

Теоретичний матеріал до змістового модуля 1

СТАЛИЙ РОЗВИТОК ЛЮДСТВА

1.1. Що таке сталий розвиток

Під стратегією сталого розвитку (*sustainable development strategy*) зазвичай розуміють стратегію розвитку людства, цивілізації і цілому або окремого соціуму, наприклад, країни чи регіону. Стратегію сталого розвитку можна визначити як найбільш ефективну стратегію розвитку сучасної цивілізації, яку спрямовано на максимальне задоволення природних потреб людини, що перебуває у гармонії з природою та позбавлена соціальних негараздів. Стратегія сталого розвитку передбачає стійке економічне зростання суспільства, що не зашкоджує довкіллю та узгоджене із соціальним розвитком суспільства.

Виокремлюють три основні взаємозалежні складові стратегії (рис. 1.1):

- 1) економічний розвиток (економічна складова);
- 2) захист та збереження довкілля (екологічна складова);
- 3) соціальний розвиток (соціальна складова).

Вочевидь, такий підхід до розвитку суспільства є дещо спрощеним, але є певною альтернативою ідеї економічного зростання та збагачення за будь-яку ціну, у тому числі за рахунок виснаження природних ресурсів, забруднення навколишнього природного середовища та породження соціальних конфліктів у суспільстві.



Рисунок 1.1 – Три складові сталого розвитку

За визначенням Міжнародної комісії з навколишнього середовища і розвитку, **«Сталий розвиток — це такий розвиток суспільства, за якого задоволення потреб теперішніх поколінь не має ставити під загрозу можливості майбутніх поколінь задовольняти свої потреби»** (доповідь «Наше спільне майбутнє», або доповідь Брундтланд, 1987 р.). Тобто стратегія сталого розвитку має на меті визначити такий шлях розвитку суспільства, який унеможливиє (або мінімізує) виникнення умов, що несуть загрози такого розвитку упродовж максимально тривалого часу в масштабах усієї цивілізації. Вочевидь, це серйозна проблема, що потребує глобального мислення і колективної цивілізаційної відповідальності. Адже зрозуміло, що цілком можливе значне економічне зростання певної країни, певного регіону, певної групи людей, що задовольняє усі бажані потреби цього соціуму попри економічні, екологічні та/чи соціальні негаразди у інших частинах світу. Але таке задоволення потреб неможливе у масштабах усієї планети, усього людства, доки механізм розвитку допускає локальні чи глобальні економічні, екологічні та соціальні проблеми та конфлікти. І тільки коли розвиток суспільства передбачає системне вирішення усіх критично важливих економічних, екологічних та соціальних викликів у масштабах усієї планети, такий розвиток буде успішним всерйоз і надовго. Саме це ми і будемо називати сталим розвитком.

1.2. Історія формування стратегії сталого розвитку

Витоки стратегії сталого розвитку можна знайти ще у поглядах Аристотеля (400 р. до нашої ери) щодо успішного ведення домогосподарств у стародавній Греції. Економіка домогосподарства, яку розглядав Аристотель, суттєво відрізнялася від сучасних домогосподарств, тісно пов'язаних із зовнішнім світом, була значно більш ізольованою і самодостатньою. Значно пізніше, у 17–18 століттях, елементи стратегії сталого розвитку можна виявити у Європі у підходах щодо ефективного ведення лісового господарства. Слід наголосити, що в ті часи деревина була не тільки будівельним, а й важливим енергетичним ресурсом. Адже промислове використання вугілля прийшло разом з промисловою революцією пізніше, у другій половині 19-го століття.

Проте сучасних обрисів стратегія починає набувати у 70–80 роках минулого століття. Епохальне значення для формування стратегії мала робота дослідників з Массачусетського технологічного інституту, США, Донелли та Деніса Медоузів з колегами «Межі зростання» (*Donella Meadows et al. The Limits to Growth. 1972*) на замовлення неурядової організації, Римського клубу. Це було перше фундаментальне дослідження з перспектив розвитку цивілізації упродовж наступних 100 років. За допомогою комп'ютерного моделювання дослідники продемонстрували, що якщо тодішні темпи розвитку світової економіки та споживання природних ресурсів зберуться упродовж наступних років, то вже до 2050 року на людство чекає глобальна економічна криза через тотальне виснаження ресурсів планети. Попри певні методичні неточності і наступну критику, робота Д. Медоуз і співавторів чи не вперше поставила питання щодо науково обґрунтованих прогнозів успішного і тривалого в часі (сталого) розвитку людства.

Серед методичних недоліків роботи Д. Медоуз і співавторів критики називають те, що автори заклали в свою модель експоненційний ріст споживання ресурсів внаслідок економічного зростання, але не передбачили можливостей експоненційних темпів розвитку технологій, що насправді має місце і про що ми будемо говорити у наступних розділах підручника. Але ідея необхідності прогнозованого сталого розвитку суспільства почала свою успішну ходу по планеті саме після гучної реакції світової громадськості на роботу Медоуз і співавторів.

У 1987 р. вже під егідою Організації Об'єднаних Націй (ООН) Міжнародна комісія з навколишнього середовища і розвитку під головуванням тодішньої прем'єр-міністра Норвегії Гру Брундтланд готує доповідь «Наше спільне майбутнє» (*Gro Harlem Brundtland «Our Common Future»*). У доповіді дається найбільш вживане сьогодні визначення сталого розвитку як такого, що забезпечує потреби нинішнього покоління без завдання шкоди можливостям майбутніх поколінь задовольняти свої потреби.

У 1992 році у Ріо-Де-Жанейро, Бразилія відбувається Міжнародна конференція ООН з Навколишнього Середовища та Розвитку, яка вводить стратегію сталого розвитку у програмні документи ООН. Серед іншого, конференція в Ріо, що була представлена переважною більшістю лідерів країн з усього світу, прийняла Декларацію з Навколишнього Середовища та Розвитку (*Rio-Declaration*) та Порядок Денний на 21 Століття (*Agenda 21*). У документах чітко виписані сучасні тези концепції, серед яких визначено, що тривалий ефективний економічний розвиток неможливий без захисту та збереження довкілля. Тобто, в документах ООН закладається сучасна стратегія сталого розвитку людства як економічного зростання, що не зашкоджує довкіллю, і спрямоване на розв'язання невирішених соціальних проблем цивілізації, зокрема, подолання бідності. Таким чином, **визначаються три основні складові сталого розвитку: 1) економічне зростання; 2) захист та збереження довкілля; 3) соціальний захист та розвиток.**

Наступна діяльність ООН продемонструвала підтримку світової спільноти ідеї сталого розвитку попри економічні та політичні труднощі на шляху практичного втілення стратегії у життя. Так, у 2002 р. у Йоханнесбурзі, Південно-Африканська Республіка відбувається світовий Саміт зі Сталого Розвитку, Саміт Землі - 2002, або Ріо+10 (*World Summit on Sustainable Development, Earth Summit 2002*). Саміт являв собою зустріч керівників країн та урядів на найвищому рівні, а також представників неурядових організацій та бізнесових структур і підвів підсумки діяльності ООН за 10 років, що минули після конференції в Ріо. Було визначено, що попри подальше глобальне економічне зростання, значна частина населення планети потребує істотного поліпшення якості життя. Багаті країни значною мірою не виконали свої зобов'язання відповідно до рішень конференції в Ріо надавати фінансову допомогу на подолання екологічних проблем і розвитку бідних країн у обсягах 0,7 % від свого внутрішнього валового продукту (ВВП). В середньому обсяги фінансової допомоги багатих країн сягали 0,3 % їхнього ВВП, що, безумовно, склало суттєві фінансові ресурси, проте значно менші за заплановані.

Крім того, Саміт в Йоганнесбурзі намітив нові цілі і програми для подальшого розвитку цивілізації. Зокрема, крім формальних зобов'язань для

багатих країн, Саміт ініціював низку добровільних партнерських програм для досягнення сталого розвитку бідних регіонів планети. Так, США оголосили про виділення майже одного млрд доларів упродовж наступних трьох років на перспективні проєкти в сфері водопостачання та санітарії. Європейський Союз виступив з ініціативою «Вода для життя», що передбачала залучення партнерів для вирішення проблем водопостачання та санітарії в Африці та Центральній Азії, а також виступив з ініціативою партнерства в галузі енергетики з обсягом інвестицій 700 млн доларів.

У 2015 р. Генеральною Асамблеєю ООН було прийнято нині діючі Цілі Сталого Розвитку / Цілі (*Sustainable Development Goals / SDGs*), які планується досягти до 2030 р. Їх включено до Резолюції ООН під назвою Порядок денний 2030 (*Agenda 2030*). Цілі сталого розвитку – це сукупність взаємопов'язаних глобальних цілей, розроблених як "план досягнення кращого та більш сталого майбутнього для всіх". Історичне формування стратегії сталого розвитку представлено на рис. 1.2.

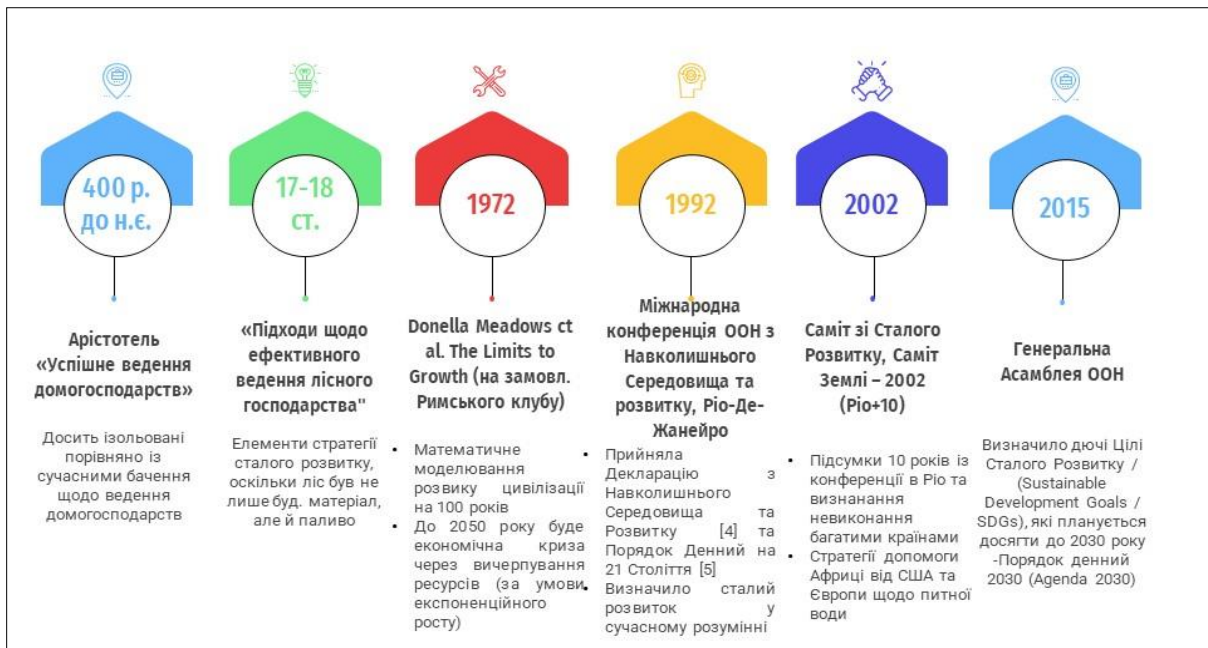


Рисунок 1.2 – Історія формування стратегії сталого розвитку (інфографіка – Є. Шаповалов)

Цілі сталого розвитку — це сімнадцять цілей, що включають найбільш амбітні цілі та задачі, що людство коли-небудь ставило перед собою. Зокрема, скорочена назва Цілей говорить сама за себе: (1) відсутність бідності, (2) подолання голоду, (3) міцне здоров'я та добробут, (4) якісна освіта, (5) гендерна рівність, (6) чиста вода та санітарія, (7) доступна та чиста енергія, (8) гідна робота та економічне зростання, (9) промисловість, інновації та інфраструктура, (10) зменшення нерівності, (11) стійкі міста та громади, (12) відповідальне споживання та виробництво, (13) кліматичні дії, (14) життя під водою, (15) життя на суші, (16) мир, справедливість та сильні інституції, (17) партнерство заради цілей (сталого розвитку) (рис. 1.3).

У наступних розділах підручника ми ще не раз будемо звертатись до аналізу цих цілей. Безумовно, досягнення Цілей сталого розвитку до 2030 року є глобальним викликом для людства. І цілком можливо, що не всі цілі будуть досягнені повною мірою. Але сам факт, що людство на рівні ООН ставить такі амбітні і благородні цілі, заслуговує, на нашу думку, на максимальну повагу та підтримку усієї свідомої частини людства.

Для моніторингу виконання цілей сталого розвитку існують певні інструменти. Наприклад, Інтернет-видання SDG-Tracker, запущене у 2018 року, містить доступні дані за основними показниками досягнення цілей.

Безумовно, людство має докласти неймовірних зусиль для досягнення цілей. І глобальні перешкоди та виклики можуть бути геть несподіваними. Зокрема, пандемія COVID-19, що розпочалася у 2019 році, мала і має самі серйозні наслідки практично для всіх цілей сталого розвитку.



Рисунок 1.3 – Цілі сталого розвитку ООН (<https://www.un.org>)

Серед країн та регіонів, що проявляють стійку відданість стратегії сталого розвитку і вже досягли значного прогресу на цьому шляху, безумовно, можна виділити країни Європейського Союзу. Починаючи зі створення Європейського Співтовариства Вугілля і Сталі (1952 р.) та його подальшого розширення до Європейського Економічного Співтовариства (1958 р.), тісна економічна співпраця між провідними країнами Західної Європи сприяла не тільки до швидкому економічному зростанню цих країн, а й взаємоузгодженню політик щодо захисту довкілля, розвитку територій та соціального захисту громадян Союзу. Так, базові договори ЄС про Європейський Союз (Маастрихтський договір, 1993 р.) та Лісабонський договір про реформу Європейського Союзу (2009 р.) повною мірою ґрунтуються на стратегії сталого розвитку як інструменті практичної політики ЄС.

Важливо, що узгодження економічних питань між країнами ЄС та запобігання «нечесної конкуренції» приводить до того, що високий рівень екологічних стандартів у будь-якій одній країні ЄС автоматично «підтягує» за собою інші країни ЄС. Наприклад, жорсткі стандарти Німеччини щодо якості атмосферного повітря, і, зокрема, дуже жорсткі норми щодо вихлопних газів автомобілів, через механізми політико-економічного регулювання розповсюджуються на всі країни ЄС (інакше інші країни мали б економічні переваги перед Німеччиною, витрачаючи менше коштів на сучасні технології очистки вихлопних газів). Як результат, упродовж останніх 15 років екологічні вимоги до якості вихлопних газів на теренах ЄС зросли майже у 30 разів.

Яскравим прикладом відданості ЄС стратегії сталого розвитку є його Екологічні Програми Дій — стратегічні документи, що визначають екологічну політику Союзу на наступні 7 років. Наприклад, 7-а Екологічна Програма Дій (на 2013-2020 рр.) дослівно визначає, що «у 2050 р. ми [громадяни ЄС] будемо жити у злагоді з природними можливостями планети. Наше процвітання і здорове довкілля буде спиратися на інноваційну «циклічну» економіку, де немає місця відходам, і де природні ресурси використовуються за принципами сталого розвитку, біорізноманіття захищене, цінується і відновлюється шляхами, що підсилюють стійкість нашого суспільства. Наша низьковуглецева економіка убезпечить нас від виснаження ресурсів, гарантуючи шлях до безпечного та сталого розвитку суспільства».

Наступним прикладом ефективної політики ЄС щодо постановки та втілення цілей сталого розвитку стала його стратегія Європа 2020, прийнята у 2010 р. і націлена на «розумне, стале та соціально орієнтоване зростання». Саме і цій стратегії, наприклад, Європейський Союз взяв на себе зобов'язання досягти цілі «клімат-енергія 20/20/20», згідно з якою до 2020 р. ЄС мав досягти наступного — зменшити викиди парникових газів (CO₂) на 20 % (порівняно з

1990 р.), збільшити енергоефективність по Союзу на 20 % (порівняно з 2010 р.) та отримувати 20 % усієї спожитої енергії з відновлюваних джерел. І наступні роки показали, що ЄС практично досяг або підійшов дуже близько до виконання цих цілей.

І, нарешті, визначена Європейською Комісією наприкінці 2019 року стратегія ЄС у формі Європейської Зеленої Угоди (*The European Green Deal*) ставить найамбітніші цілі в контексті сталого розвитку Європейського співтовариства, зокрема щодо перетворення Європи до 2050 р. на перший клімат-нейтральний континент (із нульовим сумарним викидом парникових газів).

Слід наголосити, що і за межами Європейського Союзу стратегія сталого розвитку набуває все більшої політичної ваги та практичного значення. Зокрема такі країни, як Японія, Південна Корея, Китай приймають відповідні політичні рішення і активно впроваджують ідеї та кращі практики щодо сталого розвитку.

ЕКОНОМІЧНА СКЛАДОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Економіку можна визначити як науку, яка вивчає взаємодію людей із цінностями; зокрема, виробництво, розподіл та споживання товарів та послуг. Сама стратегія сталого розвитку виникла внаслідок економічного зростання розвинених країн світу і значною мірою спрямована на подолання викликів, що виникають перед суспільством внаслідок інтенсивного економічного зростання, таких як виснаження ресурсів, забруднення навколишнього природного середовища, соціальна нерівність тощо. Тобто стратегія виникла на ґрунті розуміння того, що лише економічне зростання у довготривалій перспективі автоматично не розв'язує усі проблеми розвитку цивілізації, зокрема екологічні і соціальні. Але це аж ніяк не знижує значення і тим більше не виключає економічного зростання як обов'язкової складової успішного (сталого) розвитку цивілізації. Адже людина передусім має бути забезпечена їжею, одягом, мати дах над головою та засоби пересування, бути убезпеченою від ризиків для здоров'я тощо. І все це в умовах сучасної цивілізації забезпечується саме економікою. Більше того, як ми побачимо згодом, саме економічне зростання не лише породжує проблеми, а й дає нові можливості для їх вирішення при ефективній організації життя суспільства. Яскравим доказом цього є досвід країн Європейського Союзу, Японії, Південної Кореї та багатьох інших розвинутих країн.

Отже, у цьому розділі ми розглянемо сучасний стан світової економіки, витоки та наслідки економічного зростання у масштабі окремих країн та планети в цілому.

2.1. Сучасний стан світової економіки

За даними аналітичного сайту <https://www.statista.com>, у 2020 р. світовий номінальний валовий внутрішній продукт (ВВП) становив приблизно 84,5 трлн доларів США. Населення планети у 2020 р. нараховувало приблизно 7,8 трлн людей <https://interactives.prb.org>. *Внутрішній валовий продукт зазвичай розраховують для окремих країн (тому його називають внутрішнім) і він включає усі товари і послуги, що були вироблені в країні за один рік.* Очевидно, світовий або глобальний ВВП дає економічну оцінку усіх товарів та послуг, що виробило людство за рік. Номінальний ВВП перераховується з будь-якої національної валюти у долари США (за офіційними обмінними курсами). Отже, людство сьогодні виробляє майже 84,5 трлн доларів нових товарів і послуг щороку. В перерахунку на одного жителя планети це становить приблизно 11 тис. доларів. Ця величина називається номінальний ВВП на особу, тобто у 2020 р. людство виробило стільки товарів і послуг, що якби їх порівну поділити між усіма жителями планети, то кожному дісталось б на 11 тис. доларів. Номінальний ВВП є дещо формалізованим показником, оскільки за один долар у різних країнах можна купити суттєво різну кількість товарів або отримати послуг. Тому для врахування реальної купівельної спроможності долара у різних країнах вводять поняття *паритету купівельної спроможності (ПКС), тобто визначають, скільки реально товарів/послуг можна купити в певній країні на один долар.* Зазвичай паритет купівельної спроможності вищий у бідних країнах і нижчий у багатших країнах. Тобто у бідних країнах за один долар можна купити більше товару, ніж у багатих. Це є цілком логічним, оскільки у бідних країнах нижчі зарплати і як правило нижчі ціни (у доларах) на товари місцевого виробництва.

За даними Світового банку <https://data.worldbank.org>, у 2020 р. за паритетом купівельної спроможності людство виробило товарів та послуг на 132,6 трлн доларів. Ця величина називається внутрішній валовий продукт за паритетом купівельної спроможності (ВВП ПКС). Тобто, з урахуванням паритету купівельної спроможності по країнах, на одну людину у 2020 році на планеті було вироблено товарів і послуг приблизно по 17 тис. доларів на кожну людину.

З урахуванням, що середня зарплата по країнах приблизно дорівнює ВВП на одну людину, ці цифри дають змогу зорієнтуватися кожному з нас, де

ми знаходимося в економічному сенсі, порівнявши власні річні доходи із середньосвітовими показниками ВВП на особу.

У 2015 р. Світовий банк визначив *межу крайньої бідності у 1,9 доларів у день на людину*, тобто майже 60 доларів на місяць або приблизно 700 доларів на рік. Цих грошей мінімально достатньо, щоб задовольнити перші життєві потреби людини і убезпечити її від голоду. Тож маємо визнати, що глобального ВВП більше ніж достатньо, щоб забезпечити усіх жителів планети щодо мінімальних фізичних потреб.

Разом з тим, у 2021 р. у світі маємо 2755 мільярдерів (найбільше у США та Китаї) та понад 56 тис. мільонерів (з них майже 22 тис. — американці). Тобто різниця між найзаможнішими і найбіднішими жителями планети може становити мільйони і навіть мільярди доларів.

Слід зазначити, що попри значну кількість бідного населення на планеті (переважно у країнах Африки та Азії), його загальна кількість упродовж останніх років швидко зменшується. Важливо також, що відсоток населення, що живе в умовах крайньої бідності, постійно зменшується, і, зокрема, знизився із понад 80 % у 1800 р. до 10 % до 2015 р. Так, згідно з оцінками ООН, у 2015 р. за межею крайньої бідності залишалось приблизно 734 млн людей на планеті. Упродовж останніх 10-ти років кількість людей з доходом до 2-х доларів на день зменшилась на планеті приблизно на 400 млн осіб. При цьому таке стрімке скорочення бідного населення відбувається значною мірою саме за рахунок інтенсивного економічного розвитку великих азійських країн — Китаю та Індії. До речі, за останні роки попри глобальну економічну кризу у 2008 р., ріст світового ВВП мав виражену позитивну динаміку, і, наприклад, у 2014 р. становив 3,4%, що є дуже непоганим показником для світової економіки.

Величезним викликом для світової економіки виявилася пандемія коронавірусної інфекції (COVID-19). З перших зареєстрованих випадків хвороби у грудні 2019 р. пандемія за лічені місяці охопила увесь світ і на липень 2021 р. усього на планеті зареєстровано понад 180 млн випадків захворювання і біля 4 млн. смертей. Ситуацію на краще принципово змінила глобальна вакцинація населення, що розпочалася у грудні 2020 р. після розроблення та успішного клінічного випробування одразу декількох вакцин від світових лідерів з розроблення вакцин. Але пандемія вже наклала значний відбиток на світову економіку і її вплив буде помітний ще багато років. Так, глобальна рецесія (спад світової економіки) внаслідок COVID-19 є найглибшою з кінця Другої світової війни. Глобальна економіка скоротилася на 3,5 % у 2020 р., згідно з опублікованим Міжнародним валютним фондом (МВФ) звітом за квітень 2021 року, що становить 7 % втрат порівняно з 3,4-відсотковим прогнозом зростання світового ВВП у жовтні 2019 р. Хоча

практично кожна країна зафіксувала падіння економіки у 2020 р., спад був більш вираженим у найбідніших частинах світу. І, очевидно, одним з важливих уроків, що має винести людство з пандемії COVID-19 є те, що світ і наша цивілізація є насправді потенційно уразливими і незахищеними від багатьох потенційних загроз. Тож людство має мудро розпоряджатися своїми ресурсами — і матеріальними, і інтелектуальними, щоб у майбутньому ризики від таких загроз мінімізувати. Наприклад, у такі критичні для людства періоди стає очевидною важлива роль науки та технологій для подолання викликів та загроз, що виникають. І про це важливо пам'ятати та розставляти соціальні пріоритети не тільки в часи пандемій, а й у періоди відносного благополуччя.

Попри те, що людство в цілому виробляє достатні матеріальні ресурси, щоб впевнено себе прогодувати і забезпечити усіма життєво необхідними благами, різниця між рівнем життя у найбагатших і найбідніших країнах світу колосальна. Нижче ми побачимо, що, наприклад, номінальний ВВП на особу в найбагатших і найбідніших країнах різниться приблизно у 300 разів. І це тільки кількісний показник. Що ж стосується якості життя, то розрив між найбагатшими і найбіднішими країнами не менш разючий. Можливо, з усіх благ цивілізації, для найбідніших країн найкритичнішими є харчові продукти, доступ до чистої питної води, до нормальних санітарних умов та сучасних медичних послуг.

Як результат, сьогодні середня тривалість життя у найбідніших країнах Африки становить біля 50 років (Лесото — 51 рік, Центральна Африканська Республіка — 53 роки), а дитяча смертність — до 100 немовлят на тисячу новонароджених. Для порівняння, середня тривалість життя у економічно розвинених країнах сягає 83–84 років (Японія — 84 роки, Швейцарія, Австралія, Сінгапур — 83 роки). Дитяча смертність у розвинутих країнах не перевищує 2–3 випадків на 1000 новонароджених.

Люди населяють нашу планету вкрай нерівномірно. За оцінками ООН, переважна кількість населення планети, до 60 %, проживає в Азії; 16 % — в Африці; 10 % — у Європі; 8 % — у Північній Америці; 6 % — у Південній Америці і 0,5 % — в Австралії.

Серед країн з найбільшою кількістю населення вирізняються Китай (1 млрд 440 млн у 2020 р.) та Індія (1 млрд. 380 млн у 2020 р.), за ними зі значним розривом — США, Індонезія, Пакистан, Бразилія, Нігерія (понад 200 млн. населення у кожній країні). Понад 100 млн. населення мають Бангладеш, Росія, Мексика, Японія, Ефіопія, Філіппіни.

Не менш цікавим є і показник густоти населення у окремих країнах, тобто кількість населення, що проживає на одиниці площі земної поверхні. В середньому по планеті цей показник становить 49 осіб на 1 км² суходолу. При цьому Індія й Китай є далеко не найбільш густонаселеними країнами, як

можна було очікувати. Густота населення в Індії становить 412 осіб на км², в Китаї — 146 особи на км². Водночас у невеличкому європейському місті-державі князівстві Монако проживає понад 19 тис. осіб на км², у Сінгапурі та Гонконзі — понад 8 тис. та 6,5 тис. осіб на км² відповідно. Найменш густонаселеними є такі країни як Канада (4 особи на км²) та Росія (8 осіб на км²). Густота населення в Україні становить 72 особи на км².

2.2. Показники економічного розвитку країн

Усі країни світу зазвичай поділяють на 3 категорії: 1) розвинуті країни, 2) країни, що розвиваються і 3) бідні країни. До розвинених країн відносять Сполучені Штати Америки, країни Західної Європи, Японію, Канаду, Австралію і ще ряд країн з високим ВВП на особу. До країн, що розвиваються, відносять Китай, Індію, Бразилію, Росію і цілий ряд інших країн, чий ВВП не перевищує 10 тис. доларів у рік на людину. До цієї категорії країн відносять і Україну. І, нарешті, третю групу країн становлять найбідніші країни Африки та Азії, чий ВВП зазвичай не перевищує 1 тис. доларів у рік на людину.

За номінальним ВВП перше місце в світі вже багато років впевнено посідають США, 22,6 трлн. доларів у 2021 р. Потім йде Китай — 16,6 трлн. доларів, Японія, Німеччина та Велика Британія (табл. 2.1).

Показово, якщо виокремити країни Європейського Союзу, США і Японію, то сумарний номінальний ВВП цих країн становитиме понад 50 % світового ВВП. При цьому населення цих країн становить усього біля 13 % від населення планети. Ці цифри говорять про те, що розвинені країни мають не тільки великі ВВП, але й великі ВВП на душу населення, як ми побачимо нижче. Тобто їхня економіка є значно більш ефективною, ніж в середньому по планеті.

Що стосується ВВП, приведену до паритету купівельної спроможності, то у 2014 р. Китай вперше вийшов за цим показником на 1-е місце у світі, обігнавши США. У цьому рейтингу Індія піднімається на 3-є місце, випереджаючи Японію, і значно покращують свої позиції такі країни, що розвиваються, як Бразилія та Росія (табл. 2.2). Як зазначалось вище, це пояснюється тим, що зазвичай у бідніших країнах купівельна спроможність долара є вищою, ніж у багатих країнах.

Таблиця 2.1 – Список 20 країн з найвищим номінальним ВВП (млн. доларів США) у 2021 р. за оцінками Міжнародного валютного фонду

Country	Nominal GDP, million USD
 United States	22,675,271
 China	16,642,318
 Japan	5,378,136
 Germany	4,319,286
 United Kingdom	3,124,650
 India	3,049,704
 France	2,938,271
 Italy	2,106,287
 Canada	1,883,487
 South Korea	1,806,707
 Russia	1,710,734
 Brazil	1,491,772
 Australia	1,617,543
 Spain	1,461,552
 Mexico	1,192,480
 Indonesia	1,158,783
 Netherlands	1,012,598
 Switzerland	824,734
 Saudi Arabia	804,921
 Turkey	794,530

Таблиця 2.2 – Список 20 країн з найвищим ВВП за паритетом купівельної спроможності (млн доларів США) у 2021 р. за оцінками Міжнародного валютного фонду

Country	GDP PPP, million USD
 China	26,656,766
 United States	22,675,271
 India	10,207,290
 Japan	5,585,786
 Germany	4,743,673
 Russia	4,328,122
 Indonesia	3,507,239
 France	3,231,927
 Brazil	3,328,459
 United Kingdom	3,174,921
 Italy	2,610,563
 Mexico	2,613,797
 Turkey	2,749,570
 South Korea	2,436,872
 Spain	1,959,037
 Canada	1,978,816
 Saudi Arabia	1,705,519
 Australia	1,415,564
 Poland	1,363,766
 Thailand	1,329,324

У той час, як сумарний ВВП країни свідчить скоріше про їх економічну і політичну вагу у світі, ВВП на особу, більш точно характеризує реальні статки та добробут громадян відповідної країни. Зрозуміло, що країни з невеликим населенням будуть мати сумарний ВВП зазвичай значно нижчий за ВВП великих за населенням країн, але це ще не означає, що у цих країнах громадяни мають менші статки. Серед країн з найвищим номінальним ВВП на особу на перших позиціях відносно невеликі європейські країни, такі як Люксембург та Швейцарія (табл. 2.3). США, найбагатша країна світу за

загальним номінальним ВВП, за ВВП на особу також посідає одне з перших місць, але, як бачимо, таки поступається декільком країнам. Країни Західної Європи мають номінальний ВВП на особу біля 50 тис. доларів на рік. Країни — члени Євросоюзу зі Східної Європи мають номінальний ВВП на особу у межах 12–20 тис. доларів на рік. І країни, що розвиваються, такі як Китай, Бразилія, Росія, Мексика мають номінальний ВВП на особу на рівні 10 тис. доларів на рік.

Таблиця 2.3 – Деякі з країн з найвищим номінальним ВВП на душу населення (доларів США) у 2021 р. за оцінками Міжнародного валютного фонду

Country	GDP per capita, USD
 Luxembourg	131,782
 Switzerland	94,696
 Ireland	94,556
 Norway	81,995
 United States	68,309
 Iceland	65,273
 Denmark	67,218
 Singapore	64,103
 Qatar	59,143
 Australia	62,723
 Sweden	58,977
 Netherlands	58,003
 Finland	54,330
 Austria	53,859
 Germany	51,860
 Belgium	50,103
 Canada	49,222
 Israel	47,602

Україна у 2021 р. має номінальний ВВП на особу порядку 4 тис. доларів. Як бачимо, за цим показником ми не тільки відстаємо від багатьох західних країн, але навіть суттєво поступаємося середньосвітовому показнику (біля 11 тис. доларів в рік на людину).

Серед найбідніших країн, де номінальний ВВП на особу не перевищує 500 доларів у рік, такі африканські країни, як Мадагаскар, Центральноафриканська Республіка та Бурунді (табл. 2.4).

Таблиця 2.4 – Номінальний ВВП на душу населення (доларів США) деяких країн, що розвиваються та бідних країн у 2021 р. за оцінками Міжнародного валютного фонду

Country	GDP per capita, thousand USD
 China	11,819
 Russia	11,654
 Turkey	9,327
 Mexico	9,246
 Brazil	7,011
 Belarus	6,487
 Moldova	4,638
 Iraq	4,632
 Georgia	4,361
 Ukraine	3,984
 Egypt	3,832
 Papua New Guinea	2,737
 Honduras	2,586
 Nigeria	2,432
 India	2,191
 Kyrgyzstan	1,123
 Ethiopia	952
 Afghanistan	592
 Central African Republic	552
 Madagascar	521
 Somalia	347
 Burundi	265

Аналіз номінального ВВП на душу населення у різних країнах демонструє, що середній ВВП по планеті, який приблизно дорівнює 11 тис. доларів на рік, для багатьох країн є давно подоланим рубежем, а для багатьох інших — заповітною мрією. Згодом ми спробуємо розібратися, чому одні країни змогли стати успішними в економічному сенсі, і що заважає іншим (табл. 2.5).

Таблиця 2.5 – Деякі з країн з найвищим ВВП на душу населення за паритетом купівельної спроможності (доларів США) у 2021 р. за оцінками Міжнародного валютного фонду

Country	GDP per capita, USD PPP
 Luxembourg	122,740
 Singapore	102,742
 Ireland	99,239
 Qatar	97,262
 Switzerland	75,880
 Norway	69,171
 United States	68,309
 Denmark	61,478
 Netherlands	60,461
 United Arab Emirates	59,844
 Iceland	58,151
 Austria	57,891
 Germany	56,956
 Sweden	55,566
 Australia	54,891
 Belgium	53,973
 Finland	51,867
 Canada	51,713
 France	49,492
 Saudi Arabia	48,099
 United Kingdom	47,089
 South Korea	47,027
 EU	46,888
 Japan	44,585

Рейтинг країн за ВВП на душу населення за паритетом купівельної спроможності принципово не відрізняється від рейтингу номінального ВВП на особу, однак у деяких випадках різниця між країнами стає не така разюча. На першому місці в рейтингу 2021 року — Люксембург із 123 тис. доларів у рік на одну людину. США — у першій десятці (його ВВП ПКС близький до номінального ВВП на особу і становить дещо більше 68 тис. доларів). Середній ВВП на особу за паритетом купівельної спроможності у країнах Європейського Союзу становить біля 47 тис. доларів у рік.

Росія у цьому рейтингу значно випереджає Китай, очевидно, через більшу покупну спроможність долара на внутрішньому ринку Росії (табл. 2.6).

ВВП на особу за паритетом купівельної спроможності в Україні у 2021 р. становить біля 14 тис. доларів, тобто є приблизно у 3,5 раза вищим за номінальний ВВП на душу населення в країні. Нагадаємо, це означає, що на внутрішньому ринку України на 1 долар можна придбати у 3,5 раза більше товарів та послуг, ніж, наприклад, у США. (Реально ми купуємо товари за гривні, і можемо купити за ці гривні значно більше товару в Україні, ніж в США, якщо конвертуємо їх у долар).

Найбідніші країни світу, такі як Сомалі та Бурунді, мають ВВП на особу за паритетом купівельної спроможності на рівні 1000 і менше доларів на рік.

Яскравим показником економічного розвитку країни, який є одночасно і показником соціальної захищеності населення — це відсоток зарплати, який громадяни різних країн витрачають на продукти харчування. У найбагатших за ВВП на душу населення країнах громадяни витрачають на харчування порядку 10–15 % від своєї зарплати, і лідером за цим показником є США. Американці витрачають усього 6,5 % від своєї зарплати на харчування. Приблизно 10 % від зарплати витрачають на харчування громадяни Канади, Німеччини, Великої Британії та Австралії. Натомість, за офіційною статистикою міністерства фінансів України, українці у 2016 р. витрачали на харчові продукти 38 % від зарплати. Кожен з читачів може порівняти ці цифри з реальними витратами своєї родини на харчування. Ну і зрозуміло, що громадяни найбідніших країн, де ВВП не перевищує 1000 доларів в рік на людину, практично усю свою зарплату, крім інших обов'язкових витрат, витрачають на харчування.

Таблиця 2.6 – ВВП на душу населення (доларів США) за паритетом купівельної спроможності деяких країн, що розвиваються та бідних країн у 2021 р. за оцінками Міжнародного валютного фонду

Country	GDP per capita, USD PPP
 Russia	29,485
 Kazakhstan	27,560
 Belarus	20,578
 Mexico	20,266
 China	18,931
 Brazil	15,643
 Ukraine	13,943
 Moldova	13,879
 Indonesia	12,882
 India	7,333
 Kyrgyzstan	5,323
 Nigeria	5,280
 Cameroon	3,745
 Afghanistan	2,474
 Madagascar	1,639
 Central African Republic	1,013
 Somalia	941
 Burundi	772

Для оцінювання паритету купівельної спроможності долара у різних країнах іноді використовують також спрощені підходи, які дають змогу швидко і наочно уявити різницю між країнами, хоча і не враховують усі параметри порівняння і тому не є абсолютно точними. Наприклад, починаючи з 1986 р, впливовий британський журнал *The Economist* почав друкувати індекс Біг-Маку, який на початку було напівжартома введено для порівняння реальної вартості Біг-Маку, стандартного гамбургера мережі McDonald's. Індекс виявився доволі показовим і його легко порівняти з офіційно

встановленими параметрами паритету купівельної спроможності долара у даній країні.

Зокрема, як видно з таблиці 2.7, ціна на Біг Мак в Україні приблизно у 2,5 раза нижча за ціну на нього у США. Тобто, згідно з індексом Біг-Маку, купівельна спроможність долара в Україні у 2,5 раза вища, ніж у США.

Таблиця 2.7 – Вартість гамбургеру Біг Мак мережі McDonald's (у доларах США) у деяких країнах світу у 2021 р.

Country	Average price in USD
Switzerland	7.29
Sweden	6.37
United States	5.66
Israel	5.35
Euro area	5.16
Brazil	3.98
Japan	3.74
Poland	3.51
Moldova	2.9
Egypt	2.72
Mexico	2.68
India	2.59
Ukraine	2.2
South Africa	2.16
Turkey	2.01
Russia	1.81

Разом з тим, раніше ми бачили, що згідно з оцінками Міжнародного валютного фонду, ВВП України за паритетом купівельної спроможності долара приблизно у 3,5 раза перевищує номінальний ВВП країни. Це щонайменше означає, що для Біг Маку купівельна спроможність долара в Україні дещо нижча за офіційно визнану.

Під структурою ВВП розуміють процентне співвідношення, яке займають різні сектори економіки у загальному обсязі ВВП. Можна уявити, що умовне ВВП первісного суспільства складалося в основному з видобутку їжі та забезпечення себе примітивним одягом та житлом. Тобто сьогодні ми віднесли б ці види діяльності переважно до сільськогосподарського виробництва. Згодом, мірою розвитку цивілізації, з'являються нові види діяльності, такі як виготовлення більш досконалих знарядь праці, спочатку кам'яних, пізніше — металевих виробів. Тобто можна говорити, що в структурі ВВП первісного суспільства з'являються передвісники ремісництва, яке згодом розвинеться до таких видів промислового виробництва, як, наприклад, металургія та машинобудування. Одночасно у первісному суспільстві розвиваються певні види послуг — обмін та торгівля, знахарство (зародки медичних послуг) і певні традиції виховання та навчання дітей як передвісники освітніх послуг.

На цьому вкрай спрощеному прикладі можна зрозуміти, що по мірі розвитку суспільства з'являються все нові види економічної діяльності — виробництво нових товарів і послуг, яких не було раніше. І забезпечення себе їжею вже не є єдиною і, можливо, навіть не є головною метою економічної діяльності. Останню тезу яскраво ілюструє структура глобального ВВП сучасного суспільства (рис. 2.1). У структурі сучасного ВВП зазвичай виділяють три основні галузі: 1) сільськогосподарське виробництво; 2) промислове виробництво; 3) послуги, або сервіси.

Сільськогосподарське виробництво включає такі базові галузі, як усі види рослинництва, тваринництва, рибництво, лісове господарство. До промислового виробництва відносять усі галузі несільськогосподарського виробництва. Зокрема, сюди входять такі галузі важкої промисловості, як металургія та машинобудування, хімічна промисловість, легка промисловість, харчова промисловість, усі галузі виробництва сучасної комп'ютерної техніки та засобів зв'язку та ін.

Під послугами розуміють усе, що безпосередньо не належить до сільськогосподарського та промислового виробництва, хоча часто дуже тісно з ним пов'язане. Зокрема, серед послуг виділяють виробничі послуги (сервіси) та послуги життєзабезпечення. До виробничих послуг відносять фінансові послуги, логістику, високотехнологічні та технічні сервіси і так звані бізнес—

The structure of the world economy, percent of total world GDP

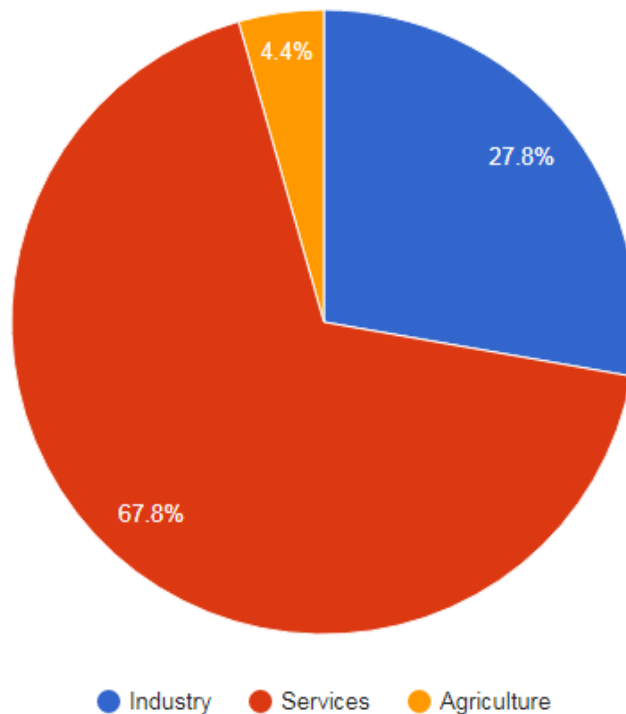


Рисунок 2.1 – Структура глобального ВВП у 2016 р.

сервіси. До послуг життєзабезпечення відносять торгівлю, ресторанний бізнес, туризм, охорону здоров'я, науку, освіту та виховання. Зрозуміло, що цей поділ на галузі дещо умовний, оскільки всі вони тісно взаємопов'язані між собою.

У структурі глобального ВВП сільськогосподарське виробництво займає сьогодні усього біля 4 %, промислове виробництво — приблизно 28 %, а усі види послуг сьогодні становлять приблизно 68 %. Попри те, що відсотки між секторами дещо змінюються від року до року, порядок цифр упродовж останніх років залишається приблизно однаковим. Сільськогосподарське виробництво — це той сектор економіки, що забезпечує людину первинними ресурсами для її харчування. І те, що сьогодні сільське господарство займає у структурі ВВП планети менше 5 %, говорить про те, що людство в цілому вже давно і впевнено забезпечило себе продуктами харчування. Вдумайтесь, на виробництво сільськогосподарської продукції, тобто харчових продуктів, людство витрачає сьогодні менше десятої частини своєї економічної активності. Звісно, таке твердження є дещо перебільшеним,

адже, наприклад, виготовлення техніки для сільськогосподарського виробництва, що відноситься до промислового виробництва, також у результаті працює на сільське господарство, тобто на забезпечення людства харчовими продуктами. Або харчова промисловість, або підготовка фахівців для сільськогосподарського виробництва, також формально не відносяться до сільського господарства, але безумовно, тісно з ним пов'язані. Те саме стосується і фінансових та інформаційних сервісів, що працюють на виробництво харчових продуктів. Але це не змінює того факту, що сьогодні значна, і, ймовірно, більша доля економічної активності людства вже не направлена безпосередньо на виробництво продуктів харчування. Достатньо згадати про колосальні фінансові ресурси індустрії розваг та сучасні комп'ютерні технології, що значною мірою обслуговують цю індустрію (починаючи від ігрових гаджетів на вашому смартфоні і завершуючи надскладними комп'ютерними програмами для яскравих відеоефектів у голлівудських блокбастерах).

Або згадаймо колосальні ресурси, які сьогодні людство витрачає на озброєння. Так, за даними Стокгольмського міжнародного інституту дослідження миру, у 2020 р. людство витратило на озброєння майже 2 трлн доларів. Нескладні розрахунки показують — **людство глобально витрачає на озброєння приблизно 5,5 млрд доларів щодня**. І це склало біля 2,4 % глобального ВВП у 2020 р.. Тобто людство глобально витрачає на озброєння, читай — на самознищення, матеріальний ресурс співрозмірний з тим, що глобально витрачається на сільськогосподарське виробництво. Так, зрозуміло, що «гарні хлопці» повинні озброюватись, щоб їх не здолали «погані хлопці». «Поганих хлопців» у світі, безумовно, ще дуже багато, і їх треба контролювати. Але це не заперечує факту, що людство як біологічний вид і соціум витрачає значну частину свого матеріального ресурсу неприпустимо марнотратно.

Тож аналіз структури глобального ВВП свідчить про те, що по-перше, щонайменше розвинуті країни вже давно вирішили свої економічні проблеми з погляду забезпечення себе харчовими продуктами, житлом та іншими життєво необхідними умовами. По-друге, людство в цілому як єдиний соціум ще не досягло того рівня соціального розвитку, щоб ефективно використати нинішній потенціал свого економічного розвитку. Згадаймо, наприклад, що сьогодні понад 700 млн людей на планеті живуть за межею бідності, маючи дохід менше 2 доларів у день на людину. І десятки мільйонів людей у найбідніших країнах фізично потерпають від голоду та щоденно борються за виживання.

Показовим є і аналіз структури ВВП окремих країн. Попри певні особливості національних економік різних країн, проглядається чітка

закономірність — чим успішнішою є країна за рівнем ВВП на особу, тим менший відсоток у структурі ВВП цієї країни займає сільськогосподарське виробництво, і тим більшу частку становить сфера послуг. Наприклад, у Люксембурзі, країні з найвищим номінальним ВВП на особу в світі, сільське господарство займає усього 0,3 %. Натомість сфера послуг займає 88,3 % від обсягу національного ВВП. При цьому переважна частина послуг тут представлена, очевидно, фінансовими (банківським) послугами. Близька до цього і структура ВВП Швейцарії — частка сільського господарства тут становить 0,8 %, натомість частка послуг — 72,6 % від загального ВВП. Такі економічні гіганти, як США та Німеччина, мають також досить скромний відсоток ВВП, що займає сільське господарство (1,6 % у США і 0,7 % у Німеччині). Звісно, це не означає, що сільське господарство у цих країнах не розвалене. Сполучені Штати, наприклад, є світовим лідером у багатьох галузях сільськогосподарського виробництва і потужним експортером сільськогосподарської продукції. Але низький відсоток сільськогосподарського виробництва у структурі ВВП цих країн означає, що інші сектори — промислове виробництво і, особливо, сфера послуг — розвинуто набагато сильніше. До речі, це вказує й на те, що інші сектори економіки є більш економічно вигідними (рентабельними) порівняно з виробництвом сільськогосподарської продукції. Як говорять економісти, гроші течуть туди, куди їх більш вигідно вкладати.

Натомість, найбідніші країни світу, такі як Сомалі або Бурунді, мають значну долю свого ВВП у сільськогосподарському виробництві (Сомалі — 60,2 %, Бурунді — 39,2 %). Знову ж, це не означає, що їхнє сільське господарство високорозвинене. Просто з огляду на слабкий розвиток інших галузей економіки воно займає суттєвий відсоток національного ВВП. Тобто ці бідні африканські країни йдуть, можливо, самим безперспективним шляхом, вирощуючи сільськогосподарську продукцію в умовах несприятливого клімату, бо їх першочерговим завданням все ще залишається себе прогодувати. Можливо, для цих країн було б набагато перспективніше винайти свою економічну нішу, як це свого часу зробили розвинуті країни, і на отримані доходи сповна забезпечити себе харчовими продуктами. (Пізніше ми поговоримо про особливості економічного розвитку багатих та бідних країн).

Структура ВВП України вказує на те, що ми знаходимось у проміжному становищі між найбільш багатими і бідними країнами — приблизно 14 % нашого ВВП займає сільськогосподарське виробництво, 27 % — промислове виробництво, і 59 % — сфера послуг. Зрозуміло, що Україна має бути потужним сільськогосподарським виробником, маючи у своєму активі понад чверть світових запасів чорноземів. Водночас наведений вище аналіз свідчить

— якщо ми хочемо рухатись у сторону заможних розвинених країн, або хоча би до середньосвітового рівня, ми маємо спрямувати максимум своїх зусиль на розвиток інших, більш рентабельних галузей економіки. Швейцарія, Люксембург чи Сінгапур забезпечили своє економічне зростання не за рахунок розвитку сільського господарства. Якісні банківські сервіси, новітні інформаційно-комунікаційні технології, сучасна комп'ютерна та комунікаційна техніка, очевидно, є незрівнянно більш рентабельними та ефективними галузями для підйому національної економіки.

Рисунок 2.2 представляє, так би мовити, глобальну картину частки сільськогосподарського виробництва у структурі ВВП окремих країн.

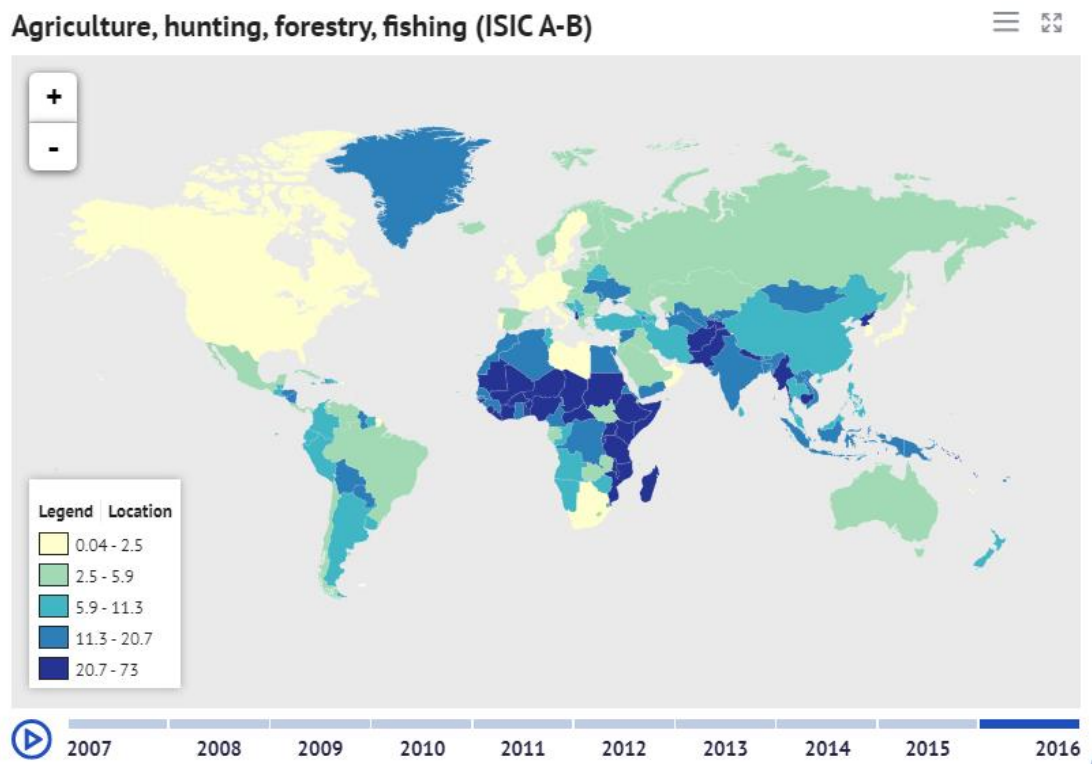


Рисунок 2.2 – Частка сільськогосподарського виробництва у структурі ВВП різних країн, 2016 р.

Неважко помітити, що суттєвий відсоток ВВП сільському господарству належить лише у найбідніших країнах Африки та Азії. Натомість Сполучені Штати Америки, Західна Європа, Канада, Австралія та інші розвинуті країни забезпечують свій економічний добробут переважно за рахунок інших

секторів економіки, маючи не більш як 2,5 % національних ВВП у сільськогосподарському виробництві.

Промислове виробництво зосереджено переважно в Китаї та деяких інших азійських країнах та країнах Європейського Союзу, якщо говорити про максимально високу частку промислового виробництва у структурі національних ВВП (рис. 2.3).

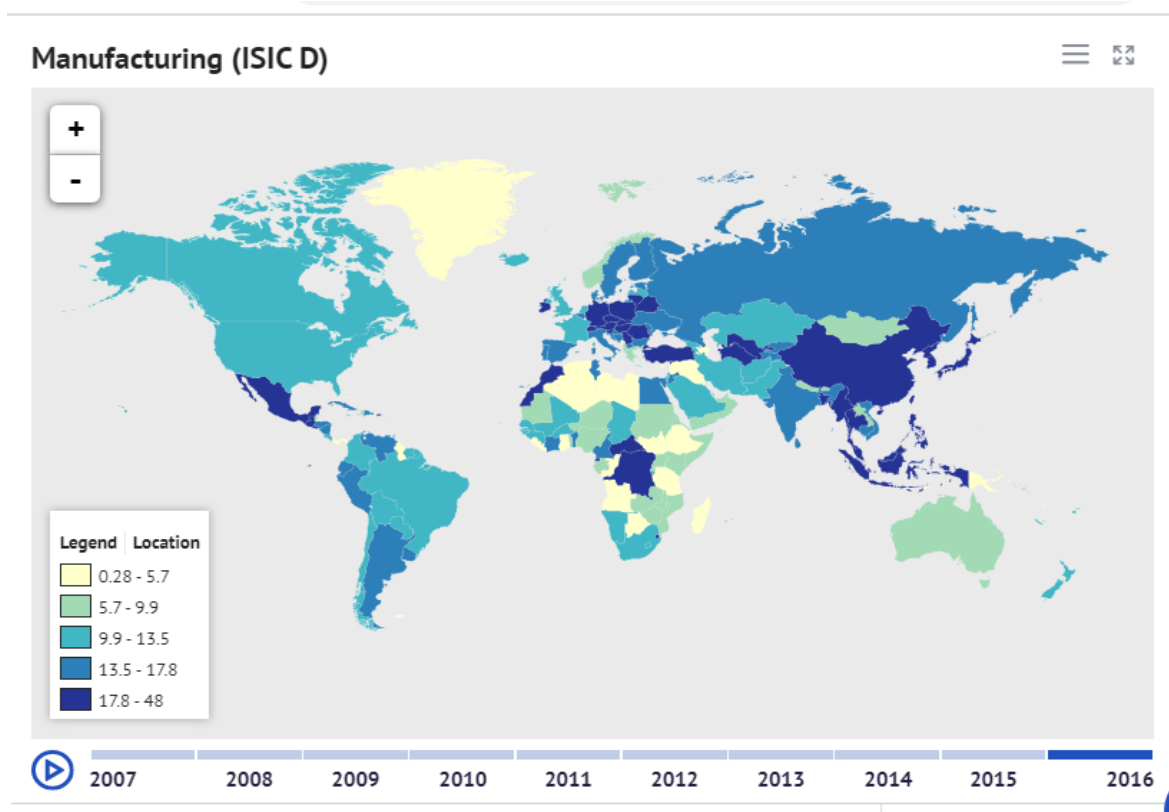


Рисунок 2.3 – Частка промислового виробництва у структурі ВВП різних країн, 2016 р.

Як бачимо з рис. 2.4, максимальна частка послуг/сервісів у структурі ВВП чітко виявляється у найбільш економічно розвинутих країнах — США, Канада, країни Західної Європи, Японія, Австралія і деякі інші країни.

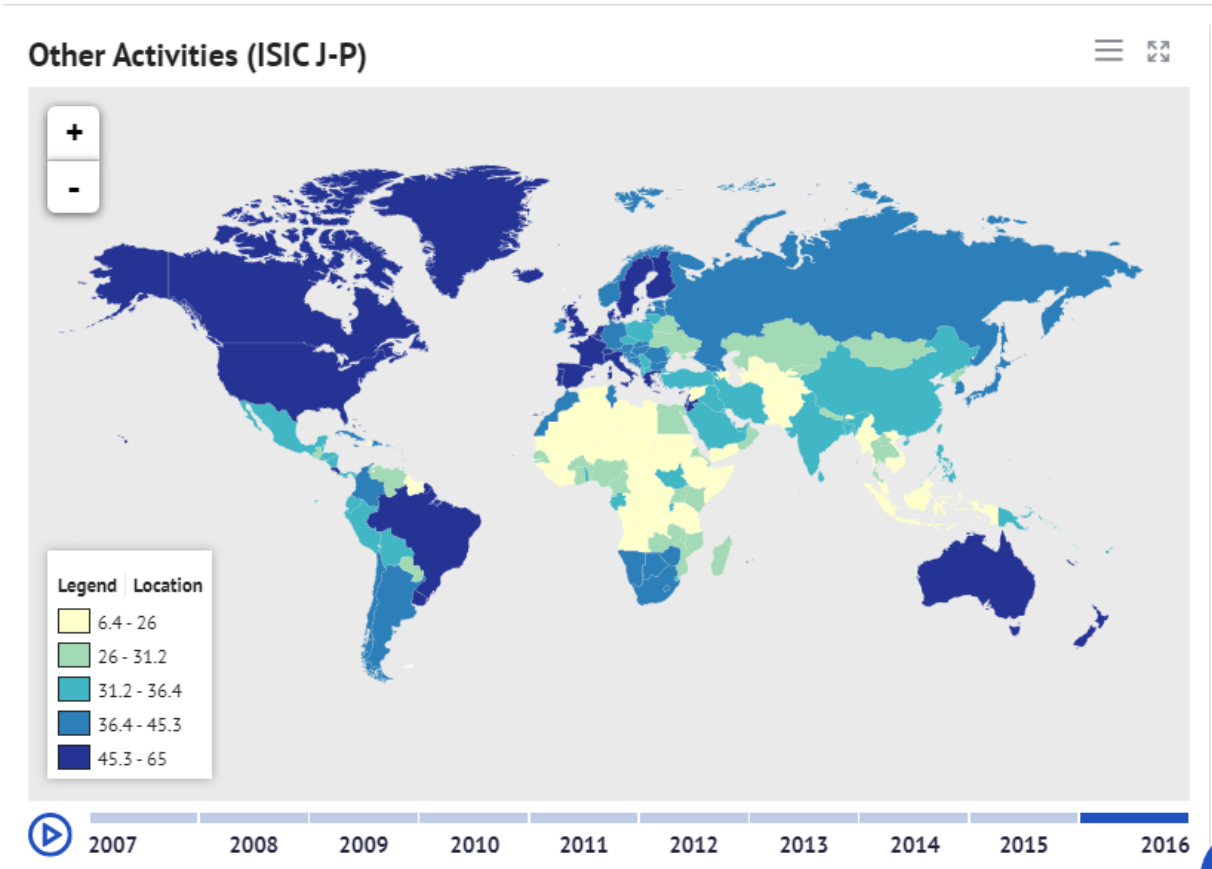


Рисунок 2.4 – Частка деяких сервісів у структурі ВВП різних країн, 2016 р.

Тож не дивно, що західні аналітики наголошують, що рівень розвитку послуг у країні та плани цієї країни по їх нарощуванню свідчать значною мірою про майбутній економічний потенціал країни. Не забуваймо, що до сфери послуг відносять і такі високотехнологічні сервіси як Інтернет, сучасні засоби зв'язку, банківські послуги, транспортна інфраструктура і багато інших критично важливих елементів успішного ведення бізнесу.

2.3. Історія економічного зростання на планеті

У 1788 р. англійський священик і вчений Томас Мальтус сформулював своє бачення перспектив розвитку людства, що увійшло в історію як теорія народонаселення Мальтуса. Дослідник стверджував, що ріст населення відбувається у геометричній прогресії ($10 \times 2 \times 2 \times 2 \dots$), а кількість харчових продуктів зростає у арифметичній прогресії ($10 + 2 + 2 + 2 \dots$). Мальтус робить висновок — бідність робітників є результатом великої кількості дітей у робітничих сім'ях, а не низької заробітної плати робітників. Тож для подолання бідності Мальтус пропонує ввести контроль народжуваності у робітничих сім'ях. Крім того, він оцінює як позитивні з погляду контролю народонаселення такі соціальні явища як війни, епідемії тощо.

Пізніше теорія Мальтуса була неодноразово піддана нищівній критиці, але Мальтус був першим, хто спробував оцінити перспективи розвитку людства у глобальному масштабі. Цікаво, що у часи Мальтуса загальна чисельність населення планети становила усього приблизно 1 млрд. Тож стрімкий ріст населення планети дослідник передбачив абсолютно вірно. Інша справа, що інші тези його теорії виявилися хибними та/або неприйнятними з погляду сучасної моралі.

Інша відома спроба спрогнозувати шляхи розвитку людства у глобальному масштабі була зроблена набагато пізніше, у 1972 р. дослідниками із Массачусетського технологічного інституту Денісом Медоузом і співавторами. На цей раз у руках дослідників було вже набагато більше фактичного матеріалу для аналізу — реальні темпи росту населення, темпи розвитку основних галузей економіки та споживання природних ресурсів і таке інше. Але головне — дослідники мали на озброєнні потужні можливості комп'ютерного моделювання (нехай і не такі безмежні, як сьогодні, але потужні). Моделі Д. Медоуза і співавторів в цілому також спонукали до доволі песимістичних висновків — якщо темпи росту населення, обсяги виробництва та темпи споживання ресурсів не зміняться упродовж наступних років, то буде досягнута фізична межа економічного зростання на планеті з подальшим різким зменшенням чисельності населення та економічним занепадом і деградацією екосистем, починаючи вже з 2050 р.

Отже, спробуємо розібратися як людство фізично і економічно зростало упродовж останніх тисячоліть і що нас такі може чекати у майбутньому, виходячи із сьогоднішніх знань по проблемі.

Почнемо з того, що сучасні дані дійсно свідчать про стрімкий, експоненціальний ріст населення на планеті. Але парадокс полягає в тому, що цей стрімкий ріст відбувається усього впродовж 200 останніх років (рис. 2.5). До цього упродовж тисячоліть чисельність населення планети зростала дуже повільно. Якщо наприклад 10 тис. років до нашої ери чисельність усіх жителів планети становила майже 5 млн осіб, то на початок нашої ери ця цифра зросла усього до 250 млн. Тобто в той період населення планети зростало в середньому на 2,5 млн кожні 100 років. За наступні 1800 років темпи росту населення суттєво зростають — у цей період приріст населення у середньому становив дещо більше 40 млн осіб за кожні 100 років.

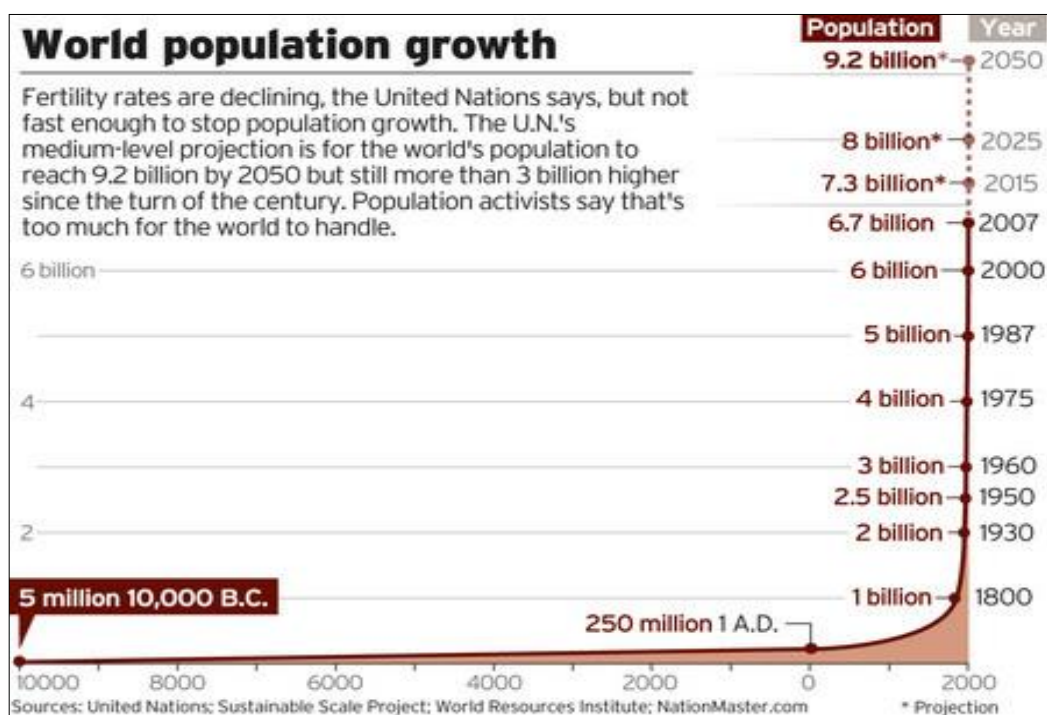


Рисунок 2.5 – Динаміка зростання чисельності населення на планеті (NationMaster.com)

А далі починається вибухоподібний ріст чисельності планети. Якщо для того, щоб досягти загальної чисельності людей на планеті до 1 млрд (у 1800 р.) людству знадобилось десятки тисяч років, то другий мільярд «виріс» усього

за 130 наступних років, третій — за 30 років, і в останні роки чисельність людства зростає на 1 млрд. приблизно кожні 12,5 — 15 років.

Але виникає логічне запитання — що ж сталося упродовж останніх 200 років такого, що сприяло вибухоподібному росту чисельності людей на планеті? При цьому зростає не тільки чисельність населення, а й тривалість життя людей. Якщо у Древній Греції та Древньому Римі середня тривалість життя становила приблизно 26–28 років, а у Англії ще у 1800 році — 33 роки, то сьогодні цей показник в середньому по планеті перевищує 70 років, а у розвинених країнах становить 83–84 роки (рис. 2.6).

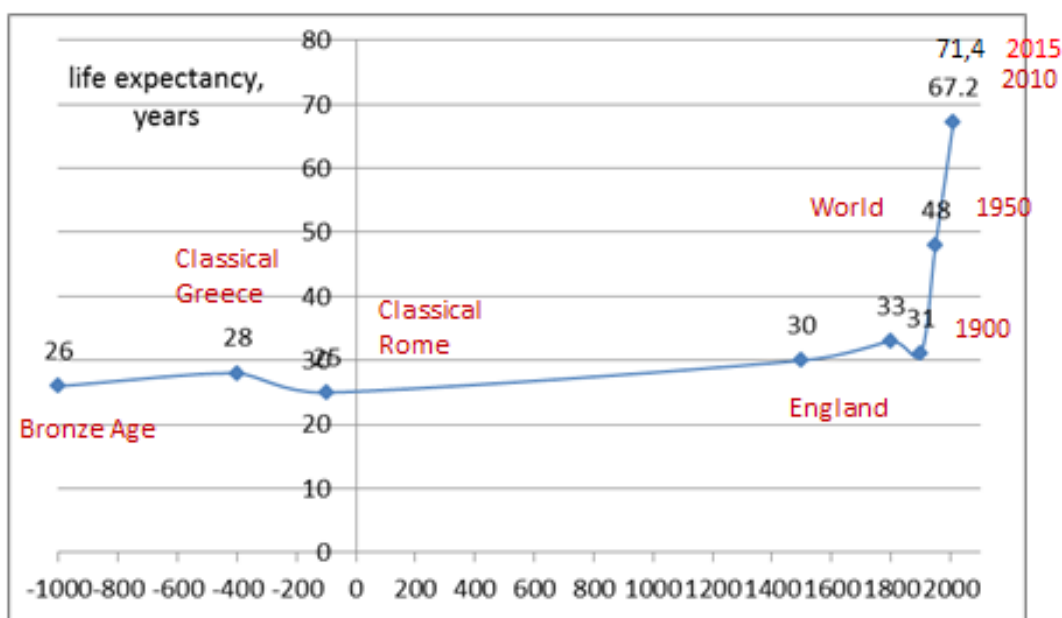


Рисунок 2.6 – Динаміка середньої тривалості життя у світі (-1000 – 2000 pp), складено за даними

https://en.wikipedia.org/wiki/Life_expectancy

Низька тривалість життя у минулі часи була обумовлена, перш за все, високою дитячою смертністю, що й призводило до наднизьких усереднених показників. Знову ж таки, суттєве зниження дитячої смертності і середньої тривалості життя на планеті спостерігаємо тільки у останні 100 років. Можна припустити, що причиною цього стало покращення санітарних умов життя та якості медичних послуг. Але чому це сталося лише упродовж останніх 100 років?

Для відповіді на ці запитання поглянемо на динаміку економічних показників у масштабі усієї планети упродовж відносно тривалого часу. Якщо взяти оцінку світового ВВП за останні 2 тис. років, то виявиться, що упродовж перших 1000 років (0–1000 рр.) ВВП планети майже не зростає і був на рівні 100 млрд доларів (рис. 2.7).

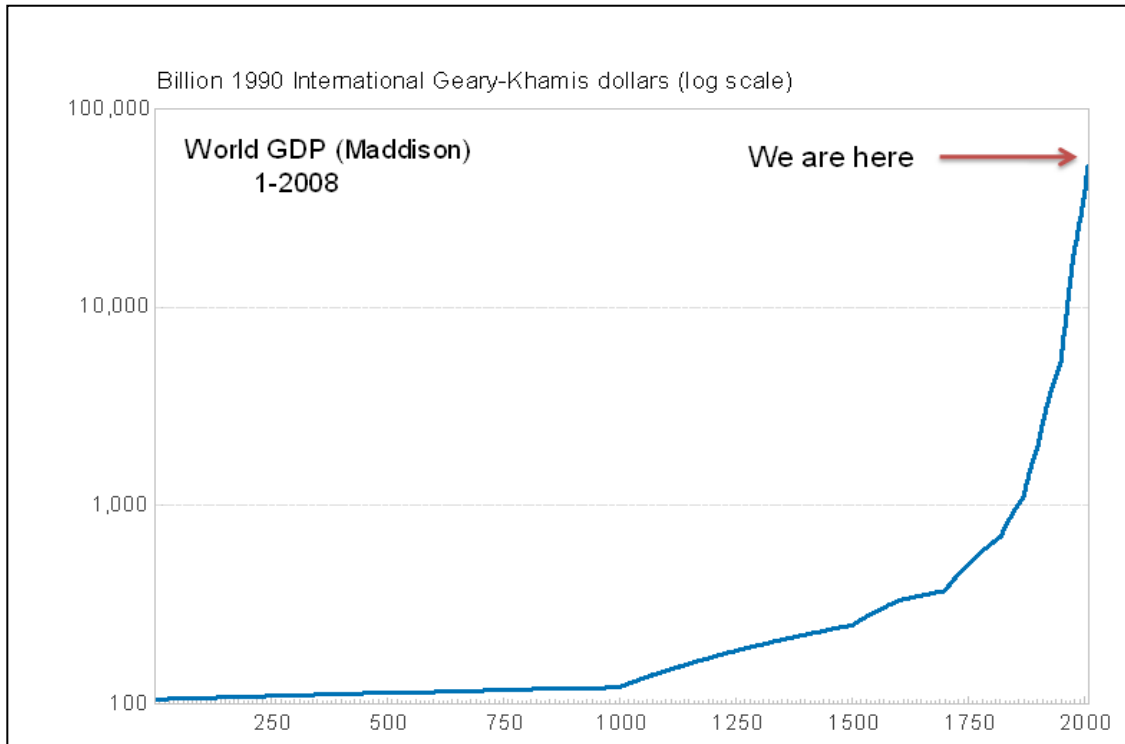


Рисунок 2.7 – Ріст глобального ВВП упродовж 0–2000 рр.

Для такої порівняльної оцінки економісти використовують індексацію умовної вартості долара, прив'язуючись у даному випадку до долара 1900 р.. Зрозуміло, що така порівняльна оцінка товарів і послуг досить умовна, бо 2 тис. років тому просто фізично не існувало більшості товарів, що з'явилися у 1900 році і, тим більше, тих товарів і послуг, що є сьогодні. Тим не менше така порівняльна оцінка глобального ВВП різних часів є доволі показовою.

Починаючи з 1000-го року нашої ери ВВП планети поступово зростає, і з 1750 року ріст стає експоненційним. У першому наближенні це можна було б пояснити ростом населення планети — як вже знаємо, у цей час чисельність населення стрімко зростає, кожен житель планети виробляє певну кількість матеріальних благ, відповідно, пропорційно зростає і ВВП планети.

Виявляється, ситуація зовсім не така. Справа в тому, що росте не тільки глобальний ВВП, а ВВП на особу теж стрімко зростає на планеті упродовж останні 200 років (рис. 2.8).

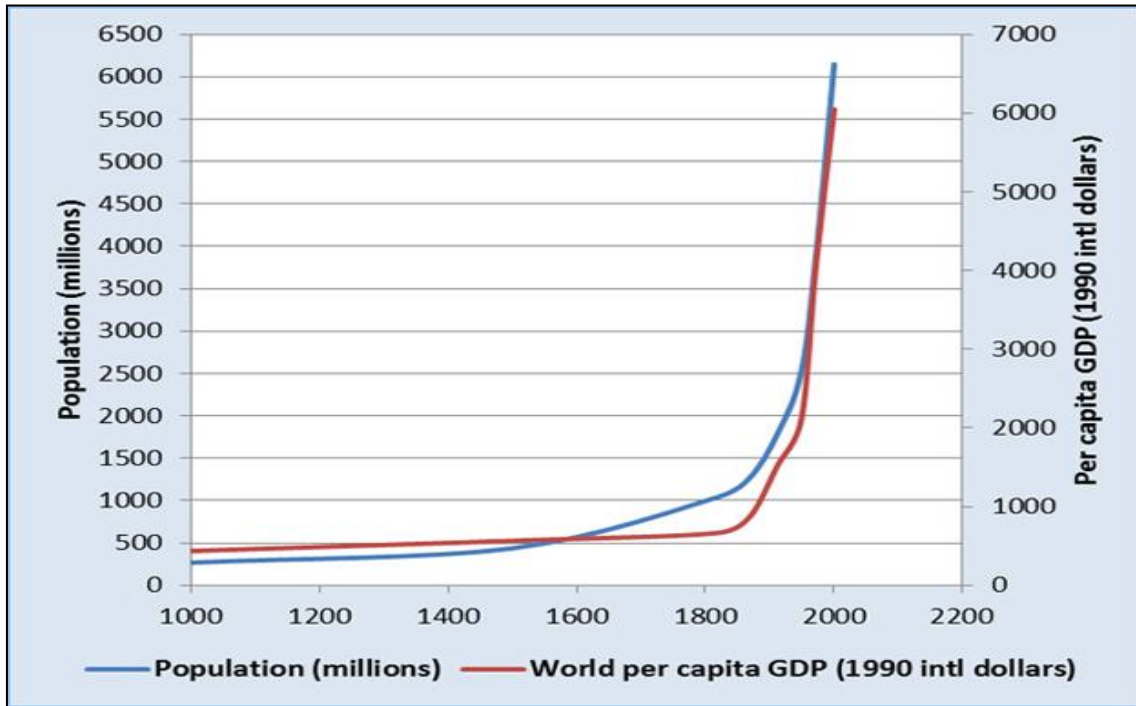


Рисунок 2.8 – Ріст населення планети та ВВП на душу населення упродовж 1000-2000 рр.

Якщо упродовж тривалого часу, від початку нашої ери (0 р.) до 1800-го року ВВП на душу населення майже не зростав, становлячи біля 400–500 доларів в рік на людину, то після 1800-го року починається карколомний ріст ВВП на душу населення. Тобто товарів і послуг на планеті стає не просто більше — їх стає більше на кожного жителя планети. І сьогодні, як ми вже відзначали, номінальний ВВП на одного жителя планети в рік становить майже 11 тис. доларів, тобто у понад 20 разів перевищує цей показник у 1800 році. І якщо порівняти динаміку росту ВВП на особу на планеті і динаміку росту населення на планеті за останні тисячу років, стає очевидною їх тісна взаємозалежність.

Зрозуміло, що сам по собі ріст населення не міг привести до суттєвого росту ВВП на особу. Очевидно, навпаки, суттєвий ріст ВВП на особу вів до

експоненційного росту населення. Тож залишається питання, чому ріст ВВП на душу населення так стрімко починає зростати саме 200 років тому.

Коротка відповідь на це запитання міститься у двох словах — **промислова революція**. Так, у середині 18-го століття в Англії сталася промислова революція, що принципово змінила можливості людини щодо виробництва товарів та послуг. Зазвичай початок промислової революції пов'язують з появою парової машини Джеймса Ватта у 1776 р. Але треба розуміти, що такі революційні відкриття не з'являються на порожньому місці. Професор Джефрі Сачс називає декілька необхідних умов, що склалися на середину 18-го століття в Англії і зробили можливими революційні перетворення у виробництві продукції саме в цій країні.

Серед передумов промислової революції в Англії були:

- наявність потужних наукових університетів;
- розвиток експериментальної науки та ремісництва;
- існування комерційного та інтелектуального права (патентування);
- поклади кам'яного вугілля та залізної руди в країні;
- наявність річкової та морської транспортної інфраструктури;
- ринкові стимули для розвитку винахідництва та верховенство права.

Не треба забувати, що промисловій революції передувала **наукова революція**, що відбувалася упродовж 16–17 століття у Європі. Величезну роль у цьому відіграли такі генії людства, засновники експериментального природознавства, як італійський вчений Галілео Галілей (1564–1642 рр.) та англійський вчений Ісаак Ньютон (1643–1727 рр.). Галілео Галілей був першим, хто ввів у методологію природознавства експериментальну перевірку наукових гіпотез. Його всесвітньовідомі досліди, коли він кидав з Пізанської башти предмети різної маси і заміряв час їх падіння довели, що час падіння не залежить від маси тіла. До цього з часів Архімеда усі вважали, що удвічі важчий камінь падає на Землю удвічі швидше за легший. Але цю тезу нікому в голову не приходило перевірити — бо так сказав великий Архімед і його вчення взяла на озброєння церква. Тож ніяких сумнівів ні в кого не мало бути. Ісаак Ньютон пішов далі, заклавши основи класичної фізики у основоположних законах динаміки (три закони Ньютона) та законі всесвітнього тяжіння. І сьогодні траєкторії космічних польотів розраховують за законами класичної механіки І. Ньютона (а не за теорією відносності А. Ейнштейна, як можна було би подумати).

Ще у 1712 р. англійський винахідник Томас Ньюкомен винаходить першу парову машину, що стала основою для парової машини Джеймса Ватта (рис. 2.9). Парова машина Ньюомена використовувалася для відкачування ґрунтових вод з вугільних шахт. Цю роботу до того виконували коні. Джеймс

Ватт удосконалив машину Ньюкомена і довів високу ефективність її використання. Саме під час доведення ефективності своєї парової машини Дж. Ватт вводить поняття кінської сили як одиниці виміру потужності (сильний кінь міг підняти 75 кг води на 1 м за 1 с).

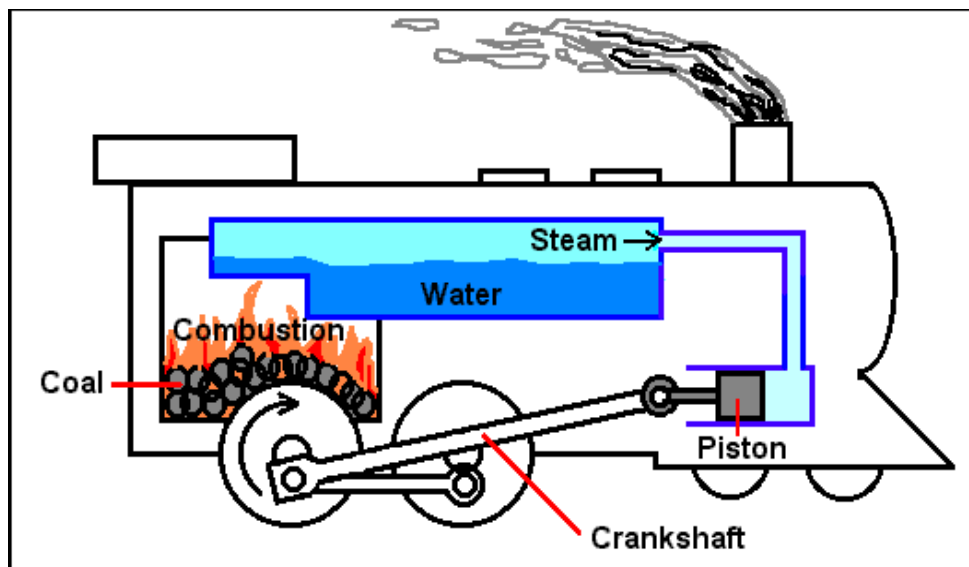


Рисунок 2.9 – Модель парової машини / парового двигуна Джеймса Ватта (<https://uk.wikipedia.org>)

Перші парові машини мали потужність 4–8 кінських сил. Перший річковий паром, що був запущений у 1807 р. через річку Гудзон у Нью-Йорку, мав потужність 18 кінських сил, а перший океанський пароплав — 450 кінських сил. Теоретична межа потужності парового двигуна становить 25 тис. кінських сил, а парової турбіни — 280 тис. кінських сил. Натомість фізичні можливості людини обмежуються однією десятою кінської сили. Тож з цих цифр стає цілком зрозуміло, чому саме винахід парового двигуна вважають початком промислової революції. Адже заміна фізичної людської праці та кінської тягової сили на потужні можливості нових машин, що почали з'являтися у другій половині 18-го століття у Англії, повністю революціонізували виробництво, вивівши продуктивність праці на небачену до цього висоту.

Водночас треба враховувати, що революційні технічні перетворення у одній галузі сприяли революційному розвитку інших галузей виробництва. Так, для виготовлення парових машин Ватту знадобився якісний метал та

якісне лиття. Свої перші машини Д. Ватт міг виготовити тільки з найякіснішої на той час металопродукції, що використовувалась при виготовленні гармат. Попит на якісний метал дуже швидко зумовлює появу принципово нових технологій виплавляння якісної сталі. Вдосконалюються методи використання вугілля у сталеливарній справі. Поява якісного металу, своєю чергою, стимулює розвиток транспортної інфраструктури. Якщо перші залізничні дороги в Англії потребували заміни колії через кожні 9 місяців через швидке зношування, то з появою більш якісного металу термін їх експлуатації збільшився до 10 років. Крім наземного транспорту, інтенсивно розвивається річкове та морське сполучення, використовуючи можливості нової якості металу та потужність парового двигуна. На базі нових металевих машин і конструкцій інтенсивно розвивається текстильна промисловість. І, нарешті, нова техніка і технології впроваджуються у сільськогосподарське виробництво, принципово збільшуючи продуктивність сільськогосподарського виробництва. Важливу роль у цьому відіграли роботи німецького дослідника Юстуса Лібіха, який довів важливість збалансованого мінерального живлення для високої продуктивності сільськогосподарських культур.

Таким чином, те, що ми сьогодні називаємо промисловою революцією середини 18-го століття, мало принципові наслідки для подальшої історії людства. Завдяки механізації виробництва починається експоненційний ріст продуктивності праці, ріст виробництва усіх товарів та послуг, включно з харчовими продуктами. Очевидно, що Томас Мальтус виявився неправий у частині його прогнозів щодо обмеженого зростання доступних для людини харчових продуктів. Реально можливості науково-технічного прогресу сприяли тому, що людство сьогодні може продукувати практично будь-яку кількість продовольства для своїх потреб. Це чітко доводить досвід розвинутих країн. І не забуваймо, що навіть у масштабах усієї планети людство сьогодні витрачає на сільськогосподарське виробництво менш як 5 % свого економічного потенціалу.

Як розвивалася економіка планети після промислової революції? Хвилі технічного прогресу йшли від Англії до інших європейських країн, які мали безумовні переваги від близькості з першим центром промислового прогресу. І такі країни як Німеччина та Франція сповна скористалися цією перевагою, розвинувши свій промисловий потенціал. Згодом на тривалий час світовим лідером промислового виробництва стають Сполучені Штати Америки. Сьогодні можемо говорити про багатоцентровий економічно розвинутий світ, що представлений такими країнами як США, країнами Західної Європи, Японією та багатьма іншими. Більше того, як ми виявили раніше, сьогодні найбільш економічно розвинуті країни мігрують від класичного промислового

та сільськогосподарського виробництва у сферу послуг, у сферу високотехнологічних сервісів.

Щоб оцінити історичний поступ економічного розвитку людства за останні 250 років, зручно скористатися моделлю хвиль глобального економічного зростання Кондратьєва (хвилі Кондратьєва) (рис. 2.10). Ніколай Кондратьєв — видатний російський економіст, який у 1925 р. першим виявив періодичність глобального економічного зростання. (Як і багато інших видатних особистостей російської імперії, Н. Кондратьєва було розстріляно сталінським режимом невдовзі після свого всесвітньо відомого відкриття).

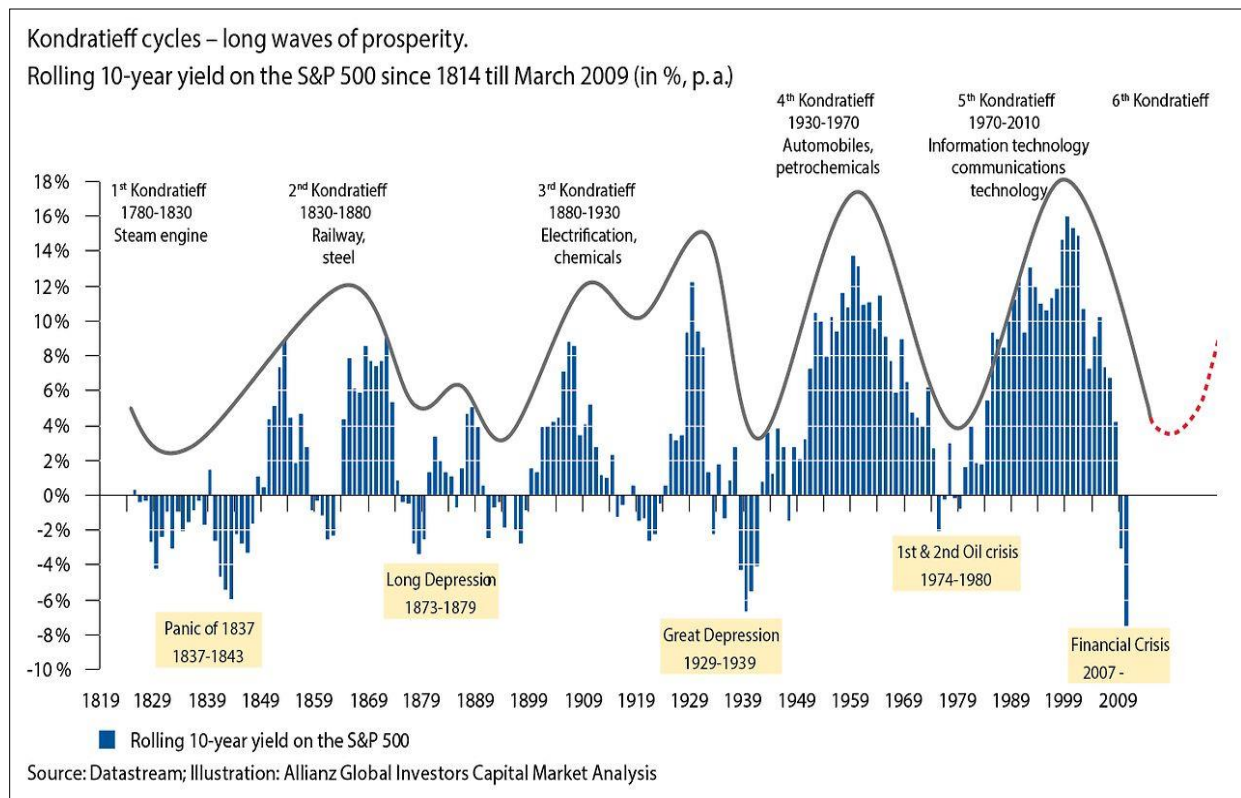


Рисунок 2.10 – Хвилі глобального економічного зростання / хвилі Кондратьєва

Кондратьєв виявив перші хвилі глобального економічного зростання, що змінювались періодами економічних криз чи економічних депресій. Пізніше модель хвиль Кондратьєва вдало лягла на усю подальшу історію економічного розвитку людства.

Перша хвиля глобального економічного зростання, безумовно, була пов'язана з винаходом та промисловим впровадженням парового двигуна (1780–1830 рр.). Друга хвиля була зумовлена розвитком нових технологій виготовлення сталі та чавуну і розвитком залізничного транспорту (1830–1880 рр.). Третя хвиля економічного зростання була обумовлена електрифікацією виробництва та впровадженням хімічних виробництв (1880–1930 рр.). Саме у цей період центр глобального економічного зростання надовго переміщується у США. Четверта хвиля глобального економічного росту тісно пов'язана з появою та масовим виробництвом автомобілів, відтак, розвитком нафтопереробної промисловості (1930–1970 рр.). П'ята, остання на сьогодні хвиля глобального економічного росту пов'язана з інформаційно-комунікаційними технологіями (1970–2010 рр.).

Періоди економічного зростання у світі доволі чітко простежуються у індексах біржової вартості п'ятиста найбільш потужних бізнес-компаній (рис. 2.10). Водночас за кожною хвилею економічного росту слідували більш чи менш виражені періоди економічних стагнацій чи криз — біржова паніка 1837 р., «тривала депресія» 1873–1879 рр., «глибока депресія» 1929–1939 рр., нафтові кризи у період з 1974 по 1980 рр. і, нарешті, фінансова криза 2008 р.

Нині, згідно з моделлю, світ на порозі нової потужної хвилі глобального економічного зростання. Що стане рушійною силою цього нового економічного зростання? Принаймні є декілька очевидних орієнтирів — це розвиток низьковуглецевої енергетики, що базується не на викопних енергетичних ресурсах (вугілля, нафта, газ), а на відновлюваних джерелах енергії; розвиток зеленої економіки в цілому з максимально ефективним енерго- та ресурсозбереженням та максимально ефективним (замкнутим) циклом переробки відходів. Тобто нова хвиля економічного зростання може мати усі ознаки економіки сталого розвитку.

Пандемія COVID-19, безумовно, суттєво вплинула і буде далі впливати на стан світової економіки та її майбутні трансформації. Пандемія не просто призвела до величезних економічних втрат та тяжких соціальних наслідків у більшості країн світу. Пандемія спонукала політичних лідерів та бізнес кардинально переглянути існуючі раніше моделі поведінки та форми ведення бізнесу. Упродовж пандемії величезна частина активностей у всіх сферах людської діяльності була, за можливості, переведена в онлайн-режим або принаймні суттєво збільшила онлайн-форми комунікації у бізнесі, освіті і побуті. З'явилися нові поняття і підходи, які, безумовно, будуть розвиватися і наповнюватися новим змістом і надалі — *low touch* есопому (малоконтактна економіка) та *touch free services* (безконтактні сервіси), що мінімізують можливі фізичні контакти людей для зменшення ризиків зараження

біологічними агентами, зокрема, коронавірусною інфекцією. Більше того, упродовж пандемічного періоду багато активностей завдяки онлайн-формату набули ширшого значення і стали очевидними переваги їх широкого використання — в освіті, науці, бізнесі та політиці. На зміну обов'язковому персональному спілкуванню прийшли форми активної онлайн-комунікації, які разом з певними обмеженнями та недоліками мають і значні переваги. Зокрема, у онлайн-форматі набагато легше і дешевше організувати міжнародну конференцію, науковий чи освітній семінар або навчальний курс із залученням фахівців, що фізично можуть знаходитися практично у будь-якій точці земною кулі.

Також пандемія ще раз підкреслила ключову, системну роль науки та технологій у сучасному суспільстві. Адже тільки завдяки проривним досягненням у розробленні та масовому виготовленні вакцин ми можемо говорити про контроль над ситуацією у близькому майбутньому. Такі виклики можуть і будуть поставати перед людством у майбутньому, тому належна увага і повага до науки та технологій як потенційного захисту людства від майбутніх викликів та негараздів є принципово важливою. Йдеться не тільки і не стільки про критичні та кризові моменти в історії людства, як про системний підхід до прийняття науково обґрунтованих рішень на усіх рівнях організації наших соціумів. Думка неупередженого та фінансово-незалежного вченого-експерта має бути ключовою під час прийняття будь-яких важливих для суспільства рішень і захищати суспільство від політичного популізму та антинаукового невігластва. Якісна наука та якісна освіта — це, очевидно, ті важелі, що завжди будуть рухати людство вперед на шляху до сталого розвитку. І, навпаки, неналежне місце науки і освіти в суспільстві завжди будуть гальмувати розвиток суспільства чи рухати його у хибному напрямі.

2.4. Два типи економічного зростання

Погляньте на рисунки 2.11 та рис. 2.12. Чим вони різняться? На обох рисунках люди йдуть вгору, просуваються до вершини. Але на першому — людина йде дорогою, якою ще ніхто до неї не йшов. Вона — перша. Для руху вперед їй потрібні серйозні зусилля, альпіністське оснащення і, очевидно, серйозне бажання досягти вершини. На другому рисунку люди йдуть легкою ходою вже прокладеною до них дорогою. Вони послідовники тих, хто прокладав цю дорогу і був на ній перший. Їм, безумовно, легше, і вони можуть за однакових зусиль здолати значно більшу відстань, ніж альпініст.

Це і є спрощена модель двох типів економічного зростання. Економісти умовно поділяють країни, що рухаються шляхом економічного розвитку на дві категорії: 1) країни–технологічні лідери і 2) країни–наслідувачі.



Рисунок 2.11 – Образ лідерство



Рисунок 2.12 – Образ наслідування

Саме в країнах—*технологічних лідерах* з’являються нові технології, машини та послуги — паровий двигун, автомобіль, комп’ютер чи Інтернет. Економічне зростання цих країн обумовлене відкриттям / розробкою та впровадженням у широке виробництво революційно нових ідей та технологій, яких не було ще ніде на планеті. Країни-технологічні лідери жорстко конкурують між собою, бо їхнє лідерство дає їм економічні (і політичні) переваги перед усіма іншими країнами. Але щоб бути першими, ці країни змушені вкладати величезні кошти у розробку новітніх технологій, тобто в науку і освіту, що мають бути найкращими у світі. При цьому треба розуміти, що багатим, економічно розвинутим країнам це робити значно легше. Адже країні, сумарний ВВП якої вимірюється мільярдами доларів, важко конкурувати щодо технологічного лідерства з розвиненими країнами, чий ВВП становить трильйони доларів. Однак треба визнати, що політична воля та згуртованість нації навколо ідеї технологічного лідерства може давати неймовірні результати. Достатньо згадати приклади повоєнних Німеччини та Японії, економіки яких були практично повністю зруйновані війною. До того ж Японія практично позбавлена будь-яких енергетичних та більшості мінеральних ресурсів. Але вдала економічна стратегія та згуртованість націй вивела ці країни у технологічні лідери у ряді напрямків промислового виробництва вже за 2–3 повоєнні десятиліття.

Розроблення та впровадження одних технологій у країнах-технологічних лідерах сприяє активному розробленню та впровадженню

інших. Як ми бачили на прикладі Англії часів промислової революції, поява парового двигуна висувала нові вимоги і змушувала розвивати металургію. Своєю чергою, поява технологій лиття якісного металу стимулювала практично усі інші галузі промислового та сільськогосподарського виробництва. При цьому країни-технологічні лідери завжди мають економічні переваги перед іншими країнами. Адже розроблення та впровадження нових технологій неминуче сприяє підвищенню продуктивності виробництва, появі нових та збільшенню випуску вже існуючих товарів та послуг. Це буде виражатися у рості ВВП країни-лідера. Ріст ВВП дає можливість країні більше коштів інвестувати у розроблення нових технологій, що, своєю чергою, сприятиме новому росту продуктивності виробництва, розширенню спектру товарів та послуг. Заможне/платоспроможне населення країни-технологічного лідера завжди підтримає високий попит на якісні товари та послуги на внутрішньому ринку. Крім того, нові проривні технології можуть принести на ринок товари і послуги, які споживач навіть не очікував, але які із задоволенням прийме і економічно підтримає — згадаймо смартфони, сучасні інтернет-сервіси, платформи та гаджети, або електромобілі Tesla. Вони не просто задовольняють попит споживача, а розширюють його уявлення про нові якості та можливості товарів чи послуг.

Зважте, що з погляду цієї економічної моделі принципово не важливо, які кошти вкладаються у розроблення нових технологій — державні чи приватні. Держава може і має спрямовувати свій ресурс на розвиток технологій, що сприяє економічному зростанню на національному рівні. З іншого боку, великі приватні компанії часто мають більш потужний економічний потенціал порівняно з державними фондами. Розуміючи свою бізнесову перевагу, потужні корпорації постійно вкладають кошти у розроблення нових технологій. Врешті-решт і державне, і приватне фінансове забезпечення розроблення нових технологій сприятиме росту ВВП країни. При цьому треба окремо розглядати питання про більшу ефективність капіталовкладень у приватному секторі економіки та більше поле для корупції за державного фінансування у корумпованих країнах.

Класичними країнами-технологічними лідерами були Англія кінця 18-го – першої половини 19-го століття, потім Німеччина (друга половина 19-го століття) і США (20-е століття). Сьогодні, очевидно, можна говорити про багатоцентровий світ країн, що є технологічними лідерами у різних галузях промислового та сільськогосподарського виробництва і послуг. Нині країни-технологічні лідери не тільки жорстко конкурують між собою, а й плідно співпрацюють у потужних міжнародних проєктах, які не під силу одній окремо взятій країні, таких, наприклад, як проєкт з фундаментальних досліджень Великий андронний колайдер (*Large Hadron Collider*), рис 2.13, у

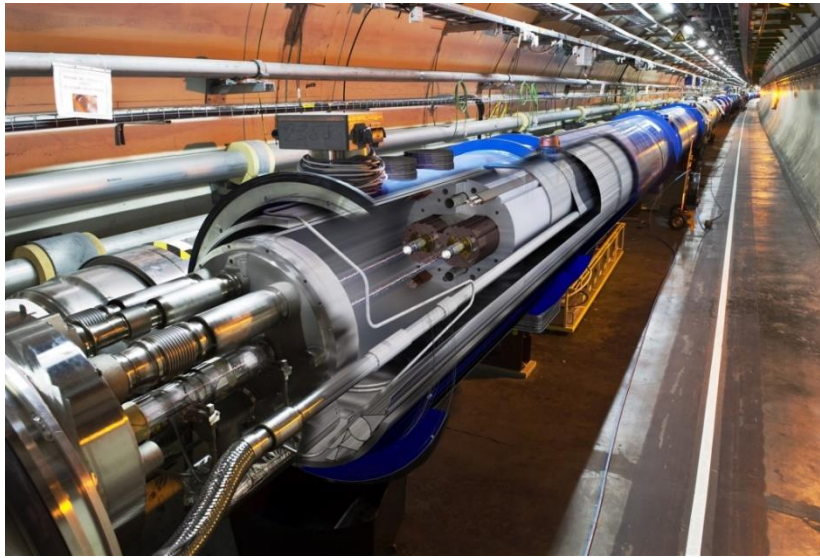


Рисунок 2.13 – Великий адронний колайдер пролягає в тунелі окружністю 27 км на глибині до 175 метрів під землею на кордоні Франції та Швейцарії та призначений для прискорювання адронів, зокрема протонів і важких йонів (<http://www.ep.ph.bham.ac.uk/DiscoveringParticles/lhc/collider/lhc.php>)

фінансуванні та реалізації якого беруть участь понад 10 тис вчених із провідних університетів та наукових центрів понад 100 країн.

Іншим прикладом міжнародної наукової та технологічної співпраці, яка не під силу одній країні, є Міжнародний Експериментальний Термоядерний Реактор (*International Thermonuclear Experimental Reactor, ITER*) — експериментальний проєкт, який передбачає побудову, випробовування і використання токамака — системи термоядерного синтезу у дослідницькому центрі *CEA-Cadarache* (Прованс, Франція). Термін будівництва установки — до 20 25 р., повноцінний запуск заплановано на 20 35 р. Це буде перша генерація термоядерної енергії в земних умовах, яка має на порядок перевищити витрати енергії для початку та підтримання реакції, тобто довести технологічну можливість та економічну доцільність термоядерного синтезу. В проєкті беруть участь країн Європейського Союзу, Японія, США та ще декілька країн. Орієнтовна вартість проєкту — до 22 млрд доларів.

Ми вже говорили з вами про експоненціальний, вибухоподібний ріст економіки в Англії часів промислової революції. Експонента — це функція $y=e^x$, тобто показникова функція, що завжди стрімко зростає при наближенні до кінцевої точки відліку. І є усі підстави вважати, що розвиток усіх новітніх технологій, що сприяють глобальному економічному зростанню, відбувається

по експоненті. У 1965 р. співзасновник компанії *Intel* Гордон Мур припустив, що кількість транзисторів у кристалі, тобто потужність мікропроцесора буде подвоюватись кожні 24 місяці. Тоді це було скоріше бажаним планом розвитку подій у галузі комп'ютерної техніки. Але наступні десятиліття довели, що Г. Мур був абсолютно правий у своєму прогнозі і нині ця динаміка розвитку мікропроцесорної техніки носить назву закону Мура. На рисунку 2.14 наведено динаміку збільшення кількості транзисторів у мікропроцесорах *Intel*. І ця кількість дійсно подвоювалася приблизно кожні 2 роки упродовж майже 40 років. Зважте, що на графіку залежність виглядає лінійною, оскільки кількість транзисторів на осі У відкладено у логарифмічній шкалі. Закон Мура проявив себе і в динаміці розвитку інших новітніх технологій, зокрема у розвитку Інтернету речей і навіть у зростанні потужностей експериментальних установок з контрольованого термоядерного синтезу.

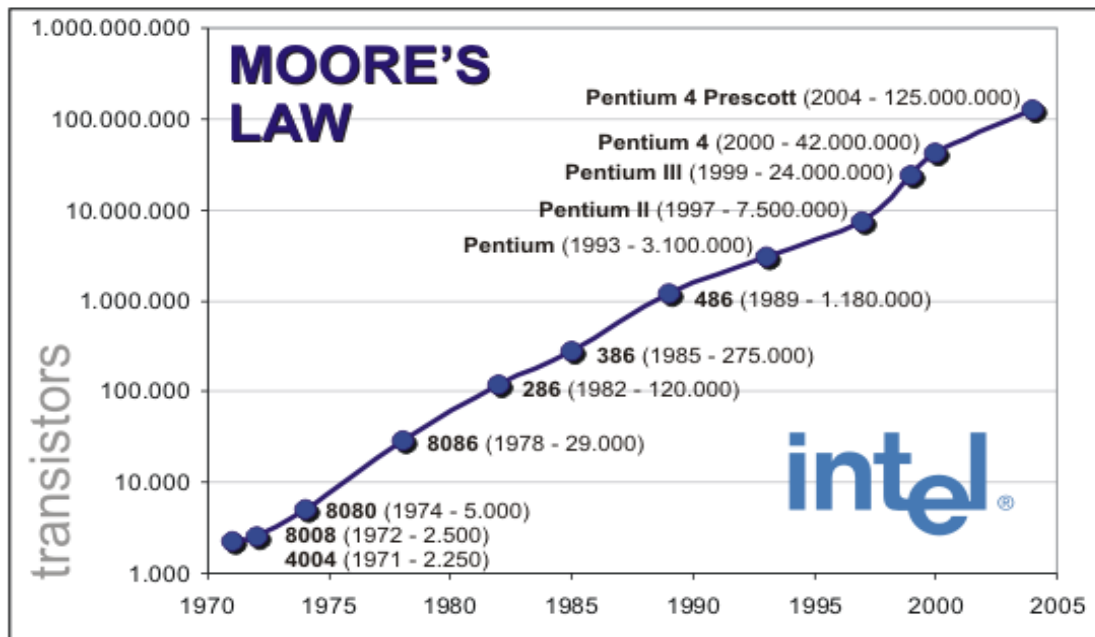


Рисунок 2.14 – Демонстрація закону Мура — динаміка росту кількості транзисторів у мікропроцесорі упродовж останніх років (<http://www.phonearena.com>)

Технологічне лідерство забезпечує розвинутим країнам стабільний ріст ВВП. Але через те, що вони змушені вкладати значні кошти у розробку все нових технологій, приріст їхнього ВВП не може бути надто високий. В середньому для розвинутих країн приріст ВВП сьогодні становить 2–3 % на

рік. Попри, здавалося б, незначну цифру приросту, це означає, що приблизно кожні 25–35 років ВВП такої країни подвоюється. І якщо в країні не має місця виражений приріст населення (а у розвинутих країнах нині приріст населення практично відсутній), то кожні 35 років у країні подвоюється і ВВП на особу. (Проф. Дж. Сачс пропонує для швидкого оцінювання терміну подвоєння ВВП в країні правило 70 -ти: *розділіть цифру 70 на відсоток середньорічного приросту ВВП в країні і ви отримаєте кількість років, за які ВВП країни подвоїться*). Тобто країни–технологічні лідери не мають карколомного росту ВВП, але їхні ВВП, попри те, що є найбільшими в світі, продовжують стабільно зростати.

Іншим типом економічного зростання є **технологічне наслідування**. Воно характерне для країн, що не відбулися як технологічні лідери, але розуміють усі економічні переваги новітніх технологій і докладають максимум зусиль для ефективного впровадження у національну економіку уже готових, розроблених у країнах–лідерах, технологій. Зрозуміло, що країни–наслідувачі і технологічно, і економічно є менш розвинутими за країни–лідери. Але у своєму майбутньому економічному зростанні країни–наслідувачі мають одну суттєву перевагу перед країнами–лідерами — їм не треба вкладати величезні зусилля і власні кошти у розроблення нових технологій. Для країн–наслідувачів набагато важливішим є забезпечити належну інфраструктуру та надійне законодавче поле для залучення міжнародних компаній з передовими технологіями. При цьому важливо, що країнам–наслідувачам навіть не обов’язково купувати нові технології у країн–лідерів. Дешева робоча сила та нові ринки збуту самі по собі є вагомим стимулом, щоб міжнародні бізнес-компанії з провідними технологіями йшли на ринок країни–наслідувача і самі впроваджували там новітні технології у своїх філіях та національних підрозділах. Державна підтримка з боку уряду країни–наслідувача, своєю чергою, має виражатися у вигідних економічних умовах для міжнародних компаній, зокрема, через лояльне податкове законодавство, але головне, — у забезпеченні надійної і прозорої співпраці з національним бізнесом та національними інститутами влади. Також вкрай важливо, щоб національний уряд країни–наслідувача створював належну інфраструктуру та бізнес–середовище для легкого ведення бізнесу міжнародними компаніями у своїй країні.

Транспортна інфраструктура, енергетичне забезпечення, наявність достатньої кількості відносно дешевої кваліфікованої робочої сили, надійна банківська система та жорстке дотримання законів, що виключає корупційну складову, — це те, що буде залучати нові технології у країну.

Наприклад, коли у 60 -х роках минулого століття прогресивні лідери Сінгапуру вирішили залучити в країну потужні західні компанії для захисту

від можливої агресії тодішнього Китаю, наддорога земля у центрі столиці Сінгапуру продавалася західним компаніям на пільгових умовах, електрика на будівельні майданчики підводилася за одну ніч, і ні про які корупційні схеми не могло бути і мови. Це сприяло тому, що дуже скоро Сінгапур перетворився на потужний центр міжнародної торгівлі і бізнесу і питання захисту від можливої агресії Китаю вирішилось саме собою. Одна справа — зазіхати на права і свободу маленької бідної країни, переважна більшість громадян якої, до того ж, були етнічні китайці. І зовсім інша справа — порушувати економічні права і спокій потужних західних компаній, що оселилися у столиці Сінгапуру. Тепер країна автоматично була під захистом своїх західних партнерів та їхніх урядів, які у разі агресії доклали б усіх зусиль для захисту своїх компаній від можливих негараздів. Це є яскравим прикладом того, що міжнародна економічна співпраця насправді є взаємовигідною і охоплює набагато більші сфери інтересів, ніж суто економічну співпрацю.

З погляду економічних інтересів, західним компаніям з провідними технологіями завжди буде вигідно переносити своє виробництво у країни, що розвиваються, через здешевлення (зменшення собівартості) продукції, що випускається. На це буде впливати передусім місцева дешева робоча сила, можливо, більш дешеві місцеві природні ресурси, близькість до нових ринків збуту та їх освоєння тощо. Класичними країнами-наслідувачами другої половини 20 –го століття є Сінгапур, Південна Корея чи Китай. При цьому Китай, наприклад, використовує потужні державні ресурси для залучення новітніх технологій в країну через співпрацю західних компаній із державними китайськими корпораціями, які таким чином отримують пільговий доступ до новітніх технологій.

Попри те, що країни-наслідувачі не мають вкладати величезні кошти у розроблення нових технологій, якісна наука і освіта для них також вкрай важлива. Освічене населення буде завжди давати країні переваги на міжнародному ринку праці. Крім того, і для розвитку інфраструктури, і для впровадження новітніх технологій країні потрібні фахівці, що розуміються на сучасних технологіях, або, принаймні, здатні освоювати нові галузі знань. Проте, ще раз наголосимо, ці витрати на науку і освіту у країнах-наслідувачах зазвичай незрівнянно менші, ніж у країнах-технологічних лідерах.

Впровадження вже готових технологій без необхідності додаткових витрат на їх розробку приводить до того, що економіка країн-наслідувачів може зростати надзвичайно швидкими темпами, значно швидше, ніж у країн-лідерів. Так, ріст ВВП у найбільш ефективних країнах-наслідувачах може становити 5–10 % на рік. Наприклад, ріст ВВП Китаю упродовж останніх років становив біля 10 % щороку. Тобто ВВП Китаю подвоювався кожні 7 років. Зрозуміло, що за таких темпів росту ВВП ефективні країни-наслідувачі з

часом будуть все більше наближатися за рівнем економічного розвитку до країн–технологічних лідерів. Однак мірою наближення до країн–лідерів темпи економічного зростання країн–наслідувачів будуть уповільнюватись, бо з часом залишиться дедалі менше нових технологій, які вони зможуть впроваджувати у своє виробництво чи сферу послуг, не вкладаючи у їх розроблення власних коштів. Якщо країна–наслідувач, наприклад, Китай, буде максимально ефективною, то вона з часом економічно зрівняється з країнами–лідерами, тобто, по суті, стане однією з цих країн і темпи подальшого зростання її економіки уповільняться до рівня зростання ВВП у країнах–технологічних лідерах.

Знайомство з принципами економічного зростання країн–технологічних лідерів і країн–наслідувачів викликає логічне запитання — чому не всі країни, що не є технологічними лідерами, стають принаймні країнами–технологічними наслідувачами з ростом національного ВВП до 10 % на рік. Чому є бідні країни, з наднизьким ВВП, яке практично не зростає? Чому, нарешті, Україна не може йти перевіреною дорогою технологічного наслідування, забезпечуючи своїм громадянам достойний рівень економічного зростання та добробуту замість того рівня ВВП, що сьогодні майже утримі нижчий за середній ВВП на особу по планеті? На ці запитання спробуємо відповісти у наступному розділі.

2.5. Особливості розвитку багатих та бідних країн

Попри те, що економічно розвинуті країни надзвичайно різняться між собою і за чисельністю населення, і за територією, і за забезпеченістю ресурсами, експерти виділяють декілька принципових особливостей, що зазвичай відрізняють багаті країни від бідних. Серед таких ключових особливостей є: *1) сильні державні інститути; 2) вдале географічне положення; 3) певні культурні особливості.*

При цьому *сильні державні інститути* відіграють основну роль, значно більшу ніж інші особливості, разом взяті. Зокрема, сильні державні інститути передбачають розвинуті та чітко розмежовані три основних гілки влади у державі — законодавчу, виконавчу і судову. Це забезпечує верховенство права та позбавляє державні інститути корупції. *Під корупцією розуміють використання влади для власного збагачення держслужбовців.* Наслідком корупції є тісне сплетіння влади та бізнесу та спустошення державних ресурсів для задоволення бізнес-інтересів держслужбовців та/чи їхніх «бізнес-партнерів». Однією з примітивних форм корупції є *клетократія* — дослівно «влада крадіїв», коли влада використовується для примітивного розкрадання державного бюджету.

Належне функціонування державних інститутів унеможливорює корупцію та неефективне використання державних коштів. Зокрема, незалежна від інших державних інститутів і некорумпована судова гілка влади є ключовою ланкою у суспільстві щодо дотримання законів усіма членами суспільства. І, очевидно, навпаки, корумпована і залежна від політичних впливів судова система завжди є непідйомним тягарем, що не дає змоги суспільству рухатись цивілізаційним шляхом.

Важливим є ефективне податкове законодавство, що стимулює розвиток виробництва та сфери послуг в країні та забезпечує наповнення бюджету сплатою податків. У такій системі податки платять усі. По-перше, так відбувається через суворий контроль держави над процесом, по-друге, громадяни є частиною системи ефективної держави і знають, що їхні податки не будуть розкрадені корумпованими чиновниками, а підуть на розвиток освіти, науки, медицини, армії та поліції, що працює на них. Ефективність державних інститутів влади в такій системі постійно підтримується високим рівнем чесною конкуренції та демократичним відбором кандидатів у державні

органи управління. Адже проблемою неефективної, корумпованої системи державного керівництва є не тільки те, що значна частина державних коштів, тобто коштів платників податків, розкрадається, але й те, що система постійно руйнує себе за рахунок залучення неефективних держслужбовців, чия кваліфікація, освіта, рівень моральних цінностей не дають змоги їм належно виконувати покладені на них державні функції. Бо в корумпованій системі, за визначенням, основна функція її членів, в тому числі і нових, — це збереження корумпованості системи як джерела «прибутку» для її членів.

Розвинуті країни впроваджують ефективні механізми запобігання корупції, починаючи від сильної та незалежної судової гілки влади і завершуючи розвитком інститутів громадянського суспільства, коли громадяни через неформальний громадський контроль, громадські організації та громадські ініціативи можуть ефективно контролювати державні інститути, що створені їх обслуговувати, а не навпаки, як це має місце у слабких корумпованих державах.

Оскільки економічний добробут громадян держави завжди залежить від розвитку економіки, для багатих, розвинутих країн важливо побудувати максимально ефективні відносини між владою і бізнесом, в тому числі великим бізнесом. Прозоре та логічне законодавство та жорстке його дотримання у цій сфері відіграє надзвичайно важливу роль. Наприклад, класичною проблемою державного управління слабких держав є залежність політичних партій і влади в цілому від великого бізнесу. Щоб прийти до влади, політичній партії потрібна фінансова підтримка великого бізнесу (на усі форми реклами, агітації та просування своїх ідей). Але тим самим партія, що приходить до влади, опиняється у серйозній залежності від бізнесу, що її фінансував і фінансує. А це і є прямий шлях до корупції — владна партія завжди має «зобов'язання» перед «спонсором» — використати свою владу для збагачення того «спонсора».

Розвинені країни, натомість, забороняють фінансування політичних партій бізнес-структурами, і вводять, наприклад, гарантоване державне фінансування політичних партій. Як не парадоксально, але такі витрати з державного бюджету обійдуться для країни набагато дешевше, ніж ті витрати, які в майбутньому може понести бюджет через корупційні схеми діяльності нової партії при владі. Крім того, політичні партії у розвинених країнах утримуються за рахунок реальних партійних внесків її членів. Відкриті партійні списки партій, що йдуть на вибори до законодавчого органу країни та вибори виключно за партійною системою — це все робить вибір майбутніх державних органів влади конкурентними та незалежними від будь-кого крім своїх виборців — громадян країни.

Ми вже говорили про важливу роль науки і освіти у розвитку суспільства. Крім того, є ще один важливий момент належної освітньої і просвітницької діяльності у суспільстві. Належна освіта формує базу світогляду та систему орієнтирів громадянина–потенційного виборця. Вміння критично мислити і неупереджено аналізувати інформацію з різних джерел, аналізувати якість і надійність самих джерел інформації — це все вкрай необхідне для свідомого вибору кожного члена суспільства у демократичному суспільстві. І це те, що крім всього іншого, може певною мірою протидіяти сучасним маніпуляційним технологіям, які так полюбляють політтехнологи усього світу.

Другою важливою рисою, яка часто відрізняє багаті, розвинуті країни від бідних є *вдале географічне положення*. Історично сюди відносили вихід країн до моря, тобто наявність морських транспортних шляхів, наявність достатньої кількості природних корисних копалин, сприятливі кліматичні умови, вдале сусідство з іншими країнами тощо.

Ми вже відзначали, що однією з переваг Англії часів промислової революції було те, що вона стала потужною морською державою, яка могла у повній мірі використовувати морське транспортне сполучення для свого швидкого економічного зростання. Значною мірою це стосується і інших європейських держав, що через вдале географічне положення змогли стати потужними морськими державами та колонізувати значні території за океаном. В той же час, з часів Адама Сміта економісти передбачали значні економічні труднощі для країн та регіонів, що знаходились в середині материкових земель і не мали виходу до моря. І сьогодні на карті, де представлені ВВП на особу різних країн світу, чітко видно, що часто, хоча й не завжди, найбіднішими є країни Африки та Азії, що не мають виходу до моря (рис. 2.15).

Негативний вплив географічного положення на їхній економічний розвиток виражається і у несприятливому кліматі, що у багатьох регіонах не є придатним для ефективного сільськогосподарського виробництва. Натомість, у цих країнах клімат є сприятливим для розвитку збудників вкрай небезпечних для людини та сільськогосподарських тварин тропічних хвороб, таких як малярія, жовта гарячка, хвороба, яку спричинює вірус Ебола, хвороба, яку спричинює вірус Марбурга та багато інших.

Водночас забезпеченість країни природними ресурсами, що також певною мірою залежить від географічного розташування країни, може відігравати подвійну роль. Добре відомі приклади багатих на корисні копалини країн, таких як Велика Британія, Німеччина, Франція, які реалізували свій природний потенціал у ефективному розвитку промислового виробництва.

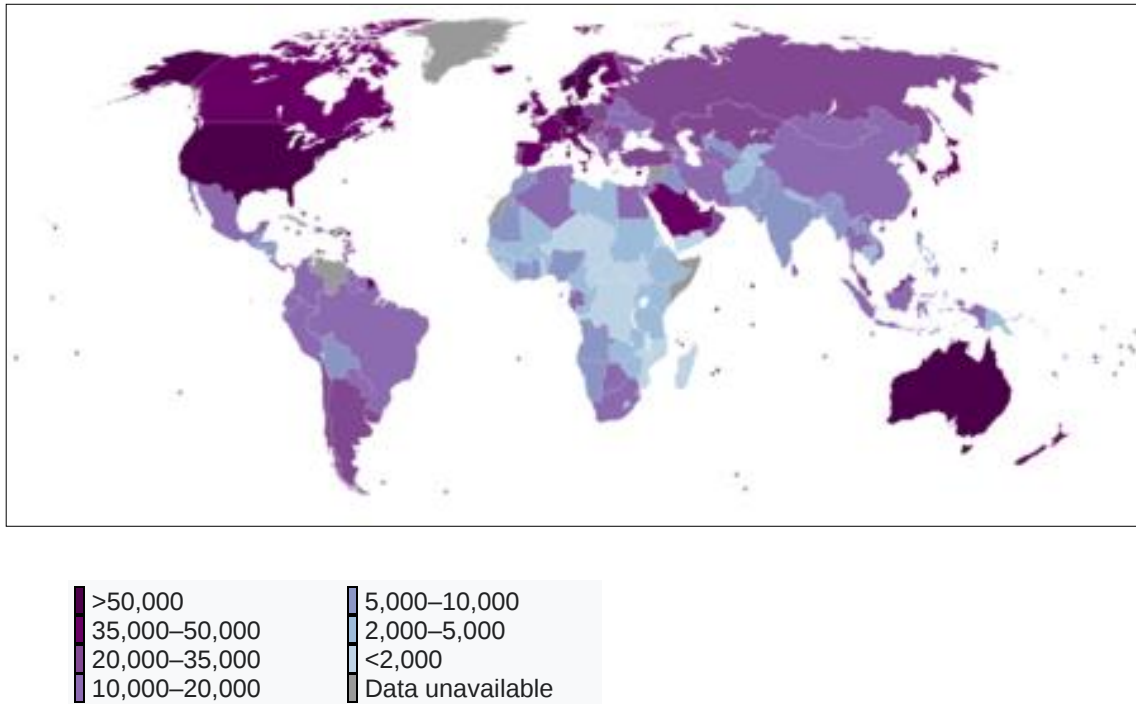


Рисунок 2.15 – Номінальний ВВП країн на душу населення, 2020 р.
([https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_GDP_\(PPP\)_per_capita](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_countries_by_GDP_(PPP)_per_capita))

Приклади Сполучених Штатів Америки та Канади також доводять важливість забезпечення країни природними ресурсами для ефективного економічного росту. Проте такі країни, як Японія, Південна Корея, Сингапур довели, що вдало вибрана економічна стратегія розвитку дозволяє стати країні на один рівень зі світовими економічними лідерами практично за повної відсутності багатьох видів природних ресурсів. Наприклад, Японія, одна з найпотужніших економік світу, імпортує 100 % нафтопродуктів, 95 % природного газу і 99,5 % вугілля.

Натомість серед найбідніших країн Африки є такі, що займають лідируючі позиції в світі за запасами певних видів природних ресурсів. Наприклад, на країни Африки припадає дві третини світових запасів діамантів, але часто це тільки поглиблює соціальні проблеми у деяких африканських країнах, зокрема, коли фінансові потоки від цих ресурсів йдуть на фінансування військових конфліктів у цих країнах. На жаль, приклад України також свідчить про те, що країна з величезними запасами металевих руд та кам'яного вугілля та 25 % світових запасів чорноземів не має належного економічного добробуту за неефективної системи управління.

Вплив забезпеченості країни природними ресурсами аналітики умовно називають ресурсною пасткою. За ефективної моделі державного управління країна стає ще більш ефективною, а за неефективної, корумпованої системи управління, природні ресурси — це зайве джерело корупції, що сприяє не економічного добробуту країни, а незаконному збагаченню лише незначної групи людей.

Культурні особливості певних народів є предметом обговорення багатьох соціологічних досліджень та художніх образів. Багатьом відомо, наприклад, німецька пунктуальність, американську відкритість чи українську гостинність. Японська нація у свій час сформувала бачення свого економічного процвітання через найвищі у світі стандарти якості. Безумовно, культурні особливості різних народів мають певним чином відбиватися на їхніх економічних здобутках. Проте дуже часто це важко виокремити серед інших факторів, що впливають на економічний розвиток країни.

Одним з аспектів, що досліджується в рамках культурних особливостей різних країн у зв'язку з економічним розвитком країни, є релігійність населення. Попри суттєві відхилення деяких країн, дослідження виявляють доволі строгу обернену залежність між релігійністю населення та економічним добробутом країни. На рисунку 2.16 представлено залежність ВВП на особу у деяких країнах та рівень релігійності населення у тих країнах. У цьому дослідженні релігійними вважали тих громадян, які визнавали, що релігія відіграє дуже важливу роль у їхньому житті. Прослідковується чітка закономірність, що найбідніші країни Африки та Азії, такі як Сенегал, Нігерія, Уганда, Кенія, Пакистан є водночас найбільш релігійними (верхня ліва частина графіка). Релігійність населення у цих країнах становить понад 80 %, а ВВП на особу не перевищує 1–3 тис. доларів на рік.

По мірі росту ВВП на душу населення релігійність країн суттєво зменшується, і такі розвинені країни, як Велика Британія, Німеччина, Японія, Канада, Австралія, маючи ВВП на особу приблизно 40 тис. доларів чи вище, мають рівень релігійного населення на рівні 20 % (Японія — менш як 10 %).

Таку закономірність пояснюють тим, що менш релігійне населення є більш прагматичним, зосереджене на забезпеченні достойного життя для себе і своїх дітей у теперішній час, і при цьому покладається на власні сили. Очевидно, у високорелігійному суспільстві усе відбувається навпаки.

На графіку чітко видно дві країни, що не вкладаються у загальну закономірність, зокрема, США та Китай. США мають найвищий ВВП на особу серед майже сорока країн, представлених на графіку, за відносно

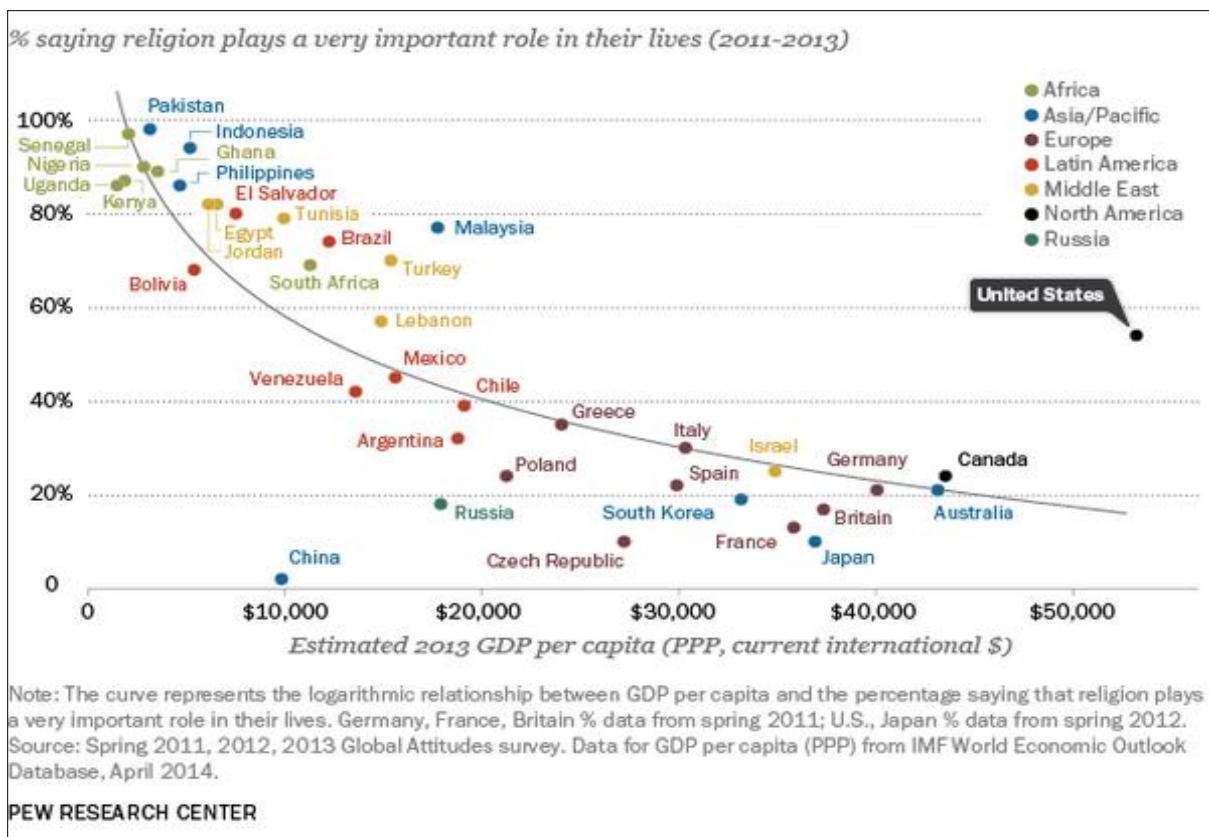


Рисунок 2.16 – Зв'язок між рівнем релігійності населення та ВВП на особу в деяких країнах, 2013 р.

високої, понад 50 %, релігійності населення. Аналітики пояснюють це особливостями американської релігійності. Більшість американців є протестантами, релігії надзвичайно прагматичного, практичного спрямування. По суті, їхня релігійність спонукає їх до більш активних дій тут і зараз, аніж до очікування світлого життя у далекому майбутньому. Китай, навпаки, маючи практично повністю нерелігійне населення, має доволі скромний ВВП на особу (приблизно 10 тис. доларів за паритетом купівельної спроможності у 2013 р.). Ймовірно, не останню роль у затриманні економічного зростання Китаю у минулому столітті відіграла інша «релігія» — комуністична. Однак нинішні стрімкі темпи економічного росту Китаю — майже 10 % приросту ВВП щороку — доводять, що упродовж відносно нетривалого часу ця країна значно підніметься у рейтингу країн за ВВП на особу.

Розділ 3

ЕКОЛОГІЧНА СКЛАДОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Оскільки даний підручник може стати у нагоді не тільки студентам-екологам, а й студентам інших спеціальностей, які, можливо, не мали задоволення опрацьовувати базові екологічні поняття, не зайвим буде нагадати, що в широкому розумінні *екологія як наука вивчає взаємозв'язки та взаємодії усіх живих організмів із середовищем їх існування*. При цьому цю науку відрізняє від інших біологічних наук яскраво виражений системний підхід. Зокрема, основною структурною одиницею того, що вивчає екологія, є не сам живий організм чи навколишнє середовище, а *екосистема, яка являє собою єдиний комплекс взаємопов'язаних живих організмів та навколишнього середовища, в якому вони проживають*.

З біологічної точки зору людина (*Homo Sapience* / Людина Розумна) є одним з біологічних видів, що проживають на планеті. Тому до нас, *Homo Sapience*, а точніше, до екологічних систем, в яких ми проживаємо, можна повною мірою застосовувати усі екологічні принципи та закони. Але людина за своїм впливом на навколишнє природне середовище значно перевершила інші біологічні види і, за словами академіка Володимира Івановича Вернадського, стала потужною геологічною силою. Ці слова геніального вченого підкреслюють, що вплив людини на навколишнє природне середовище з часом став настільки потужним, що вже є фактором впливу планетарного масштабу на первинному — геологічному рівні. При цьому, такого впливу людство почало завдавати планеті тільки упродовж останніх 2–3 століть, з початком активної промислової та агропромислової діяльності. Але саме ця активна виробнича діяльність сьогодні стала одним із ключових факторів ризику для екологічних систем, в яких вона реалізується. Більше того, глобальний характер впливу сучасної людини на довкілля вимагає

самого серйозного оцінювання ризиків від людської діяльності для *глобальної екосистеми планети — біосфери*.

Парадокс полягає в тому, що неконтрольована та ризикована з погляду екології людська діяльність може не тільки суттєво впливати на стабільність природних екосистем та біосфери в цілому, а й нести загрозу існуванню самого біологічного виду *Homo Sapiens*. Деякі найбільш радикальні науковці-екологи гірко іронізують, що людині не варто особливо перейматися долею планети та біосфери в цілому — планета та біосфера існували мільярди років до появи людини і будуть існувати в тій чи іншій формі ще мільярди років незалежно від того, чи буде на цій планеті проживати такий вид як Людина Розумна. Іронія цієї точки зору полягає в тому, що звісно, нас, людей, перш за все, цікавить саме наша власна доля на цій планеті. Таким чином, ми й приходимо до екологічної складової сталого розвитку — будь-яка людська діяльність має бути узгоджена з природними можливостями нашої планети. Наша економічна діяльність не має нести загроз для природних екосистем та біосфери в цілому та, відповідно, створювати екологічні ризики для існування людства як у короткотривалій, так і довготривалій перспективі.

Слід враховувати, що екологічні ризики можуть проявлятися повільно і поступово, а коли вони виявляються повною мірою, стабільність екосистеми вже практично неможливо відновити. З цього приводу існує проста уявна демонстрація стабільності екосистеми природного озера. Уявімо, що з якихось причин (наприклад, внаслідок сильного забруднення сполуками азоту та фосфору) в озері, яке тривалий час було стабільною екосистемою, де збалансовано процвітав фіто- та зоопланктон, жили риби, дикі птахи та ін. починають різко розростатися водорості. Припустимо, щодня кількість водоростей в озері подвоюється і на 50-й день водорості населяють увесь об'єм озера і воно перетворюється на болото, в якому вже не можуть існувати ті біологічні види, що чудово існували в озері. Так от, згідно наших припущень, на 49-й день водорості займають тільки половину об'єму озера і візуально екосистемі озера ще нічого не загрожує (бо ще половина води в озері чиста від водоростей). Ця уявна екологічна модель демонструє, що екологічні ризики від активної промислової діяльності людини на планеті треба оцінювати не в день екологічної катастрофи, коли вже важко щось змінити, а набагато раніше.

Коли ми зі студентами-екологами аналізуємо глобальні екологічні ризики від активної діяльності людини на планеті для існування самої людини, то зазвичай виокремлюємо дві очевидні складові: **1) глобальне виснаження природних ресурсів і 2) глобальне забруднення довкілля**. І в першому, і в другому випадку слово «глобальне» означає планетарні масштаби проблеми, такі, що не можуть бути успішно вирішені у межах однієї спільноти, країни чи регіону.

3.1. Межі природних ресурсів планети

У випадку з природними ресурсами, ймовірно, найбільш критичним прикладом є ситуація з енергетичними ресурсами планети. Пам'ятаємо, що сучасну індустріальну цивілізацію в певному розумінні зробило вугілля, що в часи промислової революції забезпечило енергетичний ресурс для лиття сталі та чавуну та живлення парового двигуна. Пізніше потужним енергетичним ресурсом глобальної економіки стають нафта та газ. Ще згодом до глобального енергетичного сектору підключилася ядерна енергетика. Сьогодні ми говоримо про відновлювані джерела енергії та навіть про термоядерний синтез як реальну перспективу енергозабезпечення людства. Але треба визнати, що сьогодні глобальна економіка енергетично все ще майже на 85 % забезпечується викопним паливом — вугіллям, нафтою та газом (на 27 % вугіллям, на 33,1 % — нафтою, на 24,2 % — природним газом), рис. 3.1.

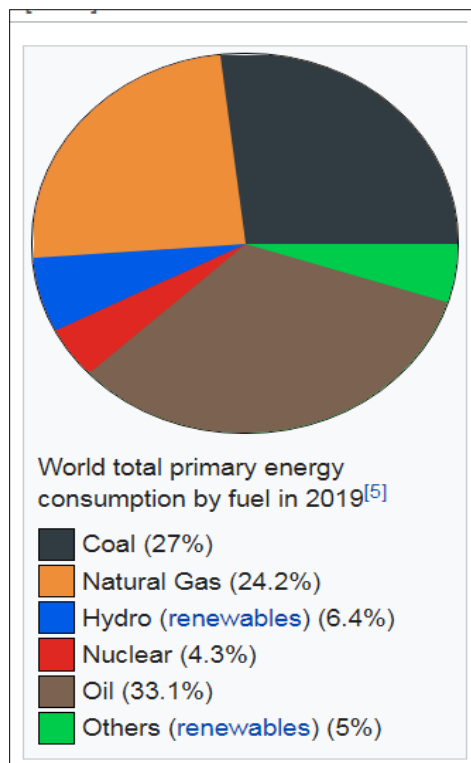


Рисунок 3.1 – Частка різних видів енергетичних ресурсів серед глобальної спожитої енергії у 2019 р.

Відновлювальна енергетика, зокрема, вітро- та сонячна енергетика, попри надзвичайно інтенсивне зростання упродовж останніх років, у глобальному масштабі дає сьогодні все ще скромні 5 % енергетичного ресурсу. Гідроенергетика, яку теж можна віднести до відновлюваних джерел — дає ще 6,4 % світової енергогенерації.

В той же час найчастіші прогнози дають оцінки, що наявні запаси нафти та газу за нинішніх темпів економічного розвитку будуть вичерпані упродовж найближчих 50 –80 років, запаси вугілля — упродовж 20 0 років, уранових руд для ядерної енергетики — упродовж 30 0 –40 0 років. Наприклад, такі експертні оцінки наводить у своїй книзі «Фізика майбутнього» всесвітньо відомий фізик та популяризатор науки, американець японського походження Мічіо Кайку. І навіть якщо ці прогнози виявляться перебільшено песимістичними, і нерозвіданих запасів нафти чи газу виявиться значно більше за прогнозовані сьогодні — це буде означати лише що цих запасів вистачить ще на декілька додаткових десятиліть або навіть століть до їх повного виснаження.

Але постає запитання. А на скільки років нам, людству, цих запасів енергетичних ресурсів хотілося б мати? Давайте рахувати — планета Земля утворилася приблизно 4,6 млрд років тому і в космічному вимірі її доля повністю залежить від нашої зірки — Сонця. Сонце утворилося порядку 5 млрд. років тому і середня тривалість життя таких за розміром зірок як Сонце становить порядку 10 млрд років. Тобто планета Земля буде існувати разом зі своєю зіркою Сонцем ще приблизно 5 млрд років. За цей час увесь водень Сонця «вигорить», тобто перетвориться у термоядерній реакції на гелій, після чого зірка перетвориться на «червоного гіганта» і розшириться до розмірів Земної орбіти. Але вчені дають дещо більш песимістичний прогноз майбутнього нашої планети. Вже за 600 млн років температура на планеті підвищиться настільки, що порушить природний цикл карбону, і вуглекислого газу в атмосфері вже буде недостатньо для підтримання фотосинтезу. Руйнування природних харчових ланцюгів може призвести до повного зникнення життя на планеті. Тож маємо біля 600 млн років, щоб розв'язати цю проблему, і, очевидно, увесь цей час маємо забезпечувати себе енергетичним ресурсом. Ну, і, звісно, геть інші енергетичні ресурси знадобляться людству, коли воно вийде на міжпланетний рівень. Але то вже, очевидно, завдання майбутніх поколінь.

Але саме неймовірне, що нинішнє покоління молоді є тим першим поколінням, що може почати цей космічний поступ людства. Адже, за планами американського мільярдера, керівника та власника компанії *SpaceX* Ілона Маска, перша пілотована місія на Марс може бути здійснена вже за декілька років, а за 40–100 років Марс може містити колонію землян, чисельність яких буде сягнути мільйона осіб. А успішність попередніх амбітних космічних

проектів Ілона Маска, включно з успішним запуском космічних апаратів багаторазового користування, дає усі підстави для оптимізму щодо планів колонізації Марсу.

Але повертаючись до нашого запитання — наскільки довго людству має вистачити енергетичних природних ресурсів — відповідь очевидна і проста — на мільйони та мільярди років! І, очевидно, декілька зайвих десятиліть чи століть, на які ще вистачить вугілля, нафти та газу, аж ніяк не вирішують проблему енергетичного забезпечення людства.

Але цей час може бути критично важливим для того, щоб ми встигли розробити та запровадити у широкий вжиток нові, і бажано, невичерпні джерела енергії. І деякі з них вже є у нашому розпорядженні. Йдеться передусім про відновлювальні джерела енергії — енергію сонця та вітру. Попри доволі малу частку цих видів енергії у сьогоdnішньому енергозабезпеченні цивілізації, поступ у їх розвитку у багатьох регіонах світу є вагомим і переконливим. Так, Європейський Союз вже сьогодні забезпечує себе енергією майже на 20 % завдяки відновлювальним джерелам. А такі європейські країни як Австрія та Данія, наприклад, планують повністю перейти на відновлювальні джерела енергії до 2030 р. Потужними темпами відновлювана енергетика розвивається також у Сполучених Штатах та Китаї. Китай часто і заслужено називають головним забруднювачем довкілля у глобальному вимірі. Але також треба визнати, що сьогодні Китай посідає перше місце в світі за обсягами енергогенерації з відновлювальних джерел. Наприклад, обсяги вітроенергогенерації в Китаї становлять (2018 р.) 38,5 % від світових обсягів. Для порівняння, США, що є на другому місці в світі за обсягами вітроенергогенерації, виробляють 16,1 % світової енергії з вітру. Так само Китай є на першому місці в світі за обсягами отримання енергії з сонячних панелей – 32,8 % від світових обсягів сонячної енергогенерації у 2019 р. США виробляють 12,1 % світової енергії за допомогою сонячних електростанцій. І у 2020 р., наприклад, Китай отримував приблизно 27 % електроенергії з відновлювальних джерел. Потужність електрогенерації з відновлювальних джерел на кінець 2019 р. у Китаї становила біля 800 ГВт (що еквівалентно електрогенерації від 800 ядерних реакторів).

Більше про перспективи відновлюваної енергетики та її види дивіться далі.

Принципово інший підхід для розв'язання проблеми енергетичних ресурсів планети передбачає заволодіння людством енергією зірок, а саме, контрольованим термоядерним синтезом. Саме ця енергія живить Сонце і усі інші зірки Всесвіту, всередині яких за величезних тисків та температур відбувається перетворення атомів водню на атоми гелію. При цьому виділяється величезна кількість енергії — на порядок більша, ніж за

радіоактивного розпаду «важких» ядер, як це відбувається у ядерному реакторі. Проблема полягає у тому, що в земних умовах надзвичайно складно створити умови для термоядерного синтезу, зокрема розігріти водень до 15 млн °С.

Термоядерну реакцію у земних умовах було успішно реалізовано у термоядерній бомбі, коли за рахунок енергії ядерного вибуху створюються локальні умови для початку термоядерного синтезу (капсула з воднем міститься всередині ядерної бомби). Але зрозуміло, що такий підхід не є перспективним для мирного використання термоядерної реакції. Упродовж десятиліть контрольований термоядерний синтез розглядався багатьма експертами як бажана мрія, занадто далека від практичної реалізації, щоб стати реальністю у близькому майбутньому. Проте упродовж останніх двох десятиліть науковці досягли величезних успіхів у концептуальному розвитку технології контрольованого термоядерного синтезу, об'єднавши зусилля наукової спільноти провідних країн світу. Сьогодні, зокрема реалізується міжнародний проект ITER за участі Європейського Союзу, Індії, Японії, Китаю, Росії, Південної Кореї та США, метою якого є побудова експериментального термоядерного реактора на 500 МВт. Це всього половина від потужності стандартного ядерного реактора, але головна задача проєкту — продемонструвати принципову можливість отримання контрольованої термоядерної енергії, що буде економічно вигідна (тобто вихід енергії буде суттєво перевищувати енергетичні затрати на її отримання.)

Паралельно з цим такі економічні гіганти, як США та Китай, працюють над своїми власними національними проєктами у цьому напрямку. Освоєння термоядерного синтезу забезпечить людство практично невичерпним джерелом енергії на мільйони років, оскільки для реакції потрібен водень, який практично в необмеженій кількості можна отримувати з морської води.

Отже, на прикладі природних енергетичних ресурсів можемо дійти висновку, що людство для своєї економічної діяльності вкрай обмежене у невідновлюваних джерелах енергії (вугіллі, нафті, газі, уранових рудах), але практично необмежене у таких відновлюваних джерелах, як енергія сонця та вітру, чи енергія термоядерного синтезу. Завдання людської цивілізації, очевидно, полягає у забезпеченні вчасного і надійного переходу на нові енергетичні ресурси, що забезпечать людству стале покриття усіх його енергетичних потреб.

Важливо також наголосити, що наше розуміння ресурсних обмежень часто пов'язане з рівнем нашого технологічного розвитку та пріоритетів. Наприклад, якщо ми говоримо про виснаження певних мінеральних ресурсів планети, то в переважній більшості може йтися не про фізичне виснаження, а нерациональне використання та технологічні обмеження для їх вторинного

використання. Адже зрозуміло, що фізично атоми заліза чи будь якого іншого стабільного ізотопу, що входять до складу молекул чи кристалів тих чи інших речовин (мінеральних ресурсів), не зникають з планети, а просто переходять в інші форми молекул чи кристалів. Наприклад, залізо перетворюється на іржу, тобто, переходить у форму окислів. І чисто теоретично майже завжди є можливість повторно віднайти потрібні нам атому, перетворити їх на потрібні нам молекули чи кристали, і відповідно, знову отримати потрібні нам товари, продукти та послуги. Інша справа, що наші технології для цього мають бути економічно вигідні і екологічні дружні.

3.2. Глобальні екологічні ризики

Друга серйозна екологічна загроза сталому розвитку людства — глобальне забруднення довкілля. На жаль, за останні два століття, з часів промислової революції людство в цьому напрямі напрацювало собі не менше проблем, як і щодо глобального виснаження природних ресурсів.

Глобальне забруднення біосфери внаслідок антропогенної діяльності зручно розглядати у контексті «екологічних меж» планети, як це роблять провідні експерти-екологи зі Стокгольмського університету з колегами і наводить у своїй роботі Джефрі Сачс [11]. Під межами планети розуміють можливості біосфери та планети в цілому протистояти агресивній виробничій та побутовій активності людини. Науковці виділяють як мінімум 9 основних критичних напрямків глобального впливу людської діяльності на планету, що можуть мати незворотні наслідки (рис. 3.2). Тож розглянемо ці основні напрями, або глобальні екологічні ризики.

Перший ризик — **глобальні зміни клімату**, або глобальне потепління. Це, можливо, один із найбільш обговорюваних та водночас найбільш показових прикладів того, що людська діяльність таки має глобальні планетарні наслідки. Відомо, що упродовж останніх 150 років середня температура на поверхні планети підвищилася приблизно на 1 °C (за нинішньої середньорічної температури на поверхні планети приблизно +15 °C). На думку переважної кількості науковців, це обумовлене активною виробничою діяльністю людини, а саме викидом парникових газів в атмосферу. До парникових газів належать вуглекислий газ, метан, пари води та деякі інші гази. Парниковими їх називають тому, що вони спричиняють парниковий ефект. Тобто збільшення їх концентрації в атмосфері призводить до підвищення температури на поверхні планети. Пояснюється це фізико-хімічними властивостями цих газів — їхні молекули не поглинають видиме світло, але добре поглинають (затримують) інфрачервоне (теплове) випромінювання. Тому ці гази не перешкоджають надходженню сонячного світла на Землю, що приводить до нагрівання поверхні планети. (Сонячне світло складається приблизно на 40 % з видимого світла, на 59 % — з інфрачервоного випромінювання і на 1% — з ультрафіолетових променів).

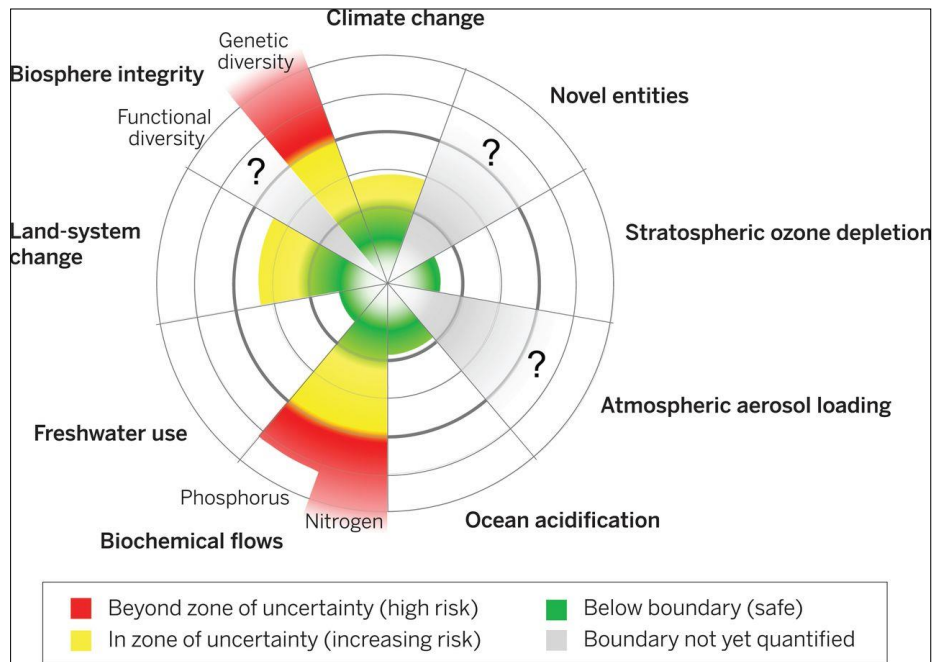


Рисунок 3.2 – Екологічні межі планети (червоним позначено показники, за якими природні можливості планети вже перевищено (високий ризик), зеленим — можливості планети не перевищено, жовтим — стан невизначеності, сірим — кількісна оцінка показника наразі відсутня)

Нагріта ж поверхня Землі випромінює інфрачервоне випромінювання, яке поглинається, тобто «затримується» парниковими газами біля поверхні планети

Приблизно так затримує тепло плівкове покриття парнику, тому ці гази й називають парниковими. Парникові гази завжди є в атмосфері і парниковий ефект відіграє важливе значення у формуванні клімату на планеті. Тобто це нормальний геофізичний процес. Однак за збільшення концентрації парникових газів в атмосфері буде збільшуватись і прояв парникового ефекту на планеті, що може призвести до глобальних змін клімату.

Попри те, що парникові гази можуть з'являтися в атмосфері природним шляхом, антропогенний вплив на концентрацію деяких з них може бути критично важливим. Передусім йдеться про вуглекислий газ (CO_2), що утворюється при спалюванні горючих копалин. Концентрація CO_2 в атмосфері залежить від природних процесів, в тому числі від інтенсивності глобального фотосинтезу, розчинності CO_2 у Світовому океані (що, своєю чергою,

залежить від температури вод Світового океану) і суттєво коливається в атмосфері планети упродовж багатьох тисячоліть з періодом коливань приблизно у 1 тис. років. Упродовж останніх 800 тис. років концентрація CO_2 в атмосфері внаслідок природних процесів, зокрема, циклічних змін у орбітальних траєкторіях планети навколо Сонця, коливалась у межах 0,02–0,03 %. Але тільки упродовж останніх 150 років, саме з початку активного промислового використання вугілля, нафти та газу, концентрація CO_2 в атмосфері зросла до нинішніх 0,04 %, тобто приблизно на третину порівняно з періодами до промислової революції (рис. 3.3). І саме за цей період (останні 150–200 р.) відбулося підвищення температури поверхні планети приблизно на 1°C .

Якщо нинішні темпи промислових викидів CO_2 в атмосферу внаслідок «вуглецевої» енергетики — спалювання вугілля, нафти та газу — збережуться упродовж нинішнього століття, температура на планеті може підвищитися ще на декілька градусів (за різними прогнозами — від 2 до 6°C). Це дуже суттєве підвищення, якщо врахувати що сьогодні середньорічна температура на поверхні Землі становить усього приблизно $+15^\circ\text{C}$.

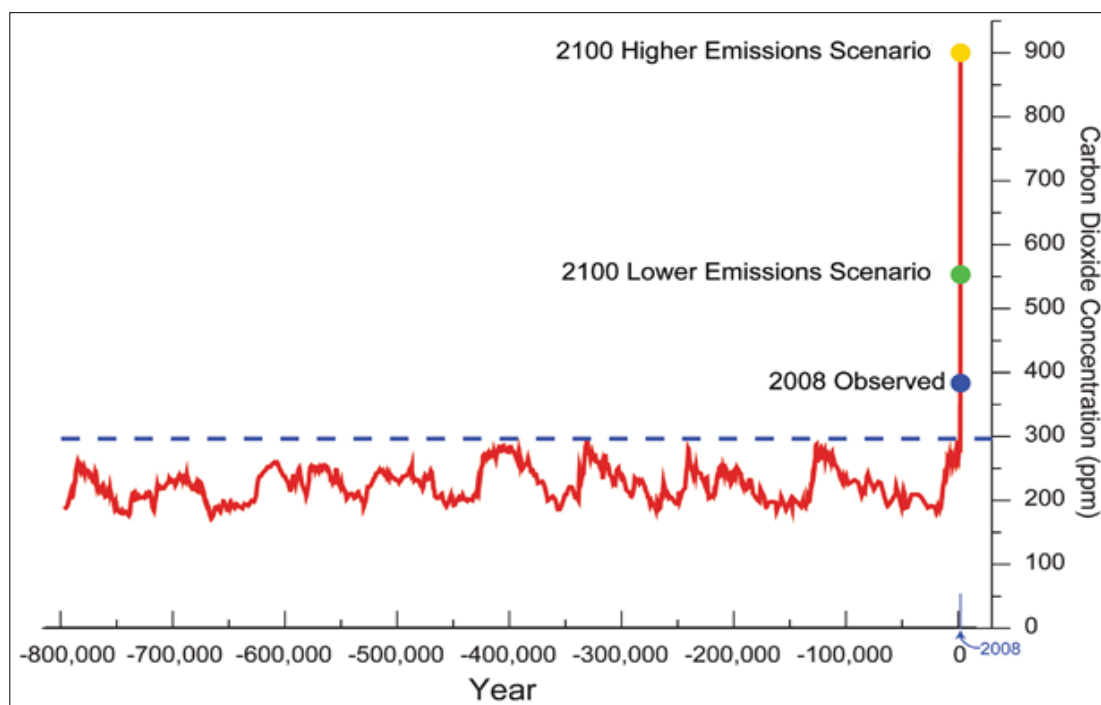


Рисунок 3.3 – Зміна концентрації CO_2 в атмосфері упродовж останніх 800 тис. років

Які наслідки для біосфери та для людства може мати таке глобальне потепління? Передусім — підняття рівня вод світового океану внаслідок прискореного танення льодовиків. І усі ознаки цього ми вже маємо сьогодні. При помірному підвищенні температури упродовж наступних десятиліть (на 2 °C) рівень світового океану може піднятися на 1 м. За різкіших темпів зміни клімату рівень світового океану може піднятися на декілька метрів. Це призведе до затоплення значних територій, що знаходяться на рівні моря, і, наприклад, такі країни, як Бангладеш із населенням понад 150 млн осіб будуть практично затоплені, оскільки більшість їх територій розташовано практично на рівні сучасного Світового океану, і підвищення цього рівня на один чи декілька метрів стане для цих країн екологічною та гуманітарною катастрофою. Це, своєю чергою, зачепить сусідні країни, оскільки почнеться масова міграція населення із затоплених територій у сусідні, більш екологічно безпечні регіони. З іншого боку, це спричинить економічну та політичну напруженість у цих приграничних регіонах через масовий потік небажаних мігрантів.

Іншим наслідком глобальних змін клімату є збільшення кількості природних катаклізмів, таких як урагани та цунамі. При цьому повені на одних територіях будуть збігатися у часі з посухами на інших. Тобто клімат не просто «м'яко» потеплішає, а стане більш «контрастним» через перерозподіл повітряних мас та океанічних течій під впливом нових температурних режимів.

Підвищення температури у посушливих регіонах Африки та Азії призведе до зниження урожайності сільськогосподарських культур, тобто знизить рівень продовольчої безпеки населення у цих регіонах. Крім того, підвищення температури у зонах тропічного та субтропічного клімату розширить ареал розповсюдження небезпечних тропічних хвороб, таких як малярія, на сусідні регіони.

З огляду на потенційні екологічні загрози, що несе глобальне потепління, людство упродовж останніх десятиліть докладає чимало зусиль для контролю промислових викидів парникових газів в атмосферу. Принципово важливим тут є розуміння того, що теплова енергетика, яка сьогодні забезпечує переважну кількість енергетичних потреб людства, неминуче веде до збільшення концентрації CO₂ в атмосфері. Тобто людство має якомога швидше переходити на «низьковуглецеву» енергетику, обмежуючи спалювання вугілля, нафти та газу, розвиваючи відновлювальну енергетику та енергозберігальні технології не тільки тому, що паливні копалини є вичерпним ресурсом і їх вистачить на досить нетривалий в історичному масштабі відрізок часу, але й тому, що це несе глобальну екологічну загрозу.

Говорячи про глобальні загрози зміни клімату та можливі шляхи подолання цих загроз, не можна не згадати про яскравий та позитивний приклад Європейського Союзу, країни якого послідовно та виважено впроваджують у своє політичне поле та практичну діяльність науково-обґрунтовані кроки по подоланню або, принаймні, зменшенню ризиків від негативного антропогенного впливу на клімат планети. Ми будемо окремо про це говорити у відповідних розділах підручника, але хочемо навести лише один яскравий приклад лідерства ЄС у боротьбі з глобальними змінами клімату. У 2019 р. Європейська Комісія сформулювала програмне Комюніке під назвою Європейська Зелена Угода (*The European Green Deal*), в якому поставила амбітні цілі перед Європейською спільнотою перетворити Європу до 2050 року на перший клімат-нейтральний континент, звівши сумарні викиди парникових газів до нуля і принципово зменшивши негативний вплив людини на довкілля. Приклад, достойний всілякої підтримки і наслідування.

Друга глобальна екологічна загроза, яку називають експерти, і яка тісно пов'язана з першою, є **закиснення Світового океану**. Підвищена концентрація CO_2 в атмосфері призводить до його більшої розчинності у воді морів і океанів, де він формує вугільну кислоту (H_2CO_3), яка згодом дисоціює на H^+ та HCO_3^- , збільшуючи кислотність морської води. За оцінками експертів, упродовж останніх років кислотність Світового океану вже підвищилася на 0,1 рН (тобто рН знизився на 0,1 від більш лужної до більш кислотної). Ці, здавалося б, незначні зміни можуть мати критичне значення для екосистем світового океану, оскільки закиснення води перешкоджає формуванню нормальних мінералізованих захистів покривів планктону, молюсків, коралів і таке інше, що може суттєво порушувати харчові ланцюги морських екосистем.

Третьою глобальною екологічною загрозою, що є результатом людської діяльності, є загроза **руйнування озонового шару**. Нагадаємо, що озоновий шар являє собою шар атмосферного повітря на висоті 25–30 км від поверхні Землі з підвищеним вмістом молекул озону (O_3). Загальна кількість озону там відносно незначна — якщо б його ущільнити до густини атмосферного повітря біля поверхні Землі, він би сформував шар усього у декілька міліметрів завтовшки. І концентрація озону в озоновому шарі усього у 2–8 разів перевищує його концентрацію в нижніх шарах атмосфери. Але значення озонового шару для біосфери планети є виключно важливим — адже озон захищає все живе від жорсткого ультрафіолетового випромінювання, поглинаючи його.

Проте, наприкінці 1970-х років виявилось, що певні хімічні сполуки, зокрема фреони (хлорфторкарбонати), які інтенсивно використовувались у

холодильній промисловості та у виробництві аерозолів, потрапляючи у верхні шари атмосфери, руйнують молекули озону. У 1985 р. НАСА отримала шокуючі фото атмосфери Землі, що демонстрували величезну «діру» у озоновому шарі над південним полюсом.

Першою і найбільш ймовірною загрозою для людини від руйнування озонового шару та надходження підвищеного рівня ультрафіолетового випромінювання на поверхню Землі є підвищений ризик розвитку раку шкіри та ураження сітківки ока.

Проте широке обговорення проблеми у пресі, залучення світової громадськості, державних та політичних лідерів привело до важливих технологічних зрушень. Зараз використання фреонів у технологічних процесах суттєво обмежене, і спостерігається позитивна динаміка змін стану озонового шару, тобто, суттєве зменшення зони ушкодження озонового шару планети. Це є яскравим прикладом, що людство може успішно долати глобальні екологічні виклики, якщо є розуміння та усвідомлення масштабів можливих наслідків та вживаються науково-обґрунтовані шляхи вирішення проблеми.

Наступним глобальним екологічним ризиком є **забруднення довкілля сполуками азоту і фосфору**, передусім внаслідок активної агропромислової діяльності людини, та забруднення природних вод стічними водами, що містять миючі засоби. Сучасні агропромислові технології за активного використання мінеральних добрив сприяли значному підвищенню урожайності сільськогосподарських культур (у 10 і більше разів). І це, безумовно, дозволило значною мірою вирішити проблему глобального забезпечення людства харчовими продуктами. Проте значна частина мінеральних добрив за сучасних надвисоких рівнів їх використання не надходить у організм сільськогосподарських рослин, а залишається у ґрунті та вимивається звідти осадами та ґрунтовими водами. Внаслідок такої природної міграції частина мінеральних добрив потрапляє у природні водойми і концентрується у гирлах річок. Значні концентрації азотних та фосфорних сполук у цих місцях спричиняють інтенсивне розростання водоростей (рис. 3.4). Після їх відмирання у воді відбувається інтенсивне розмноження бактерій, що живляться відмерлими рослинами. Це, своєю чергою, призводить до суттєвого зменшення концентрації розчиненого кисню у воді і, як наслідок, у водоймах утворюються «мертві» зони, де внаслідок низьких концентрацій розчиненого у воді кисню гине риба та інші аеробні організми (явище носить назву *евтрофікація*).



Рисунок 3.4 – Розростання водоростей у забруднених мінеральними відходами водах провінції Шаньдун, Китай

Проблема полягає саме у глобальному характері процесу, оскільки тотальне запровадження інтенсивного сільськогосподарського виробництва з дедалі більшим рівнем мінерального живлення рослин робить описаний вище механізм забруднення довкілля скоріше правилом, аніж винятком.

Наступною глобальною екологічною загрозою для сталого розвитку людства є **проблема забезпечення прісною водою**. Попри те, що 70 % поверхні планети вкрите водою морів та океанів, обсяги прісної води на планеті становлять усього біля 2,5 %. Усе інше — солоня морська вода не придатна для пиття. При цьому більшість запасів прісної води зосереджено у льодовиках, тобто вкрай незручно для практичного споживання (рис. 3.5).

І хоча нині людство використовує абсолютно незначну частину запасів прісної води на планеті, доступ до прісної води у багатьох регіонах є серйозною проблемою. Для певних регіонів, зокрема для багатьох африканських країн, проблема доступу до прісної води є однією з головних.

З іншого боку, у глобальному масштабі проблема використання прісної води тісно пов'язана з її забрудненням внаслідок антропогенної діяльності. Серед усієї води, що використовує людство на свої проблеми, біля 70 % використовується у сільськогосподарському виробництві, біля 20 % — у промисловості, і біля 10 % — у домогосподарствах. І проблема полягає в тому, що при інтенсивному використанні природних вод в процесі людської діяльності вони повертаються в екосистему настільки забрудненими, що природні механізми вже неспроможні відновити належну якість цих вод.



Рисунок 3.5 – Антарктида — південний континент, вдвічі більший за Австралію, практично повністю вкритий льодовим щитом товщиною біля 1,9 км, містить біля 70 % запасів прісної води на планеті
(<https://en.wikipedia.org/wiki/Antarctica>)

Тобто проблема полягає передусім у належному менеджменті та очищенні стічних вод. На жаль, сьогодні у багатьох країнах включно з Україною, значна частина стічних вод, часто їхня більша частина, потрапляє у природні водойми неочищеними чи неналежно очищеними.

Принципово важливо наголосити, що сьогодні людство має достатньо ресурсу і технологій для належного очищення стічних вод як промислових, так і побутових. Отже, питання зводиться до соціальної відповідальності влади, бізнесу і громадян щодо навколишнього середовища, яке ми можемо зберегти та покращити чи навпаки.

Ще одна проблема — виснаження підземних вод навіть в регіонах, де до активної агропромислової діяльності проблем у водопостачанні не спостерігалось. Причиною цього є те, що інтенсивне викачування підземних вод у цих регіонах вже не встигає компенсуватися поверненням вод в екосистему з осадами, тобто порушується природний колообіг води в екосистемах. Сьогодні явища виснаження підземних вод спостерігаються на середньому заході Сполучених Штатів, у південних районах Китаю, Індії та Пакистану.

Є всі підстави вважати, що з часом проблема прісної води на планеті може загострюватися як через зростання потреб світової економіки, так і через зростання чисельності населення планети. Одна із стратегій — розроблення та

впровадження нових ресурсозберігальних технологій. Зокрема, надзвичайно показовим є досвід сучасної Японії, яка завдяки розробленню принципово нових технологічних рішень, наприклад технології «сухого» виготовлення цементу спромоглася у рази скоротити використання води для промислових потреб.

Наступною глобальною екологічною загрозою є **інтенсивне використання та зміна ґрунтового покриву планети**. Внаслідок інтенсивного сільськогосподарського виробництва величезні обсяги земельних угідь змінили свій природний стан, перетворившись на рілля чи пасовища. При цьому значна частина земель, вкритих лісами, залучається до активної сільськогосподарської та промислової діяльності, а сама деревина систематично вирубується у промислових масштабах. Глобальне вирубування лісів, з одного боку, руйнує «зелені легені планети», що забезпечують атмосферу киснем та поглинають CO₂. З іншого боку, спалювання деревини робить свій внесок у продукцію CO₂, тобто провокує парниковий ефект. Ще одним важливим наслідком дефорестації (знищення лісів) та антропогенного використання природних земель є руйнування природного середовища існування для диких видів тварин і рослин.

Глобальна урбанізація, тобто постійне зростання відсотку міського населення на планеті, інтенсивне розростання міст та мегаполісів також є одним із важливих факторів позбавлення диких видів природного середовища проживання.

Наступною глобальною екологічною загрозою, що є прямим наслідком агресивної поведінки людства по відношенню до інших біологічних видів, є **втрата біорізноманіття**. Під біорізноманіттям розуміють різноманіття біологічних видів, що проживають у певному регіоні чи на планеті в цілому, чисельність їх популяцій, чисельність осіб та поширеність ареалів їх існування. Як було зазначено вище, активна промислова та особливо сільськогосподарська діяльність, розростання міст та мегаполісів є серйозними ризиками для процвітання або бодай для виживання багатьох видів тварин і рослин. Сьогодні за різними експертними оцінками на планеті проживає понад 10 млн біологічних видів, більшість з яких ще не ідентифіковано. З вивчених та описаних двох мільйонів видів, маємо приблизно 1,5 млн видів тварин та майже півмільйона видів рослин, грибів та бактерій.

В історії планети були періоди розквіту тих чи інших угруповань живих організмів, і були періоди катастрофічного вимирання значної частини біоти внаслідок природних катастроф планетарного масштабу. Останнє таке природне вимирання (п'яте), на думку багатьох експертів, сталося майже 65 млн років тому внаслідок падіння на Землю гігантського метеориту у районі

Мексиканської затоки, наслідком чого були хвилі землетрусів та цунамі по усій планеті. А затемнення атмосфери внаслідок глобальної пилової завіси призвело до глобального похолодання. Внаслідок цієї катастрофи упродовж відносно короткого періоду часу вимерли цілі групи біологічних видів як рослин, так і тварин (майже третина усіх видів, що тоді проживали на Землі). Зокрема, саме ця катастрофа, за оцінками вчених, спричинила глобальне вимирання динозаврів.

Сьогодні ж за відсутності глобальних природних катаклізмів саме агресивна людська діяльність несе основну загрозу існуванню біологічних видів на планеті. При цьому масштаби цієї загрози настільки суттєві, що науковці говорять про чергове, «шосте велике вимирання» видів.

Зрозуміло, що біорізноманіття саме по собі є природною цінністю, створеною еволюцією упродовж мільярдів років існування життя на Землі. Крім того, ушкодження біорізноманіття, вимирання видів або їх занепад можуть нести критичні загрози для належного функціонування екосистем та біосфери. Масштаби впливу людини на живу природу, особливо у останні два століття (з часів промислової революції) настільки суттєві, що сьогодні екологи вводять новий термін — *антропоцен*, поки що неформальний термін для позначення нової геологічної епохи, рушійною геологічною силою якої на планеті є людина. На превеликий жаль, цей період, крім усього іншого, характеризується суттєвим негативним впливом людини на біосферу. За експертними оцінками, людина, ймовірно, прискорила природний процес зникнення видів у 100 або 1000 разів. Біомаса фітопланктону, наприклад, яка становила (як мінімум) близько 50 % всієї біомаси Землі, що здійснює фотосинтез, знизилася на 40 % тільки з 1950-х років через потепління океану.

Наступний глобальний екологічний ризик — ***хімічне та аерозольне забруднення атмосферного повітря***. Крім колосальних обсягів продукції CO₂ внаслідок спалювання горючих копалин, під час спалювання енергетичних ресурсів виділяються величезні обсяги аерозольних забруднювачів, що представляють собою мікрочастинки золи, смол, хімічних забруднювачів, що злипаються разом, і ми бачимо їх як дим або смог. Таке аерозольне забруднення на додачу до хімічних чинників, таких як, наприклад, оксиди азоту, або оксиди сірки, можуть уражати легені людини та спричиняти серйозні хвороби органів дихання та дихальних шляхів. Особливо шкідливими є мілкі аерозольні частинки діаметром до 2,5 мкм, що легко проникають у легені людини при вдиханні забрудненого повітря. На жаль, регіони з активною промисловою діяльністю, особливо з розвиненим паливно-енергетичним та металургійним комплексом, є вкрай неблагополучними щодо аерозольного забруднення повітря. Це значною мірою стосується південно-

східних регіонів України, де зосереджено базові металургійні потужності країни. Класичною демонстрацією ризиків від теплоенергетики для якості повітря є Китай. Економіка Китаю упродовж останніх десятиліть зростає надзвичайно високими темпами. При цьому енергетичний сектор Китаю значною мірою базується на теплоенергетиці, зокрема на спалюванні вугілля. Це призвело до того, що у промислових регіонах Китаю смог став типовим явищем. Крім того, у великих містах забрудненню повітря суттєво сприяє автомобільний транспорт (рис. 3.6).

Ще одним надзвичайно важливим і широким аспектом негативного впливу людини на довкілля є **хімічне забруднення**, яке тісно пов'язане як з проблемою промислових, так і побутових відходів. Адже як ми наголошували раніше, проблемою інтенсивної виробничої діяльності та побутової активності людини є не тільки споживання природних ресурсів планети у кількостях, що перевищують можливості цієї планети, але й продукування такої кількості відходів та забруднювачів, яку природні екосистеми просто неспроможні «знешкодити», тобто включити у природний колообіг речовин. Наслідком є локальне та глобальне хімічне забруднення довкілля, особливо, відходами нафтопереробної галузі та металургійного сектору. Промислові тверді відходи, викиди та скиди забруднюють землі, повітря та природні води і несуть постійну загрозу як здоров'ю та добробуту людини, так і нормальному життєзабезпеченню інших біологічних видів та природних екосистем в цілому (рис. 3.7).



Рисунок 3.6 – Типовий смог у Пекіні, Китай, 2014 р. (пилозахисні маски є постійним атрибутом мешканців міста)



Рисунок 3.7 – Приклад промислових відходів — терикони (штучні насипи з порожніх порід, витягнутих при підземній розробці покладів вугілля й інших корисних копалин). Типовий краєвид Донецької та Луганської областей України (https://en.wikipedia.org/wiki/spoil_tip)

Проблема ускладнюється величезними кількостями побутових відходів, які щоденно продукуються кожним жителем планети. Наприклад, жителі європейських країн генерують понад 500 кг побутових відходів на рік на кожного. Особливо актуальною ця проблема є для слаборозвинутих країн та країн, що розвиваються, які в силу економічних та організаційних причин не забезпечують належної переробки та утилізації відходів. Достатньо сказати, що в Україні під сміттєзвалищами зараз перебуває понад 5 % території країни, що, наприклад, перевищує території, окуповані російськими бойовиками/найманцями на сході країни.

З іншого боку, країни, які в повній мірі розуміють масштаби проблеми і докладають належних зусиль для її вирішення, досягають неймовірних успіхів у розв'язанні цього питання. Це і впровадження маловідходних технологій, і вторинна переробка відходів, і використання відходів у якості енергетичного ресурсу. Достатньо навести позитивний приклад сучасної Швеції, країни, яка почала імпортувати відходи (тобто завозити їх до себе із сусідніх країн), оскільки їхні сміттєпереробні та сміттєспалювальні заводи віднедавна

переробляють 100 % «домашніх» відходів і тепер отримують економічну вигоду від переробки імпортованої «продукції». У Швеції, наприклад, 30 теплоелектростанцій працюють винятково на спалюванні відходів.

Окремої уваги заслуговує, наприклад, проблема забруднення планети пластиком. Адже деякі пластикові вироби/відходи потребують сотень років для природної розкладання (рис. 3.8). Тому теперішня політика багатьох країн світу, включно з країнами Європейського союзу та Україною на обмеження та повну заборону деяких видів пластикових виробів, особливо пластику одноразового використання, заслуговує на максимальну підтримку.



Рисунок 3.8 – Час природного розкладання деяких видів побутових відходів

Отже, окреслені глобальні екологічні ризики від неналежної та неузгодженої з природними можливостями планети виробничої та побутової активності людини є очевидним доказом того, що екологічна складова може стати лімітуючою для сталого розвитку людства. І щоб цього не сталося, людству, вочевидь, необхідно докладати самих серйозних зусиль для вивчення та розуміння природних можливостей нашої планети та ще більших зусиль для глобального втілення екологічно зваженої політики у життя. Від нас,

сьогоднішніх, залежить, які форми прийме біосфера планети у наступі століття, тисячоліття та мільйони років, і чи буде процвітати на планеті разом з іншими представниками життя такий біологічний вид, як *Homo Sapience*. Адже пам'ятаймо, що понад 99 % біологічних видів, що коли-небудь жили на Землі, вимерли. Тобто наше з вами довговічне перебування на планеті не гарантоване природою. Але ми перший біологічний вид на планеті, що внаслідок виключного розумового розвитку набув над планетою небаченої дотепер влади. Мабуть, природа гірко посміхнеться, якщо ми не зможемо скористатися цією владою достойно, на користь для себе і для планети в цілому.

СОЦІАЛЬНА СКЛАДОВА СТАЛОГО РОЗВИТКУ

Соціальні відносини — це відносини між людьми, зазвичай неекономічного характеру (бо економічні відносини є предметом окремих досліджень чи аналізів), *тобто відносини між членами соціуму — суспільства*. У широкому розумінні соціальні відносини включають будь-які міжособистісні відносини. Але в концепції сталого розвитку під соціальною складовою зазвичай розглядають питання соціальної захищеності членів суспільства та соціальної справедливості. Йдеться про те, що соціальна складова (*social inclusion*) є обов'язковим компонентом сталого розвитку суспільства, яке забезпечує свій розвиток завдяки економічному зростанню та гармонійним відносинам з навколишнім середовищем.

Справа в тому, що саме по собі економічне зростання певного соціуму, навіть узгоджене з природою, ще не гарантує того, що усі члени соціуму будуть мати надійне і достойне життєзабезпечення і рівний доступ до економічних можливостей даного соціуму. Зрозуміло, що у будь-якому суспільстві, і при будь-якому рівні його соціально-економічного розвитку буде існувати соціальна нерівність між людьми та різний рівень доступу різних членів суспільства до благ цивілізації. Але зважте, що у розвиненому демократичному суспільстві така нерівність буде мати місце не через несправедливий чи неправомірний розподіл благ, а витікати із самої природи людської індивідуальності — усі люди різні у своїх фізичних та розумових здібностях, у своєму потенціалі бути корисними суспільству, і мати за це відповідну матеріальну та моральну винагороду. Очевидно, також, що у більш заможному, економічно розвиненому суспільстві усі його члени будуть мати більші шанси на добробут, ніж у бідному соціумі. Але строго кажучи, багате в цілому суспільство ще не гарантує добробут кожному його члену. І саме на цьому етапі наших міркувань має включитися соціальна складова сталого

розвитку. Базова теза є такою — для того, щоб суспільство рухалося по шляху сталого розвитку, воно має бути якомога більш захищене від соціальних негараздів, матеріальних та моральних утисків усіх його членів. Якщо частина членів суспільства знаходиться в умовах соціального тиску, обмеження, конфлікту — це завжди робить увесь соціум ризикованим щодо довгого і щасливого майбутнього, бо він несе в собі соціальний конфлікт. Тобто суспільству вигідно, щоб усі його члени почувалися комфортно, а не тільки найзаможніші і найуспішніші. І це ми говоримо про справедливий розподіл благ, коли найуспішніші члени суспільства стають найзаможнішими у силу своїх здібностей, талантів, праці, а не через корупційні чи інші протизаконні дії. Суспільство ж, де процвітає корупція і беззаконня, автоматично стає соціально нестабільним за визначенням, бо якщо суспільні блага розподіляються у протизаконний спосіб серед обмеженої кількості членів суспільства, то, відповідно, значна, або й більша частина суспільства незадоволена існуючим станом речей.

Якими є кількісні та якісні критерії соціальної захищеності? Мінімальний набір дуже простий і очевидний — у здоровому (сталому) суспільстві усі його члени мають бути забезпечені здоровою та безпечною їжею, мати доступ до питної води та належних умов санітарії, мати доступ до якісних медичних послуг, якісної освіти та культури. Як самий початковий мінімум, кожен член суспільства має бути виведений за межу крайньої бідності, що межує з голодом. Сьогодні Світовий Банк визнав межу крайньої бідності на рівні 1,9 доларів у день на людину. Це сума, якої за даними міжнародних експертів, мінімально достатньо для задоволення першочергових потреб людини. Згадаймо дані першого розділу підручника — сьогодні на планеті маємо понад 700 млн людей із доходом до 1,9 доларів в день на людину, тобто приблизно 10 % населення планети знаходяться за межею крайньої бідності. Переважно це найбідніше населення країн тропічної Африки та Південної Азії. І хоча упродовж останніх три-чотири десятиліття чисельність найбіднішого населення планети скоротилося приблизно у 4 рази, подолання крайньої бідності серед значної частини населення планети є головним викликом людства, за визначенням ООН. Згадаймо, що серед перших і головних цілей сталого розвитку, що прийняла Організація Об'єднаних Націй до 2030 року — повне подолання голоду та крайньої бідності на планеті

Іншою стороною соціальної складової сталого розвитку є виражена нерівність між різними членами суспільства навіть у не найбідніших країнах. На рисунку 4.1 представлено вид на передмістя (фавели) та центральну частину Ріо-де-Жанейро, мегаполісу Бразилії, де бідні халупи межують з хмарочосами. Таке сусідство не сприяє соціальній згоді у суспільстві.



Рисунок 4.1 – Фавели та хмарочоси Ріо-де-Жанейро

На жаль, за рівнем злочинності Ріо-де-Жанейро посідає одне з перших місць у світі, а Бразилія в цілому за рівнем вбивств значно випереджає інші країни світу.

Важливими індикаторами соціального розвитку суспільства є **середня тривалість життя і рівень дитячої смертності**. Обидва показники суттєво залежать від економічного розвитку суспільства, що, в свою чергу, визначає рівень життя населення, належне харчування, рівень розвитку медичних послуг та належних санітарних умов. Безумовно, стан навколишнього середовища також може суттєво впливати на обидва показники. Але в першому наближенні і середня тривалість життя, і рівень дитячої смертності тісно корелюють з рівнем економічного розвитку суспільства. Наприклад, середня тривалість життя в цілому на планеті ще у 1950 р. становила усього 47 років. Сьогодні середня тривалість життя на планеті становить приблизно 71 рік (до речі, саме такий показник має Україна). Найуспішніші ж країни світу, такі як Японія чи Швейцарія, сьогодні мають середню тривалість життя на рівні 83–84 років. У середньому по Європейському Союзу цей показник перевищує 80 років.

Головною причиною різкого зростання тривалості життя у розвинутих країнах став значний прогрес у розвитку медицини — поява антибіотиків,

вакцинація, якісна діагностика, терапія та хірургія. До цього, як ми вже відмічали, додається суттєве покращення санітарних умов, контроль якості продуктів та питної води, належне очищення та знезараження каналізаційних стоків. З іншого боку, країни, які внаслідок економічного занепаду не спромоглися забезпечити для свого населення вищезазначені заходи, так і залишилися за тривалістю життя населення на рівні 1950-років. І сьогодні середня тривалість життя у деяких найбідніших країнах Африки залишилася на рівні 50 років.

Рівень дитячої смертності — ще один інтегральний показник, який відбиває стан соціального розвитку суспільства, його економічний добробут та рівень медичних послуг. Строго кажучи, у медицині розрізняють два терміни — *смертність немовлят* — дітей, що не дожили до одного року (рис. 4.2) та *дитячу смертність* — дітей, що не дожили до 5 років (рис. 4.3).

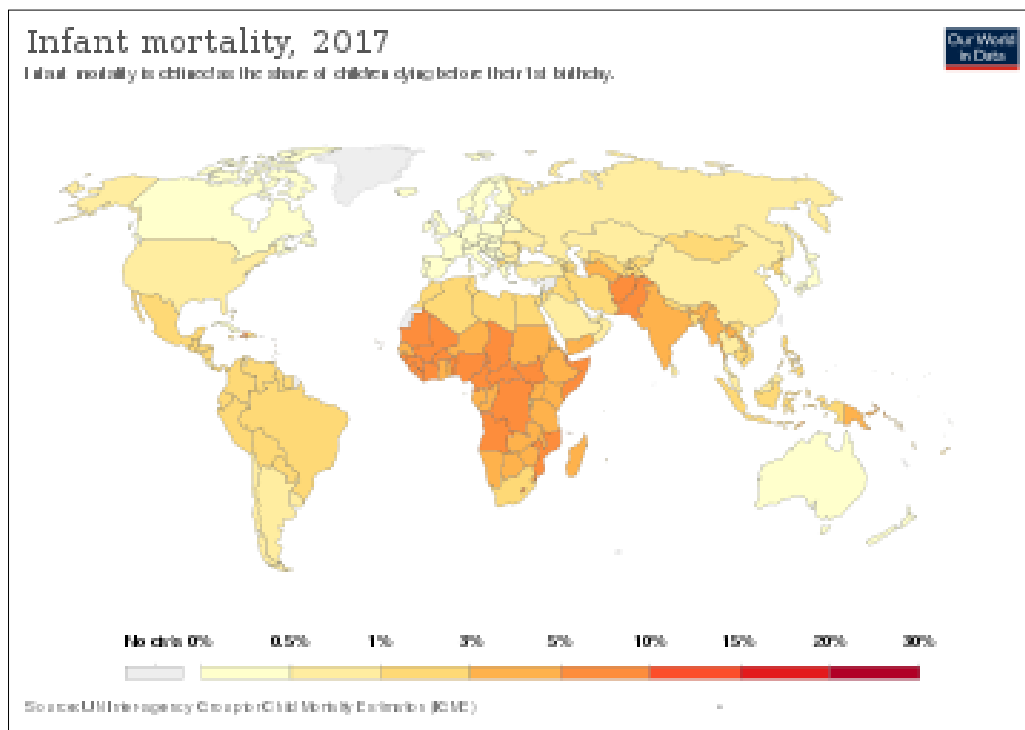


Рисунок 4.2 – Рівень смертності немовлят / дітей до одного року в різних країнах, 2017 р.

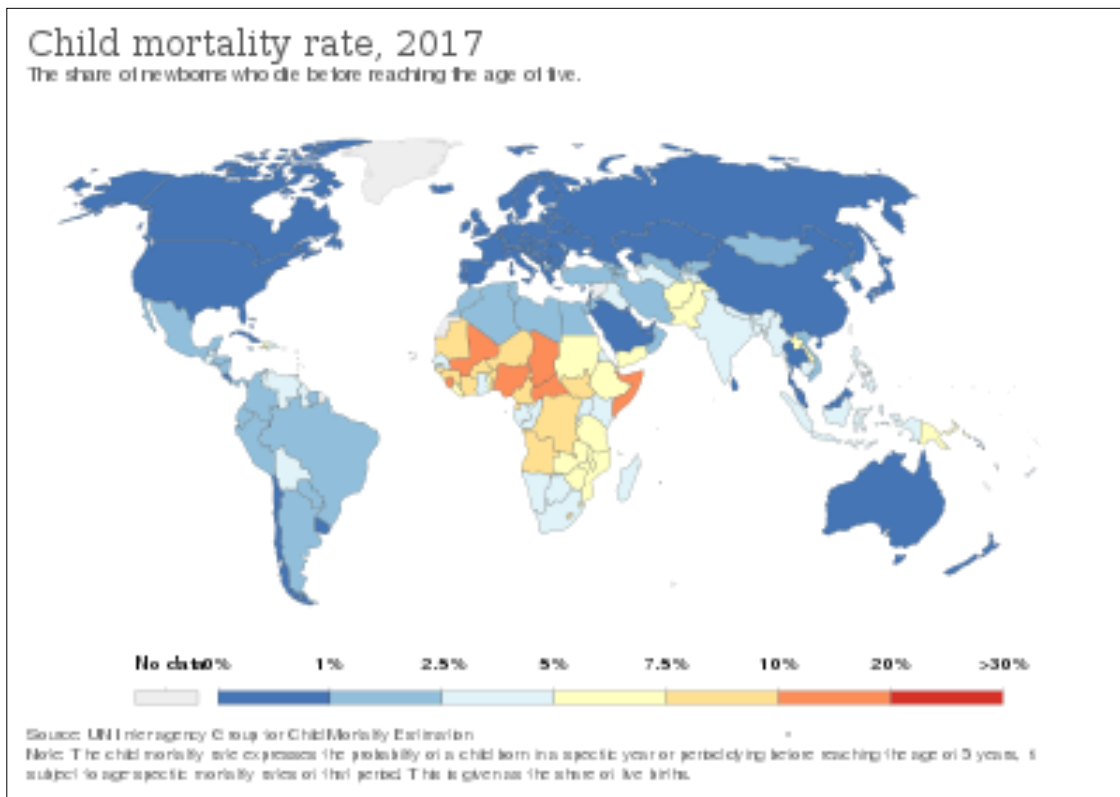


Рисунок 4.3 – Рівень дитячої смертності / дітей до 5 років, 2017 р.

Ці показники суттєво покращились у глобальному масштабі упродовж останніх десятиліть, що, безумовно, засвідчує сталий розвиток науки та технологій, і, як наслідок, медицини та санітарії, у світі. Наприклад, якщо у 1990 р. середній показник дитячої смертності по планеті становив приблизно 93 випадків на 1000 новонароджених, то у 2019 році цей показник зменшився до 37, 7 випадків на 1000. Цілі сталого розвитку ООН до 2030 р. визначають одним із пріоритетів зменшення дитячої смертності на планеті до 25 випадків на 1000 новонароджених.

Не важко також помітити (рис. 4.2, 4.3), що обидва показники (смертність немовлят і дитяча смертність) у різних країнах тісно корелюють з економічним розвитком країн, що, вочевидь, доводить тісний взаємозв'язок між соціальними та економічними показниками розвитку суспільства. Найнижчі показники дитячої смертності у 2019 р. були у таких європейських країнах, як Ісландія — 2 (два випадки на 1000 новонароджених), Естонія, Фінляндія, Норвегія — 2,4 Далі йдуть такі успішні азійські країни, як

Японія і Сингапур — 2,5. Рівень дитячої смертності у більшості країн ЄС у 2019 р. становив на рівні 3–5. Україна мала рівень дитячої смертності у цьому році 8,4. Для порівняння – рівень дитячої смертності у США в цьому році становив 6,5, у Бразилії — 11, у Індії — 34. Найгірші показники дитячої смертності — у деяких африканських країнах. Зокрема, у 2019 р. цей показник у Нігерії та Сомалі становив 117 випадків на 1000 новонароджених.

Одним із найбільш інтегральних показників соціального розвитку є **індекс розвитку людського потенціалу (Human Development Index / HDI)**, який включає три складові — середню тривалість життя, рівень освіченості населення та ВВП на душу населення за паритетом купівельної спроможності. Показник був запропонований групою економістів на чолі з пакистанцем Махбубом-уль-Хакоч як альтернатива економічним показникам розвитку і розраховується з 1990 р. в звітах ООН про розвиток людського потенціалу по окремих країнах. Індекс розвитку людського потенціалу (або індекс людського розвитку) натомість є соціально-орієнтованим показником. Розробники індексу заклали ідею однієї цифри, яка б давала змогу інтегрально оцінити стан розвитку людини у певній країні і, таким чином, була зручною для порівняння. Показник варіює від 0 до 1 і є дуже чутливим, тобто відмінності між країнами за цим показником можуть становити усього десяти або соті одиниці. Чим ближча ця цифра до одиниці, тим вищий розвиток людського потенціалу певної країни. Індекс розраховують як середню геометричну з трьох показників: 1) середня тривалість життя — максимальне значення 85 років, що відповідає одиниці; 2) кількість років, які людина витрачає на навчання — максимальне значення 18 років, що відповідає одиниці; і 3) ВВП на особу за паритетом купівельної спроможності — 75 тис. доларів і вище на рік відповідає одиниці.

Країни з найвищим індексом розвитку людського потенціалу, такі як Норвегія, Ірландія, Швейцарія, мали у 2019 р. індекс на рівні 0,95. Країни з найнижчим індексом, такі як Чад, Сомалі, або Центральна Африканська Республіка мали цей показник у 2019 р. на рівні 0,39. Україна за цим показником у 2019 р. зайняла скромне 74 місце із 189 країн, що увійшли до рейтингу (0,78), проте випередивши такі країни, як Бразилія, Індія та Китай.

Отже, наведений короткий аналіз соціальної складової сталого розвитку дає змогу зробити декілька висновків. По-перше, соціальна складова тісно пов'язана з рівнем економічного розвитку суспільства і соціальні стандарти кожного члена суспільства мають усі шанси бути вищими у економічно розвинутому суспільстві. По-друге, соціальний добробут, виміряний за такими інтегральними показниками, як середня тривалість життя або рівень дитячої смертності, суттєво покращився у планетарному вимірі упродовж останніх десятиліть. По-третє, частина жителів планети, приблизно 10 %, сьогодні

перебувають за межею крайньої бідності, маючи дохід, що не покриває їхні мінімальні потреби. На жаль, глобальні наслідки пандемії COVID-19, найбільш ймовірно, збільшать кількість населення, що знаходяться за межею бідності. І, вочевидь, задача світової спільноти якомога ефективніше зменшити негативні наслідки пандемії для найбільш вразливих членів суспільства. По четверте, різниця між найбагатшими і найбіднішими країнами у рівні життя їхнього населення колосальна, як за рівнем ВВП на особу, так і за рівнем середньої тривалості життя та рівнем дитячої смертності. П'яте, навіть у межах однієї країни та одного соціуму може спостерігатися колосальна відмінність за рівнем життя та рівнем соціальної захищеності різних членів спільноти. Вочевидь, треба чітко розуміти, що різні люди, навіть члени одного соціуму неминуче різні за своїми природними здібностями і ознаками. І, вочевидь, задача ідеального суспільства — надати можливість кожному найбільш повне реалізувати свої здібності та потреби, не завдаючи шкоди іншим членам соціуму. І, безумовно, соціум має бути достатньо розвиненим, щоб забезпечити достойне існування не тільки найбільш успішних та обдарованих членів суспільства, але й допомогти тим, хто потребує такої допомоги (наприклад, членам суспільства з обмеженими можливостями, непрацездатним членам суспільства, дітям та людям похилого віки).

Які стратегічні дороговкази дає цей аналіз для предмету нашої розмови — що має робити людство з усім цим, щоб досягти сталого розвитку? Відповідь є очевидною як раз виходячи зі стратегії сталого розвитку та цілей сталого розвитку — економічний розвиток суспільства має бути соціально орієнтованим. Тобто усі члени суспільства мають бути максимально захищені виходячи з економічних можливостей соціуму. При цьому мова, очевидно, не йде про те, щоб забрати у багатих і віддати бідним. Знаємо, що комуністи йшли цим шляхом і ні до чого доброго це не привело – не вистачало ні багатим, ні бідним (хіба що дещо залишалось у самих ідеологів системи). Проте розуміючи, що людство загалом має достатньо ресурсу, щоб прогодувати себе, однак мільйони дітей на планеті голодують, маємо зробити висновок, що в планетарному масштабі людство ще не досягло того рівня соціальної свідомості, якого вимагає від нас ситуація, що склалася. ООН як соціальна інституція планетарного масштабу постійно ініціює і підтримує міжнародні програми з подолання бідності, направлені, зокрема, на підтримку розвинутими країнами найбідніших африканських країн, але, очевидно, цих зусиль виявляється замало, оскільки проблема залишається нерозв'язаною.