середовища, здоров'я та процвітання, що вимагає термінових дій.

Збір відходів є важливим кроком в управлінні відходами, але ставки значною мірою відрізняються від рівня доходів, при цьому країни з високим і середнім рівнем доходів забезпечують майже універсальний збір відходів. Країни з низькими доходами збирають близько 48 % відходів у містах, але ця частка різко падає до 26 % за межами міських районів. У всіх регіонах Африки на південь від Сахари збирають близько 44 % відходів, тоді як Європа та Центральна Азія та Північна Америка збирають не менше 90 % відходів. Склад відходів відрізняється за рівнем доходів, що відображає різноманітні моделі споживання (рис. 7.2).

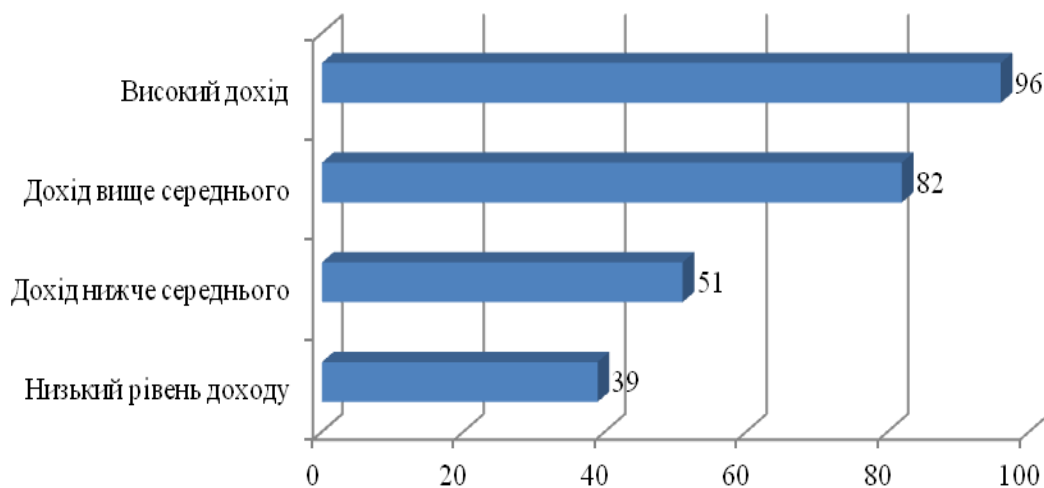


Рис. 7.2 Коефіцієнти збору відходів за рівнем доходу у світі, %

Джерело: [178].

Країни з високим рівнем доходів виробляють відносно менше продовольства і зелених відходів, на 32 % від загального обсягу відходів, і генерують більше сухих відходів, які можуть бути перероблені, включаючи пластик, папір, картон, метал і скло, на які припадає 51 % відходів.

Країни з середнім та низьким доходом виробляють 53 % і 57 % продовольства і зелених відходів відповідно, причому частка органічних відходів зростає, оскільки рівень економічного розвитку знижується. У країнах з низьким рівнем доходу матеріали, які можуть бути перероблені, становлять



лише 20 % потоку відходів. Регіони не мають широкого різноманіття в потоках відходів, і загалом усі регіони виробляють близько 50 % або більше органічних відходів у середньому, за винятком Європи, Центральної Азії та Північної Америки, які генерують більш високі обсяги сухих відходів (рис. 7.3).

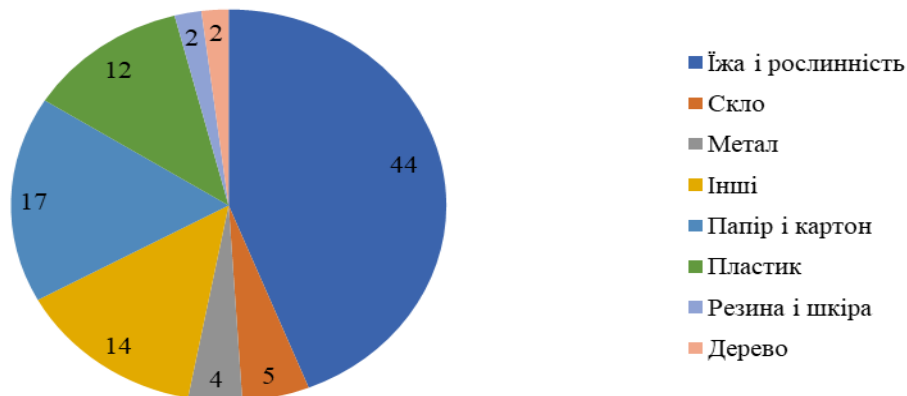


Рис. 7.3 Загальний склад відходів у світі, %

Джерело: [178].

Часто існує помилкове уявлення про те, що технологія є вирішенням проблеми некерованих і зростаючих відходів. У дійсності, технологія не є панацеєю і зазвичай є лише одним із факторів, які необхідно враховувати при управлінні твердими відходами. Країни, які виходять з відкритого демпінгу та інших зародкових методів поводження з відходами, мають більше шансів досягти успіху, коли обирають відповідні місцеві рішення.

*Засоби поводження з відходами.* У всьому світі більшість відходів у даний час скидаються або утилізуються на полігоні. Так, близько 37 % відходів утилізуються в тій чи іншій формі на полігоні, з яких 8 % утилізуються на санітарних звалищах із системами збору звалищного газу. На відкритий демпінг припадає близько 31 % відходів, 19 % відновлюються шляхом переробки та компостування, а 11 % спалюються для остаточного захоронення. Адекватна утилізація або поводження з відходами, такі як контрольовані полігони або більш суворі об'єкти, майже виключно належать до країн з високим і середнім рівнем доходів.

Країни з нижчими доходами зазвичай використовують відкритий демпінг. У країнах з низьким рівнем доходів вивозиться 93 % відходів, а в країнах з високим доходом – лише 2 %. Три регіони, а саме: Близький Схід і Північна Африка, Африка південніше Сахари та Південна Азія відкрито скидають більше половини своїх відходів.

Країни з вищим середнім рівнем доходу мають найвищий відсоток відходів на звалищах – 54 %. У країнах з високим рівнем доходів цей показник зменшується до 39 %, переробка та компостування відходів – до 36 % і спалювання – до 22 %. Спалювання використовується, в основному, в країнах з високою продуктивністю, високим рівнем доходу та обмеженими землями (рис. 7.4).

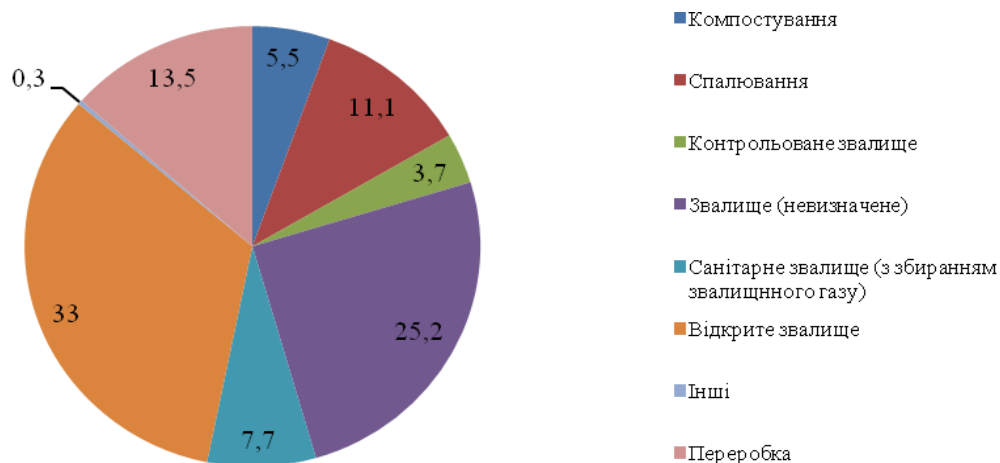


Рис. 7.4 Глобальна обробка та утилізація відходів, %

Джерело: [178].

Виходячи з об'єму утворених відходів, складу та способу його управління, за підрахунками, у 2016 р. 1,6 млрд тонн еквівалентних викидів парникових газів у вигляді вуглекислого газу (CO<sub>2</sub>) були отримані від обробки твердих побутових відходів, що становить 5 % від загального обсягу викидів. Це зумовлено, головним чином, утилізацією відходів у відкритих звалищах та полігонах без збору звалищного газу. Харчові відходи становлять майже 50 % викидів. Очікується, що до 2050 р. викиди, пов'язані з твердими відходами, збільшаться до 2,38 млрд тонн CO<sub>2</sub> – еквіваленту на рік, якщо в секторі не відбудеться жодних покращень.

У більшості країн операції з утилізації твердих відходів типово є місцевою відповідальністю і майже 70 % країн створили установи, відповідальні за розробку політики та регуляторний нагляд у секторі відходів. Близько двох третин країн створили цілеспрямоване законодавство та правила для поводження з твердими відходами, хоча примусове виконання різко відрізняється. Пряме залучення центрального уряду до надання послуг відходів, крім регуляторного нагляду або фіскальних трансфертів, не є звичайним

явищем, причому близько 70 % послуг, пов'язаних з відходами, контролюються безпосередньо місцевими державними установами.

Принаймні половина послуг, з первинного збору відходів до очищення та утилізації, здійснюється державними установами, а близько третини – державно-приватним партнерством. Проте успішні партнерські відносини з приватним сектором для фінансування та операцій, як правило, досягають успіху лише за певних умов з відповідними структурами стимулів та механізмами правозастосування, і тому вони не завжди є ідеальним рішенням.

Фінансування систем поводження з твердими побутовими відходами є важливим викликом, тим більше, що це стосується більше поточних експлуатаційних витрат, ніж капітальних інвестицій, а операційні витрати необхідно враховувати заздалегідь. У країнах з високим доходом експлуатаційні витрати на комплексне поводження з відходами, включаючи збір, транспортування, обробку та захоронення, загалом перевищують 100 дол. США за тонну. Країни з нижчими доходами витрачають менше на операції з відходами в абсолютному виразі, при цьому витрати становлять близько 35 доларів за тонну, а іноді й вищі, але ці країни відчувають значно більше труднощів у відновленні витрат. Поводження з відходами є трудомістким, а витрати на перевезення коливаються в межах 20–50 дол. США за тонну. Відновлення витрат на послуги відходів різко відрізняється від рівня доходів. Плата за користування користувачем коливається в середньому від 35 дол. США на рік у країнах з низьким рівнем доходу до 170 дол. США на рік у країнах з високим рівнем доходу, при цьому повне або майже повне відшкодування витрат значною мірою обмежується країнами з високим рівнем доходу. Моделі плати за користування користувачем можуть бути фіксованими або змінними залежно від типу виставленого рахунку. Як правило, органи місцевого самоврядування покривають близько 50 % інвестиційних витрат для систем відходів, а решта надходить переважно з державних субсидій та приватного сектору [178].

## **7.2 Основні технологічні тенденції поводження з відходами**

### **7.2.1 Спалювання твердих відходів**

*Загальна характеристика.* Для спалювання твердих відходів використовуються сміттєспалювальні установки (інсинератори). Спалювання – це процес переробки відходів, що полягає у спалюванні відходів з отриманням золи, димових газів і тепла. У деяких випадках вироблене тепло може бути

використано для виробництва електроенергії. Інсинератори зменшують масу твердих відходів на 80-90 % і обсяг майже на 95 %, залежно від складу відходів і ступеня відновлення матеріалів після спалювання. Очікується, що глобальний ринок сміттєспалювальних установок буде зумовлений зростанням виробництва відходів. Зростання промислових і комунальних відходів призвело до збільшення уваги до утилізації, що, як очікується, відобразиться на світовому ринку спалювальних установок. Очікується, що зростання технологій зростання відходів для технологій перетворення енергії, таких як виробництво електроенергії за допомогою термічної обробки, тобто спалювання, призведе до зростання ринку.

Проте екологічні проблеми, пов'язані з викидами димових газів, можуть стати проблемою для зростання ринку. Виробники на ринку розробляють кращі технології спалювання, які забезпечують більш чисті викиди. Такі технологічні досягнення можуть забезпечити нові можливості для учасників ринку протягом майбутнього періоду.

*Регіони та прогноз.* Північна Америка та Азіатсько-Тихоокеанський регіон є ключовими регіонами на ринку сміттєспалювальних установок. Очікується, що регуляторні ініціативи, спрямовані на розвиток технологій відходів до енергії, такі як спалювання, збільшать ринок сміттєспалювальних установок у цих регіонах. Крім того, очікується, що зростання промислових і комунальних відходів призведе до зростання ринку в регіоні протягом прогнозного періоду до 2022 року. Наявність полігонів для захоронення спалених відходів є ще одним фактором, який, як очікується, доповнить ринкове зростання.

Європа має заборону на викидання неочищених відходів, що призвело до використання в цьому регіоні спалювальних установок. Крім того, очікується, що виробництво енергії через цей процес призведе до зростання ринку спалювальних установок у регіоні. Очікується, що заміна старих сміттєспалювальних установок новими технологіями сприятиме підвищенню попиту на спалювальні установки в регіоні.

Очікується значне зростання ринку в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні завдяки швидкій індустріалізації в країнах з економікою, що розвивається, Індії та Китаю в поєднанні зі збільшенням промислових відходів. Крім того, дефіцит землі в Японії змусив уряд прийняти процеси спалювання для зменшення впливу відходів на звалища. Очікується, що це сприятиме зростанню ринку в цьому регіоні.

*Учасники ринку.* Найбільш потужними компаніями на світовому ринку сміттєспалювальних заводів є Brickner & Bratton, Covanta Energy Corp., Martin GmbH, Novo Energy, Гершман, Конструкції Industrielles de la Mediterranee SA, Babcock & Wilcox Co., Suez Environment Co. Відходи GmbH та технології Wheelabrator [179].

### **7.2.2 Використання відходів для теплоенергоресурсів**

*Загальна характеристика.* Технологія виробництва теплової енергії з відходів (WTE) широко використовується у виробництві енергії. Це відносно простий процес у поєднанні з простотою операцій, який є основним сприятливим фактором у зростанні технології енергії.

Спалювання є основною технологією на заводах WTE. Так, у 2015 р. термічний сегмент становив 1772,8 млн дол. США, що було найбільшою часткою на ринку. Очікується, що технологія спалювання буде мати значну частку протягом найближчих років.

Недоліком технології спалювання є викиди димових газів, що стало серйозним викликом для промисловості протягом останніх років. Тому для отримання енергії з відходів використовуються також біологічні технології щодо анаеробного розкладу твердих відходів. Очікується, що біологічні технології матимуть значне зростання протягом прогнозного періоду завдяки їх потенціалу на ринках, що розвиваються (*рис. 7.5*).

За прогнозом, технологічний прогрес у виробництві енергії для підвищення ефективності виходу з відходів буде сприятливим для учасників галузі. У всьому світі компанії прийняли технологію WTE, щоб зменшити кількість утворених відходів і паралельно виробляти енергію, що утримується. Викид метану з полігонів у зв'язку з розкладанням відходів є ключовою проблемою використання полігону як засобу поводження з відходами. Очікується зростання цін на технологію використання відходів з полігону для теплоенергії (*рис. 7.6*).

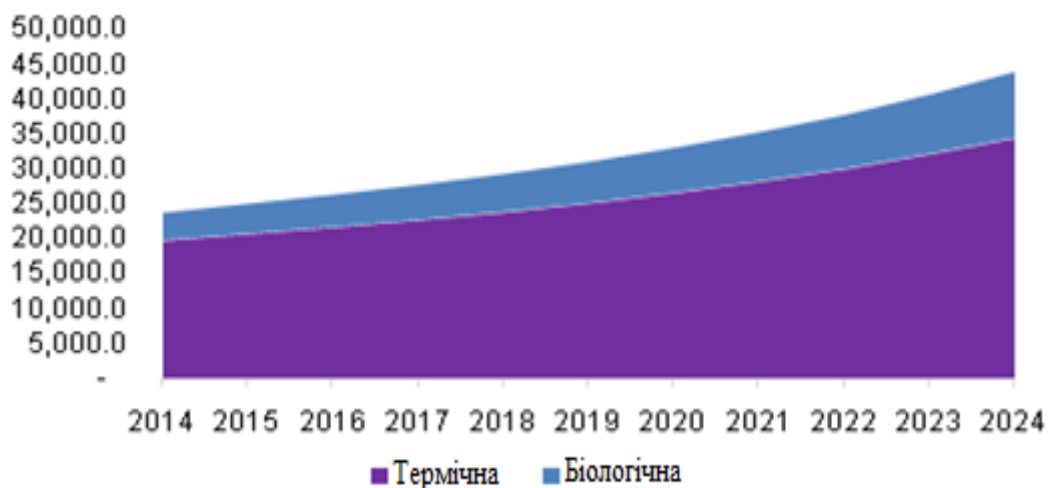


Рис 7.5 Глобальні ринкові доходи від переробки енергії (WTE) за технологіями у 2014 - 2024 рр., млн дол. США

Джерело: [180].

*Ринок та його тенденції.* Глобальний розмір ринку відходів для енергоресурсів (WTE) становив 25,0 млрд дол. США у 2015 р., і очікується, що протягом прогнозного періоду до 2024 р. відбудеться значне його зростання. Передбачається, що зростання попиту на відновлювані джерела призведе до поширення глобального ринку відходів на енергоносії протягом прогнозного періоду. Важливу роль у формуванні галузі матимуть також зміни замінників, зокрема, вугілля з поновлюваними ресурсами для зменшення вмісту вуглецю (рис. 7.6).



Рис. 7.6 Глобальний ринковий дохід від теплових відходів до енергії (WTE) за технологіями у 2014 - 2024 рр., млн дол. США

Джерело: [180].

Збільшення обсягів побутових та промислових відходів змусило уряди різних регіонів сприяти виробництву енергії з відходів. Сприятливі державні регулювання у формі податкових пільг та фінансових стимулів позитивно

вплинули на зростання. Очікується, що зростання екологічних проблем, пов'язаних з використанням невідновлюваних ресурсів, доповнить зростання.

Зростання виробництва вторинної сировини в різних розвинених регіонах, таких як США, Німеччина, Нідерланди та Японія, призведе до реалізації проектів WTE у найближчому майбутньому. Відсутність обізнаності щодо переваг WTE, особливо в країнах, що розвиваються, Центральної та Північної Африки, як очікується, стримуватиме зростання.

*Регіони та прогноз.* Ринок Європи WTE є лідером світової індустрії в 2015 році. Прогнозується, що регіон зросте на 6,2 % за прогнозний період. Очікується, що жорсткі правила щодо мінімізації промислових відходів сприятимуть зростанню регіону. Такі країни, як Німеччина, Австрія та Нідерланди, прийняли технології WTE для утилізації промислових відходів (рис. 7.7).

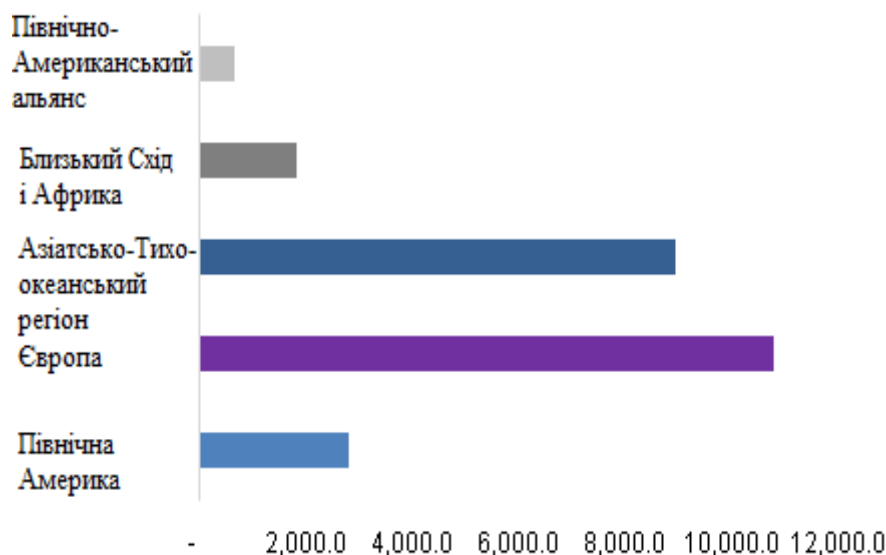


Рис. 7.7 Глобальний ринковий дохід від відходів для енергоресурсів (WTE) за регіонами у 2015 р., млн дол. США

Джерело: [180].

Передбачається, що Азіатсько-Тихоокеанському регіону займе друге місце на ринку, оскільки Китай і Індія несуть величезний потенціал для зростання через збільшення промислових і побутових відходів. Швидка індустріалізація у поєднанні зі зростаючим значенням для виробництва відновлюваної енергії, як очікується, сприятиме зростанню регіону протягом прогнозного періоду.

*Учасники ринку.* Провідні компанії, що працюють на світовому ринку WTE, залучені до заводських установок і технологічних розробок, щоб збільшити управління відходами в різних країнах, серед яких C&G Охорона навколишнього середовища; Holdings Ltd and Утилізація відходів Inc., які

беруть участь в інвестуванні заводів з устаткування та пропозиціях щодо управління відходами [180].

### **7.2.3 Використання полімерів для поводження з відходами**

*Загальна характеристика.* У політиці поводження з відходами все частіше використовують полімерні матеріали, які, завдяки своїм технологічним властивостям та невисокій вартості, нескладному застосуванню сприяють зменшенню твердих та рідких відходів і їх небезпечному впливу на навколишнє природне середовище.

Наприклад, поліетилен високої щільності (HDPE) демонструє такі особливості, як легка установка і хороша термостійкість під час використання. Очікується, що він залишатиметься сприятливим вибором як сировина в системах поводження з відходами. За прогнозами, сегмент HDPE буде свідчити про значне зростання протягом наступних років у зв'язку зі збільшенням його використання в упаковці. Таким чином, зростаюча пакувальна, будівельна та автомобільна промисловість, швидше за все, змінюватиме постачання продукції для систем управління відходами.

HDPE використовується у виробництві пакувальних плівок, дозуючих пляшок і коробок для молока, а також у виробництві ізоляції дроту та кабелю і лиття під тиском завдяки високій теплопровідності та стійкості до хімічної реакції. Очікується, що збільшення витрат щодо полімерних смол, таких як етиленовий вініловий спирт (EVOH), поліетилен низької щільності (LDPE), поліпропілен (PP), полівінілхлорид (PVC), поліетилен високої щільності (HDPE), етиленпропілендієновий мономер (EPDM), поліамід і хлорсульфований поліетилен, в автомобільній, пакувальній та електронній промисловості, зменшать постачання сировини протягом прогнозного періоду до 2025 р. (рис. 7.8).

Проте, зростаюча інкорпорація біологічних полімерів внаслідок зростаючих побоювань щодо викидів парникових газів (ПГ) передбачає заохочення компаній до розробки передових продуктів. Це сприятиме зростанню світового ринку HDPE. Протягом останніх років ЕРА та Європейська Комісія підготували декілька нормативних документів та стандартів, призначених для впливу на практику поводження з відходами у гірничодобувній, нафтовій та газовій промисловості та виробничому секторі. Прогнозується, що геосинтетичні матеріали знайдуть застосування у будівництві доріг, дорожніх покриттів та об'єктів поводження з відходами як



захисний засіб для боротьби з ерозією та забезпечення захисту навколишнього середовища.



Рис. 7.8 Ринок полімерів США за продуктами у 2014-2025 рр., млн дол. США

Джерело: [181].

Етилен є однією з основних сировинних матеріалів, що використовуються для виробництва полімерних виробів. Сира нафта і природний газ є первинними джерелами етилену, який виробляється шляхом парового крекінгу вуглеводнів у нафтохімічних процесах.

Енергетична природа нафти є одним з основних факторів, що обумовлюють коливання цін на етилен. Тому політика ціноутворення має величезний вплив на ринок. Проте за останні кілька років процес гідророзриву грає вирішальну роль у виробництві нетрадиційних джерел, включаючи жорсткі нафтові і сланцеві гази в різних країнах, таких як США і Канада. Тому, як очікується, зростання видобутку сланцевого газу на глобальному рівні сприятиме застосуванню гідравлічного розриву, що, в свою чергу, швидше за все, сприятиме зростанню загального ринку етилену в найближчому майбутньому.

Етилен-пропілен-дієновий мономер (EPDM) все частіше використовується як сировина для виробництва систем управління відходами завдяки його характеристикам, серед яких відмінна механічна міцність, ефективна стійкість до ультрафіолетового випромінювання і хороша гнучкість. Крім того, ці полімерні матеріали використовуються в рибних ставках і резервуарах для запобігання міграції рідини і газу. Системи поводження з відходами, такі як геомембрани, використовують EPDM для виробництва більших розмірів листів, що дає чудову стійкість до атмосферних впливів і хороше пружне подовження.

З іншого боку, очікується, що більш високі витрати на EPDM, ніж HDPE, LDPE і PP, матимуть негативний вплив на ринок. Очікується, що сегмент продукції EPDM підтримуватиме високий рівень проникнення на ринок в розвинених регіонах завдяки високій ринковій оцінці продукту в секторі будівництва та охорони навколишнього середовища на внутрішньому рівні.

Також у сегменті полівінілхлориду (PVC), може спостерігатися значне зростання через властивості, пропоновані системами на його основі, такі як високий ступінь гнучкості, знижений коефіцієнт розширення і відмінне відносне подовження. Крім того, ці типи полімерів забезпечують легкі характеристики зшивання і відмінне поводження з плоскою поверхнею, яке, як передбачається, сприятиме зростанню сегмента.

*Ринок та його тенденції.* Світовий ринок полімерів у 2017 р. становив 3,69 млрд дол. США і, за прогнозами, збільшуватиметься щорічно в середньому на 4 % (CAGR) до 2025 року.

*Регіони та прогноз.* Очікується, що в Північній Америці обсяг ринку поводження з відходами на основі полівінілхлориду (PVC) складе 2,9 % за прогнозний період. Очікується, що зростання видобувних видів корисних копалин для видобування срібла в Мексиці підвищить попит на системи поводження з відходами PVC. Крім того, очікується, що зростання виробництва нетрадиційних джерел у Канаді підвищить рівень використання водних ресурсів в морських свердловинах, тим самим збільшивши попит на системи поводження з відходами. Федеральні та державні установи США доручили використання геосинтетички в численних галузях застосування, таких як контроль наносів і тканини для захисту від мулу для ерозії (рис. 7.9).

У Великобританії відповідно до Закону про збереження та відновлення ресурсів (RCRA) було доручено застосування геосинтетички на полігонах з відходами. Ці норми, ймовірно, матимуть позитивний вплив на розвиток ринку. Крім того, системи поводження з відходами, такі як геомембрани, виступають в якості агента, що накладає покриття, і пропонують покриття для полігону комунальних відходів, небезпечних відходів та утримання вугільної золи. Очікується, що суворі регламенти, спрямовані на впровадження урядом Великобританії практики поводження з відходами в муніципальному та промисловому секторах, сприятимуть застосуванню геомембрани. Це, у свою чергу, передбачає збільшення загального зростання ринку протягом наступних кількох років.

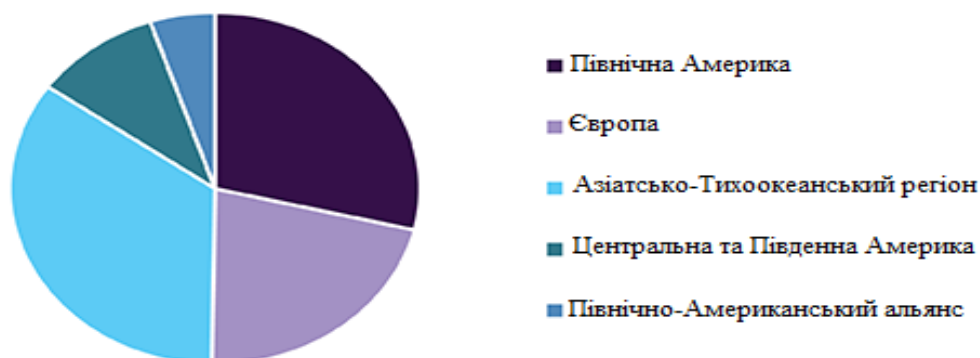


Рис. 7.9 Глобальний ринок полімерів за регіонами у 2017 р., %

Джерело: [181].

Також очікується, що збільшення витрат у будівельному секторі в Індії та кількох країнах Близького Сходу за рахунок регуляторної підтримки інфраструктури підвищить попит на геосинтетичні матеріали. Це, у свою чергу, передбачає просування ринку полімерів для управління відходами протягом наступних кількох років.

*Учасники ринку.* Ключові компанії на ринку полімерів для поводження з відходами зосереджують увагу на збільшенні своєї частки разом з прибутковістю через інновації. Промисловість в основному залежить від виробників сировини та постачальників, які зосереджені в Японії, США, Німеччині та Китаї. Очікується, що збільшення виробничих потужностей із загрозою зворотної та прямої інтеграції великими компаніями для розподілу полімерів та отримання частки призведе до потужної конкуренції у промисловості протягом прогнозного періоду. Крім того, очікується, що поява дрібних фірм у США, Індії, Японії та Китаї матиме також значний вплив на конкуренцію в галузі. Передбачається, що швидке розширення напрямів застосування, серед яких дихаючі плівки, конвеєрні стрічки та шківви, побутова техніка, переносні пристрої, дроти та кабелі, в різних країнах, стимулюватиме попит на продукцію.

Серед провідних компаній на світовому ринку – корпорація ExxonMobil, EI du Pont de Nemours та компанія, BASF SE, LyondellBasell Industries NV і корпорація Formosa Plastics, США [181].

#### 7.2.4 Технології поводження з відходами від буріння

*Загальна характеристика.* Відходи, що створюються у галузі буріння, також мають негативний вплив на навколишнє природне середовище і

потребують відповідного поводження та технологій, основними з яких є очищення та утилізація, контроль над твердими речовинами, утримання та обробка.

Наприклад, технології очищення та утилізації є домінуючим сегментом завдяки широкомасштабному проникненню, оскільки цей процес практикувався ще протягом минулого століття. У 2016 р. сегмент «Очищення та утилізація» становив 38,2 % доходів на ринку управління відходами від буріння.

Сегмент контролю над твердими речовинами, як очікується, буде зростати до 2025 р., головним чином, через ефективність процесу в поєднанні з простотою використання та сприйняття.

Технології утримання та обробки (Containment&Handling) – це новітній сегмент серед послуг, який, як очікується, матиме стійке середньорічне зростання 9,18 % до 2025 р., оскільки засоби стримування та обробки були найбільш ефективними серед доступних послуг (рис. 7.10).

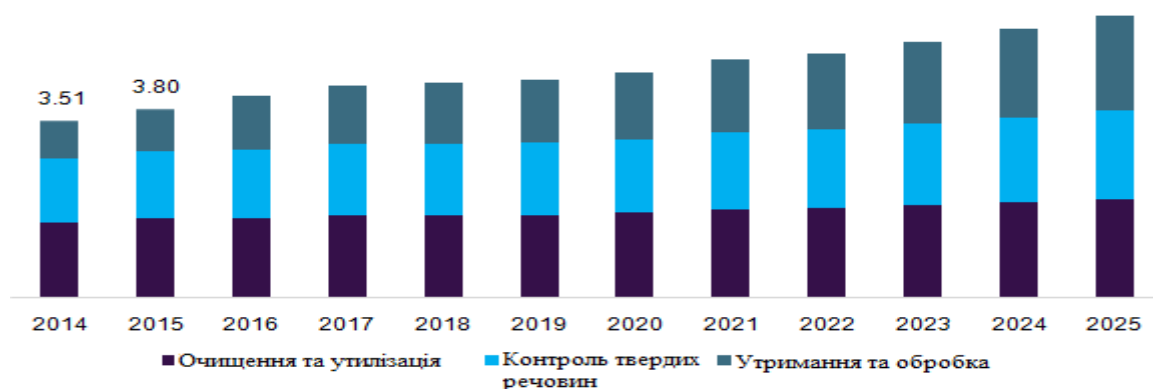


Рис. 7.10 Глобальний дохід від управління відходами від буріння за технологіями (послугами) у 2014 - 2025 рр., млрд дол. США

Джерело: [182].

*Ринок та прогноз.* Глобальний розмір ринку управління відходами від буріння оцінювався понад 4,02 млрд дол. США у 2016 р. і, за прогнозами матиме середньорічне зростання (CAGR) 6,6 % до 2025 р. внаслідок посилення глобальних правил поводження з відходами буріння у поєднанні зі зростаючими екологічними проблемами щодо ефективного управління відходами буріння. Очікується, що суворі правові норми щодо обмеження розповсюдження забруднення води та землі, а також фінансові вигоди, що пропонуються для посилення прийняття ефективного управління відходами, будуть стимулювати ринок управління відходами буріння. Проте нинішній спад нафтової та газової промисловості вплинув на інвестиції у добувну та

будівельну галузі. Передбачається, що підвищення екологічної свідомості в Північній Америці та Європі сприятиме зростанню бізнесу (рис. 7.11).

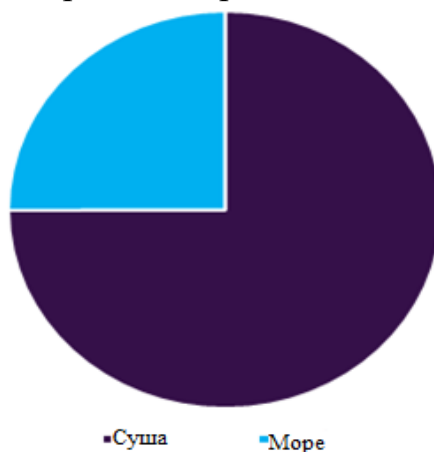


Рис.7.11 Глобальний дохід з управління відходами від буріння за застосуванням у 2016 р., %

Джерело: [182].

*Регіони та прогноз.* Європа є світовим лідером з часткою 38% на ринку управління відходами від буріння. Великобританія і Росія мають максимальну частку в регіоні, хоча США займають найбільшу частку на світовому ринку серед країн. Надійне законодавство та сильна судова система ефективно впроваджують закони про управління відходами в США, що значною мірою сприяло зростанню ринку в країні та північноамериканському регіону.

У 2016 р. Азіатсько-Тихоокеанський регіон був другим регіоном за величиною доходів, і його вартість становила 0,64 млрд дол. США. У регіоні спостерігається велика геологорозвідувальна діяльність у поєднанні з бурхливим будівельним бізнесом, який, за прогнозами, буде посилюватися протягом прогнозного періоду. Ці сприятливі фактори допоможуть Азіатсько-Тихоокеанському регіону стати найбільшим регіоном до 2025 року. Величезні запаси природного газу біля узбережжя Індії та Китаю ще більше стимулюватимуть промисловість, оскільки попит на природний газ, як очікується, збільшиться через мінімальні рівні викидів.

*Учасники ринку.* Основними гравцями на ринку управління відходами буріння є Baker Hughes, Halliburton, Schlumberger, Weatherford, National Oilwell Varco, Scmi, Hebei Gn, корпорація Derrick, Augean PLC і Ridgeline Canada. Ринок зосереджений у більшості міжнародних компаній [182].

### 7.2.5 Перероблення (управління) електронних відходів

*Загальна характеристика.* Ринок електронних відходів за секторами поділяється на побутовий та промисловий.

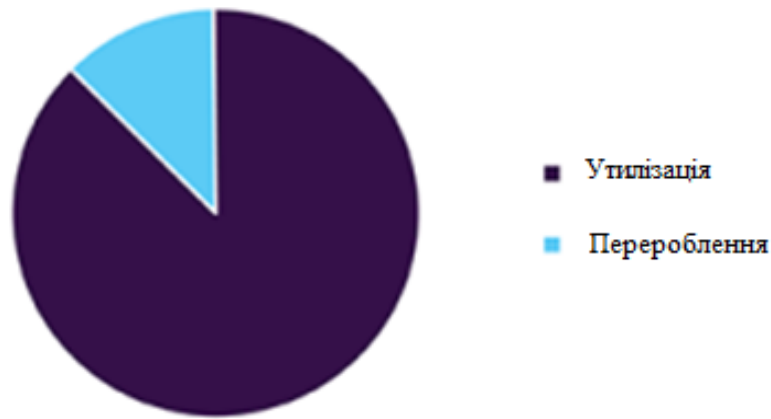
Побутова електроніка може бути сегментована на побутову техніку, портативні електронні пристрої, ІТ-аксесуари, ІТ-обладнання та друковані плати. Широке впровадження зазначених пристроїв у житловому та комерційному секторах стало головною причиною підвищення попиту на споживчу електроніку. У 2016 р. сегмент споживчої електроніки був провідним учасником ринку управління електронними відходами. Тенденція продовжуватиметься до 2025 року.

Промислова електроніка включає ІТ та телекомунікаційне обладнання і медичне обладнання. Передбачається, що середньорічне зростання (CAGR) перевищить 3,5 % протягом прогнозного періоду. Зростання сегмента може бути пов'язане зі збільшенням швидкості створення провайдерів ІТ та телекомунікаційних рішень у поєднанні зі зростаючою галуззю охорони здоров'я в усьому світі.

За видами переробленого матеріалу електронні відходи поділяється на метал, пластик, скло та інші. Інші включають гуму, дерево, фанеру, бетон та кераміку. У 2016 р. лідируючу частку на ринку припадає на металевий сегмент, який, ймовірно, упродовж прогнозного періоду складе більше 4,0 %. Електронні та електричні вироби містять компоненти, що використовують металеві доріжки, металеві припої та електропровідні метали. Метали в основному використовуються в кожному окремому компоненті, друкованих платах (ПХД) і мікроконтролерах, завдяки чому цей сегмент має найвищий приріст за прогнозний період.

Крім того, для сегменту пластику також прогнозується поступове зростання протягом прогнозного періоду завдяки збільшенню використання пластику в численних електричних пристроях, включаючи процесори, комп'ютери, чайники, газонокосарки та телефони. Очікується, що сегменти скла та інших матеріалів зростатимуть помірними темпами від 2017 до 2025 року.

За видами поводження (технології) з електронними відходами ринок може бути поділений на утилізацію і переробку. У 2016 р. на ринку домінував сегмент утилізації. Утилізація електронних відходів здійснюється через три процедури, включаючи захоронення, повторне використання та спалювання. Проте спостерігається, що як звалища, так і спалювання негативно впливають як на навколишнє середовище, так і на здоров'я людей. Повторне використання, з іншого боку, є економічним і стійким методом скорочення виробництва електронних відходів у світі (*рис. 7.12*).



*Рис. 7.12* Глобальний ринок електронних відходів за видами поводження у 2016 р., %

Джерело: [183].

За прогнозом, повторне використання матиме середньорічне зростання (CAGR) понад 3,5 % у 2017-2025 рр. завдяки програмам глобальної обізнаності, які зосереджені на ефективному збиранні, обробленні та переробленні електронних відходів. Більше того, такі компанії, як Microsoft, Dell, HP і корпорація Panasonic уже запровадили ініціативи, пов'язані з переробними компаніями, щоб організувати потужні програми повернення для повторного використання застарілого обладнання.

*Ринок та його прогноз.* Глобальний розмір ринку електронних відходів у 2016 р. становив 44,7 млн тонн і за прогнозом, з 2017 по 2025 рр. середньорічне його зростання (CAGR) складе 4,1 %. Разом із швидкою урбанізацією та індустріалізацією в країнах, що розвиваються, а також у розвинених країнах, з'являються нові технології, серед яких Інтернет речей (IoT), для якого практично всюди використовуються електронні пристрої. Тому, як очікується, розповсюдження електронних пристроїв призведе до значної кількості відходів та зростання ринку відходів (*рис. 7.13*).

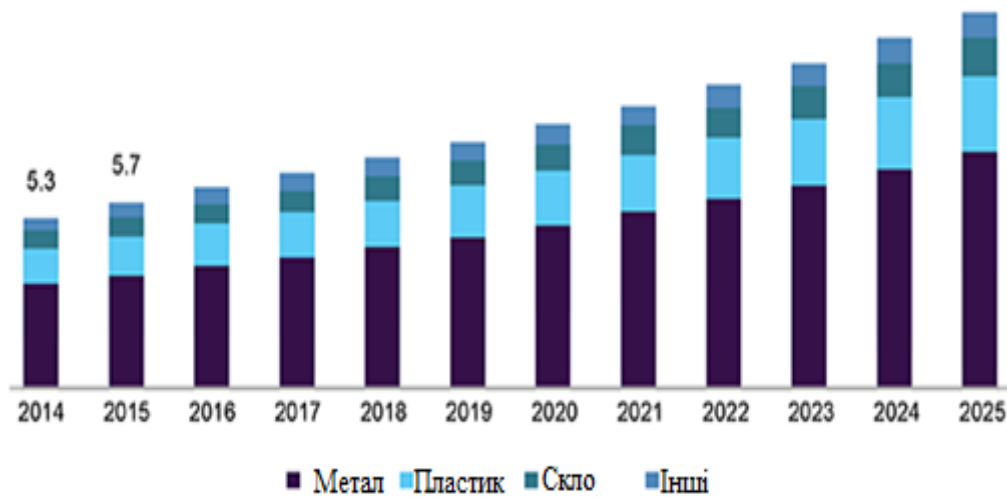


Рис. 7.13 Ринок електронних відходів за видами матеріалів у Китаї у 2014-2025 рр., млн тонн

Джерело: [183].

Зростаючі небезпеки для здоров'я через неадекватне скидання токсичних матеріалів від електронних відходів та спалювання збільшують потребу в ефективних методах управління цими відходами. Крім того, присутність таких дорогоцінних металів, як золото, срібло, платина та галій, робить рециркуляцією електронних відходів привабливим і здійсненим процесом, що має позитивний вплив на зростання ринку.

Також розширення бази населення з середнім рівнем доходу в країнах, що розвиваються, і зміна переваг споживачів призводить до швидкої заміни старих версій електронного продукту новими, що у свою чергу підвищує продажі електронних пристроїв. Крім того, виробники електронних приладів дотримуються стійких методів утилізації для того, щоб адекватно управляти електронними пристроями на період їх закінчення, наприклад, політику повернення. Очікується, що такі фактори працюватимуть на користь ринку протягом прогнозного періоду.

Уряди в усьому світі впроваджують численні нормативні акти та політику для ефективного управління електронними відходами. Наприклад, в Індії Міністерство охорони навколишнього середовища, лісів та зміни клімату зобов'язало виробників електронних пристроїв нести відповідальність за утилізацію та зменшення кількості електронних відходів у країні. Крім того, впроваджується ряд інших методів для мінімізації виробництва електронних відходів, включаючи використання відновлюваних матеріалів, модифікації виробничого процесу та зелених варіантів упаковки.



*Регіони та прогноз.* Азіатсько-Тихоокеанський регіон був лідером на ринку електронних відходів у 2016 р. з очікуваним середньорічним зростанням (CAGR) приблизно на 6,0 % до 2025 року. Зростання наявного доходу в розвинутих і тих, що розвиваються, країнах, у поєднанні зі збільшенням залучення електронних пристроїв, є одним з ключових стимуляторів росту для ринку регіону. Крім того, розвинені країни, зокрема США та Великобританія, експортують значну кількість електронних відходів, що утворюються ними, в азіатські країни, які, як прогнозується, сприятимуть регіональному ринку протягом прогнозного періоду.

Регіон Близького Сходу та Африки, як очікується, матиме найвище середньорічне зростання (CAGR) протягом прогнозного періоду до 2025 р. завдяки незаконному захороненню електронних відходів із розвинених країн у поєднанні зі зростаючими урядовими нормами щодо систематичного збору та утилізації відходів у регіоні.

Ринок у Європі відчуватиме помірне зростання через зниження виробництва електронних відходів у цих регіонах.

*Учасники ринку.* Ключові учасники, які мали основні частки ринку у 2016 р., включають International Recyclers International, Inc .; Enviro-Hub Holdings Ltd; MPT (Австралія) Pty Ltd.; Sims Recycling Ltd.; Umicore SA; Компанії на ринку в значній мірі інвестують у дослідження та розробки для впровадження рентабельного та технологічно передового обладнання для переробки. Конкурентне середовище на ринку є інтенсивним завдяки великій кількості організацій, що займаються переробкою, а також неорганізованим сегментом, що займається очищенням електронного металобрухту.

Основним каталізатором зростання конкуренції є урядові програми та ініціативи [183].

### **7.2.6 Технології перероблення відходів на дизельне паливо**

*Загальна характеристика.* Технології, що використовуються для перероблення відходів на дизельне паливо, можуть змінюватися залежно від типу відходів, енергоефективності та часу. Використання правильної технології для обробки різних видів брухту є головною перешкодою для зростання ринку. Очікується, що збільшення інвестицій на відходи до дизельних потужностей збільшить попит протягом прогнозного періоду.

Комунальні відходи для перетворення на дизельне паливо були домінуючим сегментом у 2016 р. і становили близько 47 % від загального

обсягу промисловості за той же рік, і, як очікується, вони залишатимуться найбільшим сегментом протягом прогнозного періоду. Збільшення обсягів переробки твердих побутових відходів (ТПВ), за прогнозами, сприятиме зростанню сегменту з 2017 р. до 2025 року.

Кормові ресурси, що використовуються для перетворення в паливо, містять харчові продукти, пластмаси, агробезпечні матеріали, скло, метал, бавовняний брухт, будівельні відходи, гуму, шкіру, текстиль, дерево, папір і напівтверді відходи. Ці небажані відходи збираються з домогосподарств, промисловості, роздрібною торгівлі та сільського господарства через збірників сміття, постачальників і станцій передачі.

Для переробки відходів на дизельне паливо використовуються різні технології, а саме: газифікація, піроліз, спалювання та деполімеризація.

Технологія піролізу була лідером у технологічному сегменті у 2016 р. і, як очікується, її обсяг досягне більше 500 млн дол. США (рис. 7.14).

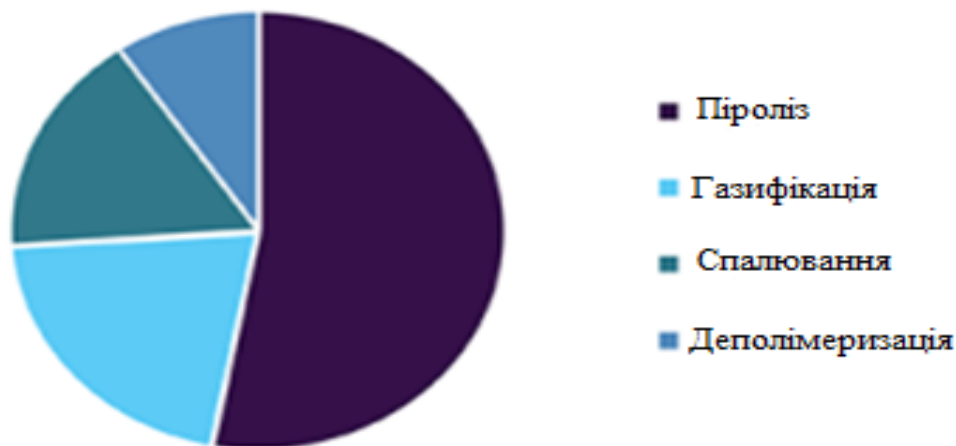


Рис. 7.14 Глобальний ринок відходів для дизельного палива за технологіями у 2016 р., %

Джерело: [184].

Очікується, що зростання попиту на використання невідновлюваних енергетичних ресурсів збільшить також загальний ринковий попит. Зростаюче виробництво обсягів дизельного палива за рахунок збільшення виробничих потужностей відновлюваних дизельних заводів сприятиме просуванню ринку протягом наступних років. Прикладом є спільний проект 2016 р. компаній Solena Group і Alitalia щодо виробництва літака, який перетворюватиме тверді відходи в реактивне паливо. Також у 2017 р. корпорації Valero Energy та Darling Ingredients Inc на об'єкті Diamond Green Diesel розширили свою щорічну виробничу потужність поновлюваного дизельного палива за допомогою технологічного есо-процесу UOP для перероблення відходів.

Рушійною силою ринку є використання сільськогосподарських та деревних відходів для виробництва енергії з використанням технології газифікації. У червні 2017 р. компанія Statkraft, виробник відновлюваних джерел енергії, розробила процес, який використовує гідротермічну технологію зрідження з використанням високих температур і тисків для виробництва біопалива з деревних стружок та інших твердих органічних відходів.

*Ринок та його прогноз.* Глобальний розмір ринку відходів для дизельного палива, за оцінками, у 2016 р. становив 390,0 млн дол. США. У глобальному масштабі зростаючий попит з боку транспорту, реактивних авіаліній, будівництва та автомобільного сектору прогнозується як ключовий фактор, що сприятиме зростанню ринку протягом прогнозного періоду до 2025 року. Зростаюче глобальне занепокоєння щодо управління переробкою, як очікується, сприятиме зростанню галузі (рис. 7.15).



Рис. 7.15 Ринок відходів для дизельного палива за технологіями США у 2014-2025 рр., млн дол. США

Джерело: [184].

Прогнозується, що масштабне застосування на кораблях, тракторах, вантажних автомобілях, дизельних генераторах і будівельній техніці дизельного палива, виробленого у дизельних котлах з відходів, сприятиме збільшенню ринку до 2025 року. Жорсткі правила щодо небезпечних наслідків сміття сприятимуть переробній промисловості протягом найближчого періоду. Прикладом є Положення Агентства США з охорони навколишнього середовища щодо економічно ефективного відновлення відходів та зменшення кількості сміття, особливо у промисловому та комерційному секторах, що сприятиме зростанню виробництва установок для зрідження пластику та його перетворення на дизельне паливо, що розвиватиме ринок.

Збільшення обсягів НДДКР для зменшення витрат, пов'язаних із встановленням переробних заводів, може позитивно вплинути на ринковий попит. У квітні 2017 р. компанія Ecofuel Technologies (штат Мічиган) і та Індійський інститут науки об'єдналися для розробки мобільного реактора для перетворення пластику на дизель. Передбачається, що легка переробка утилізованого пластику для рідких форм палива стимулюватиме ринок. Ініціативи таких компаній, як Dow Chemical та Klean Industries, що співпрацювали над створенням об'єктів для утилізації відходів у Північній Америці, спрогнозують зростання ринку.

*Регіони та прогноз.* Європа була провідним регіональним сегментом з часткою близько 42 % від загального доходу у 2016 році. Регіон є зрілим ринком завдяки присутності кількох глобальних компаній, які беруть участь у постійних дослідженнях і розробках для нових і кращих технологій.

У США, Мексиці та Північній Америці зростання видобувачів сміття та перевантаження відходів сприятиме зростанню ринку, про що свідчить, наприклад, будівництво заводу з переробки твердих відходів у Мексиці, ініційоване Міністерством громадських робіт і послуг у 2016 році. Очікується, що Північна Америка буде найбільш швидкозростаючим регіональним сегментом на глобальному ринку.

Зростання споживання дизельного палива у США, Китаю, Японії, Індії та Мексиці через зростання автомобільної промисловості в цих країнах передбачає просування ринку протягом прогнозного періоду. Очікується, що збільшення обсягів переробних заводів у різних регіонах, включаючи Північну Америку та Європу, а також зростання технологічних досягнень в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні, стимулюватиме зростання ринку в наступні періоди.

Також зростання інвестицій для будівництва об'єктів відновлюваної енергетики та поліпшення стану навколишнього середовища, як очікується, сприятиме зростанню ринку. Прикладом є ініціатива муніципалітету Дубая побудувати до 2020 р. найбільший завод відновлюваної енергетики (WTE).

*Учасники ринку.* Промисловість виробництва палива з відходів є висококонкурентною і досить концентрованою. Серед ключових учасників – Корпорація Covanta Energy, Foster Wheeler AG, Plastic2Oil Inc., Green Alliance, Klean Industries Inc. Серед компаній зростає злиття, поглинання та спільні підприємства як спроба зміцнити присутність і отримати частку промисловості та виходу на ринки, що розвиваються.

Наприклад, Statkraft і Sodra, група лісового господарства в Норвегії, увійшли до спільного підприємства, відомого як Silva Green Fuel з метою

інвестиційних рішень для пілотного заводу в Тофте (Норвегія). А компанії Covanta Energy Corp., Solena Group і Foster Wheeler Group прийняли стратегії розширення, щоб отримати частку і зміцнити свою присутність у галузі. Розширення та інвестиційні стратегії здійснюються багатьма компаніями для збільшення їх виробничих потужностей [184].

### 7.2.7 Технології поводження з медичними відходами

*Загальна характеристика.* Поводження з медичними відходами включає їх збір, транспортування, зберігання, переробку та утилізацію. Ці послуги можна виконувати на місці або поза межами. Зазвичай розпорядження та поводження з відходами здійснюється поза межами території їх появи, і цей сегмент становить найбільшу частку. Однак, для мінімізації часу витрат швидко зростає здійснення утилізації та переробки на місці. Багато фірм запускають власні системи очищення, переробки та утилізації. Таким чином, очікується, що цей сегмент буде найбільш швидко зростаючим протягом прогнозного періоду.

Медичні відходи піддаються різноманітній обробці, серед яких спалювання, автоклавування та термічна і хімічна обробка для утилізації. Найбільшу частку займає сегмент спалювання, оскільки він є класичним простим методом утилізації. З іншого боку, спалювання дає викиди шкідливих газів і сполук, що призводить до забруднення повітря, води і землі та викликає такі інфекційні захворювання, як астма. Отже, очікується, що обробка, яка включає хімічну обробку та інші методи неспалювання, замінить метод спалювання в найближчому майбутньому (рис.7.16).

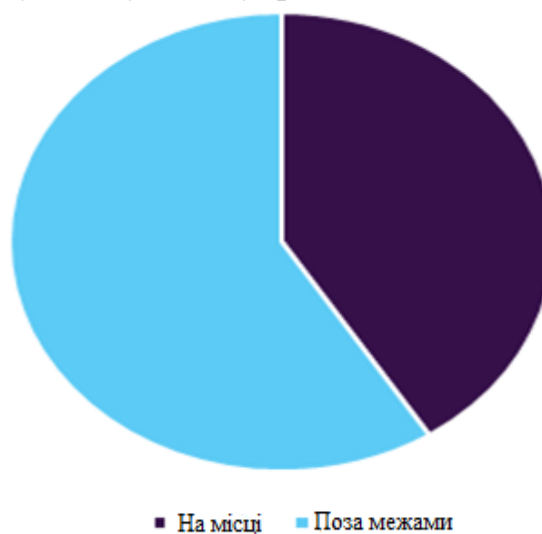


Рис. 7.16 Глобальний ринок поводження з медичними відходами за послугами у 2016 р., млн дол. США

Джерело: [185].

*Ринок та його прогноз.* Глобальний розмір ринку управління медичних відходів у 2016 р. становив 21,0 млрд дол. США, і, як очікується, його середньорічне зростання (CAGR) становитиме 5,4 % у прогнозованому періоді 2018-2025 років. Зростання загальної медичної галузі викликає попит на ці системи. Безперервні дослідження і розробки (R&D) у цій галузі дають передові діагностичні, хірургічні та лікувальні рішення. Крім того, зростаюча поширеність онкологічних та хронічних захворювань, а також збільшення геріатричної популяції та дорожньо-транспортних пригод призводить до збільшення попиту на ці передові медичні рішення. Таким чином, комерційна доступність сучасних медичних рішень у поєднанні з розширенням кола пацієнтів викликає велику кількість відходів і побічних продуктів.

Розвиток інноваційних технологій виробництва лікарських засобів і медичних виробів у фармацевтичній галузі швидко зростає. Крім того, зростання ринку також відображається в ефективному постачанні запасів, необхідних для щоденного функціонування лікарень, клінік і діагностичних центрів. Це призводить до збільшення кількості відходів. Ці продукти та залишки потребують належної системи або служби для збору, транспортування, утилізації та утилізації конкретних матеріалів або побічних продуктів, якщо це необхідно (рис. 7.17).

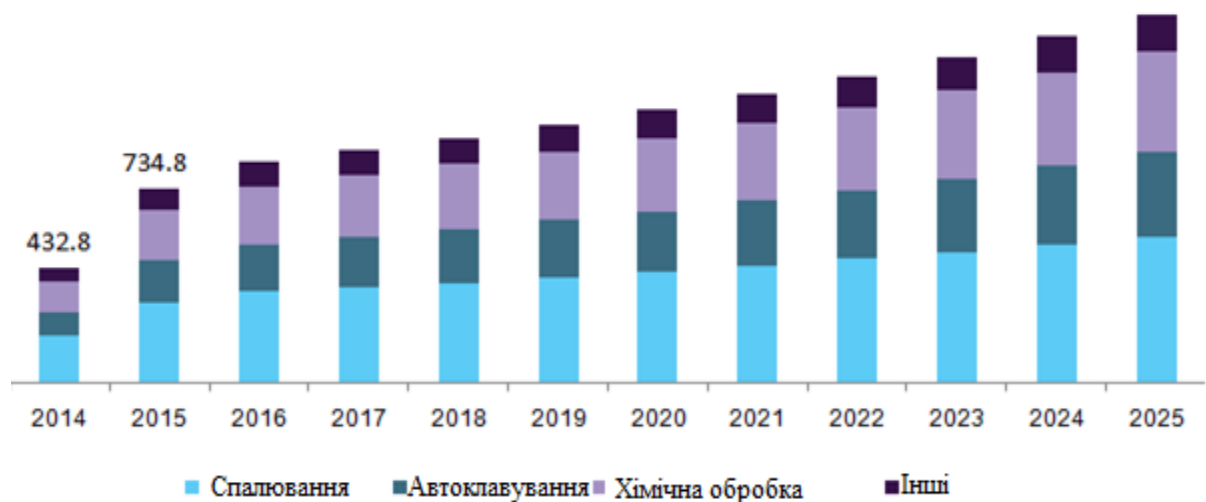


Рис. 7.17 Ринок поводження з медичними відходами у Китаї за технологіями у 2014 - 2025 рр., млн дол. США

Джерело: [185].

Деякі технології обробки, утилізації та переробки медичних відходів вивільняють шкідливі гази і сполуки, такі як ртуть і оксиди. Ці небезпечні сполуки можуть викликати забруднення землі, повітря та води, що призводить до поширення інфекційних агентів, які можуть викликати рак. Таким чином,

розвиток і впровадження передових технологій в обробці, утилізації та переробці цих матеріалів сприяє зростанню ринку. Крім того, передбачається, що позитивні ініціативи уряду щодо фінансування програм управління медичними відходами на ринках, що розвиваються, сприятимуть зростанню. Проте, очікується, що різке зміщення ринку від великих гравців до дрібних місцевих перешкоджатиме зростанню.

Країни, що розвиваються, здійснюють значні інвестиції для прийняття складних технологій, щоб допомогти зменшити забруднення та інші небезпечні впливи на екосистему під час обробки та утилізації. Однак цим країнам не вистачає чітких і суворих керівних принципів і правил для управління медичними відходами, що також перешкоджає зростанню ринку.

*Регіони та прогноз.* Північна Америка була лідером на ринку з часткою надходжень понад 32,0 % у 2016 році. Дуже розвинений сектор охорони здоров'я та зростаюча поширеність інфекційних та хронічних захворювань потребують сучасних медичних та хірургічних засобів, які генерують зростання ринку великої кількості медичних відходів.

Очікується, що в Азіатсько-Тихоокеанському регіоні відбудеться найвищий приріст у найближчому майбутньому завдяки підвищенню соціальної обізнаності та встановленню жорстких правил для належного розпорядження залишками та побічними продуктами. Передбачається, що прийняття екологічно чистих процесів переробки та утилізації призведе до зростання.

*Учасники ринку.* Основними конкуруючими учасниками галузі медичних відходів є компанії REMONDIS SE & Co. KG; Republic Services, Inc.; Sharp Compliance, Inc.; Stericycle, Inc; Veolia. Ці компанії займають міцні позиції на світовому ринку в основному завдяки сильній ідентичності бренду та їх комерційної доступності в усьому світі. Крім того, вони приймають різні стратегії, щоб залишатися на ринку [185].

## **7.3 Глобальні тенденції в управлінні рідкими відходами**

### **7.3.1 Технології перероблення рідких відходів**

*Загальна характеристика.* Токсичні та небезпечні промислові рідкі відходи пов'язані з високим екологічним ризиком і становлять серйозні загрози для здоров'я тварин і людей. Надмірне використання виробничих потужностей призвело до збільшення виробництва токсичних і небезпечних стічних вод, що,

як очікується, призведе до попиту на послуги поводження з рідкими відходами з широкого кола галузей (рис. 7.18).

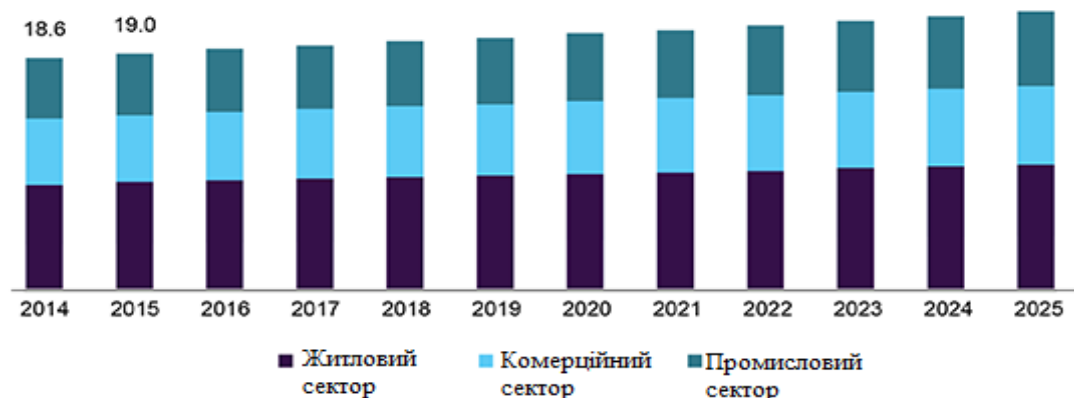


Рис. 7.18 Ринок рідких відходів США за джерелами (житловий, комерційний та промисловий сектори) у 2014-2025 рр., млрд дол. США

Джерело: [186].

Послуги збору рідких відходів становлять 51,1 % від загального доходу у 2018 р. і диференційовані на частоту збирання, тип стоків, обсяг і тип необхідного обладнання. Зростаючий попит з боку різних галузей промисловості на послуги збору внаслідок жорстких регуляторних норм передбачає стимулювання ринкового попиту за прогнозний період.

Транспортування / перевезення рідких стоків включає переміщення ряду небезпечних речовин і підпадає під дію деяких нормативних актів згідно з Законом про збереження та відновлення ресурсів (RCRA). Учасники ринку, що беруть участь у наданні транспортних послуг, повинні інвестувати значні кошти в транспортні засоби та транспортну систему. Очікується, що сегмент послуг з перевезення / транспортування збільшиться на 4,8 % за прогнозний період з огляду на зростання попиту на систематичні перевезення з місця зберігання до місця утилізації. Очікується, що витрати, пов'язані з транспортуванням, будуть змінюватися залежно від зміни обсягів виробництва та відстані.

У 2018 р. на сегмент рідких відходів припадає 30,3 % загального доходу, і очікується, що протягом наступних кількох років відбудеться значне зростання.

Утилізація небезпечних стоків пов'язана з високим ступенем ризику, і очисна споруда використовує інший спосіб утилізації з передовою технологією, яка ґрунтується на характеристиках стічних вод та походження.

У США ринок управління рідкими відходами обумовлений рідиною, що утворюється в житловому та промисловому секторах. Очікується, що



комерційні джерела залишатимуться важливим сегментом у різних джерелах завдяки високому виробництву рідких відходів в потужному секторі туризму, рекреаційних центрів та комерційних житлових комплексів. Такі фактори, як зростання соціально-економічної обізнаності щодо обмежених природних ресурсів у поєднанні з впровадженням нормативних документів, що сприяють вдосконаленню методів управління, повинні сприяти підвищенню попиту на послуги з управління рідкими відходами. Очікується, що підвищення інформованості споживачів щодо переваг утилізації та переробки стоків позитивно вплине на зростання промисловості.

*Ринок та його прогноз.* Глобальний розмір ринку рідких відходів у 2018 р. становив 90,3 млрд дол. США і за прогнозом, до 2025 р. середньорічне зростання (CAGR) буде на рівні 3,8 %. Такі фактори, як зростання чисельності населення та швидка індустріалізація в країнах з економікою, що розвивається, сприятимуть зростанню обсягів рідких відходів, що утворюються у виробничому секторі (рис. 7.19).

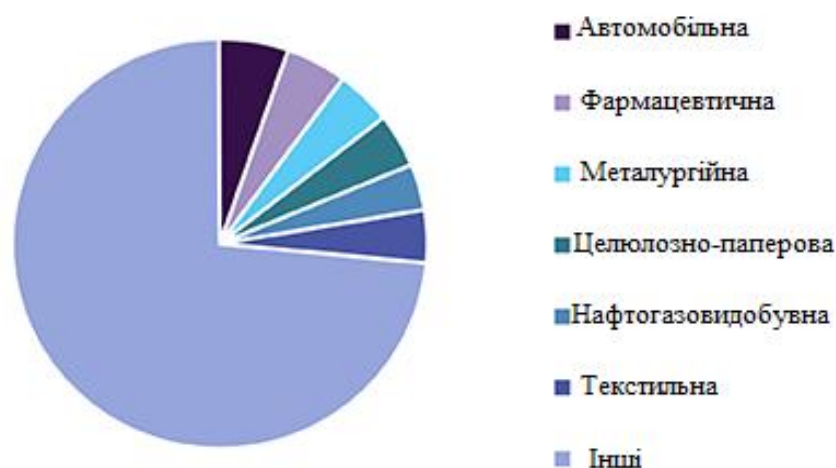


Рис. 7.19 Глобальний ринок рідких відходів за галузями у 2018 р., %

Джерело: [186].

Ринок регулюється жорсткими правилами, що встановлюються деякими федеральними, державними та місцевими органами влади, які, як очікується, сприятимуть зростанню ринку протягом прогнозованого періоду. Компанії, що працюють у сфері послуг з управління рідкими стоками, повинні дотримуватися правил, таких як акт про чисту воду (CWA), акт про управління відходами та інші рамкові директиви.

Очікується, що високі витрати на обладнання та інфраструктуру управління стічними водами перешкоджатимуть зростанню ринку протягом прогнозного періоду. Крім того, присутність металів, токсичних і небезпечних

матеріалів, хімічних речовин, швидше за все, підвищить витрати на сегрегацію, переробку та очищення, що, як очікується, збільшить витрати на поводження з рідкими відходами, що сприятиме розширенню промисловості.

Очікується, що до 2025 р. житловий сектор сягне 49,32 млрд дол. США через збільшення споживання води домогосподарствами, що призведе до збільшення виробництва стічних вод. Крім того, позитивний прогноз житлового будівництва після рецесії збільшить споживання води, яке, як очікується, сприятиме розвитку ринку.

За прогнозом, комерційний сектор зареєструє середньорічне зростання CAGR у розмірі 4,0 % з 2019 по 2025 рр. Очікується, що зростаюча емісія рідких стоків, насамперед шламових вод з торгових комплексів, готелів, шкіл, офісів та інститутів, матиме позитивний вплив на розширення ринку.

Органічні та безпечні відходи були найбільшим джерелом в комерційному сегменті, на які припадає 80,6 % загального доходу у 2018 році. Токсичні та небезпечні відходи з промислових джерел становили значну частку ринку у 2018 р., і очікується, що вона зросте на 3,8 % за прогнозований період. Передбачається, що внаслідок використання нафтохімічної сировини, а також використання води як охолоджуючої рідини в промисловому сегменті ринок буде розвиватися протягом прогнозного періоду.

Автомобільна промисловість, як очікується, покаже CAGR 4,1 % протягом прогнозного періоду, завдяки генерації шламу з боку OEM-виробників і постачальників послуг обслуговування автомобілів після продажу. Збільшення обізнаності щодо сталого збору та переробки рідин, серед яких моторні масла, антифризи, трансмісійні та гальмівні рідини, і розчинники, прогнозується для зростання палива.

Фармацевтична промисловість генерує великі обсяги стічних вод і очікується, що до 2025 р. дохід досягне 5,73 млрд дол. США. Крім того, токсичність стічних вод, що викидаються з фармацевтичної промисловості, у поєднанні з жорсткими правилами, сприятиме зростанню протягом прогнозного періоду (рис. 7.19).

Відходи з різних виробничих галузей та сфери послуг, серед яких харчова, хімічна промисловість, агробізнес, виробництво матеріалів, косметика, побутова електроніка та муніципалітети, становили 73,8 % загального доходу у 2018 р. протягом прогнозного періоду.

Відходи, що утворюються в металургійній промисловості, містять значну кількість пилу, кислоти, нафти і металевих частинок і, як очікується, становлять значну частку промисловості. Крім того, очікується, що зростання попиту на

залізо і сталь з боку споживчих галузей по всьому світу буде стимулювати промисловість у найближчі роки.

*Регіони та прогноз.* Промисловість у США становила 22,2 % світової частки на ринку послуг з управління рідкими відходами у 2018 р. завдяки проникненню в житлові, комерційні та промислові сегменти, керовані жорсткими екологічними нормами та правилами утилізації в країні. Крім того, очікується, що ринок збільшиться в комерційних приміщеннях, включаючи супермаркети, торгові центри та готелі.

Китай зайняв другу позицію на цьому ринку в 2018 р., і за прогнозом, він матиме середньорічне зростання 3,5 % протягом запланованого періоду. Очікується, що посилення уряду зосереджується на стримуванні високих рівнів забруднення навколишнього середовища внаслідок прискореного економічного зростання, швидкої індустріалізації та високої чисельності населення країни.

Франція є однією з основних країн на ринку, на частку якої в 2018 р. припадало 6,3 %. Ця країна генерує великі обсяги комунальних відходів завдяки високому споживанню води на душу населення у поєднанні зі створеною промисловою базою. Країна переробляє більше 96 % шламових вод і добре зарекомендувала себе з точки зору учасників ринку, послуг та транспортних засобів.

У Бразилії очікується найбільше зростання завдяки збільшенню виробництва сміття в країні від бурхливого виробництва та сфери послуг і споживання великого обсягу води, в першу чергу, в автомобільній, фармацевтичній та металургійній промисловості.

*Учасники ринку.* Ринок є висококонкурентним з наявністю великої кількості місцевих та міжнародних гравців, які працюють по всьому світу. Suez Environment SA; Veolia Environmental Services Північна Америка Corp.; Екологічні послуги з чистої порти; Republic Services Inc.; і Stericycle є основними гравцями ринку, на які припадає значна частка ринку [186].

#### **7.4 Ключові напрями, які перебувають у стані глобальних перетворень у галузі поводження з відходами**

У США виробляють приблизно 250 млн тонн сміття кожен рік, і тільки 34 % з них переробляється. Незважаючи на екологічну обізнаність, сміттеві тенденції є шокуючими. Складність поводження з відходами ніколи раніше не була такою надзвичайною, тому сьогодні в цій галузі працюють майже півмільйона людей, які беруть на себе надскладне завдання утилізувати щонайменше 4,4 фунта відходів для кожного американського дня. Щоб

подолати ці виклики і протидіяти негативним впливам відходів звалищ на навколишнє середовище, промисловість поводження з відходами переосмислює стратегії та модернізує системи поводження з відходами та утилізації для підвищення ефективності та посилення захисту навколишнього середовища.

Нижче наведено 6 ключових напрямів, які перебувають у стані глобальних перетворень у галузі поводження з відходами.

## **7.5 Покращення тарифів на переробку**

Компанії з переробки та утилізації відходів інвестують у вдосконалення своїх інструментів і методів.

Нещодавній розвиток утилізації з одним потоком, де люди можуть скидати все сміття в один контейнер, зменшив навантаження на сортування та різко поліпшив темп утилізації. Це зменшило тарифи на перевезення та остаточні викиди.

## **7.6 Автоматизований збір відходів**

Технологія перетворила спосіб управління відходами з автоматизованими датчиками, які запускають миттєві оповіщення кожного разу, коли контейнер заповнений і потребує обслуговування. Інші інноваційні інструменти, які роблять процес сортування швидким і простим, включають оптичні сортувальники, магніти і просунуті диски. Вантажівки також перейшли з дизельного на природний газ для більш тихих та економічно ефективних операцій.

Використання програмного забезпечення для логістики, моніторів у автомобілях та мобільних додатків ще більше спростило процес управління відходами, забезпечуючи безпеку водія.

## **7.7 Оптимізація маршруту**

Оптимальна маршрутизація має важливе значення для захисту навколишнього середовища та зменшення шкідливих викидів, тому компанії інвестують у розвинені системи та програмне забезпечення для оптимізації. Зараз вони використовують автоматизовані вантажівки, які встановлюються з робототехнічними засобами для економії часу та зусиль уздовж існуючих маршрутів.

Технологія зробила пікапи «точка-точка» екологічно чистими та фінансово життєздатними, одночасно підвищуючи енергоефективність.

## **7.8 Модернізація звалищ**

Використовуючи потужність науки і масштабу, промисловість поводження з відходами модернізувала звалища сміття. Високопромислові звалища, що відповідають федеральним і державним нормам, забезпечують повний захист здоров'я людини і навколишнього середовища.

Системи сонячних панелей, інтегровані з геомембраною, полегшують виробництво стійкої енергії, запобігаючи повторному потраплянню вуглецю в навколишнє середовище.

### **7.9 Покращена безпека**

Компанії, що займаються переробкою та утилізацією відходів, докладають послідовних зусиль для поліпшення безпеки, що має першочергове значення для промисловості, яка експлуатує кілька 30-тонних вантажних автомобілів через житлові райони. Всі водії піддаються суворому навчанню в призначених приміщеннях для зменшення кількості нещасних випадків і травм.

### **7.10 Швидкі часи**

Більш великі компанії з управління відходами також інвестували в багатофункціональну технологію для клієнтів. Вони використовують зручні для користувача мобільні програми для полегшення швидкого обслуговування, додаткових пікапів і оплати рахунків через push-повідомлення.

Технологія значно зменшила складність і вартість сучасних систем управління відходами, що робить їх більш ефективними, безпечнішими і продуктивними, зменшуючи при цьому вплив на навколишнє середовище [187].

Таким чином, у *поводженні з відходами* одним із найбільш ефективних засобів є технологія виробництва теплової енергії з відходів (WTE), яка широко використовується у виробництві енергії. Перевагою технології є простий процес у поєднанні з простотою операцій, що є основним сприятливим фактором у зростанні її використання.

Спалювання є основною технологією на заводах WTE. Так, у 2015 р. термічний сегмент становив 1772,8 млн дол. США, що було найбільшою часткою на ринку. Очікується, що технологія спалювання буде мати значну частку протягом найближчих років. Недоліком технології спалювання є викиди димових газів, що стало серйозним викликом для промисловості протягом останніх років. Тому для отримання енергії з відходів використовуються також біологічні технології анаеробного розкладу твердих відходів. Очікується, що біологічні технології матимуть значне зростання протягом прогнозного періоду завдяки їх потенціалу на ринках, що розвиваються. Ринок Європи був лідером світової індустрії WTE у 2015 р. і, як очікується, матиме середньорічне зростання 6,2% за прогнозний період. Такі країни, як Німеччина, Австрія та Нідерланди, використовують технології WTE для утилізації промислових

відходів, і жорсткі правила щодо мінімізації промислових відходів сприятимуть зростанню регіонального ринку. Передбачається, що Азіатсько-Тихоокеанський регіон займе друге місце на ринку, оскільки Китай і Індія несуть величезний потенціал для зростання через збільшення промислових і побутових відходів.

## **8. ЦІЛЬ 14. ЗБЕРЕЖЕННЯ МОРСЬКИХ РЕСУРСІВ**

Океани охоплюють більше 70 % планети поверхні і відіграють вирішальну роль у планетарній життєздатності і наданні життєво важливих екосистемних послуг. Статус океану і кілька його ресурсів і функцій погіршилися за минуле століття. Океани, моря і прибережні зони піддаються забрудненню, надмірній експлуатації та наслідкам зміни клімату, такі як потепління, прибережна ерозія, підйом рівня моря, підкислення і деоксигенування океану. Кілька прибережних режимів знаходяться під помітним стресом та загрозою щодо надання послуг, які вони мають забезпечувати. ООН для захисту та забезпечення сталого використання океанів прийнято стратегічну ціль 14 сталого розвитку (sdg 14) «Життя під водою» («Life below water»), реалізація якої спрямована до 2030 р. на забезпечення і невідкладну потребу трансформації поведінки людини до сталого використання морських ресурсів при експлуатації; вжиття заходів для збереження продуктивності і сталого розвитку океанів і морів. Sdg 14 спрямована на взаємодію людини з океанами, морями і морськими ресурсами, тобто, вперше має більш широкий контекст щодо використання і збереження океану та його ресурсів, включаючи прибережні райони, і взаємопов'язана з усіма стратегічними цілями сталого розвитку.

Мета 14 стратегічної цілі полягає у захисті та забезпеченні сталого використання океанів шляхом впровадження міжнародного права, що відображено в Конвенції ООН про морське право (UNCLOS). Це включає захист морських і прибережних екосистем, збереження морських і прибережних районів, зменшення забруднення моря і впливу підкислення океану, а також припинення надмірного вилову.

### **8.1 Інноваційні технології та організації, які можуть зберегти океани, моря і морські ресурси та прибережні території**

Ціль (SDG) 14 сталого розвитку Організації Об'єднаних Націй полягає у «збереженні та сталому використанні океанів, морів і морських ресурсів». Для досягнення цієї мети необхідно створити нову синю економіку з проривними інноваціями, які зможуть подолати величезні виклики океану.

На глобальному рівні запропоновано такі 14 проривних інноваційних технологій, які можуть зберегти океани, моря і морські ресурси:



### **8.1.1 Запровадження виробництва морепродуктів (аквакультури)**

Технологія забезпечить половину всіх морепродуктів, що споживаються в усьому світі, і якщо робити це правильно, може зменшити тиск на безпосередній рибний промисел і мати величезні чисті вигоди для океанів і прибережних економік. Catalina Sea Ranch (Каліфорнія) є першим морським ранчо в американських федеральних водах, і планується також розширення використання цієї технології.

### **8.1.2 Застосування пластикових альтернатив та біопластичних виробів**

Ці вироби можуть допомогти вирішити проблему океанічного пластику, поліпшити здоров'я людей, і можуть бути смачнішими, ніж їстівні ложки компанії Wakey's в Індії, оскільки мають різні смаки: солоні, солодкі або звичайні. Технологія може зменшити обсяги пластикових відходів в океані та сприятиме збереженню океану та прибережних територій.

### **8.1.3 Впровадження плавучих морських вітрових електростанцій**

Вони використовують менше матеріалів, ніж традиційні морські вітряки, які фіксуються на морському дні. Це призводить до зниження витрат на використання морської енергії вітру, яка є більш міцною та послідовною, ніж на суші. Розвиток морського вітру може пожвавити портові громади і зменшити закислення океану та загрози, пов'язані з кліматом, для морського життя. У Шотландії нещодавно затверджено найбільший у світі плаваючий морський ВЕС.

### **8.1.4 Впровадження відео віртуальної реальності**

Це дозволяє людям переживати екстремальні океанські середовища більш особисто і може бути ключовим інструментом для створення емпатії до крихких океанських середовищ існування та надихати нове покоління на збереження океану. Газета New York Times опублікувала серію дивовижних відео віртуальної реальності занурень під льодом в Антарктиці, місце, яке більшість людей ніколи не відвідають.

### **8.1.5 Технологія проривних здорових ґрунтів**

Пропонується для зменшення використання добрив, утримання води, підвищення врожаю та зберігання більшої кількості вуглецю. Технологія дає можливість реформування способу управління сільськогосподарськими землями та допомогти зменшити шкідливі забруднення стічних вод до океану з ферм, що викликають масові «мертві зони» океану. Загалом, земля і океан тісно пов'язані та залежні між собою. Управління екологічного землеробства та інновацій в Каліфорнії вже запустило таку технологію.

### **8.1.6 Технології вибіркової риболовлі**

Норвезька команда виграла міжнародний конкурс, розробивши повітряний канон, який запускається у велику рибальську мережу, щоб відібрати розмір і тип риби, перш ніж виловити її всю. Тоді рибаки використовують зразок, щоб вирішити, чи хочуть вони тягнути цей улов чи ні, збільшуючи їх ефективність. Це зменшує проблему збереження «прилову», яка полягає в тому, що морські види виловлюються і гинуть випадково.

### **8.1.7 Поєднання переробників і споживачів морепродуктів з дрібними місцевими рибалками та їхніми уловами**

Удосконалена на базі старої моделі CSF модель рибальства Dock to Dish, що підтримується спільнотою, виключає заплутані міжнародні схеми між переробниками морепродуктів і рибною промисловістю, та забезпечує прямі відносини з місцевими рибалками і більш сталий та раціональний вибір морепродуктів, які вони ловлять.

### **8.1.8 Технологія маркування та відстеження тварин в океані**

Національне управління з питань океаніки і атмосфери (NOAA) зазначає, що дикій природі в океані загрожує небезпека існування. Технологія дає можливість зрозуміти і захистити критичне середовище життя таких тварин, як кити, акули, блакитний тунець, тюлені, пінгвіни і морські черепахи, та допомогти уникнути смертельних взаємодій з рибальством та іншими загрозами. Ця найсучасніша технологія маркування та відстеження допоможе зберегти морське життя, надавши при цьому людству знання про таємний спосіб життя цих тварин.

### **8.1.9 Технологія перетворення людських відходів у добрива**

Майже всі місця (96 %), де перебувають люди та коралові рифи, мають проблему забруднення стічних вод, створюючи токсичні відходи як для екосистем, так і для здоров'я людини. Технологія дає можливість зменшити забруднення океанів і прибережних територій та отримати значні економічні вигоди. Компанія MIT spinoff Sanergy у Кенії використовує цю технологію та демонструє дивовижну цінність людських відходів з франчайзингових туалетів шляхом збору відходів та перетворення їх у цінні продукти, зокрема, добрива для фермерських господарств.

### **8.1.10 Використання штучного інтелекту, робототехніки і безпілотників та суден для дослідження океану та його дна**

Мета застосування цих засобів – забезпечити розроблення до 2030 року карти всього морського дна. Над реалізацією цього завдання працює Генеральна батиметрична діаграма Світового океану (GEBCO). Нещодавно розгорнута програма щодо вивчення глибокого моря біля Антарктики із застосуванням автономного підводного апарату (AUV), а раніше не було узгодженого дозволу щодо 95 % океану. Також 20 команд по всьому світу в рамках програми з відкриття океану XPRIZE використовують штучний інтелект, робототехніку і безпілотників, які літають і ходять, та судна що можуть витримати холодний та корпус-нищівний тиск для дослідження глибини. Очікується, що із застосуванням цих передових засобів 21 століття стане золотою епоєю дослідження океану.

### **8.1.11 Застосування штучних зябер, ребризерів, підводних апаратів для занурення в океан**

Ці засоби вже застосовується організацією Nuytco Research (Канада) у рамках системи з дайвінгу EXOSUIT. Вони дозволяють зануритися на 300 метрів і продовжувати підтримувати працездатність. Їх використання дає нові можливості для дослідження океану та його стану.

### **8.1.12 Створення та застосування електричного судна для заміни суден, що працюють на паливі**

Глобальне судноплавство є провідною причиною глобальних викидів вуглецю і, як очікується, зростає, якщо не буде зроблено відповідних заходів.

Застосування електричних суден для перевезення дає можливість зменшення шкідливих викидів та збереження навколишнього природного середовища.

### **8.1.13 Використання інформаційних додатків на базі інформації про океан**

Це дає можливість візуалізувати та транслювати величезну кількість інформації, наприклад, ефективність порту, стійке рибальство, візуалізація морського дна, якість води або пляжу. Використання додатків створює корисні послуги для рибної галузі та суспільства загалом і сприяє сталому використанню морських та прибережних екосистем.

### **8.1.14 Створення плаваючих міст в океані**

Плаваючі міста могли б фіксувати багато з наведених вище проблем людсько-океанічної взаємодії, а також служити інноваційними центрами для розвідки і збереження океану. У будь-якому випадку, океан є набагато більш реалістичним другим домом, ніж Марс. Інститут Seasteading проводив конкурс дизайну з плаваючим містом і працюватиме з Французькою Полінезією на меншій пілотній платформі для розміщення кліматичних біженців від підвищення рівня моря [188].

Отже, запропоновані технології охоплюють усі найважливіші сегменти океанічного середовища та мають глобальні тенденції і потенційні можливості для сталого використання морських ресурсів і збереження життя під водою.

## 9 ГЛОБАЛЬНІ ІННОВАЦІЙНІ ТРЕНДИ В СУСПІЛЬНО-ГУМАНІТАРНОМУ РОЗВИТКУ

Виявлення ключових майбутніх інновацій у суспільно-гуманітарній сфері ґрунтується на дослідженні Євро комісії [189] щодо проривних інновацій в ЄС, що наведені на основі сканування (широкого автоматизованого огляду новітньої науково-технічної літератури, що фільтрувалася через панелі експертів у поєднанні з оглядами важливих недавніх проектів передбачення у всьому світі) радикальних інноваційних проривів (RIB), є частиною підготовки до впровадження Horizon Europe і співставляються з Цілями сталого розвитку.

Радикальними соціальними інноваційними проривами (RSB) визнано:

1. Спільні інноваційні простори.
2. Gamification / Гейміфікація – застосування типових елементів гри.
3. Доступ / спільне використання економіки.
4. Культура читання / запису.
5. Трансформація освіти.
6. Тіло 2.0 і самовідстеження.
7. Місто без автомобілів.
8. Нові мережі журналістів.
9. Місцеві продовольчі кола.
10. Власність та обмін даними про здоров'я.
11. Альтернативні валюти.
12. Базовий дохід.
13. Кешування життя.

Для більшості з тринадцяти проривів соціальних інновацій вірогідність їхнього розширення була оцінена як приблизно однакова для Європи та решти світу. Винятковими є позиції: «Кешування життя», «Альтернативні валюти» і «Тіло 2.0 і самовідстеження» – впровадження в інших частинах світу вважається більш імовірним, ніж в Європі, тоді як очікування щодо впровадження «Місцевих продовольчих кіл» в Європі більш ймовірні, ніж для інших регіонів. Дивлячись на загальні показники ймовірності впровадження, дві найімовірніші з них – це «Гейміфікація» та «Спільні навчальні простори», за якими слідує «економіка доступу» та «Тіло 2.0 і самовідстеження». Найбільш малоімовірним є «Основний дохід», «Місцеві продовольчі кола» і «Володіння та обмін даними про здоров'я», які лише трохи вищі (рис. 9.1).

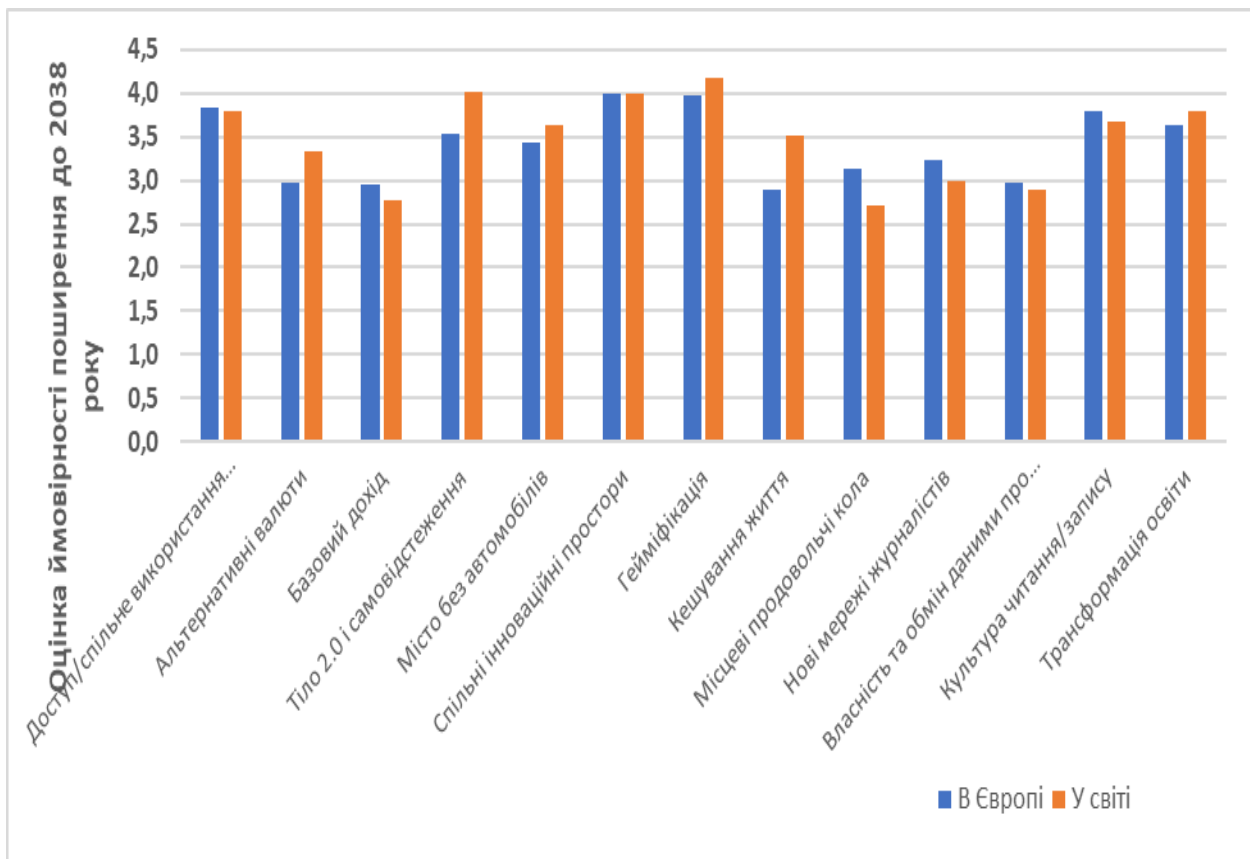


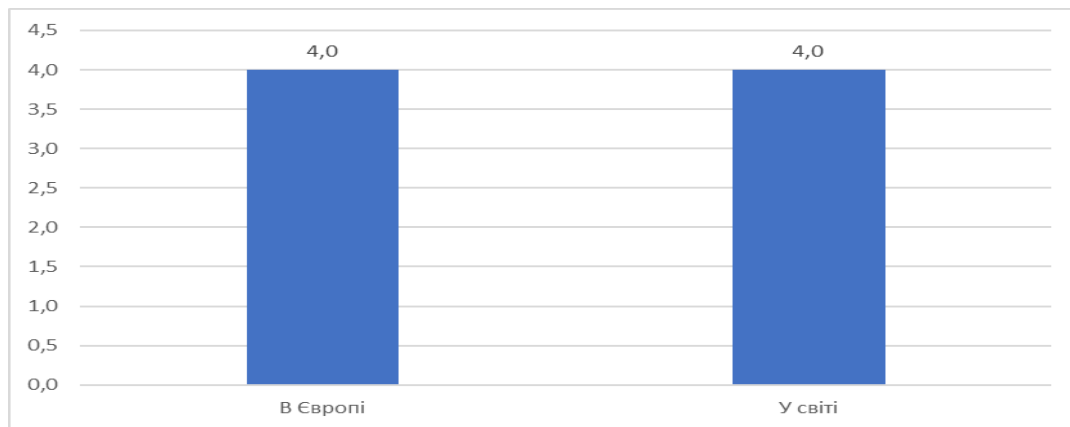
Рис.9.1 Ймовірність поширення соціальних інноваційних проривів (RSB)

Розглянемо детальніше ці соціальні інноваційні прориви, останні напрями розвитку і перспективи їх впровадження і поширення до 2038 року.

### 9.1 Спільні інноваційні простори

Спостерігається зростання нових форм об'єднань для передачі знань та інновацій, як правило, у формі центрів кваліфікованих людей, які збирають навколо них інших зацікавлених осіб з громади або спільноти. Вони можуть мати назву просторів виробників (makerspaces), IT - простори або інноваційні лабораторії. Ці установи функціонують на зразок суспільних семінарів, де люди збираються для роботи над проектами, обміну ідеями, обладнанням та знаннями.

Спільні інноваційні простори можуть з'явитися в будь-якому місці, включаючи школи, бібліотеки та громадські центри. Різні місця пропонують різні ресурси, починаючи від 3D-принтерів до комплектів синтетичної біології (рис. 9.2).



*Рис. 9.2* Ймовірність поширення спільних інноваційних просторів до 2038 року

### *Останні напрямки розвитку*

Протягом останніх десяти років інноваційні простори набули популярності в усьому світі. За даними користувачів, функціонує майже 1400 активних просторів, що в 14 разів більше, ніж у 2006 році [190].

Таке поширення відбувається відповідно до конкретних змін у різних культурах. Наприклад, у Токіо культура виробників перетинається з зростанням параметрів 3D-друку та наданням цифрових послуг у місті. Вона також пов'язується з японською концепцією монозукурі («виготовлення речей»), яка ґрунтується на її ремеслі і художніх традиціях [191]. У США, примітно, що бібліотеки зміцнюють свою роль громадських центрів, перетворюючись на простори. У 2015 р. налічується понад 135 мільйонів дорослих, більше половини всього дорослого населення Америки. Білий дім навіть у 2014 р. влаштував власну першу версію Maker Faire [192].

## **9.2 Гейміфікація**

Гейміфікація – це застосування елементів дизайну гри та принципів гри в неігрових контекстах для поліпшення взаємодії користувачів, організаційної продуктивності, потоку, навчання, краудсорсингу, підбору персоналу та оцінки, простоти використання, корисності систем, фізичних вправ, порушень правил дорожнього руху, апатії виборців тощо. У той час, коли молоді люди все частіше грають у віртуальні ігри і тому звикли до навчання таким чином, гейміфікація використовує нові умови, які потребують менше часу для уваги для одного питання (*рис. 9.3*).

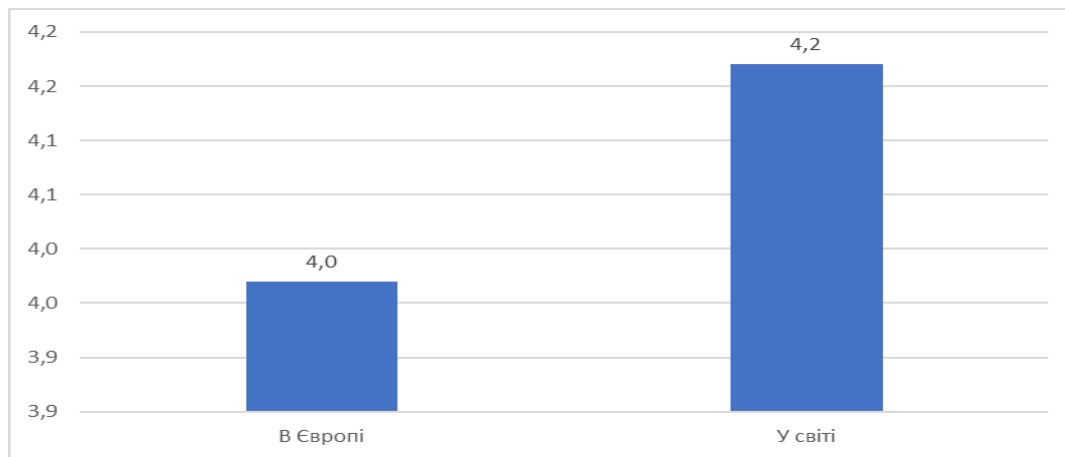


Рис. 9.3 Ймовірність поширення гейміфікації до 2038 року

### *Останні напрямки розвитку*

**Компанії використовують ігри.** Все більше і більше компаній розпочинають проекти гейміфікації. Серйозні та навчальні ігри застосовуються в компаніях, і вони все більше інвестують у ігри для навчання. Онлайн навчання також частково спрямоване на навчання, засноване на іграх, наприклад, Khan Academy застосовує цю концепцію<sup>4</sup>. [193]. Ігри також є способом:

- набирати та зберігати найкращих талантів від покоління геймерів і за його межами;
- навчити працівників та підвищити працездатність шляхом негрошових стимулів;
- уникати ринкових шоків і підвищити зростання споживчих продажів;
- генерувати безпрецедентну лояльність клієнтів банку [194].

**Навіть у фінансовому секторі використовуються ігри.** Synchrony Sling – програма, яка фокусується на фінансуванні освіти для співробітників, менеджерів і власників. Основною метою є підтримка різноманітних партнерів, чий партнери мали обмежений доступ до цифрових даних або час, щоб дізнатися, як вони можуть допомогти. Створюючи веб-додаток, що працює на смартфонах, комп'ютерах і планшетах, Synchrony Sling легко доступний і навчає основам фінансування. Оскільки гейміфікація розвивається від нової тенденції до нормального життя, компанії, як-от Synchrony Financial, продовжуватимуть піонерську діяльність [195].

**Генерування даних у поєднанні з участю за допомогою ігор.** Генерація даних все більше і більше вбудовується в ігри або виконується в «ігровому» середовищі. Метою є стимулювання постійного формування даних. Це

<sup>4</sup> З початку індустрії гейміфікації в 2010 р. понад 350 компаній розпочали масштабні проекти з гейміфікації.



уможливорює участь багатьох різних суб'єктів і навіть може використовуватися в оточенні громадянської науки. Способи гейміфікації описані на прикладі CitizenCyberlab [196,197]. В інших прикладах підтримуються або виконуються безпосередньо реальні наукові проекти [198]. Найбільш відомі ігри – гра «Foldit» для складання білків і мета пошуку ліків, наприклад, для проблеми СНІДу, або підтримка громадян для моніторингу цілих галактик у «Galaxy Zoo». Навіть благодійні пожертви використовують ігри (наприклад CrowdRise) [199].

*Ігри для фізичного виховання та здоров'я.* Конкретний альянс для використання ігор для здоров'я вже існує в США. Ігрові компанії підтримують дані проекти і отримують прибуток від національних зусиль для провадження фізичного виховання – хвилі, що розпочалася з ігор Wii Fit і підкріплено використанням смарт-годинників, браслетів або мобільних телефонів для моніторингу даних про здоров'я. Оскільки рівень фізичної активності дорослих і дітей різко скоротився (у дітей віком від 9 до 15 років на 60 %) – це погіршило тенденцію до ожиріння, діабету або інших захворювань вже в молодому віці. Для цього покоління розроблені кліпи, такі як Zamzee, які відстежують дитячу рухливість, і діти змушені рухатися більше: вони можуть завантажувати свої дані про діяльність на веб-сайт і бачити, скільки балів отримують і чи виконали вони завдання, щоб заробити значки. Zamzee володіє конкретними даними [197], які демонструють, що рівень активності дітей збільшився (приблизно на 60 %).

Інші застосовують ігри для підтримки або поліпшення загального стану здоров'я людей, для нагляду або лікування конкретних захворювань [200]. За допомогою гри-головоломки «Foldit» вдалося досягти прориву у дослідженні СНІДу, яке вчені не могли вирішити самотійно або RPG Diary Game Pain Squad допомагає пацієнтам боротися з раком шляхом надання цілей і даних [199].

### **9.3 Доступ / спільне використання економіки**

Терміни «доступна економіка», «економіка спільного використання» або «платформа капіталізму» використовуються для опису нових форм організації доступу до благ і послуг, які все частіше виникають. Ці явища керуються набором одночасних подій; зростання Інтернету і особливо мобільного доступу до нього значно скоротили витрати на співпрацю. Ріст використання інтернет-соціальних мереж істотно сприяло готовності до обміну інформацією та цифровими товарами. Оцифрування все більшої кількості товарів, таких як

музика і книги, розширює спектр можливостей обміну. Очікується, що потреби споживачів, принаймні у розвинених країнах, перейдуть до досвіду, а не до власності. І, нарешті, економічні та екологічні кризи та зростання бідності заохочували людей до використання дефіцитних ресурсів. У різноманітній практиці, детально описаній нижче, стверджується, що економіка, заснована на доступі, може генерувати зростаючу частку вартості як для економіки, так і для суспільства, яка перетворила б цю нову практику в майбутню глобальну мережу цінностей. Однак ключове питання стосується управління цими моделями формування цінності (рис. 9.4).

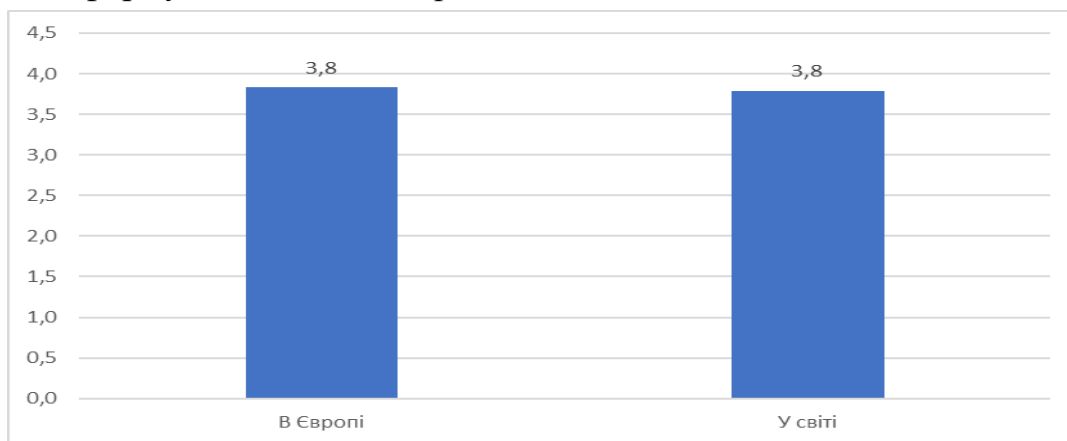


Рис. 9.4 Ймовірність поширення доступу / спільного використання економіки до 2038 року

#### Останні напрямки розвитку

**Обмін в Інтернеті.** У антропологічному сенсі, обмін – це «акт і процес поширення того, що є нашим, для використання іншими та/або акт і процес отримання або прийняття чогось від інших для нашого використання» [201] в акті «невзаємної просоціальної поведінки» [202]. «Це часто сприяє розширенню кола людей, які можуть користуватися перевагами спільного ресурсу» [203]. Інтернет дозволив нові типи таких справжніх методів обміну, як [204]:

- навмисний онлайн-обмін ефемерами (думками, досвідом, фотографіями, відео) як і частина групи інших людей, які роблять те ж саме, і тим самим створюють та відтворюють спільноту, наприклад, TripAdvisor;

- онлайн обмін в автономному режимі, тобто запозичення та кредитування без будь-яких залучених платежів, наприклад, неприбуткові інструменти бібліотек і вільний обмін [205];

- некомерційний обмін інформацією в режимі «рівний-рівному», наприклад, Kickstarter;

- неприбуткові надання послуг з гостинності, наприклад, CouchSurfing.

**Розвиток спільнот.** Спільноти – це ресурси, які поділяються обмеженою групою людей відповідно до спільних правил, наприклад, озера, яке спільно управляється спільнотою селян. Еліно́р Остро́м, економіст-лауреат Нобелівської премії, показала, що за певних умов цей тип управління створює кращі результати для управління товарами, які споживаються споживачем (конкуруючими товарами), ніж приватна або державна власність [206]. Інтернет-посередництво дозволило новим видам спільнот володіти автомобілями та інструментами.

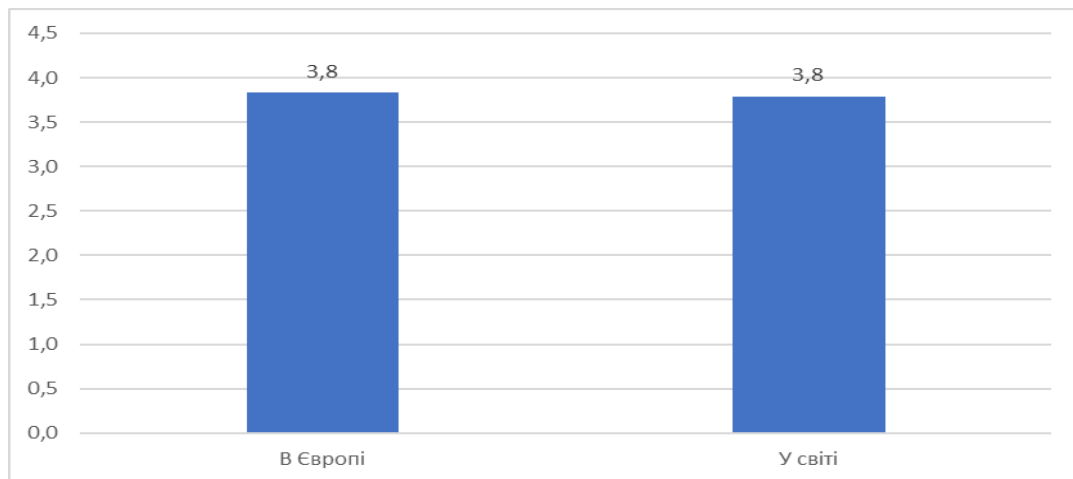
**Виробництво спільних ресурсів.** «Спільне виробництво спільноти» – це «великомасштабне співробітництво [...] осіб, які ефективно співпрацюють з метою надання інформації, знань або культурних продуктів, не покладаючись ні на ринкове ціноутворення, ні на управлінські ієрархії для координації спільного підприємства» [207]. Прикладами є Wikipedia, Linux або Tripadvisor і сайти, де люди діляться рецептами або конструкціями. Стверджується, що ця форма створення цінності, яка координує різноманітні мотивації, особливо підходить для вирішення складних соціальних проблем.

**Моделі бізнесу на основі доступу.** За допомогою бізнес-моделі на основі доступу товари та послуги обмінюються на основі доступу. Це може бути організовано компанією, яка володіє ресурсами (наприклад, ZipCar), або через платформу, яка просто з'єднує власників / постачальників послуг і користувачів, як у випадку Airbnb.

Одним з наслідків зростання такої бізнес-моделі є те, що завдяки таким компаніям, як NetJets, GetMyBoat і ThirdHome.com, просто багаті можуть перейти на спосіб життя ультра-багатих, отримуючи доступ до предметів розкоші, таких як приватні літаки, розкішні яхти, а також інтер'єри, ексклюзивні будинки [208].

## 9.4 Культура читання / запису

Через «соціальні медіа» люди стають «активними аудиторіями», здатними не тільки ділитися, але й генерувати, маніпулювати та трансформувати цифровий конвент [209]. Прикладами є зростання кількості блогерів (відео блогерів), редагування фільмів і особистих потокових трансляцій. Філософ Лоуренс Лесінг назвав це «культурою читання / запису», на відміну від «культури тільки для читання» [210], де інформація або продукт надаються пасивним споживачам «професійним» джерелом. Перехід відбувся за відносно короткий час з наслідками, які ще не до кінця зрозуміли (рис. 9.5).



*Рис. 9.5 Ймовірність поширення культури читання / запису до 2038 року  
Останні напрямки розвитку*

**Руйнація усталених інформаційних джерел.** Усталені інформаційні джерела, такі як газети та мовники, швидко втрачають контроль над інформаційним простором. Натомість зараз дуже часто інтернет-світ бере контроль над новинами. Все частіше публічний дискурс характеризується суперечливою інформацією, «правда» все частіше заперечується, довіра до інформації руйнується.

**Крах власності.** В Інтернеті, історії нескінченно копіюються, змінюються, реміксуються, переробляються і рекомбінуються все новими творчими шляхами. Водночас відбувається боротьба за інтелектуальну власність між розробниками програмного забезпечення, звукозаписними компаніями та видавцями, з одного боку, та програмістами, авторами, художниками та учасниками файлів, з іншого. Музична індустрія значно зачепила інші галузі, такі як медіа, розваги та освіта, які швидко змінюються.

## **9.5 Трансформація освіти**

На сучасному етапі освіта протягом усього життя (включаючи середню освіту, що додає нові форми освіти пізніше в життя, концепції довічного навчання) відображає величезну диверсифікацію постачальників освітніх послуг, програм (додатків) та навчальних партнерств. На інституційному рівні змінюються структури, в яких набувають нових знань. З'являються нові постачальники знань. Іншою великою зміною є міждисциплінарний спосіб навчання. Все більше і більше MOOCS (масових відкритих онлайн-курсів) стають доступними, пропонуючи широкий спектр курсів і сертифікатів. Забезпечення формального навчання доповнюється новими підприємницькими

формами [211]. Однак у цьому випадку постають питання, як називати нові ступені, сенс і цінність сертифікатів та зберегти якість освіти (рис. 9.6).

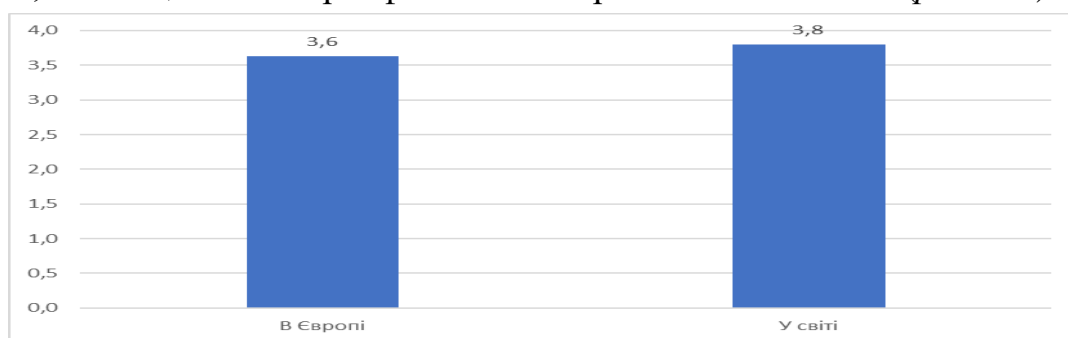


Рис. 1.6 Ймовірність поширення трансформації освіти до 2038 року  
Останні напрямки розвитку

**Збільшення кількості нових надавачів освітніх послуг.** Кількість учасників, які пропонують нові платформи та методи тренування і навчання, зростає в геометричній прогресії (з боку пропозиції, нових інституцій); вона більше не обмежується формальними навчальними закладами. Понад 800 університетів вже пропонують лекції з магазинів додатків, що дає можливість дізнатися будь-що, будь-коли і в будь-якому місці на смартфоні або планшеті. Цифрові технології є катализатором для персоналізації навчання і роблять його більш активним і гнучким навчальним досвідом. P2P платформи дозволяють людям з різних частин суспільства і світу залучатись і вчитися один у одного [211].

**Збільшення різноманітності учасників та форм навчання.** Зростаюче розмаїття учасників, які надають освітні послуги, відкриває для людей численні нові можливості для навчання і перепідготовки у різні моменти свого життя (будь-який вік, новий попит). Нові освітні рішення також можуть допомогти охопити окремих осіб, які інакше були б виключені. Нові форми партнерства між освітніми учасниками, а також між державними та приватними учасниками оновлюють навчальні програми, експериментують з новими перетинами між дисциплінами і вже впливають на працевлаштування [208].

Прикладом якісно нового технологічного підприємництва в Європі є школа кодування. У Франції École 4215 – це вільний, самостійно організований університет, без вчителів, створений технічним підприємцем – переважно для додаткової освіти. Вона навчає тисячі програмістів через навчання на основі проектів та навчання P2P. Вступ повністю забезпечений заслугами, оскільки студентів відбирають за допомогою одномісячного тестування, який вони повинні пройти, щоб отримати місце в школі, і навчальний план є «розіграний».

Майже 80 % студентів мають роботу до того, як закінчать курс, а 100 % працюють до кінця курсу [208].

**Перехід до цифрової інформації: корпоративне навчання для роботи або просування по службі.** Все більше технологічних і програмних компаній створюють платформи для практичних тренінгів. Фізичні особи або компанії можуть використовувати їх, щоб набути цінних нових цифрових та інших навичок, отримуючи сертифікацію, яка визнана в усьому світі. Німецька багатонаціональна компанія з програмного забезпечення SAP організувала тренінги через корпоративні курси MOOC (масові відкриті онлайн курси), які пропонують гнучкі та інтерактивні курси з тем від закупівель до збирання, обробки та аналізу даних. Його навчальний центр надає освітній контент для підтримки самостійного електронного навчання, а також доступ до спільноти учнів за допомогою онлайн-сесій під керівництвом експертів та спільних кімнат соціального навчання. Додаткова цінність цих практичних тренінгів полягає в тому, що вони пропонують програми сертифікації за напрямками та рівнями навичок, які глобально визнані всіма партнерами та клієнтами SAP [211].

## 9.6 Тіло 2.0 і самовідстеження

Напрямок «Кількісне відстежування себе» заохочує користувачів краще розуміти себе, збираючи дані по кожному аспекту свого повсякденного життя [212]: від споживання їжі, якості повітря, рівня кисню в крові, збудження, до дефекації тощо. Гасло руху – це «самопізнання через цифри» [213]. Кількісне самовідстеження також відоме як «життя, що поширює життя».

Тіло 2.0 і відстеження себе як означають постійний моніторинг людського тіла, так і майже медичний моніторинг тілесних функцій людини, через прилади для носіння, програми для смартфонів або окремі сенсори. Нові технічні можливості поєднуються з підвищеною турботою про тіло як «храм», де перебуває розум (рис. 9.7).

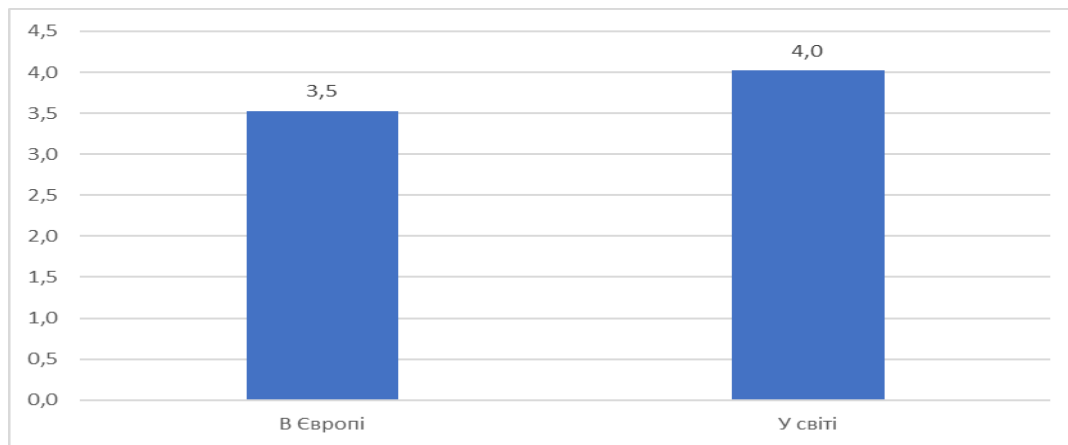


Рис. 9.7 Ймовірність поширення самовідстеження до 2038 року

### *Останні напрямки розвитку*

**Інструменти для відстеження.** Кількість інструментів для моніторингу тіла та його функцій постійно зростає, і все більше людей носять браслети, годинники та інші пристрої, які можуть доставляти дані в онлайнний інструмент, часто в режимі реального часу, щоб інформація була опублікована. Деякі інструменти були розроблені тільки для медичних цілей, інші присвячені спортивній або оздоровчій зоні.

Компанії вже створили багато різних систем, путівники нараховують 505 інструментів (у 2017 р.) [213]. Деякі приклади пристроїв і систем за межами додатків і браслетів, які використовуються на персональному рівні, це: Cardionet [214], Bodymedia, Toumaz або Raisin які вимірюють, коли і як пацієнт приймає ліки, а також такі різні життєво-важливі ознаки: частоту серцевих скорочень, реакцію на медикаментозну терапію. Система на даний час в клінічному випробуванні [215].

**Напрямок «Кількісне самовідстеження»** заохочує користувачів краще розуміти себе, збираючи дані по кожному аспекту свого повсякденного життя: від споживання їжі, якості повітря, рівня кисню в крові, збудження, до дефекації тощо. Потім такі програми, як Instant, компілюють усі дані в персональну інформаційну панель. Люди мають можливість перевіряти дані, розпізнавати тенденції та потенційно змінювати свою поведінку. Ця форма життя не вважається серйозною загрозою, головним чином тому, що вона є добровільною, і все більше і більше людей беруть участь у цій «грі» або готові до «поліпшення людського тіла» [216].

**Тіло 2.0 – моніторинг на робочому місці.** Деякі компанії вже контролюють своїх співробітників, пропонуючи співробітників носити пристрій, який відстежує їхню діяльність. Моніторинг є постійним, 24/7. «Соціально-метричні значки» контролюють здоров'я працівників, психічний

стан, місце розташування, бесіди на робочому місці, моделі сну, тощо. Також корисно помітити, якщо хтось схильний до шкідливого середовища. Навіть виробничі процеси можуть бути адаптовані до здоров'я або стану окремого працівника або почалися навчальні процеси (через зворотний зв'язок). Мета полягає в тому, щоб створити «покращених людей» і взагалі щасливіших працівників. До цих пір багато людей вже контролюють і збирають дані цього типу, але на особистому рівні. На відміну від того, коли робота або робоче місце починає реєстрацію вашої поведінки. Компанії стверджують, що використання такого роду «соціально-метричних значків» лише заохочується і, таким чином, подібне до життя. Це здається добрим, але дані можуть бути використані з різних причин пізніше.

***Моніторинг та самостійне відстеження як соціальна необхідність.***

Вже для багатьох людей безперервний моніторинг тіла є нормальним або навіть обов'язковим [217]. Вони більше не можуть уявити собі життя без контролю тіла. Самоконтроль включений в нову норму. Відмовитися від неї не нормально. Для багатьох функцій відстеження необхідні нові технології (наприклад, постійне вимірювання рідин у тілі) [218]. «Протягом багатьох років люди оглядаються назад і здається неймовірним, що серцеві напади, інсульт, гормональний дисбаланс, рівень цукру й сотні інших життєво важливих ознак і вад організму не передбачаються і не контролюються медичними імплантатами». Сам рух підтверджує, що цей вид моніторингу є обов'язковим. Самоконтроль, інструменти для аналізу або платформи для обміну знаннями вже надаються протягом декількох років [219], більшість з яких знаходяться в галузі охорони здоров'я [220].

Зважаючи на переваги, деякі громади дивуються, чому моніторинг тіла ще не є досить успішним і широкопоширеним. Існують все ще технічні проблеми, наприклад, більшість методів моніторингу тіла вимагають прямого доступу до кровотоку та інших рідин організму. Одним із способів є періодичне проколювання шкіри для вилучення та аналізу крові, але це працює лише для періодичного моніторингу. Це не забезпечує постійний доступ до рідин організму. Для цього необхідні датчики, імплантовані назавжди в кров, але складність полягає в тому, що волога, ферменти й імунна система швидко наносять шкоду механічним пристроям і знищують їх. Існують додаткові ризики для імплантатів в разі небезпечних для життя інфекцій, проблема яких також ще не вирішена. Ці виклики, безумовно, знаходяться в полі зору для їх подолання, а прогрес в усьому світі відбувається за допомогою платформ, громад і компаній. Медичний моніторинг, пристрої для відстеження і



імпланти мають великий потенціал, оскільки існує безліч активних компаній і дослідницьких проектів у цій сфері.

## 9.7. Місто без автомобілів

Місто, вільне від автомобілів, залежить в основному від громадського транспорту, ходьби або їзди на велосипеді для перевезення в межах міста. Міста без автомобілів значно знижують залежність від нафтопродуктів, забруднення повітря, викидів парникових газів, автомобільних аварій, шумового забруднення та перевантаження. Інновація полягає у перетворенні міст, які залежать від автомобілів, або будівництві нових міст, які не мають автомобіля, з нуля (рис. 9.8).

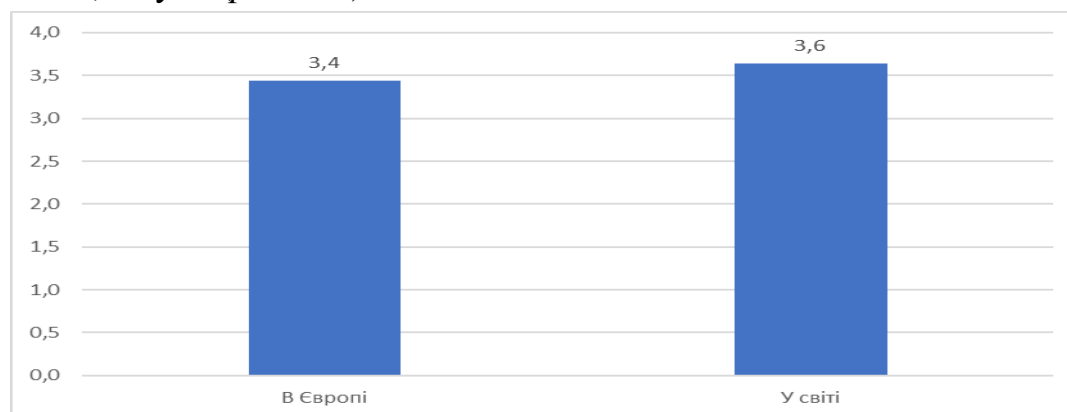


Рис. 9.8 Ймовірність поширення міст, вільних від автомобілів до 2038 року

### Останні напрямки розвитку

**Заборона автомобілів у містах.** Принаймні сім великих міст з високою залежністю від автомобілів починають звільнятися від їзди на них. Зростає кількість міст, які починають позбуватися автомобілів у певних районах [221, 222]. Приклади: Ченду, Копенгаген, Гамбург, Гельсінкі, Мадрид [223], Мілан і Париж [224]. Вони мають різні концепції від часткової заборони автомобілів до «зелених мереж» [225]. У випадку з Міланом, місто навіть платить пасажиром, щоб залишити свій автомобіль, припаркований вдома і замість цього взяти поїзд. Коли рівень смогу був перевищений в Парижі, у місті було заборонено, три дні поспіль, автомобілі з альтернативними або непарними номерами [226]. Забруднення в деяких районах знизилося на 30 %, і тепер місто планує почати постійно вилучати автомобілі. Люди, які не живуть у місцевих районах, не зможуть в'їхати до центру міста у вихідні дні, і це правило може скоро вийти на тиждень. У 2001 р. 40 % парижан не володіли автомобілем; тепер це число становить 60 % [226].

Південна Корея будує місто на 35 млрд дол. США, призначене для того, щоб усунути потребу в автомобілях у Міжнародному діловому районі (IBD) Сундо, Південна Корея [227]. Мешканці можуть дістатися на роботу без

водіння автомобіля. У міському плані передбачено змішане користування: роздрібна торгівля, офісні приміщення, парки, медичні установи та школи – все це знаходиться близько до житла. Більшість нежитлових будинків знаходяться в декількох хвилинах ходьби від всього іншого. Багатоквартирні будинки та підприємства були побудовані на відстані 12 хвилин до наступної зупинки автобуса або метро. П'ятнадцять кілометрів велосипедних доріг з'єднують район і більш ніж 90-мильну мережу в місті Сонгдо. Проект розпочався у 2002 р. і, як очікується, буде завершено до 2020 р., коли район буде охоплювати 100 млн м<sup>2</sup>.

## 9.8 Нові мережі журналістів

У даному випадку журналісти співпрацюють над конкретними завданнями для надання новини та пошуку доказів для великих чи малих, але глобальних подій. Вони співпрацюють у глобальному масштабі – з журналістами чи фрілансерами. Мережі створені на основі інтересу, фактору новин й історії. Це заощаджує ресурси (особливо час, але й гроші) і надає нові способи поширення новин і пошуку подій (рис. 9.9).

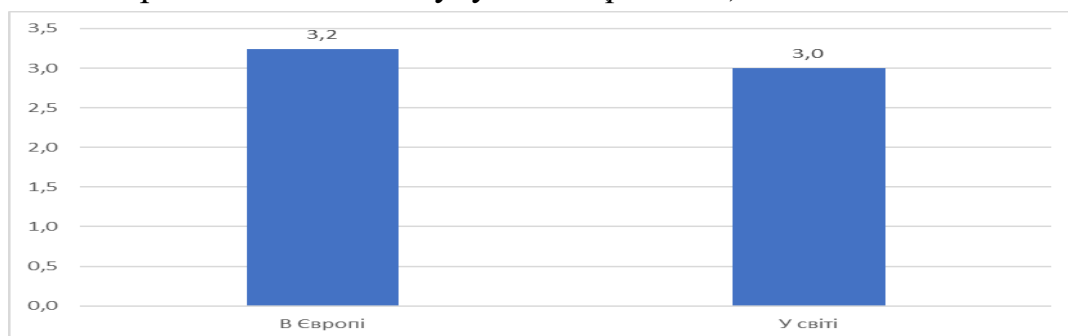


Рис. 9.9 Ймовірність поширення нових журналістських мереж до 2038 року

*Останні напрямки розвитку*

**Широкомасштабна журналістська мережа.** Найбільшим розслідуванням до цих пір була справа «Панамських документів». Журналісти з усього світу працювали над розкриттям скандалу під назвою «Панамські папери», в якому були створені вигадані компанії на офшорних островах і особливо в Панамі, щоб уникати податкових платежів на батьківщині. Панамські папери складають 11,5 млн документів, що набули розголосу, і детально відображають інформацію про фінансові та адвокатські послуги для більш ніж 214 488 офшорних підприємств. Журналісти з 107 медіа-організацій у 80 країнах проаналізували документи, що деталізують діяльність юридичної фірми. Після більш ніж одного року аналізу, перші новини були опубліковані 3 квітня 2016 р. разом із 150 самими документами. Всі журналісти в мережі

публікувалися одночасно. Проект є важливою віхою у використанні програмних засобів журналістів та їх мобільної співпраці. Консорціум журналістів-розслідувачів, який намагається знайти ресурси для великомасштабних розслідувань, є найбільш яскравим прикладом [228], інші консорціуми виявили скандали Cum-Cum та Cum-Ex, що виникли в Німеччині.

### 9.9. Місцеві продовольчі кола

Як було сформульовано Мережею продовольчих кіл: «Продовольче коло – це новий спосіб осмислення і організації сільськогосподарських і продовольчих систем. Воно пов'язує багато людей, які беруть участь у виробництві продуктів харчування, взаємозалежними, цілісними способами. ... Практично Продовольче коло займається просуванням для споживання безпечної, регіонально вирощеної їжі, яка сприятиме сталому сільському господарству і допоможе підтримати фермерів, які, в свою чергу, будуть підтримувати сільські райони. Хоча ця концепція звучить просто, це означає, що ми повинні радикально змінити спосіб участі в акті вирощування та споживання їжі» [229]. У країнах світу навколо цього бачення локальних ланцюгів виробництва та споживання продуктів харчування виникає ряд соціальних інновацій.

*Останні напрямки розвитку.*

**Локальні системи харчування.** Глобальна індустріалізована продовольча система викликає багато занепокоєнь щодо безпеки харчових продуктів, продовольчої безпеки, здоров'я, соціальної та екологічної стійкості. У той же час швидке зростання органічних продуктів харчування також призвело до деякої критики. Останнім часом з'являються більш радикальні альтернативні концепції харчування. Ці ініціативи роблять акцент на вбудованих локалізованих системах, таких як наприклад, локальне переміщення або «місцеве». Прихильники цих рухів виступають проти будь-якої індустріалізації харчового ланцюга, його виробництва та розповсюдження. Вони зосереджують увагу на зменшенні витрат часу і відстані на переміщення продовольства, викидах вуглецю та деіндустріалізації харчового ланцюга, а тому підтримують місцеві мережі харчування. У США та Європі процвітають програми сільського господарства, що підтримуються громадою (CSA), де споживачі продуктів харчування безпосередньо зв'язуються з фермерами і купують продукти на ринках фермерів [230, 231] (рис. 9.10).

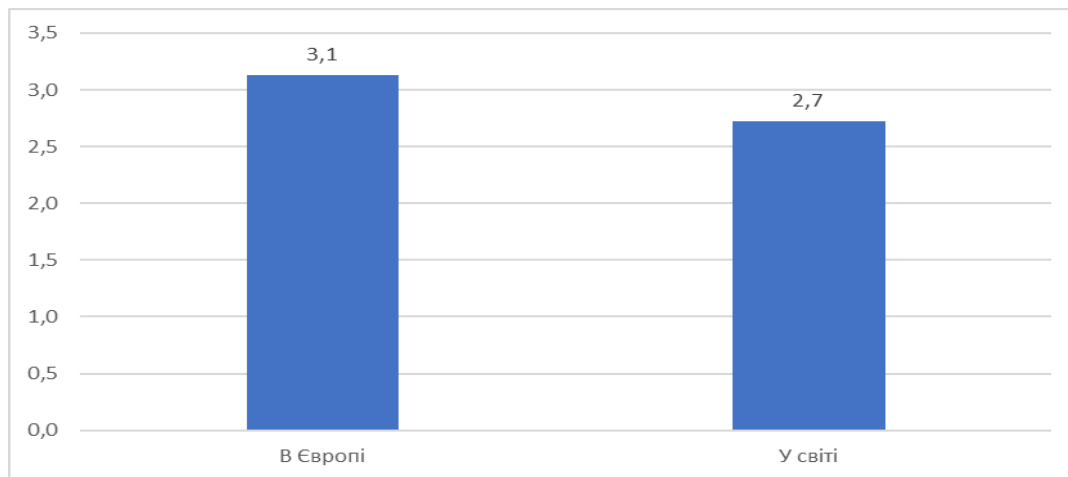


Рис. 9.10 Ймовірність поширення місцевих продовольчих кіл до 2038 року

**Внутрішнє садівництво.** Інтерес до вирощування овочів в приміщенні, здається, швидко зростає. Садівництво в приміщенні передбачає поєднання високотехнологічних розробок і нових соціальних практик. Останнім прикладом є «Герберт» гідропонна система живлення на внутрішній основі, яка вирощує рослини у водному розчині (вода плюс поживні речовини) замість ґрунту [232], що дозволяє використовувати меншу одиницю площі вирощування (рослинам потрібно менше місця для середовища для вирощування) а також більший контроль над доставкою поживних речовин, а також використання води на 90 % менше, ніж на основі ґрунту. Цей внутрішній блок дозволяє вирощувати фрукти та овочі цілий рік. Система отримала значну підтримку в ході кампанії по краудфандингу Kickstarter в 2017 році. Також інноваційна лабораторія ІКЕА розробила «живі» меблі, які застосовуються як сферичний сад для вирощування рослин і овочів у приміщенні [233].

**Громадське садівництво.** Громадське садівництво – це рух, який має на меті поєднати виробників продуктів харчування та споживачів продовольства в одному географічному регіоні з метою розробки більш самостійних та стійких мереж харчування; покращення місцевої економіки; активного впливу на здоров'я, навколишнє середовище, громаду або суспільство певного місця. Громадські сади встановлюються на невикористаному ґрунті (покинуті райони, будівельні майданчики, що не використовуються). Репозиторій соціальних інновацій CASI повідомляє про ряд таких розробок у Європі [234, 235, 236, 237]. Багато ініціатив спрямовані, зокрема, на міські громади. Інші ініціативи спрямовані, зокрема, на дітей та внесок у боротьбу зі зміною клімату.

**Пермакультура.** Пермакультура (перманентне (постійне) сільське господарство) була визначена її засновником, австралійським вченим Біллом

Моллісоном, у 1978 р. як «свідоме проектування і підтримка екологічно продуктивних екосистем, які мають різноманітність, стабільність і стійкість природних екосистем. Це гармонійна інтеграція ландшафту та людей, які забезпечують їжу, енергію, житло та інші матеріальні та нематеріальні потреби стабільно» [238]. Сьогодні це означає інтегрований, етичний підхід до розробки здорових, продуктивних, стійких систем, доброзичливих до планети, де людство співпрацює з природою, а не проти неї. Прихильники стверджують, що повернення до цієї практики поповнило б збіднені ґрунти. Вони підкреслюють, що невеликі масштаби не обов'язково є поганими і вказують на багато доказів, які показують, що дрібне виробництво продуктів харчування, включаючи садівництво, фактично дає більше їжі, ніж великі. «Воно може виробляти менше на одного зайнятого і, звичайно, виробляє менше фінансового прибутку, але в середньому він виробляє більше продовольства на гектар» [239].

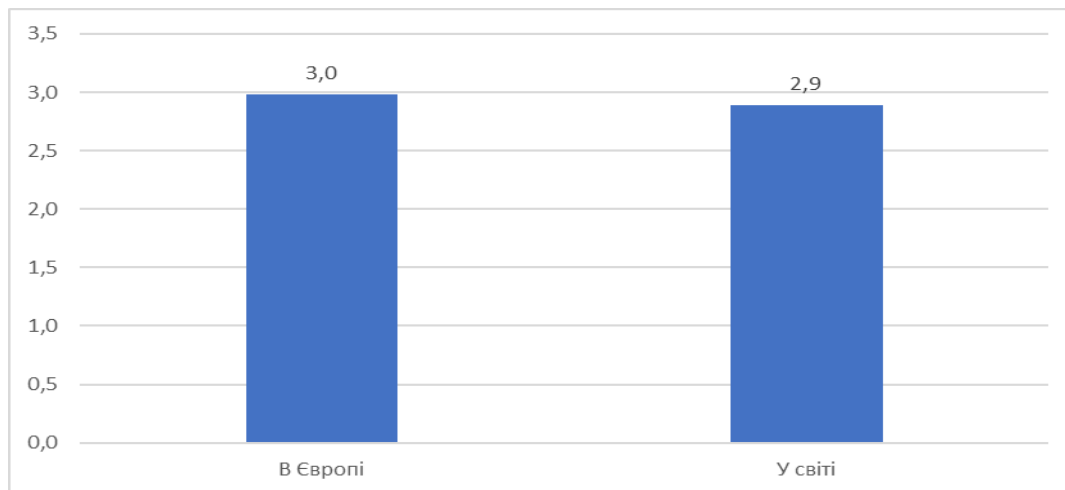
### **9.10 Власність та обмін даними про здоров'я**

Дані про особисте здоров'я стають все більш цінними. Існують напрями для створення просторів, в яких особи, які є суб'єктами даних, знають, що їхні дані безпечні і можуть бути використані, наприклад, для досліджень, і в яких особи отримують безпосередню користь від надання своїх даних. Це ініціатива проти компаній, які використовують особисті дані про здоров'я, створені в різних ситуаціях, навмисно і ненавмисно.

Великі бази даних вже використовуються різними установами, компаніями, організаціями з даними за різними шкалами агрегації (окремі індивідуальні дані, агреговані дані, дані дослідження тощо). У Швейцарії існують нові моделі володіння даними, організовані в кооперативах (кооперативи на основі даних про здоров'я – Genossenschaften Gesundheitsdatenbanken)<sup>5</sup>. Особи (власники даних) самі вирішують, кому дозволяють заробляти гроші за допомогою своїх даних або кому надається доступ до їх використання в дослідженнях. Це управляється і анується безпосередньо в базі даних, люди запитуються у випадках, коли вони не дали попереднього дозволу (рис. 9.11).

---

<sup>5</sup> Соор – це «автономне об'єднання осіб, об'єднаних добровільно для задоволення своїх спільних економічних, соціальних і культурних потреб і сподівань через спільно належне і демократично кероване підприємство» (International Cooperative Alliance).



*Рис. 9.11 Ймовірність поширення власності та обміну даними про здоров'я до 2038 року*

*Останні напрямки розвитку.*

***Управління зберіганням інформації про здоров'я для особистих даних***

Управління та зберігання інформації про здоров'я відіграє велику роль, коли особи надають свої дані. Нова ідея і занепокоєння для багатьох полягає в тому, що кожна людина надає власні дані, але дозволяє певне використання. Особливі інтереси з боку національної держави та компаній залишаються поза увагою, а безпека та конфіденційність перебувають у центрі уваги. Кооперації громадян - це форми організацій для обробки даних.

Прикладом для цього є швейцарський Coor Healthbank, який розпочав у 2013 р. [240] як «глобальну платформу для управління здоров'ям та медичними даними в одній безпечній базі даних» відповідно до швейцарських стандартів. Healthbank спрямована на пацієнтів та їх медичну інформацію. Він може зберігати все, від результатів крові до профілю ДНК. Якщо фармацевтична компанія хоче проводити дослідження з даними, вона повинна платити, а ті, хто надає дані, поділяють суму грошей (наприклад, eВау для медичних даних). До кінця 2017 р. в базі даних було 500 профілів. Даних про фармацевтичну галузь поки що не існує. Банк Coor розробляє цифровий план лікування з ризиковим капіталом у розмірі 3 млн євро. Гроші дають приватні особи та компанія.

***Експлуатація особистих даних про здоров'я для досліджень – безпечна, але без отримання прибутку.*** Другою можливістю використання особистих даних про здоров'я є надання власних даних для дослідницьких цілей без отримання прибутку. Прикладом є Midata також з Швейцарії, розпочатий у 2013 р., діяльність якого зосереджена на дослідженнях [241]. Це є власністю громадянина, а не для отримання прибутку та з відкритим кодом. Таким чином розміщуються різні проекти. З метою уникнення торгівлі даними

плата для громадян відсутня. У 2017 р. в базі даних доступні відомості про вагу та загальний стан здоров'я, а також профілі руху 70 товстих пацієнтів. На даний час додані дані по розсіяному склерозу. Далі COOPs планується у Великобританії, Нідерландах та Німеччині.

**Обмін науковими даними про здоров'я за гроші.** Третій варіант – це прискорення досліджень шляхом обміну науковими даними про стан здоров'я на основі отримання прибутку. Прикладом може служити (відповідно до бази даних соціальних інновацій Nesta) PatientsLikeMe [242], яка є «онлайновою платформою та мережею підтримки з метою обміну даними пацієнтів, щоб допомогти прискорити темпи досліджень і зрозуміти кращі способи догляду та подолання хвороб». Зібрано спільноту з 250 000 пацієнтів і доглядальниць, об'єднавши інформацію та різноманітні дані «для розуміння їхнього повсякденного життя у більш широкому, комунальному контексті».

PatientsLikeMe отримує прибуток шляхом обміну даними про здоров'я, що є незвичайним для соціальних інновацій. Керуючись суворою політикою конфіденційності та встановленими цінностями, мета полягає в тому, щоб «захищати потреби своєї громади, через дані, які вони надають, для неприбуткових розробників та постачальників медичних послуг, які потребують поліпшення своїх послуг, і для кого ці дані є цінними» [242].

### **9.11 Альтернативні валюти**

Альтернативні валюти можуть бути цифровими (часто називаються «крипто-валютами») або нецифровими. Деякі навіть використовують час як валюту. В економіці валюта, що базується на часі, є альтернативною валютою або системою обміну, де одиниця рахунку / вартість – особа-година або інша одиниця часу.

Оскільки використання кредитних карток і криптовалют зростає, все більше і більше безготівкових операцій для оплати послуг або продуктів будь-якого роду збільшується по всьому світу. Деякі експерти навіть очікують безготівкового суспільства, в якому фінансові операції здійснюються шляхом передачі інформації (як правило, електронне подання грошей) між транзакційними сторонами без грошей у вигляді фізичних банкнот або монет. Розрахунок операції може відбуватися в крипто-валютах (рис. 9.12).



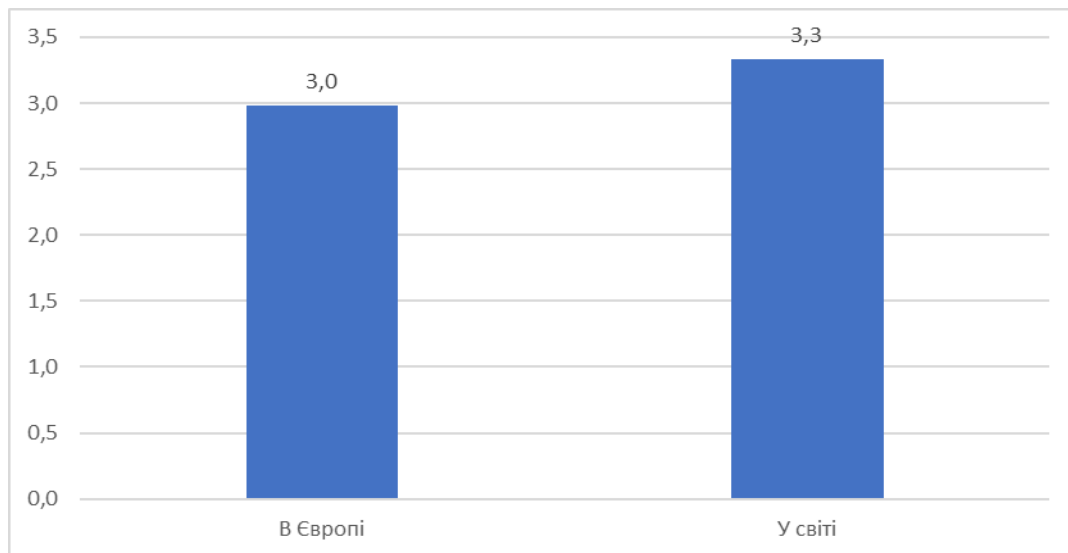


Рис. 9.12 Ймовірність поширення альтернативних валют до 2038 року

### *Останні напрямки розвитку*

**Торгівля крипто-валютами у всьому світі.** На даний час відбувається зростання застосування крипто-валют, серед яких найвідомішою є Bitcoin, що була розроблена Сатоші Накамото в 2009 році. Але є ще багато крипто-валют, список стає довшим, ніж було 50 валют влітку 2017 року [243]. У Японії є місце для експериментів з крипто-валютами – урядові регулятори знаючи про небезпеки визначили параметри, наприклад у «Акті віртуальної валюти», який декларує, що вони є активами і можуть бути використані для платежів [243].

Крипто-валюти набрали обертів, коли восени 2017 р. з'явився «пузир» біткоїну з неймовірними висотами у вартості одного біткоїну. Bitcoin збільшився більш ніж на 1 500 % до майже 16,200 дол. США за 12 місяців. Загалом вона скоротилася приблизно на 18 % від свого рекорду за всі часи, який перевищив 19,800 дол. США у грудні 2017 року [244].

Оскільки у використанні та вартості крипто-валют спостерігалися злети та падіння, уряди помітили нестабільність віртуальних грошей. Це викликало різні реакції, зокрема Китай був занепокоєний і заборонив внутрішні обміни. Критика також полягає в тому, що видобуток біткоїну потребує великої кількості енергії, тому замовлення в Китаї полягало в тому, щоб «місцева влада припинила електропостачання добувачам Bitcoin та комп'ютерні мережі, які створюють нові монети через масові енергоємні розрахунки» [244]. З іншого боку, китайський уряд захоплюється технологією і хоче скористатися перевагами – підштовхнувши свої великі фінансові фірми до експериментів з блокчейн (система розподілених лідерів, популяризованих Bitcoin).

**Нецифрові валюти набувають різноманітності.** Існують не тільки цифрові, але й нецифрові валюти. Вони не пов'язані з Національним банком і

використовуються в регіональних або світових контекстах і демонструють все більшу різноманітність: Приклади: Беенц (Beenz), е-золото, Ренд (Rand ) (не південноафриканський Ренд) і Вен (Ven.) Такі валюти не пов'язані з національною державою. Тим більше регіональні та місцеві валюти, що використовуються лише в географічно обмежених регіонах, привертають увагу як додаткові валюти. Ресурсний центр додаткових валют містить всесвітню інформацію про додаткові валюти [245]. Прикладами з різних європейських регіонів – Chiemgauer, Brics, Langenegger Talente, Rheintaler, Urstromtaler, Bristol Pound, Exeter Pound, OSEL, Ekhi, Escoroma, Venti [246], або коли німці можуть платити на місцевих ринках з їхньою колишньою валютою Deutsche Mark<sup>6</sup>. Цілі використання цих валют можуть бути дуже різними, наприклад, як економічні, політичні та соціальні інструменти, призначені для вирішення проблем або проблем, які залишаються невирішеними при застосуванні звичайних валют.

**Банки часу також керують нецифровою валютою – часом.** Час вимірюється в хвилинах або годинах, так, що одна година дорівнює одному кредитному значенню послуги, передбачаючи, що внески кожного оцінюються однаково. Принцип у цих системах полягає в тому, що одна людина добровільно працює протягом однієї години для іншої особи і може викупити годину служби від іншого волонтера. Банки часу, які іноді називають «торгівлею часом», є винаходом колишніх часів, але повертаються і ростуть з новим управлінням на цифрових (глобальних) платформах (наприклад, Timerrepublik [247]). Ідея банку часу, в якій учасники могли заробляти час на кредити, які вони могли б заощадити і витратити будь-якого моменту протягом свого життя, була реалізована в Японії вже в 1973 р. Теруко Мізушима. Поточною одиницею є, наприклад, Часові Долари або німи (1 нім = 1 хвилина життя).

**«Локальні торгові системи обміну»** (також «місцева система зайнятості та торгівлі», «Tauschring») – це ініційоване на місцевому рівні, демократично організоване, неприбуткове суспільне підприємство, яке надає інформаційну послугу громаді [248]. Учасники обмінюються товарами та послугами безпосередньо або за допомогою валюти, створеної на місцевому рівні. Часто уникнути валюти, можна шляхом використання окремих послуг або часу як валюти, так, що одна година послуги 1 (напр., стрижка волосся) оплачується однією годиною послуги 2 (напр., миття посуду).

---

<sup>6</sup> Деякі з цих заходів були організовані для того, щоб поступово вивести німецьку марку з ринку, оскільки багато німців все ще зберігали її, – але є й ситуації, в яких вона задіяна, навіть якщо вона не є офіційною валютою.

**Позбавлення від готівкових грошей.** Все більше і більше продуктів і послуг оплачується цифровим способом, навіть діти вже сплачують дебетовими картками. Деякі монети та банкноти вже виведені з валютного обігу, а в деяких країнах існує політика відмови від грошових коштів. Сінгапур, наприклад, планує «наздогнати» стати безготівковим суспільством і полегшити платежі. Була запущена послуга переказу коштів від P2P партнерів для того, щоб користувачі могли сплачувати і отримувати гроші за своїми мобільними номерами та власним Сінгапурським ідентифікаційним номером, незалежно від їхнього домашнього банку [249].

У Європі Швеція є найбільш розвиненою країною на шляху до безготівкового суспільства. Цифрові платежі за допомогою карт або додатків настільки широко визнані, що багато шведів більше не користуються готівкою. Вже 80 % всіх трансакцій у Швеції здійснюється за картками, лише 1 % від вартості всіх платежів було здійснено за допомогою монет або банкнот у 2017 р., порівняно з приблизно 7 % у ЄС та США [250]. Влада Швеції занепокоєна таким станом речей. Спеціальний парламентський комітет розглядає потенційні небезпеки швидких перетворень і що це може означати для платіжної інфраструктури і для людей, які не мають доступу до цифрової економіки. Центральний банк навіть розглядає можливість створення цифрової версії крони [251].

## **9.12 Базовий дохід**

Гарантований мінімальний дохід (ГМД) або «базовий дохід» – це система соціального забезпечення, яка гарантує всім громадянам або сім'ям достатній дохід для життя [252]. Є різні його варіанти: безумовний базовий дохід (UBI, коли громадянство є єдиною вимогою для його отримання) або умовний дохід, який надається, якщо люди відповідають певним умовам або виконують певні обов'язки. Базовий дохід означає надання однакових платежів від уряду всім його громадянам. У той час як більшість сучасних країн мають певну форму ГМД, що надаються за певних умов, загальний, безумовний базовий дохід, який виплачується всім громадянам, є рідкісним. З таким базовим доходом люди можуть присвятити свій (вже оплачений) час роботі в таких галузях, як наука, охорона здоров'я, освіта тощо.

Ця концепція все частіше обговорюється [253] як контрзахід до зростання нерівності, для заміни практики поточних соціальних виплат, а також для досягнення ЦСР: 1 (ліквідація бідності) та 10 (зменшення нерівності). Існує багато обговорень щодо базових доходів у відповідь на очікувані втрати

робочих місць через автоматизацію на основі AI, що поширюється і на висококваліфіковані професії [254].

Такі країни, як Фінляндія або Канада [255], безумовно перевіряли базовий дохід на національному рівні. Кенія також слідує у цьому напрямі. Деякі заходи були обмежені на регіональному рівні [256]. Експерименти з базового доходу на національному рівні вже були проведені в Нідерландах, в Данії та заплановані в Ірландії та Індії («зменшення бідності готівкою») [257]. Це порушує основну парадигму економічних драйверів держав, які орієнтовані на прибуткову зайнятість і соціальну політику для забезпечення зайнятості. Політичні заворушення та / або політична апатія серед найбільш уразливих груп населення створюють умови для відновлення соціального діалогу або поліпшення соціальної політики [258]. Базовий дохід повинен бути стимулом, доповненням, мотивацією і свободою для людей (рис. 9.13) [259].

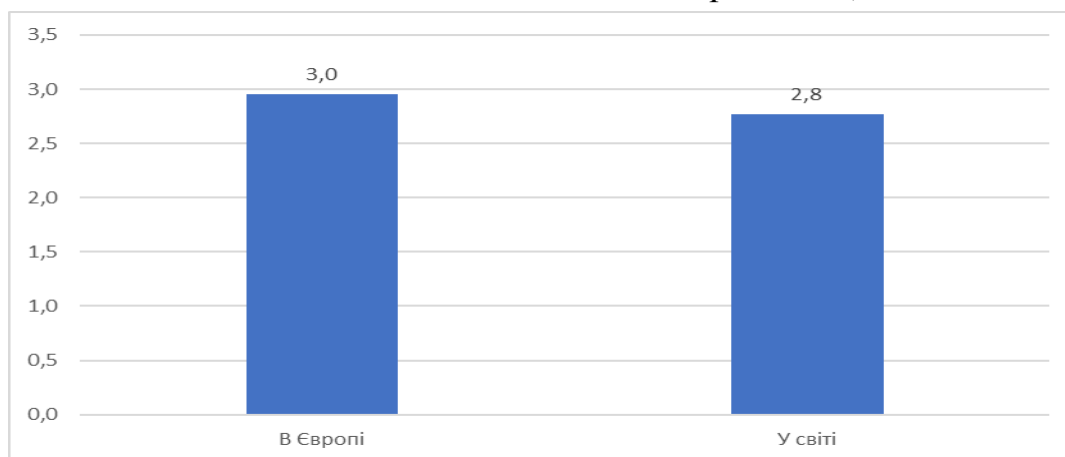


Рис. 9.13 Ймовірність поширення концепції базового доходу до 2038 року

*Останні напрямки розвитку*

**Безумовний мінімальний базовий дохід.** Форми безумовного базового доходу відрізняються. Держави експериментують з різними формами на національному рівні, для конкретних груп громадян або в межах певних організацій. Оскільки кількість запланованих експериментів збільшувалася, наведемо кілька прикладів: у експерименті у Фінляндії громадянам надають основний дохід, незалежно від зайнятості. Дворічна пілотна схема забезпечить 2 000 безробітних фінських громадян, віком від 25 до 58 років, з щомісячним базовим доходом 560 євро (581,48 дол. США), що замінить їх інші соціальні виплати. Ці громадяни продовжуватимуть отримувати базовий дохід, навіть якщо вони знайдуть роботу. Прибуток не зменшує суму. Це відрізняється від теперішнього часу: існуюча система може потенційно відмовити безробітних

від пошуку роботи, оскільки їхні доходи зменшують переваги, які вони можуть отримати.

У Кенії 6000 осіб отримують безумовний дохід внаслідок експерименту, що проводиться благодійною організацією GiveDirectly. Люди можуть використовувати гроші на те, що вони хочуть, наприклад, їжу, одяг, притулок, азартні ігри, алкоголь – все, що завгодно – все це намагається зменшити бідність. Навколо Східної Африки, GiveDirectly надає гроші людям і відстежує, як вони поведуться пізніше в житті. Експеримент у деяких з вибраних сіл пройшов безперешкодно з досвідом що «надав надію окремим особам» [260], але був також скептицизм. Замість того, щоб прийняти грошові перекази з задоволенням, багато кенійців відмовилися [261]. Дослідження GiveDirectly показали, що люди, які відмовляються від грошових коштів, скептично ставляться до того, оскільки не можуть повірити в це і «... в результаті, багато людей створили свої власні наративи, щоб пояснити гроші, включаючи чутки про те, що гроші пов'язані з культом або поклонінням дияволу» [261].

***Національний референдум щодо введення безумовного базового доходу.*** Швейцарія була першою країною, яка провела національний референдум щодо безумовного базового доходу. Широкі маси громадян відхилили пропозицію про введення гарантованого базового доходу для всіх, хто живе в багатій країні – після неспокійної дискусії про майбутнє зайнятості внаслідок збільшення автоматизації. Опоненти, у тому числі уряд, заявили, що це буде коштувати занадто багато і послабить економіку.

### **9.13 Кешування життя**

Кешування життя означає збір, зберігання і відображення всього життя для особистого користування, або для друзів, сім'ї, навіть всього світу, щоб його побачили і прочитали. Мільйони людей індексують свої думки, малюнки, відеокліпи; більшість з них з новими засобами онлайн, розкриваючи різноманітні віртуальні кеші їх повсякденного життя. Метою кешування життя є збереження пам'яті. Існує зв'язок з життям (самоконтроль), в якому особи записують і навіть кількісно оцінюють всю свою діяльність з трекерами діяльності, камерами тощо (рис. 9.14).

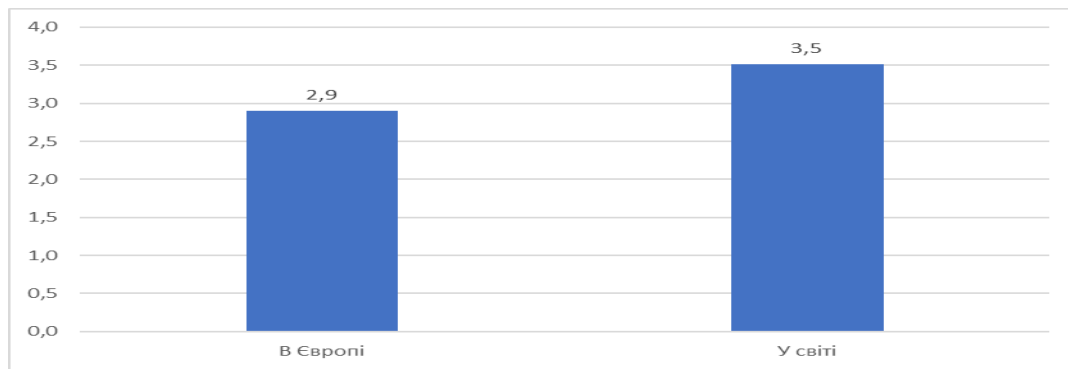


Рис. 9.14 Ймовірність поширення кешування життя до 2038 року

#### *Останні напрямки розвитку*

**Зростання сфери «Live caching».** «Кешування життя» – це основна тенденція (і галузь у 2,5 млрд дол. США), де люди ефективно розміщують (або завантажують) все, від електронних листів і текстових повідомлень до фотографій, відеокліпів і вимовлених слів, щоб зберігати своє життя. При цьому вони хочуть бути незабутими. Ця тенденція багато в чому завдячує блогерам: оскільки написання та публікація щоденника стало легким, мільйони людей беруть участь і поширюють свої думки тощо. Галузь функціонує лише онлайн і спонукає людей розкривати інформації більше, ніж вони хочуть.

**Зростання скрапбукінгу.** Скрапбукінг – це тенденція, яка вже існує протягом декількох років, хоча підозрюється, що це може мати більше спільного з ностальгією та релаксацією, ніж з безсмертям та пам'яттю. У скрапбукінгу відображено все, що відбувається у повсякденному житті людини, напр. фотографії, листівки, карти, квитки та гарні картинки. З самого себе і стаціонарні магазини роблять з нього величезний ринок, оскільки багато людей зосереджують увагу на збереженні власної пам'яті.

## ВИСНОВКИ

У результаті здійсненого дослідження були отримані наступні результати:

- розроблені підходи до визначення технологічних трендів в розрізі національних Цілей сталого розвитку на основі синтезу методів патентного аналізу та аналізу публікацій;
- виявлені технологічні тренди для тих Цілей сталого розвитку, у завданнях яких присутні слова – «на основі інноваційних або нових технологій», «на основі наукових досліджень»;
- виявлені тренди використані для інформування експертів під час проведення Форсайтних досліджень із визначення нових пріоритетних напрямів науково-технологічного розвитку в Україні у 2019 році і для оцінювання запропонованих експертами напрямів у якості пріоритетних.

Визначено, що основним мультидисциплінарним трендом є цифровізація всіх сфер діяльності.

*Зокрема:*

*для енергетики* – це «розумні» технології накопичення та зберігання енергії з різних джерел;

*для транспорту* – технології штучного інтелекту, обробки великих даних, інтернету речей, хмарні технології та технології з використання мобільних додатків, трансформація в процесах програмного забезпечення, зміни в управлінні, контролю і керуванні транспортними засобами, автономний транспорт;

*для АПК* – це роботи, дрони, датчики температур та вологості, аерофотознімки та технології GPS, цифрові технології, сенсорні пристрої Інтернету речей, 3D-принтери тощо

*для медицини* – технології штучного інтелекту; обробки великих даних; mHealth; портативні пристрої для носіння;

– для *охорони навколишнього природного середовища* – технології штучного інтелекту, робототехніки та безпілотників;

– у *сфері інформаційно-комунікаційних технологій* – технології штучного інтелекту, хмарні технології, технології великих даних та робототехніка.

Крім цього, перспективними технологіями у найближчому майбутньому будуть:

*Для АПК* –технології позагрунтового вирощування рослин; вертикального землеробства; точного землеробства; смарт-землеробства, виготовлення упаковки для харчових продуктів із біопластику; глобальної навігаційної супутникової системи GNSS; blockchain-технології.

*В медицині* - біотехнології та технології генної інженерії, наноматеріалів, секвенування ДНК, оптичного моніторингу нейронів і оптогенетичної модуляції нейронної активності, імунотерапії та ортопедичних імплантів, а також технології RFID.

*У секторі води* основними технологіями будуть технології опріснення солоної води і очищення води та стічних вод. Серед технологій опріснення лідером є технологія зворотного осмосу (RO) морської, солонуватої та річкової води. Провідними регіонами щодо попиту на технології для опріснення води є Близький Схід і Африка та Азіатсько-Тихоокеанський регіон. Ключовими країнами для зростання в найближчі роки є Іспанія, Китай, Австралія, Індія та країни Південної Америки.

Технологічні процеси очищення води поділяються на первинне, вторинне і третинне очищення. У 2018 р. лідером були технології нанофільтрації, зворотнього осмосу, мембранних біореакторів, мікрофільтрації та дезінфекції.

Використання технології мембранного поділу зростатиме завдяки застосуванню її в очистці стічних вод.

*В електроенергетиці* у наступні кілька років підвищуватиметься попит на енергію з відновлюваних джерел. Найбільш популярними напрямками R&D стануть способи накопичення та зберігання енергії з різних джерел.

Акцент робиться на енергоефективності та зниженні шкідливого впливу на навколишнє середовище. При цьому розвиток ІТ-сектору сприяє створенню «розумних» технологій в енергетичній галузі.

Накопичувачам або, так званим, «сховищам» енергії прогнозують найбільший обсяг ринку до 2025 р. (близько 15 млрд дол. США).

*Транспорт* є життєво важливим сектором для економіки будь-якої країни, має значний вплив на соціальне та екологічне благополуччя як у містах, так і в сільській місцевості. Прогрес у транспортному секторі передбачає створення кращої та більш екологічної інфраструктури, що сприятиме економічному зростанню та посиленню торгівлі.

Основними трендами сектору транспорту є: вищезначена цифровізація та багатовимірне моделювання двигунів, дослідження, пов'язані з методами та моделями реконструкції транспортних аварій.



У сфері автомобільного транспорту значними темпами зростатимуть технології штучного інтелекту і суперкомп'ютерів; автомобілей на альтернативному паливі; гібридних, автономних, розумних автомобілів, використання дронів.

На залізничному транспорті глобальні дослідження та розробки будуть переважати у сфері створення високошвидкісних залізничних мереж.

У галузі авіації, подорожей та туризму розвиватимуться мобільні додатки і веб сайти, IoT, обробка великих даних, хмарні технології, AI, цифрова торгівля, розширена і віртуальна реальність, автономний транспорт і електронні пристрої для носіння. Технологічні досягнення, включаючи нанотехнології, технологію 3D-зору, штучний інтелект, хмарні обчислення, сприятимуть зростанню використання роботів в аерокосмічному секторі.

У сфері морського транспорту спостерігатимуться подальші дослідження і розробки у забезпеченні кібербезпеки, впровадженні Інтернету речей та штучного інтелекту; активно розвиватимуться технології Twin (3D-моделювання) та автономності суден.

*Інформаційні технології* у майбутньому продовжать проникати в усі сфери життя людини. Зокрема, вони широко використовуватимуться у промисловості, сільському господарстві, фінансовому секторі.

*Для очищення повітря* та стримування зростання температури на планеті критично важливими визнано технології уловлювання та захоронення вуглецю (carbon capture and storage technology – CCS), серед яких проривною стала технологія кальцієво-карбонатного циклу. Іншою перспективною технологією уловлювання CO<sub>2</sub> є використання ферментів – органічних речовин білкової природи.

*У поводженні з відходами* одним із найбільш ефективних засобів є технологія виробництва теплової енергії з відходів (WTE), яка широко використовується у виробництві енергії, біологічні технології анаеробного розкладу твердих відходів.

*Для захисту і збереження морських ресурсів* вченими запропоновано 14 проривних інноваційних технологій, зокрема, щодо перероблення та використання відходів; вирощування аквакультури; раціонального вилову риби та збереження її видів; збереження морських тварин та навіть створення плаваючих міст в океані. Також пропонується застосування штучного інтелекту, робототехніки та безпілотників. Ці інноваційні технології мають глобальні тенденції та потенційні можливості для сталого використання морських ресурсів і збереження життя під водою і, як очікується, зможуть

подолати величезні виклики океану і зберегти океани, моря і морські ресурси та прибережні території.

Для захисту навколишнього природного середовища та подолання екологічних проблем необхідні інновації, передусім, за найбільш важливими його секторами, якими є вода та її очищення; поводження з відходами; очищення повітря від викидів; раціональне використання природних ресурсів.

Вдосконалення і застосування інноваційних технологій дасть можливість стримати погіршення ситуації, і використання описаних технологій, за прогнозом, буде зростати на глобальному рівні.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. The Knowledge Future: Intelligent policy choices for Europe 2050 - [https://ec.europa.eu/research/foresight/pdf/knowledge\\_future\\_2050.pdf](https://ec.europa.eu/research/foresight/pdf/knowledge_future_2050.pdf)
2. Global R&D Funding Forecast [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.rdworldonline.com/2020-rd-global-funding-forecast-preview/>
3. Мониторинг глобальных технологических трендов [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://issek.hse.ru/trendletter/>
4. Looking Ahead: Technology Trends Driving Business Innovation [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.nttdata.com/global/en/foresight/trend-listing#>
5. Доклад о мировом развитии 2019 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://documents.worldbank.org/curated/en/469061544801350816/pdf/WDR-2019-RUSSIAN.pdf>
6. Distributed Ledger Technology and Blockchain [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29053>
7. Disruptive Technologies in the Credit Information Sharing Industry : Developments and Implications [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/31714>
8. Jaffee Elizabeth M. Future cancer research priorities in the USA: a Lancet Oncology Commission / Jaffee Elizabeth M., Dang Chi Van, Agus David B. et al. // Lancet Oncology, 2017. - Volume 18. - Issue 11. – pp. E653-E706.
9. Sohal I.S. Ingested engineered nanomaterials: state of science in nanotoxicity testing and future research needs / I.S. Sohal, K.S. O'Fallon, P. Gaines, P. Demokritou, Bello D. // Particle and Fibre Toxicology, 2018. - Volume 15. – 31 p.
10. Shashnov Sergey Research landscape of the BRICS countries: current trends in research output, thematic structures of publications, and the relative influence of partners / Sergey Shashnov, Maxim Kotsemir // Scientometrics, 2018. - Том: 117. - № 2. - P. 1115-1155.
11. Chen H.Q. Chinese energy and fuels research priorities and trend: A bibliometric analysis / Chen H.Q., Wang X.P., He L., Chen P., Wan Y.H., Yang L.Y., Jiang S.A. // RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS, 2016. - Volume 58. – pp. 966-975.
12. Yu Weiying Analysis of Canada's Oceanography Research Situations and Latest Trends / Yu Weiying, Feng Zhigang, Wang Lin // Advance in Earth Sciences, 2016. - Volume 31. - Issue 5. – pp. 542-552.

13. Zhang Zhenzhen Analysis of global trends in military medicine research / Zhang Zhenzhen, Yang Liu; Fang Xudong // Military Medical Sciences, 2017. - Volume 41. - Issue 8. - Pages 642-646.
14. Lee So-Eun How and what to study about IoT: Research trends and future directions from the perspective of social science / Lee So-Eun, Choi Mideum, Kim Seongcheol // TELECOMMUNICATIONS POLICY, 2017. - Volume: 41. - Issue 10. – pp. 1056-1067.
15. Burmaoglu S. Changing characteristics of warfare and the future of Military R&D / Burmaoglu S., Saritas O. // Technological Forecasting and Social Change, 2017. - Vol. 116. - No. March. - P. 151-161.
16. Gokhberg L. Big-Data-Augmented Approach to Emerging Technologies Identification: Case of Agriculture and Food Sector / Gokhberg L., Kuzminov I., Bakhtin P. D. та ін. // NRU Higher School of Economics. Series WP BRP "Science, Technology and Innovation", 2017. - No. 76/STI/2017.
17. Allen C. National pathways to the Sustainable Development Goals (SDGs): A comparative review of scenario modelling tools / Allen C.; Metternicht G.; Wiedmann T. // Environ. Sci. Policy, 2016. - № 66. – pp. 199–207.
18. Fujii H. Research and Development Strategy for Fishery Technology Innovation for Sustainable Fishery Resource Management in North-East Asia / Fujii H., Sakakura, Y. , Hagiwara A., Bostock J. Soyano K., Matsushita Y.// Sustainability, 2017. - Volume: 10. - Issue 1. – 12 p.
19. Даценко Л. М. Теоретичне обґрунтування технологічного тренду картографії [Електронний ресурс] / Л. М. Даценко // Часопис картографії. - 2008. - Вип. 13. - С. 16-17. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ktvsh\\_2008\\_13\\_5](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ktvsh_2008_13_5)
20. Кваша Т.К. Прогноз напрямів технологічного розвитку у сфері озброєння та військової техніки / Т.К. Кваша // Інформація, аналіз, прогноз – стратегічні важелі ефективного державного управління: Матеріали XI Міжнародної науково-практичної конференції (18 жовтня 2018 р.). - Київ : УкрІНТЕІ, 2018. – 306 с. – С. 113-126.
21. Палиця С. В. Тренди розбудови новітньої технологічної бази сфери забезпечення якості життя та здоров'я людини [Електронний ресурс] / С. В. Палиця // Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки. - 2013. - № 2(3). - С. 200-203. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu\\_ekon\\_2013\\_2\(3\)\\_45](http://nbuv.gov.ua/UJRN/Vchnu_ekon_2013_2(3)_45)
22. Федулова Л. І. Тренди розбудови новітньої технологічної бази сфери забезпечення якості життя та здоров'я населення [Електронний ресурс] / Л. І. Федулова, С. В. Палиця // Інвестиції: практика та досвід. - 2013. - № 21. - С. 6-13. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/ipd\\_2013\\_21\\_3](http://nbuv.gov.ua/UJRN/ipd_2013_21_3)

23. Гаркушенко О. М. Тренди в економічній динаміці США в контексті технологічного розвитку [Електронний ресурс] / О. М. Гаркушенко, В. Д. Чекіна // Економіка промисловості. - 2019. - № 3. - С. 103-124. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/econpr\\_2019\\_3\\_7](http://nbuv.gov.ua/UJRN/econpr_2019_3_7)
24. Андрощук Г. О. Патентний ландшафт як інструмент прогнозування світових технологічних трендів: сфера озброєння та військової техніки [Електронний ресурс] / Г. О. Андрощук, Т. К. Кваша // Наука, технології, інновації. - 2019. - № 4. - С. 28-40.
25. Кваша Т.К. Практика використання дослідно-аналітичної платформи «Derwent Innovation» на прикладі галузі “Водопостачання та водовідведення“ / Т.К. Кваша // Побудова інформаційного суспільства: ресурси і технології: Матеріали XVII Міжнародної науково-практичної конференції (27.09.2018). – С. 27-35.
26. Кваша Т.К. Перспективні напрями інноваційного розвитку енергетики в світі та Україні / Т.К. Кваша, Л.В. Рожкова // Економічний вісник Національного гірничого університету. – 2018. - № 4 (64). – С. 21-31.
27. Цифровое земледелие (Digital Farming) [Электронный ресурс] / [Личман Г.И., Смирнов И.Г., Личман А.А., Беленков А.И.], 2017. – Режим доступа: <http://svetich.info/publikacii/tochnoe-zemledelie/cifrovoe-zemledelie-digital-farming.html>.
28. Agriculture: 0.4 The Future of farming technology [Electronic Resource]: World government summit (February, 2018). – Mode of access: <https://www.worldgovernmentsummit.org/api/publications/document?id=95df8ac4-e97c-6578-b2f8-ff0000a7ddb6>.
29. Dear Colleague Letter: Supporting Research at the Intersection of Agricultural Science, Big Data, Informatics, and Smart Communities, a joint effort between the National Science Foundation (NSF) and the U.S. Department of Agriculture's National Institute of Food and Agriculture (USDA/NIFA) [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.nsf.gov/pubs/2019/nsf19051/nsf19051.jsp?org=NSF>.
30. Statista 2018; BIS Research. - [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com>.
31. Statista 2018; Allied Market Research. - [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com>.
32. Statista 2019; GMI. - [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com>.
33. Statista 2018. Applied Market Information. - [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com>.

34. Statista 2018; European Bioplastics. - [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com>.
35. Statista 2018; IfBB; FAO; European Bioplastics; nova-Institute. - [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com>.
36. Statista 2018; Plastics News; nova-Institute; European Bioplastics. - [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com>.
37. Statista 2019; BIS Research. - [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com>.
38. Statista 2018; Beecham Research. - [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com>.
39. Strengthening Japanese agriculture to maximize global reach, October 2016.
40. Ганенко И. Мировой рынок цифрового земледелия к 2020 году может вырасти до 4,5 млрд евро / И. Ганенко, Е. Максимова [Электронный ресурс] // Агроинвестор, 2017. – Режим доступа: <https://www.agroinvestor.ru/technologies/news/27764-mirovoy-rynok-tsifrovogo-zemledeliya-k-2020-godu/>.
41. Statista 2019; Markets and Markets; PR Newswire, Statista Estimated. - [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com>.
42. Acreage of Genetically Modified crops worldwide from 2003 to 2018. URL: <https://www.statista.com/statistics/263292/acreage-of-genetically-modified-crops-worldwide/>
43. Area of Genetically Modified (GM) crops worldwide in 2018, by country. URL: <https://www.statista.com/statistics/271897/leading-countries-by-acreage-of-genetically-modified-crops/>
44. Statista 2018; Business Wire; TechNavio. - [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com>.
45. Statista 2018; European GNSS Agency; Statista estimates. - [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com>.
46. Newman D. Top Six Digital Transformation Trends In Agriculture [Electronic Resource] / D. Newman, 2018. – Mode of access: <https://www.forbes.com/sites/danielnewman/2018/05/14/top-six-digital-transformation-trends-in-agriculture/#341d9b5ded2e>.
47. Statista 2018; BI Intelligence. - [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com>.
48. Журнал Форсайт [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://foresight-journal.hse.ru/>.

49. Атлас дронов для сельского хозяйства (СХБЛА) и рынок, 2018-2025 гг. [Электронный ресурс] // Json.tv. – Режим доступа: [http://json.tv/ict\\_telecom\\_analytics\\_view/atlas-dronov-dlya-selskogo-hozyaustva-shbla-i-rynok-2018-2025-gg-20181228115129](http://json.tv/ict_telecom_analytics_view/atlas-dronov-dlya-selskogo-hozyaustva-shbla-i-rynok-2018-2025-gg-20181228115129).

50. Construction Robots Market // Transparency Market research [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.transparencymarketresearch.com/construction-robot-market.html>.

51. Global market for agricultural robots from 2017 to 2023 [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/744965/agricultural-robot-global-market/>.

52. Statista 2019. Grand View Research [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com>.

53. Izdebska J. 3D food printing – facts and future / J. Izdebska, Z. Żółektryznowska [Electronic Resource] // Agro FOOD Industry Hi Tech. – Vol. 2. – № 7 (2). – 2016. – Mode of access: [http://www.teknoscienze.com/Contents/Riviste/PDF/AF2\\_2016\\_low\\_35-40.pdf](http://www.teknoscienze.com/Contents/Riviste/PDF/AF2_2016_low_35-40.pdf).

54. 3D Printing Market [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/3d-printing-market-1276.html>.

55. Новые возможности применения блокчейна в агропродовольственной отрасли // Комитет по проблемам сырьевых товаров: Семьдесят вторая сессия (Рим, 26–28 сентября 2018 года) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/bodies/CCP\\_72/CCP72\\_INF/MX623\\_INF\\_14/MX623\\_CCP\\_18\\_INF\\_14\\_ru.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/bodies/CCP_72/CCP72_INF/MX623_INF_14/MX623_CCP_18_INF_14_ru.pdf).

56. Forecasted value of blockchain in the agriculture and food market worldwide from 2017 to 2028 [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/947609/global-blockchain-in-agriculture-and-food-market-value/>.

57. Statista [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com>.

58. Global commodity markets of the German medical technology // HSH Nordbank, 2010. – 30 p.

59. Nanomedicine Market Expected to Reach \$261,063 Million by 2023 [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.alliedmarketresearch.com/press-release/nanomedicine-market.html>.

60. DNA Sequencing Market Overview [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.alliedmarketresearch.com/dna-sequencing-market>.

61. The European Medical Technology Industry in Figures // MedTech Europe, 2018. – 12 p.

62. 2019 Forbes Media LLC. All Rights Reserved.
63. Das R. Top 8 Healthcare Predictions for 2019 [Electronic Resource] / R. Das, 2018. – Mode of access: <https://www.forbes.com/sites/reenitadas/2018/11/13/top-8-healthcare-predictions-for-2019/#1a5ca102700e>.
64. Mercom Capital Group, LLC, 2019 [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://mercomcapital.com/>
65. Accenture 2017 Process Reimagined Survey [Electronic Resource]. – Mode of access: [https://www.accenture.com/t20180511T072114Z\\_\\_w\\_\\_us-en/\\_acnmedia/PDF-75/Accenture-Healthcare-Walking-the-AI-Talk.pdf](https://www.accenture.com/t20180511T072114Z__w__us-en/_acnmedia/PDF-75/Accenture-Healthcare-Walking-the-AI-Talk.pdf).
66. Stokke R. The Personal Emergency Response System as a Technology Innovation in Primary Health Care Services: An Integrative Review [Electronic Resource] / R. Stokke // J Med Internet Res. – Vol. 18 (7). – 2016. – Mode of access: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4965612/>.
67. Internet of Medical Things, Forecast to 2021 [Electronic Resource] // Frost & Sullivan. – Mode of access: <https://store.frost.com/internet-of-medical-things-forecast-to-2021.html#section3>.
68. Digital Medicine Market. [Electronic Resource]// Allied Market Research. – Mode of access: <https://www.alliedmarketresearch.com/digital-medicine-market>
69. Total digital health industry funding worldwide from 2010 to 2019. [Electronic Resource]//Statista. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/388858/investor-funding-in-digital-health-industry/>
70. BIS Research. February 2018 [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://bisresearch.com/>.
71. 3D Nanoprinting Strategy Opens Door to Revolution in Medicine, Robotics [Electronic Resource] // Medical Design Briefs, 2019. – Mode of access: <https://www.medicaldesignbriefs.com/component/content/article/mdb/tech-briefs/33994?m=855>.
72. Internet of Medical Things, Forecast to 2021 [Electronic Resource] // Frost & Sullivan, 2017. – Mode of access: <https://store.frost.com/internet-of-medical-things-forecast-to-2021.html#section3>.
73. Special report: MEDInnovation Boston 2018 [Electronic Resource] // Medical Design Briefs. – Mode of access: <https://www.medicaldesignbriefs.com/component/content/article/mdb/features/articles/32819>.
74. 5 Healthcare Technology Trends That Will Shape Industry in 2019 [Electronic Resource]. – Mode of access: [https://rubygarage.org/blog/healthcare-technology-trends#article\\_title\\_4](https://rubygarage.org/blog/healthcare-technology-trends#article_title_4).



75. Orthopedic Implants Market [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.alliedmarketresearch.com/orthopedic-implants-market>.

76. 3D Printed Implant Promotes Nerve Cell Growth to Treat Spinal Cord Injury [Electronic Resource] // Medical Design Briefs, 2019. – Mode of access: <https://www.medicaldesignbriefs.com/component/content/article/mdb/tech-briefs/33991>.

77. Smart Knee Implants Could Reduce Number of Knee Replacement Surgeries [Electronic Resource] // Medical Design Briefs, 2019. – Mode of access: <https://www.medicaldesignbriefs.com/component/content/article/mdb/tech-briefs/33985?m=855>.

78. Patient Monitoring Devices Market Outlook – 2025 [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.alliedmarketresearch.com/patient-monitoring-devices-market>.

79. Digital Health Trends: What To Expect In 2019? [Electronic Resource] // The Medical Futurist. – Mode of access: <https://medicalfuturist.com/digital-health-trends-what-to-expect-in-2019>.

80. EvaluateMedTech. [Electronic Resource] // World Preview 2018, Outlook to 2024. - Mode of access: <https://www.evaluate.com/thought-leadership/medtech/evaluatemedtech-world-preview-2018-outlook-2024>

81. Water sewage and other system utilities capital expenditure in the us by type. Statista. [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/671438/water-sewage-and-other-system-utilities-capital-expenditure-in-the-us-by-type/>.

82. Revenue from us wastewater treatment since 2000. Statista [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/192838/revenue-from-us-wastewater-treatment-since-2000/>.

83. Share industrial sector water releases in the us by chemical. Statista [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/506414/share-industrial-sector-water-releases-in-the-us-by-chemical/>.

84. Australia wastewater infrastructure construction value. Statista [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/981843/australia-wastewater-infrastructure-construction-value/>.

85. Australia household expenditure on water service. Statista [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/981708/australia-household-expenditure-on-water-service/>.

86. Water Desalination Equipment Market Size, Industry Report, 2014-2025 [Electronic Resource] // Grand View Research, 2017. – 101 p. – Mode of access:

<https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/water-desalination-equipment-market>.

87. Global Water & Wastewater Treatment Equipment Market Report, 2025 [Electronic Resource] // Grand View Research, 2019. – 122 p. – Mode of access: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/water-and-wastewater-treatment-equipment-market>.

88. Industrial Water Treatment Chemicals Market Trends Report, 2019-2025 [Electronic Resource] // Grand View Research, 2019. – 60 p. – Mode of access: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/industrial-water-treatment-chemicals-market>.

89. Geomembrane Market Size, Share, Industry Trends Report, 2019-2025 [Electronic Resource] // Grand View Research, 2019. – 125 p. – Mode of access: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/geomembrane-market>.

90. Nanofiltration Membrane Market Outlook - 2025 [Electronic Resource] // Allied Market Research, 2019. – 234 p. – Mode of access: <https://www.alliedmarketresearch.com/nanofiltration-membranes-market>.

91. MBR Market Size & Share, Membrane Bioreactor Industry Report, 2025 [Electronic Resource] // Grand View Research, 2017. – 120 p. – Mode of access: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/membrane-bioreactor-mbr-market>.

92. Melt-Blown Polypropylene Filters Market, Industry Report, 2019-2025 [Electronic Resource] // Grand View Research, 2019. 74 p. – Mode of access: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/melt-blown-polypropylene-filters-market>.

93. Activated Carbon Market Size, Share, Global Industry Report, 2019-2025 [Electronic Resource] // Grand View Research, 2019. – 158 p. – Mode of access: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/activated-carbon-market>.

94. U.S. Diatomite Market Size, Share, Industry Review Report, 2018-2025 [Electronic Resource] // Grand View Research, 2017. – 60 p. – Mode of access: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/us-diatomite-market>.

95. Global Energy Perspective, 2019 [Electronic Resource]. – Mode of access: [https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Oil%20and%20Gas/Our%20Insights/Global%20Energy%20Perspective%202019/McKinsey-Energy-Insights-Global-Energy-Perspective-2019\\_Reference-Case-Summary.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Oil%20and%20Gas/Our%20Insights/Global%20Energy%20Perspective%202019/McKinsey-Energy-Insights-Global-Energy-Perspective-2019_Reference-Case-Summary.ashx).

96. New Energy Outlook, 2018. [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://bnf.turtl.co/story/neo2018?teaser=true>.

97. Energy and Sustainability [Electronic Resource] // Bis Research. – Mode of access: <https://bisresearch.com/industry-verticals/energy-sustainability>.

98. Four Renewable Energy Trends to Follow in 2018 [Electronic Resource] // Renewable energy world. – Mode of access: <https://www.renewableenergyworld.com/articles/2017/12/four-renewable-energy-trends-to-follow-in-2018.html>.
99. Collecting and Storing Energy from Wind Turbines [Electronic Resource] // AZOcleantech – Mode of access: <https://www.azocleantech.com/article.aspx?ArticleID=488>.
100. Electricity storage and renewables: Costs and markets to 2030 // International Renewable Energy Agency. – Abu Dhabi, 2017.
101. Energy storage: Tracking clean energy progress // International Energy Agency. – Paris, 2018.
102. Global energy transformation: A roadmap to 2050 // International Renewable Energy Agency. – Abu Dhabi, 2018.
103. Bade G. Storage will replace 3 California gas plants as PG&E nabs approval for world's largest batteries [Electronic Resource] / G. Bade // Utility Dive, 2018. – Mode of access: <https://www.utilitydive.com/news/storage-will-replace-3-california-gas-plants-as-pge-nabs-approval-for-worl/541870/>.
104. Innovation landscape for a renewable-powered future: Solutions to integrate variable renewables batteries [Electronic Resource] // International Renewable Energy Agency. – Abu Dhabi, 2019. – Mode of access: <https://www.irena.org/publications/2019/Feb/Innovation-landscape-for-a-renewable-powered-future>.
105. Skyes J. South Australian government's home battery scheme [Electronic Resource] / J. Skyes // Solar Choice, 2018. – Mode of access: <https://www.solarchoice.net.au/blog/south-australian-governments-home-battery-scheme/>.
106. Global Energy Storage Forecast, 2016-24 batteries [Electronic Resource] // Statista, 2016. – 16 p. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/742204/share-of-utility-scale-and-behind-the-meter-energy-storage-capacity-worldwide/>.
107. Electric Vehicle Smart Charging: A Market Dynamics Report [Electronic Resource] // Research and markets, 2017. – 140 p. – Mode of access: <https://www.researchandmarkets.com/reports/4392925/electric-vehicle-smart-charging-a-market>.
108. Global CIGS Thin Film Solar Cells Market Outlook, Trend and Opportunity Analysis, Competitive Insights, Actionable Segmentation & Forecast 2024 [Electronic Resource] // Energias Market Research Pvt. Ltd, 2019. – Mode of access: <https://www.energiasmarketresearch.com/global-cigs-thin-film-solar-cells-market-report/>.

109. Solar Thermal Collectors Market Analysis By Product [Concentrating, Non-Concentrating (Flat Plate, Evacuated Tube, Unglazed Water Collector, Air Collector)], By Application, By Region, And Segment Forecasts, 2014 – 2025.

110. Solar Wind Hybrid System Market – Global Industry Analysis, Size, Share, Trends, Growth and Forecast 2016 – 2023 [Electronic Resource] // Transparency Market Research – Mode of access: <https://www.transparencymarketresearch.com/solar-wind-hybrid-system-market.html>.

111. Forecast for electric car production in selected countries. Statista [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/270537/forecast-for-electric-car-production-in-selected-countries/>.

112. Worldwide revenue from electric vehicles since 2010. Statista [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/271537/worldwide-revenue-from-electric-vehicles-since-2010/>.

113. Study on early business cases for H2 in energy storage and more broadly power to H2 applications, Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking // Tractebel. – Brussels, 2017.

114. Hydrogen Generation Market by Generation, Application, Technology, Storage, and Region – Global Forecast to 2023 [Electronic Resource] // Research and markets, 2018. – 222 p. – Mode of access: [https://www.researchandmarkets.com/research/3g2zv9/199\\_billion?w=12](https://www.researchandmarkets.com/research/3g2zv9/199_billion?w=12).

115. Международное агентство по атомной энергии [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.iaea.org/ru/temy/malye-modulnye-reaktory>.

116. Small Modular Nuclear Reactor Market Report 2019-2029 [Electronic Resource] // Reportlinker, 2019. – 146 p. – Mode of access: <https://www.reportlinker.com/p05750679/Small-Modular-Nuclear-Reactor-Market-Report.html>.

117. Звіт компанії National Intelligence Council «Global trends. Paradox of progress»

118. Звіт міжнародної консалтингової компанії PwC: «Transport and Logistics Trends 2019. Five forces transforming the industry in Central and Eastern Europe».

119. Automotive Engineering [Electronic Resource] // SAE International. – Mode of access: <https://www.sae.org/publications/magazines/automotive-engineering/>

120. Automotive LIDAR Market by Application [Electronic Resource] // Allied Market Research, 2019. – Mode of access: <https://www.alliedmarketresearch.com/automotive-lidar-market>.

121. Automotive 3D printing Market Overview [Electronic Resource] // Allied Market Research, 2017. – 149 p. – Mode of access: <https://www.alliedmarketresearch.com/automotive-3d-printing-market>.

122. Automotive AR and VR Market Overview [Electronic Resource] // Allied Market Research, 2019. – 242 p. – Mode of access: <https://www.alliedmarketresearch.com/automotive-ar-and-vr-market>.

123. Vehicles road traffic. Statista [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/markets/419/topic/487/vehicles-road-traffic/>.

124. Transport and Logistics Trends 2019 [Electronic Resource] // PwC Poland, 2018. – Mode of access: <https://www.pwc.pl/en/publikacje/2018/transport-and-logistics-trends-2019.html>.

125. Hydrogen Fuel Cell Vehicle Market Overview [Electronic Resource] // Allied Market Research. – Mode of access: <https://www.alliedmarketresearch.com/hydrogen-fuel-cell-vehicle-market/>.

126. Alternative Fuel and Hybrid Vehicle Market Overview [Electronic Resource] // Allied Market Research, 2016. – p. 160. – Mode of access:// <https://www.alliedmarketresearch.com/alternative-fuel-and-hybrid-vehicle-market>.

127. R&D World [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.rdworldonline.com/>

128. Small Drones Market Overview [Electronic Resource] // Allied Market Research, 2017. – p. 130. – Mode of access: <https://www.alliedmarketresearch.com/small-drones-market>.

129. Текстовая и видеотрансляция с международной конференции Digital Aviation Forum [Электронный ресурс] // Авиатранспортное обозрение, 2018. – Режим доступа: <http://www.ato.ru/content/tekstovaya-i-videotranslyaciya-s-mezhdunarodnoy-konferencii-digital-aviation-forum>.

130. Five technologies to transform maritime in 2019 [Electronic Resource]. – Mode of access: [https://www.marinemec.com/news/view,five-technologies-to-transform-maritime-in-2019\\_56202.htm](https://www.marinemec.com/news/view,five-technologies-to-transform-maritime-in-2019_56202.htm).

131. ICT Spending Forecast 2018-2022 [Electronic Resource] // IDC Corporate USA. – Mode of access: <https://www.idc.com/promo/global-ict-spending/forecast>.

132. Silicon Photonics Market by Product (Transceiver, Switch, Variable Optical Attenuator, Cable, Sensor), Application (Data Center, Telecommunications, Military & Defense, Medical and Life Sciences, Sensing), Component, and Geography – Global Forecast to 2023 [Electronic Resource] // Markets and Markets. – Mode of access: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/silicon-photonics-116.html>.

133. Global Free Space Optics Communication Technology Market: Focus on Platform, Type and Components- Analysis and Forecast, 2018-2023 [Electronic

Resource] // Bis Research, 2018. – Mode of access: <https://bisresearch.com/industry-report/free-space-optics-communication-technology-market.html>.

134. Worldwide cloud IT infrastructure market spending. Statista [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/503686/worldwide-cloud-it-infrastructure-market-spending/>.

135. Cloud applications market size worldwide. Statista [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/475670/cloud-applications-market-size-worldwide/>.

136. Wikibon's 2018 Cloud Markets and Trends Report [Electronic Resource] // Wikibon, 2018. – Mode of access: <https://wikibon.com/wikibons-2018-cloud-markets-trends-report/>

137. Worldwide Semiannual Augmented and Virtual Reality Spending Guide [Electronic Resource] // IDC Corporate USA – Mode of access: <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS44511118>.

138. World augmented reality market value. Statista. - [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/897587/world-augmented-reality-market-value/>.

139. Worldwide Augmented and Virtual reality patent top owners. Statista [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/963685/worldwide-augmented-virtual-reality-patent-top-owners/>.

140. Global Machine Vision Market Analysis & Forecast 2016 to 2022 [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.marketwatch.com/press-release/machine-vision-global-market-trends-growth-opportunities-top-key-players-and-forecast-to-2022-2018-12-04>.

141. Global Industrial Machine Vision Market – Global Industry Analysis and Forecast (2017-2026). By Component (Hardware and Software), Product (PC-based and Smart Camera-based), Application, Vertical and Geography [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/industrial-machine-vision-market/894/>.

142. 5G patent applications worldwide. Statista. - [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/962002/5g-patent-applications-worldwide/>

143. 2019 Global R&D Funding [Electronic Resource]. – Mode of access: [https://digital.rdmag.com/researchanddevelopment/2019\\_global\\_r\\_d\\_funding\\_forecast?pg=1#pg1](https://digital.rdmag.com/researchanddevelopment/2019_global_r_d_funding_forecast?pg=1#pg1).

144. 5G Services Market by Vertical (Smart Cities, Connected Vehicles, Connected Factories, Smart Buildings, Smart Utilities, Connected Healthcare, and Broadband Services), Application (eMBB, mMTC and URLLC, and FWA), and

Region – Global Forecast to 2025 [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.marketsandmarkets.com/PressReleases/5g-services.asp>.

145. The Mobile Economy 2019 [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.mwcbarcelona.com/about/press-release/new-gsma-study-5g-to-account-for-15-of-global-mobile-industry-by-2025/>.

146. Get ready for 6G mobile networks: 1Tbps speeds, microsecond latency and AI optimisation [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.techradar.com/news/get-ready-for-6g-mobile-networks-1tbps-speeds-microsecond-latency-and-ai-optimisation>.

147. Consumer Electronics Report 2019 [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/study/55488/consumer-electronics-market-report/>.

148. Top 10 Strategic Technology Trends for 2018 [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2018/>

149. Worldwide impact of artificial intelligence on GDP. Statista [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/785877/worldwide-impact-of-artificial-intelligence-on-gdp/>.

150. 2019 AI Predictions [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.pwc.com/us/en/services/consulting/library/artificial-intelligence-predictions-2019.html>.

151. Deep Learning Market by Offering (Hardware, Software, and Services), Application (Image Recognition, Signal Recognition, Data Mining), End-User Industry (Security, Marketing, Healthcare, Fintech, Automotive, Law), and Geography – Global Forecast to 2023 [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/deep-learning-market-107369271.html>.

152. Global Machine learning market (2018-2023) [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.kdmarketresearch.com/report/global-machine-learning-market-2018-2023>.

153. Top 10 Strategic Technology Trends for 2019 [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.gartner.com/en/doc/3891569-top-10-strategic-technology-trends-for-2019>.

154. Global Intelligent Things Market, Forecast till 2026 [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.orianresearch.com/report/global-intelligent-things-market-forecast-till-2026/693889>.

155. IoT Report: How Internet of Things technology growth is reaching mainstream companies and consumers [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.businessinsider.com/internet-of-things-report>.

156. Global Digital Twin Market Size & Share, Industry Report, 2018-2025 [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.grandviewresearch.com/press-release/global-digital-twin-market>.

157. Top 10 Strategic Technology Trends for 2018 [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2018/>.

158. Edge Computing Market Size, Share, Global Industry Report 2016-2025 [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/edge-computing-market>.

159. Blockchain Market by Provider, Application (Payments, Exchanges, Smart Contracts, Documentation, Digital Identity, Supply Chain Management, and GRC Management), Organization Size, Industry Vertical, and Region - Global Forecast to 2023 [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/blockchain-technology-market-90100890.html>.

160. Global Quantum Computing Market 2017-2021 [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.technavio.com/report/global-quantum-computing-market>.

161. Spending on smart-cities worldwide. Statista [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/757638/spending-on-smart-cities-worldwide/>

162. Internet of things smart-cities projects by type. Statista [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/784331/internet-of-things-smart-cities-projects-by-type/>.

163. Robotics Engineering: 10 Trends Shaping the Industrial Robotics for 2019 [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://blog.technavio.com/blog/robotics-engineering-trends-shaping-industrial-robotics>.

164. Global Automation and Robotics Market in the Automotive Industry 2018-2022 [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.technavio.com/report/global-automation-and-robotics-market-in-automotive-industry-analysis-share-2018>.

165. Global Cloud Robotics Market 2018-2022 [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.technavio.com/report/global-cloud-robotics-market-analysis-share-2018>.

166. Global Collaborative Robots Market Report 2018-2022 [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.technavio.com/industries/information-technology>.

167. Global Collaborative Robot (Cobot) Market: Focus on Industry and Application - Analysis and Forecast, 2018-2023 [Electronic Resource]. – Mode of



access: <https://bisresearch.com/industry-report/global-collaborative-robot-market.html>.

168. Synergy and disruption: Ten trends shaping fintech [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.mckinsey.com/industries/financial-services/our-insights/synergy-and-disruption-ten-trends-shaping-fintech>.

169. Global Fintech Market – Growth, Trends, and Forecast (2019 - 2024) [Electronic Resource]. – Mode of access: [https://www.researchandmarkets.com/research/zhbfpd/global\\_fintech?w=12](https://www.researchandmarkets.com/research/zhbfpd/global_fintech?w=12).

170. Forecast of global carbon dioxide emissions. Statista [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/263980/forecast-of-global-carbon-dioxide-emissions/>.

171. Carbon dioxide emissions (CO<sub>2</sub> emissions) in European Union. Statista [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/806887/carbon-dioxide-emissions-co2-emissions-european-union/>.

172. Global carbon dioxide emission intensity by select country. Statista [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/787868/global-carbon-dioxide-emission-intensity-by-select-country/>.

173. Greenhouse gas emissions projection UK. Statista [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.statista.com/statistics/491914/greenhouse-gas-emissions-projection-uk/>.

174. Технологии улавливания и захоронения углерода [Электронный ресурс] / Глобальные технологические тренды. Трендлеттер. – 2017. – № 6. – М.: Институт статистических исследований и экономики знаний Высшей школы экономики. – Режим доступа: <https://issek.hse.ru/trendletter/news/206229435.html>.

175. Industrial Air Filtration Market Size, Global Industry Report, 2020-2027 [Electronic Resource] // Grand View Research, 2019. – 128 p. – Mode of access: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/industrial-air-filtration-market>.

176. Activated Carbon Market Size, Share, Global Industry Report, 2019-2025 [Electronic Resource] // Grand View Research, 2018. – 100 p. – Mode of access: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/activated-carbon-market>.

177. Air Purifier Market Size, Share, Global Industry Analysis Report, 2027 [Electronic Resource] // Grand View Research, 2019. – 130 p. – Mode of access: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/air-purifier-market>.

178. What a Waste 2.0. A Global Snapshot of Solid Waste Management to 2050. Trends in Solid Waste Management [Electronic Resource] // The World Bank. – Mode of access: [http://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends\\_in\\_solid\\_waste\\_management.html](http://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in_solid_waste_management.html).

179. Incinerator Market Size & Share, Growth, Global Industry Report, 2025 [Electronic Resource] // Grand View Research. – Mode of access: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/incinerators-market>.

180. Waste To Energy Market Size, WTE Industry Analysis Report, 2024 [Electronic Resource] // Grand View Research, 2016. – 95 p. – Mode of access: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/waste-to-energy-technology-industry>.

181. Polymer Market for Waste Management, Industry Report, 2019-2025 [Electronic Resource] // Grand View Research, 2019. – 90 p. – Mode of access: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/polymer-market-for-waste-management>.

182. Drilling Waste Management Market Size, Global Industry Report, 2025 [Electronic Resource] // Grand View Research, 2017. – 107 p. – Mode of access: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/drilling-waste-management-market>.

183. E-waste Management Market Size & Share, Industry Report, 2018-2025 [Electronic Resource] // Grand View Research, 2018. – 257 p. – Mode of access: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/e-waste-management-market>.

184. Waste To Diesel Market Size, Share, Global Industry Report, 2014-2025 [Electronic Resource] // Grand View Research, 2017. – 82 p. – Mode of access: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/waste-to-diesel-market>.

185. Medical Waste Management Market Size, Global Industry Report, 2025 [Electronic Resource] // Grand View Research, 2017. – 90 p. – Mode of access: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/medical-waste-management-market>.

186. Liquid Waste Management Market Size, Industry Report, 2019-2025 [Electronic Resource] // Grand View Research, 2019. – 140 p. – Mode of access: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/liquid-waste-management-market>.

187. 6 Ways Technology is Innovating Waste Management [Electronic Resource] // Compactor Management Company. – Mode of access: <https://www.norcalcompactors.net/technology-innovating-waste-management/>.

188. 14 Technologies and innovative business that can save our ocean [Electronic Resource] // United Nations Foundation, 2017. – Mode of access: <https://unfoundation.org/blog/post/14-technologies-innovative-businesses-can-save-ocean/>.

189. 100 Radical Innovation Breakthroughs for the future. The Radical Innovation Breakthrough Inquirer // European Commission., 2019. – 338 p.

190. By The Numbers: The Rise Of The Makerspace [Electronic Resource] // Popular Science, 2016. – Mode of access: <https://www.popsci.com/rise-makerspace-by-numbers>.

191. Maker culture and fab lab booming in Tokyo [Electronic Resource] // Japan Trends. – Mode of access: <http://www.japanrends.com/maker-culture-spaces-fab-labs-hackerspaces-tokyo/>.
192. A Librarian's Guide to Makerspaces: 16 Resources [Electronic Resource] // Open Education Database. – Mode of access: <http://oedb.org/librarian/a-librarians-guide-to-makerspaces/>.
193. The Science And The Benefits of Gamification In eLearning [Electronic Resource] // eLearning Industry. – Mode of access: <https://elearningindustry.com/science-benefits-gamification-elearning>.
194. Zicherman G. The Gamification Revolution: How Leaders Leverage Game Mechanics to Crush the Competition / G. Zicherman, J. Linder. – USA, 2013.
195. How Gamification Makes Financing Fun [Electronic Resource] // CT Lab Global Media, LLC. – Mode of access: <http://www.dealerscope.com/partner/gamification-make-financing-fun>.
196. Citizencyberlab [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://citizencyberlab.eu/research/gamification/>.
197. Morris B. J. Gaming science: the «Gamification» of scientific thinking. In: frontiers in psychology [Electronic Resource] / B. J. Morris et al. // Front. Psychol. 4:607, 2013. – Mode of access: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00607>.
198. Monitoring galaxies [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.galaxyzoo.org>.
199. The 10 best social products that use Gamification to literally save the world [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://yukaichou.com/gamification-examples/top-10-gamification-examples-human-race>.
200. Hopelab. [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://www.remission2.org/>.
201. Belk R. Why not share rather than own? / R. Belk // In: Annals of the American Academy of Political and Social Science. – 2007. – № 611. – 127 p.
202. Benkler Y. Sharing Nicely / Y. Benkler // In: The Yale Law Journal. – 2004. – № 114. – P. 273-358.
203. Widlock Th. Sharing by Default: Outline of an Anthropology of Virtue / Th. Widlock // In: Anthropological Theory. – 2004. – № 4 (1). – 61 p.
204. Belk R. Sharing versus Pseudo-Sharing in Web 2.0 / R. Belk // In: Anthropologist. – 2014. – № 18 (1). –P. 7-23.
205. Public Participation in Developing a Common Framework for the Assessment and Management of Sustainable Innovation [Electronic Resource] // CASI. – Mode of access: <http://www.casi2020.eu/casipedia/cases/freecycle-leuven>.
206. Ostrom E. Governing the commons: The evolution of institutions for collective action / E. Ostrom // Cambridge, Cambridge University Press, 1990.

207. Benkler Y. Commons based Peer Production and Virtue / Y. Benkler, H.Nissenbaum // In: The Journal of Political Philosophy. – 2006. – № 14 (4). – 394 p.

208. The sharing economy brings tycoon lifestyles within reach of some [Electronic Resource] // The Economist. – Mode of access: <http://www.economist.com/news/business-and-finance/21710767-thanks-companies-such-netjets-getmyboat-and-thirdhomecom-merely-rich-can-upgrade>.

209. The rise of culture 2.0 [Electronic Resource] / Mediaite, LLC. – Mode of access: <https://www.mediaite.com/online/the-rise-of-culture-2-0/>.

210. Lessig L. Remix: Making Art and Commerce Thrive in the Hybrid Economy / L. Lessig, 2009. – 352 p.

211. European Political Strategy Centre, 2017. [Electronic Resource] – Mode of access: [https://ec.europa.eu/epsc/sites/epsc/files/epsc\\_\\_10\\_trends\\_transforming\\_education\\_as\\_we\\_know\\_it.pdf](https://ec.europa.eu/epsc/sites/epsc/files/epsc__10_trends_transforming_education_as_we_know_it.pdf).

212. Zweck. Social changes 2030 / Zweck et al. – Volume 1 of results from the search phase of BMBF Foresight Cycle II. – Düsseldorf, 2017.

213. Quantified Self [Electronic Resource] – Mode of access: <http://quantifiedself.com>.

214. List and descriptions from [Electronic Resource] – Mode of access: <https://singularityhub.com/2009/03/20/body-20-continuous-monitoring-of-the-human-body/#sm.000v772oy14k4eiwx0e16hsvihu5z>.

215. Big Boss is watching you [Electronic Resource] – Mode of access: <http://littleatoms.com/work-wear-trackable-device>.

216. Science and Technology Options Assessment (STOA): Human Enhancement Study / European Parliament (IP/A/STOA/FWC/2005-28/SC35, 41 & 45) IPOL/A/STOA/2007-13; PE 417.483/ – Brussels, 2009.

217. Body 2.0 – Continuous Monitoring Of The Human Body [Electronic Resource] / Singularity Education Group. – Mode of access: <https://singularityhub.com/2009/03/20/body-20-continuous-monitoring-of-the-human-body/#sm.000v772oy14k4eiwx0e16hsvihu5z>.

218. Quantified Self [Electronic Resource]. - Mode of access: <https://quantifiedself.com/blog/personal-science/>

219. Swan M. Emerging Patient-Driven Health Care Models: An Examination of Health Social Networks, Consumer Personalized Medicine and Quantified-Self-Tracking [Electronic Resource] / M. Swan // In: International Journal of Environmental Research Public Health. – 2009. – № 6 (2). – P. 492-525. – Mode of access: <http://www.mdpi.com/1660-4601/6/2/492>.

220. <https://www.myfitnesspal.com/>; <https://daytum.com/>;  
<https://www.chartmyself.com/> or <https://www.anytimefitness.com/apps/> just to mention a few of them

221. Cities That Are Starting To Go Car-Free [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.fastcompany.com/3040634/7-cities-that-are-starting-to-go-car-free>.

222. Cities going Car-free ban (2017) [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.businessinsider.com/cities-going-car-free-ban-2017-8?IR=T#madrids-planned-ban-is-even-more-extensive-2>.

223. Madrid going car-free could trigger a global trend for pedestrian friendly cities [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://indianexpress.com/article/india/car-free-madrid-connaught-place-all-following-global-trend-to-make-streets-more-pedestrian-friendly>.

224. Paris bans cars built before 1997 in battle against air pollution [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.independent.co.uk/news/world/europe/paris-car-ban-anne-hidalgo-air-pollution-a7115791.html>.

225. Hamburg is implementing a «grünes Netz» with the long-term intention to ban cars completely from the city centre, see <http://www.bbc.com/future/story/20140204-can-a-city-really-go-car-free>.

226. Paris tries something different in the fight against smog [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.theguardian.com/environment/2017/jan/29/paris-fight-against-smog-world-pollutionwatch>.

227. This South Korean city eliminates the need to drive [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.weforum.org/agenda/2017/11/south-korea-is-building-a-35-billion-city-designed-to-eliminate-the-need-for-cars>.

228. The Panama Papers: Exposing the Rogue Offshore Finance Industry [Electronic Resource] // The International Consortium of Investigative Journalists. – Mode of access: <https://www.icij.org/investigations/panama-papers/>.

229. Food Circles Networking Project. Connecting Farmers, Consumers, and Communities [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://www.foodcircles.missouri.edu/index.htm>.

230. Eco-partnership community in herencsny. [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://www.casi2020.eu/casipedia/cases/eco-partnership-community-in-herencsny/>.

231. Social innovation in outright purchases. [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://www.casi2020.eu/casipedia/cases/social-innovation-in-outright-purchases>.

232. Meet Herbert vertical hydroponic wall garden. [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.treehugger.com/gadgets/meet-herbert-vertical-hydroponic-wall-garden.html>

233. Ikea has debuted an indoor farm that grows greens 3 times as fast as in a garden [Electronic Resource]. – Mode of access:

<http://www.businessinsider.de/ikeas-space10-designed-a-vertical-farm-for-the-home-2017-9?r=US&IR=T>.

234. Community gardens [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://www.casi2020.eu/casipedia/cases/community-gardens/>

235. Bioszentandrs ecological farming. [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://www.casi2020.eu/casipedia/cases/bioszentandrs-ecological-farming/>

236. Kokoza more green in cities [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://www.casi2020.eu/casipedia/cases/kokoza-more-green-in-cities/>.

237. Farmama. - [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://www.casi2020.eu/casipedia/cases/farmama/>

238. Permaculture ethical gardening for a better future. - [Electronic Resource]. – Mode of access: <http://synergypermaculture.ca/home/what-is-permaculture;> <http://www.irishtimes.com/life-and-style/homes-and-property/gardens/permaculture-ethical-gardening-for-a-better-future-1.2923368>.

239. *Worldwide Permaculture Projects* [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://permacultureglobal.org/projects>.

240. Coop Healthbank [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.healthbank.coop/>.

241. Midata [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.midata.coop/>.

242. PatientsLikeMe [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.nesta.org.uk/news/everyday-social-innovations/patientslikeme>.

243. Digital Currencies: The crypto sun sets in the East // In: *The Economist*, 2018. – 69 p.

244. Five predictions for digital currencies in 2018 – including stomach-churning drops, bitcoin-related IPO [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.cnbc.com/2018/01/05/five-predictions-for-digital-currencies-in-2018.html>.

245. Complementary Currency Resource Center [Electronic Resource]. – Mode of access: [www.complementarycurrency.org](http://www.complementarycurrency.org).

246. Local\_currency. [Electronic Resource]. – Mode of access: [https://en.wikipedia.org/wiki/Local\\_currency](https://en.wikipedia.org/wiki/Local_currency)

247. Time Republik è la banca del tempo mondiale [Electronic Resource]. – Mode of access: <https://www.focus.it/ambiente/ecologia/time-republik-e-la-banca-del-tempo-mondiale>.

248. Local exchange trading system [Electronic Resource]. – Mode of access: [https://en.wikipedia.org/wiki/Local\\_exchange\\_trading\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Local_exchange_trading_system).

249. Singapore outlines plan to 'catch up' on becoming cashless society [Electronic Resource] // CBS Interactive, 2017. – Mode of access: <http://www.zdnet.com/article/singapore-outlines-plan-to-catch-up-on-becoming-cashless-society>.

250. Why Sweden is close to becoming a cashless economy [Electronic Resource] // BBC, 2017. – Mode of access: <http://www.bbc.com/news/business-41095004>.

251. Sweden's March Toward a Cashless Society [Electronic Resource] // Bloomberg L.P, 2018. – Mode of access: <https://www.bloomberg.com/news/articles/2018-02-19/sweden-s-march-toward-a-cashless-society>

252. Guaranteed minimum income [Electronic Resource]. – Mode of access: [https://en.wikipedia.org/wiki/Guaranteed\\_minimum\\_income](https://en.wikipedia.org/wiki/Guaranteed_minimum_income).

253. History of basic income [Electronic Resource] – Mode of access: <https://basicincome.org/basic-income/history/>.

254. Rifkin J. The End of Work: The Decline of the Global Labor Force and the Dawn of the Post-Market Era / J. Rifkin // Putnam Publishing Group. – US, 1995.

255. Yip C. Basic Impact: Examining the Potential Impact of a Basic Income on Social Entrepreneurs / C. Yip // Mowat Centre, 2017.

256. Basic\_income\_around\_the\_world. [Electronic Resource]. – Mode of access: [https://en.wikipedia.org/wiki/Basic\\_income\\_around\\_the\\_world](https://en.wikipedia.org/wiki/Basic_income_around_the_world).

257. No proof required: Financing basic income for the bottom 50 per cent [Electronic Resource] – Mode of access: <http://indianexpress.com/article/opinion/columns/no-proof-required-financing-basic-income-for-the-bottom-50-per-cent-4462648>.

258. The Curse of Econ 101 [Electronic Resource] – Mode of access: <https://www.theatlantic.com/business/archive/2017/01/economism-and-the-minimum-wage/513155>.

259. Karl Widerquist: “Universal Basic Income Is a Good Deal for People Who Like Capitalism” [Electronic Resource] – Mode of access: <https://basicincome.org/news/2017/06/karl-widerquist-universal-basic-income-good-deal-people-like-capitalism/>.

260. A village in Kenya is quietly disproving the biggest myth about basic income [Electronic Resource] – Mode of access: <https://www.businessinsider.de/kenya-village-disproving-biggest-myth-about-basic-income-2017-12?r=UK&IR=T>

261. A revolutionary experiment in giving 6,000 people free money may face a surprising challenge [Electronic Resource] – Mode of access: [http://www.businessinsider.de/givedirectly-basic-income-experiment-unexpected-trouble-2016-9?utm\\_source=feedburner&utm\\_medium=feed&utm\\_campaign=Feed%3A+typepad%2Falleyinsider%2Fsilicon\\_alley\\_insider+%28Silicon+Alley+Insider%29&r=US&IR=T](http://www.businessinsider.de/givedirectly-basic-income-experiment-unexpected-trouble-2016-9?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+typepad%2Falleyinsider%2Fsilicon_alley_insider+%28Silicon+Alley+Insider%29&r=US&IR=T).

*Наукове видання*

**Автори:**

**Писаренко Тетяна Василівна  
Кваша Тетяна Костянтинівна  
Паладченко Олена Федорівна  
Рожкова Лілія Віталіївна  
Молчанова Ірина Василівна  
Богомазова Віра Миколаївна  
Березняк Наталія Володимирівна**

**ГЛОБАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЧНІ ТРЕНДИ У РОЗРІЗІ ОКРЕМИХ ЦІЛЕЙ  
СТАЛОГО РОЗВИТКУ**

**Монографія**

Матеріали друкуються в авторській редакції

Формат: PDF

Об'єм даних 4,44 Мб.

Інтернет-адреса видання: [http://www.uintei.kiev.ua/sites/default/files/Monog\\_GTR\\_2019.pdf](http://www.uintei.kiev.ua/sites/default/files/Monog_GTR_2019.pdf)

Верстка та оригінал-макет: І. Молчанова

Редакція: ДНУ «Український інститут науково-технічної  
експертизи та інформації» (УкрІНТЕІ)  
03150, м. Київ, вул. Антоновича, 180  
Тел. (044) 521-00-10, e-mail: [uintei@uintei.kiev.ua](mailto:uintei@uintei.kiev.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи  
ДК № 5332 від 12.04.2017 р.