

О. В. Колінко,

Національний технічний університет України "Київський політехнічний інститут", Київ

ПІК РЕСУРСІВ ТА МЕЖІ ЗРОСТАННЯ — ТЕОРІЯ ТА МЕТОДИ ВИРІШЕННЯ МАЙБУТНІХ КРИЗОВИХ ЯВИЩ

O. Kolinko,

National Technical University of Ukraine "Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv

PEAK RESOURCES AND LIMITS TO GROWTH —
THEORY AND METHODS FOR SOLVING FUTURE CRISES

У статті описується теоретичні основи моделювання вичерпування корисних копалин та меж зростання світової економіки, на прикладі ресурсу, від якого світова економіка є найбільш залежною — нафти, а також фактичні, прогнозовані та теоретичні дані по вичерпуванню інших важливих для світової економіки ресурсів: природного газу, вугілля, урану, металів, фосфору тощо. Пропонуються шляхи вирішення майбутньої світової ресурсно-економічної кризи на міжнародному рівні та в межах України. А це є: інформування населення планети про наближення Піку Ресурсів, публічний доступ до регулярно поновлювальних статистичних даних та прогнозів по видобутку енергетичних та мінеральних корисних копалин, ре-локалізація світової економіки, підготовка банківської системи до майбутньої рецесії світової економіки, розвиток відновлювальних джерел енергії та електротранспорту, покращення енергетичної та ресурсної ефективності, боротьба з бідністю тощо.

The article describes theoretical basis of modeling of fossil resources exhaustion and limits to growth of global economy, on example of a resource which global economy is most dependent from — crude oil, as well as theoretical, actual and forecast data on the exhaustion of other economically important resources — natural gas, coal, uranium, metals, phosphorus etc. It is offered solutions to future global resource economic crisis at international level as well as within Ukraine. And these are: informing of population of the planet about nearing of Peak Resources, public access to regularly updated statistics and forecasts of fossil energy and minerals resources extractions, re-localization of global economy, preparation of banking system for future global recession, development of renewable energy sources and electric transport, improving of energy and resource efficiency, fighting against poverty etc.

Ключові слова: Пік Нафти, Пік Ресурсів, вичерпування ресурсів, енергетична криза, пере населення планети, забруднення, глобальне потепління.

Key words: Peak Oil, Peak Resources, resources depletion, energy crisis, overpopulation of the planet, pollution, global warming.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Протягом довгого часу з початку епохи науково-технічної революції науковий світ ввійшов в період, за якого проблема ощадливого використання викопних енергетичних та мінеральних ресурсів нехтувалася. В першій половині ХХ століття в світі зародилася течія економістів, які пропагували теорію про "нескінченне" економічне зростання світової економіки, й ця теорія стала "традиційною" для світової наукової спільноти. З початку ХХ століття зростання світової економіки в абсолютному значенні було не значним, проте це зростання прискорювалося протягом минулого та цього століття експоненційно. В той час як населення планети збільшилося з початку ХХ століття з трохи більше одного мільярду до 7,3 мільярдів осіб в наші дні.

Люди всього світу почали жити ілюзіями, що такий спосіб життя буде тривати нескінченно довго й навіть очікували, що життя в майбутньому буде лише покращуватися за рахунок зростання споживання. Проте з кінця ХХ століття почали з'являтися ознаки того, що такий спосіб життя ставить під загрозу стабільність

світових економічної та екологічних систем. У світі почав набирати обертів рух ресурсно-орієнтованих економістів, які вказують на важливість врахування вичерпування ресурсів при побудові економічних планів світовою науковою спільнотою. З іншого боку, екологи наголошують про надзвичайно швидке зростання темпів викидів вуглекислого газу й забруднення навколишнього середовища відходами, а також про швидке знищення територій дикої природи.

Хоч голоси екологів і були почуті, проте заклики ресурсно-орієнтованих економістів й на сьогоднішній день більшістю світових лідерів нехтуються. Як результат, ми входимо в епоху спаду видобутку викопних ресурсів з подальшим значним зростанням населення планети.

В Україні питання вичерпування корисних копалин вивчено слабо, проте Україна долучається до європейських програм з переходу на відновлювальні джерела енергії та покращення енергоефективності, й в тому числі за для зменшення газової залежності від Росії та зменшення викидів вуглекислого газу в атмосферу.

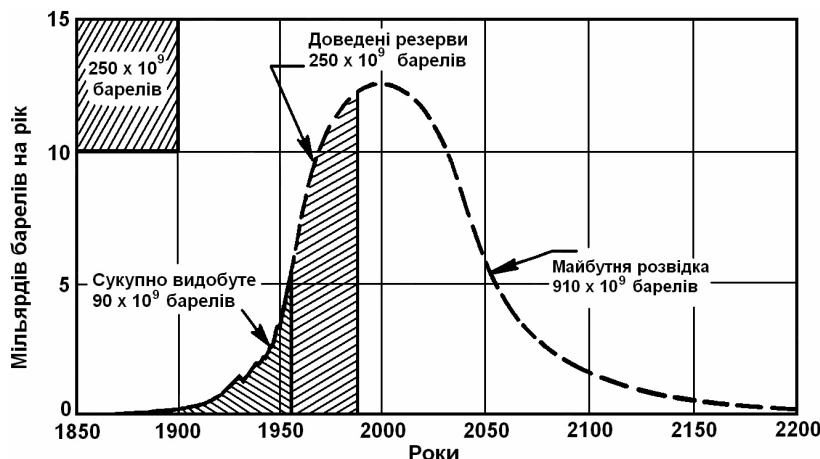


Рис. 1. Діаграма прогнозу світового вичерпування нафти. Кінг Хабберт, 1956 рік

Джерело: [1, с. 32].

АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ І ПУБЛІКАЦІЙ

Вперше теорію прогнозування вичерпування корисних копалин дослідив й опублікував відомий американський вчений-геолог Меріон Кінг Хабберт (Marion King Hubbert). У 1956 році він провів аналіз усіх розвіданих родовищ нафти, а також зробив екстраполяційний прогноз на майбутню розвідку нафти в США. Максимум розвідки нафтових родовищ в США припав на 30-ті роки ХХ століття й з того часу кількість нових розвіданих нафтових родовищ спадала. В результаті він підрахував, що максимум видобутку нафти в США настане між 1965—1970 роками. Тоді на його слова мало хто звернув увагу, в той час як інші стверджували, що нафти в США набагато більше й що максимум видобутку нафти настане значно пізніше. Проте, як й було прогнозовано, максимум видобутку нафти в США настав в 1970 році на рівні 9,5 мільйонів барелів в день й з того часу видобуток нафти спадав щороку в середньому 3% на рік. Непідготовленість до спаду виробництва нафти спричинило крайню залежність США по відношенню до поставок нафти з Близького Сходу, що вилилося в значну економічну та енергетичну кризу через нафтове ембарго 1973 року з боку арабських держав.

Також Кінг Хабберт зробив прогноз по світовому максимуму видобутку нафти. Максимум розвідки світових нафтових родовищ припав на 60т-і роки ХХ століття, тому початковий прогноз світового Піку Нафти він зробив на 2000 рік. Проте після світової економічної рецесії спричиненою арабським нафтовим ембарго, Кінг Хабберт переніс свій прогноз на 10 років пізніше.

Світова науково-економічна та політична спільнота не звернула достатньої уваги на теорію прогнозування вичерпування ресурсів Кінга Хабберта. Економічне зростання провідні держави світу продовжували підтримувати за допомогою стимуляції попиту населення шляхом утримання інфляції на рівні біля 2% на рік тощо. На додачу до стимуляції попиту, корисні копалини також швидко вичерпувалися через економічну невідповідність енергоефективності та інтенсивної повторної переробки мінеральних ресурсів.

Окрім "Римського Клубу" після Кінга Хабберта до початку ХХІ століття про вичерпування ресурсів та про межі зростання світової економіки мало хто публікувався та проводив конференції. На замовлення організації групою вчених Массачусетського Технологічного Інституту було проведено аналіз економічно-демографічного розвитку світу та деградації світової екосистеми в довгостроковій перспективі. Результати дослідження були опубліковані 1972 року в книзі "Межі зростання" [2]. Для дослідження було побудовано комп'ютерну модель під назвою "World3", яка мала спрогнозувати зростання світового виробництва товарів та продуктів харчування,

зростання населення та забруднення навколишнього середовища. Ввівши наближені значення цих параметрів до 1970 року, програма змоделювала декілька сценаріїв розвитку до 2100 року. Модель розрахунку прогнозувала, що якщо світова спільнота не зробить рішучих кроків по захисту оточуючого середовища, розсудливому використанню природних ресурсів та контролю народжуваності, то світову економіку, екологію та населення очікує перенавантаження та колапс до 2070 року. Сорок років згодом після публікації був опублікований порівняльний аналіз прогнозованих даних зі статистичними даними за роки що минули. Вчені прийшли висновку, що світ рухається по "звичайному" сценарію прогнозу, сценарію згідно з яким, людство не докладає значних зусиль для подолання майбутньої світової кризи. Згідно з цим сценарієм видобуток корисних копалин почне спадати після 2015 року, а після 2020 року світ очікує різке зростання смертності через значне погіршення екологічної, епідеміологічної та продуктової безпеки.

Початок ХХІ століття став поворотний в історії вивчення Піку Ресурсів та Меж Зростання: в світі почали масово з'являтися наукові публікації статей, книжок, документальних фільмів, та все частіше почали проводитися наукові конференції на цю тему. Особливо проявили себе в цьому напрямі члени ASPO International (Міжнародна Асоціація з Вивчення Піку Нафти та Газу) [3], а також члени неприбуткових організацій Post Carbon Institute [4] та Population Matters Organization [5]. Члени ASPO International та Post Carbon Institute вивчають вичерпування ресурсів та шляхи по стабілізації світової економіки, в той час як Population Matters Organization досліджують згубність перенаселення планети для продуктової безпеки, природи й екології, а також пропагують ненасильницький контроль народжуваності в перенаселених країнах світу.

За для виконання євроінтеграційних зобов'язань України по зменшенню викидів вуглекислого газу та переходу на відновлювальні джерела енергії, в Україні розвивають біоенергетичні технології та науку. В тому числі біоенергетику активно розвиває та просуває в економіку "Біоенергетична Асоціація України" [6]. Згідно досліджень, в Україні існує значний потенціал розвитку біомаси за для генерування електричної енергії та опалення приміщень. Основними складовими потенціалу є відходи сільськогосподарського виробництва (солома, стебла кукурудзи та соняшнику тощо), енергетичні культури (енергетична верба, міскантус, світчграс тощо), а також виробництво біометану з відходів господарювання населення, промисловості та сільського господарства. На жаль, враховуючи значну залежність України від імпорту енергетичних ресурсів, біоенергетика розвивається темпами значно нижчими за середньоєвропейські.

Таблиця 1. Подвоєння економіки при різних темпах зростання

Зростання	Проміжок часу
1%	70 років
2%	35 років
3%	24 роки
4%	18 років
5%	15 років
7%	11 років
10%	7 років

МЕТА СТАТТІ

Мета статті полягає в аналізі опублікованих світових наукових досліджень та статистичних даних у напрямку вичерпування ресурсів й меж світового зростання, а також в аналізі шляхів вирішення пов'язаних з цим майбутніх економічних проблем. Окрім цього в статті запропоновані нові методи вирішення викликів для людства та в тому числі для України.

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Експоненційне економічне зростання та майбутній спад видобутку викопних ресурсів

З початку ХХ століття світова економіка показувала стрімке зростання завдяки науково-технічному прогресу. При цьому в абсолютному значенні зростання економіки весь час прискорювалося, за рахунок щорічного збільшення бази зростання.

Наступна спрощена формула економічного зростання наглядно демонструє експоненційний характер економічного зростання:

(1),

де G_{n+1} — ВВП країни на початок наступного року, G_n — ВВП країни на початок поточного року, R — зростання ВВП в відсотках.

Зростання світової економіки вимагає зростання споживання відновлювальних та невідновлювальних ресурсів [2]. При цьому чим швидші темпи зростання світової економіки тим швидше ми досягнемо початку Піку Ресурсів й тим швидше ми підвищуємо рівень забруднення навколишнього середовища.

Таблиця 2. Приклад подвоєння ВВП країни за 10 відсоткового зростання, беручи умовне значення 100 на початку обчислення

Рік	Рівень
1	110
2	121
3	133.1
4	146.4
5	161
6	177.2
7	194.9

Першим з викопних ресурсів, спад виробництва якого значно вдарить по світовій економіці, економісти та геологи прогнозують буде нафта. Світ вже досяг максимуму вилову річкової й морської риби [7] та піку виробництва цинку [8] й золота [9, с. 20]. Проте вплив Піку Нафти буде тією подією, яка має змінити ставлення людей до використання не відновлювальних ресурсів, та до кількості населення на планеті, яке й надалі буде зростати щонайменш до середини століття. Міжнародне Енергетичне Агентство прогнозує, що з 2025 року загальний видобуток нафти усіх країн світу, окрім країн Близького Сходу, почне спадати [10, с. 5]. При цьому зростання світового виробництва нафти після 2025 року прогнозується незначним — лише 0.33% на рік, тоді як до світової економічної кризи 2008 року зростання виробництва нафти було в середньому більше 2% на рік. Таке незначне зростання видобутку нафти після 2025 року спричинить значне підвищення ціни на нафту, що в свою чергу може викликати світову економічну рецесію.

Ще раніше, до кінця 2016 року два з трьох найбільших виробників нафти, Росія та США, досягнуть плато або вже почнеться спад виробництва нафти. В Росії спад виробництва нафти, враховуючи санкції НАТО та Європейського Союзу, почався з середини 2015 року [12, с. 29]. У той час як в США, починаючи з 2016 року протягом трьох років буде стабілізація виробництва нафти, а потім з 2019-го почнеться спад виробництва [13].

Через те, що офіційно задекларовані запаси нафти країн Близького Сходу перебільшені по політичним та економічним мотивам, а доступу до оцінки родовищ міжнародні фахівці не мають [14], світовій науковій, бізнесовій та політичній спільноті варто готуватися до

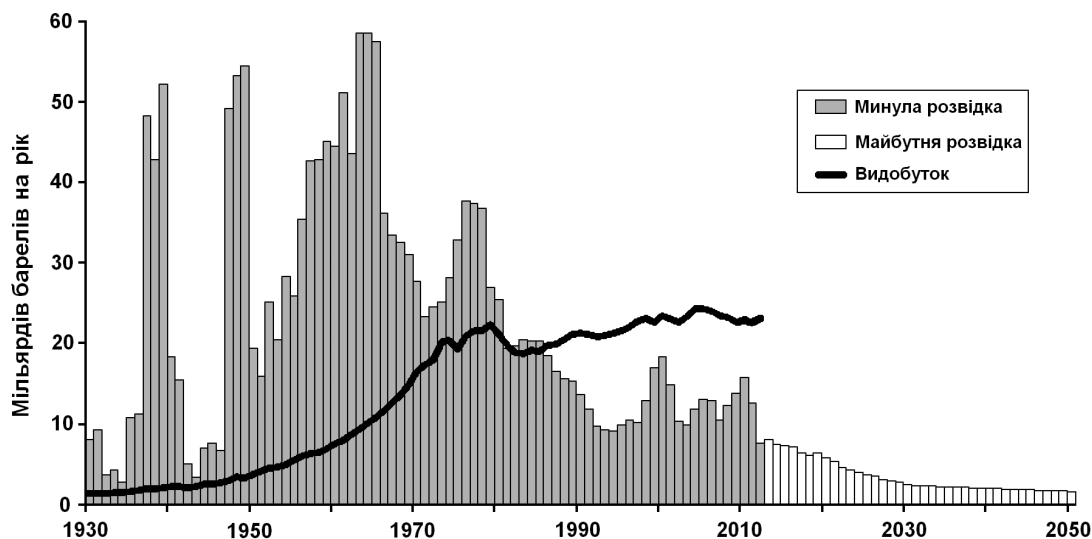


Рис. 2. Графіки світових розвідки та видобутку традиційної нафти. Як видно з графіка, пік розвідки традиційної нафти припав на 60-ті роки, й з того часу розвідка нафти в середньому знижувалася

Джерело: [11].

Таблиця 3. EROEI для США, різних видів відновлювальних та викопних джерел енергії

EROEI	Джерело енергії
1,3	Біодизель
1,3	Етанол з кукурудзи
3,0	Бітумінозні піски
5,0	Етанол з цукрової тростини
6,8	Сонячні батареї
35,0	Імпорт нафти, 1990р.
18,0	Імпорт нафти, 2005р.
12,0	Імпорт нафти, 2007р.
18,0	Вітер
12,0	Хвилі
80,0	Вугілля
100,0	Гідроенергія
50,0	Ядерна енергія

Джерело: [15, с. 16—17].

найгіршого. А саме до початку спаду світового виробництва нафти, починаючи з 2025 року, коли почнеться спад у неблизькосхідних країнах.

Окрім спаду виробництва нафти, також важливо враховувати щорічно падаючий коефіцієнт EROEI (energy returned on energy invested, співвідношення отриманої енергії до витраченої або енергетична рентабельність) для викопних джерел енергії:

$$EROEI = \frac{E_r}{E_s} \quad (2),$$

де E_r — отримана енергія, E_s — витрачена енергія

Спершу розробляються найбільш доступні та легко видобувні джерела енергії, а важкодоступні та складно видобувні лишаються на майбутнє. Перші розробки нафти були з EROEI більшими за 100, тоді як в наші дні EROEI деяких родовищ нафти не перевищує 4, наприклад, родовища бітумінозних пісків в штаті Альберта в Канаді та арктична бурова платформа "Приразломная" в Печорському морі з собівартостями виробництва понад \$80 за барель.

На додачу до фізичного спаду виробництва джерела енергії, також зменшуватиме кількість нетто енергії для населення планети постійно падаючий коефіцієнт EROEI. Й це справедливо для кожного з видів викопного палива таких, як природний газ, вугілля та уран.

Коефіцієнт EROEI також використовується для відображення енергетичної ефективності відновлювальних джерел енергії. Проте на відміну від викопних джерел енергії, EROEI для більшості типів відновлювальних джерел енергії зростає, завдяки покращенню ефективності праці та технологічному розвитку.

Нетто та бруто криві Хабберта справедливі для інших викопних джерел енергії таких, як газ, вугілля та уран. При цьому бруто пік газу прогнозується здебільшого фахівцями на період 2025—2030 [17, с. 91], бруто пік вугілля — 2025—2035 [18] й бруто пік урану — 2030—2040 [19, с. 16]. Окрім цього, Пік Нафти сповільнить видобуток вугілля та урану через зростання ціни на паливо для кар'єрної техніки, через це Пік Вугілля та Пік Урану може настати значно раніше прогнозованого.

Окрім спаду, виробництва викопних джерел енергії, нас очікує спад виробництва кольорових, рідкоземельних та дорогоцінних металів, а також видобутку фосфатів, які широко використовуються в мінеральних добривах. Окрім цього, спад виробництва нафти, через подорожчання палива для кар'єрної техніки, прискорить падіння видобутку мінералів. На сьогоднішній день ми вже досягли піку видобутку цинку [8] та золота [9, с. 20], при цьому цинк широко застосовується для нанесення антикорозійного покриття, цинкографії анодів, в хімічній промисловості, що унеможливає його повторну переробку. Серед мінералів найбільший удар по світовій економіці нанесе пік виробництва міді, який прогнозовано настане 2020—2025 роках [20], тому що, як і багато інших металів, мідь дуже широко використовується в промисловості проте немає заміників.

Й на останнє, світова економіка досягне або вже досягла максимумів відновлювальних природних ресурсів таких, як річкова та морська риба, сільськогосподарські землі, деревина тощо. Проте для цих ресурсів спад можна зупинити доклавши необхідних зусиль світовою спільнотою.

Шляхи вирішення майбутніх кризових явищ

Удар по світовій економіці через досягнення піку нафти та міді буде надзвичайним. Коли прогнозовано настануть пік нафти та міді близько 2025 року, населення світу досягне

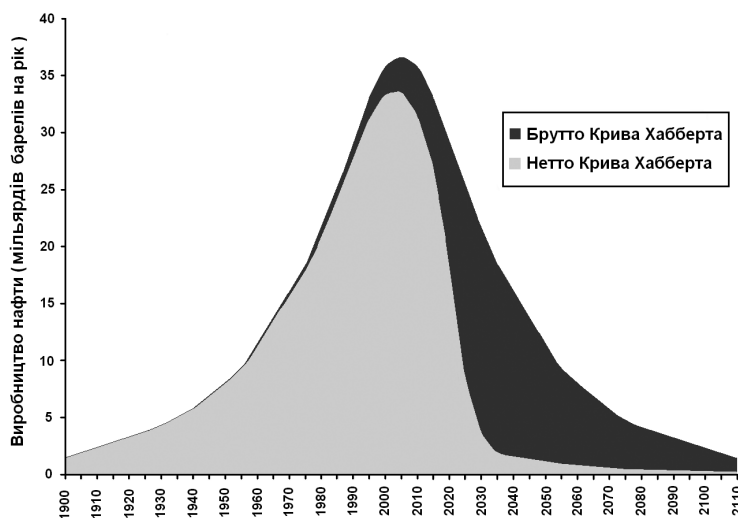


Рис. 3. Схематичне відображення бруто та нетто кривих Хабберта
Джерело: [16].

8 мільярдів осіб. Велика кількість держав буде перенаселена й будуть надзвичайно залежати від імпорту продуктів харчування з країн, які знаходяться на іншому боці океану чи континенту. А це перш за все Китай, Японія, Південна Корея, більшість африканських та близькосхідних держав тощо. Постачання харчування з віддалених куточків планети в ці держави стане під загрозою. Приклад подібної економічної ситуації був 2008-го року, коли ціна на нафту досягла \$145 за барель й це викликало зупинку постачання великої кількості продуктів харчування. Також зупиниться трансконтинентальна торгівля товарами з низькою доданою вартістю по відношенню до її об'єму та ваги. Окрім цього відсутність інтенсивної повторної переробки мінеральних ресурсів, за часів спаду їхнього видобутку, призведе до зменшення їх кількості в обігу в світовому господарстві. А це в свою чергу призведе до світової довготривалої рецесії.

Шляхи виходу з майбутньої економічно-енергетичної кризи широко досліджуються серед обмеженого кола висококваліфікованих фахівців, де найбільшу активність в цьому проявили фахівці з ASPO International [3] та Post Carbon Institute[4]. Основні шляхи виходу з майбутньої кризи можна окреслити наступними пунктами:

- інформування населення світу про наближення Піку Ресурсів та меж зростання світової економіки;
- ре-локалізація світової економіки та розвиток пермакультури;
- перехід на відновлювальні джерела енергії та розвиток енергоефективності;
- електрифікація транспорту та розвиток альтернативного палива для транспорту;
- інтенсифікація повторної переробки мінеральних ресурсів;
- припинення стимуляції споживання товарів населенням;
- контроль народжуваності в перенаселених країнах за для досягнення стабільного рівня населення планети

Через слабе інформування населення, бізнесу та науковців усього світу про наближення Піку Ресурсів, світова економіка здебільшого продовжує розвиток екстенсивним шляхом. Шляхом, ніби спад видобутку викопних мінеральних та енергетичних ресурсів почнеться за сотні років. Через це по всьому світу корисні копалини використовуються здебільшого вкрай неощадливо.

Тому важливо розробити програму по інформуванню світових наукової й бізнес-спільнот, а також в цілому населення світу, про вкрай високу обмеженість світових викопних мінеральних та енергетичних ресурсів й про необхідність їх ощадливого використання. А це включає в себе проведення наукових конференцій та семінарів, включення розділу до освітніх шкільних та університетських програм, інформування населення шляхом трансляції по телебаченню документальних фільмів й телепередач про вичерпування ресурсів, про відновлювальні джерела енергії та про енергетичну й ресурсну ефективність. А також важливо створити зручний інформаційний Інтернет-портал, на якому буде розміщена загальнодоступна, регулярно поновлювана статистична інформація по енергетичним та мінеральним ресурсам, а саме: виробництво, споживання, відкриття нових родовищ, підтвержені запаси та прогнози видобутку — по кожній з країн світу окремо та по світу в цілому.

Після початку спаду виробництва нафти та газу, ціни на енергоносії значно зростуть й тому стане вкрай не вигідним транспортування на великі відстані товарів з низькою вартістю по відношенню до їх маси та об'єму. Цей процес називається ре-локалізація

світової економіки — переведення економіки на виробництво товарів та продуктів харчування з низькою доданою вартістю до регіонів та країн поряд з місцями споживання. Подібний процес може бути вкрай швидкий та хаотичний, тому за для уникнення економічного удару, ре-локалізацію світової економіки варто починати планувати та впроваджувати вже найближчим часом.

Згодом після початку спаду видобутку нафти та газу механізоване сільське господарство ставатиме все менш економічно вигідним, тому селянам всього світу потрібно буде переорієнтуватися на пермакультурні методи ведення сільського господарства. Пермакультура — це методологія ведення сільського господарства без використання викопних енергетичних та мінеральних ресурсів, з мінімальним використанням людської праці та сільськогосподарської техніки, а також з широким використанням органічного добрива з компосту. Перехід на пермакультурне виробництво продуктів харчування передбачає збільшення кількості людей задіяних у сільському господарстві.

Дефіцит викопних енергоресурсів зможуть покрити відновлювальні джерела енергії, а це вітряки, сонячні батареї, гідроелектростанції, геотермальні електростанції, енергія з біомаси тощо. Проте на відміну від викопного палива, відновлювальні джерела енергії значно дорожчі в порівнянні до цін на викопні енергоресурси, які були, наприклад, 30 років тому. Тому окрім розбудови мережі відновлювальних джерел енергії, необхідно розвивати енергоефективність народного господарства та побуту. Окрім цього такі джерела енергії, як вітряки та сонячні батареї, виробляють електроенергію переривчасто, тому за для збалансування енергопостачання необхідно розвивати систему акумуляції електроенергії за допомогою, наприклад, гідроакумулюючих електростанцій, чи використання електростанцій на біомасі в періоди пониження виробітку електроенергії від інших відновлювальних джерел енергії.

За для продовження сьогоденних низьких цін на нафту та газ, та задля плавного переходу з викопних джерел енергії до відновлювальних в транспортуванні людей та товарів, необхідно інтенсифікувати перехід на електротранспорт починаючи з сьогоднішнього: збільшення використання електромобілів, повна електрифікація залізниць, розбудова тролейбусних й трамвайних ліній та метро, а також побудова мережі високошвидкісних залізничних ліній (зі швидкістю понад 300 км/год) за для заміни авіасполучення на коротких та середніх відстанях.

Двигуни на паливі, як наприклад, літаки для довгих перельотів чи сільськогосподарська техніка, не вийдуть повністю з використання, тому будуть й надалі розвиватися технології виготовлення рідкого палива з водоростей, з харчових та лісозаготівельних відходів, а також з рослин вирощених на землях, які не можуть бути задіяні для виготовлення продуктів харчування. Окрім цього, іще довгий період людство матиме в запасах вугілля, з якого за допомогою реакції гідролізу можна виробляти паливо для транспорту.

Якщо викопні енергетичні ресурси можна замінити відновлювальними джерелами енергії, то викопні мінеральні ресурси замінити здебільшого немає можливості. Кожен з хімічних елементів є унікальним в своїй ролі в промисловості. Й єдиним шляхом продовження існування високотехнологічного суспільства високого достатку є ефективна повторна переробка та економія мінеральних ресурсів. Людству вже з сьогоднішніх днів потрібно переходити на інтенсифікацію повторної переробки та економії усіх мінеральних ресурсів. При цьому на сьогоднішній день багато металів економічно не вигідно повторно переробляти, напри-

лад більшість рідкоземельних металів в виробках електроніки. Відповідно в такому випадку пропонується складування виробів з вмістом подібних мінералів в захищених від корозії сховищах, до часів коли ціна на такі мінерали зробить повторну переробку економічно вигідною, чи розвиток технології здешевить процес повторної переробки.

Для економії мінералів, які економічно не вигідно повторно переробляти, необхідно знижувати їх використання в промисловості. Яскравий приклад — це використання сплавів олова для покриття жерстяної тари продуктів харчування тривалого зберігання. За для економії олова необхідно максимально відмовитися від використання жерстяної тари, та перевести зберігання продуктів харчування в скляну або пластикову тару. Також для економії викопних енергетичних та мінеральних ресурсів необхідно відмовитися від стимуляції попиту населення на товари. Наприклад, для того, щоб прискорити зростання економіки чи утримання низького рівня безробіття, в тому числі відмовитися від стимуляції попиту за допомогою утримання інфляції на рівні біля 2%. Стимуляція попиту населення привчає людей до неощадливого ставлення до викопних енергетичних та мінеральних ресурсів, а тому прискорює їх вичерпування. Всьому людству потрібно перейти з екстенсивного шляху розвитку господарства до інтенсивного. Економічний розвиток має перш за все бути орієнтований не на масштаби товарного виробництва, а на ресурсну та енергетичну ефективність, на високу якість та довгий термін експлуатації товарів й в цілому має бути орієнтований на технологічний, творчий та науковий прогрес.

Людство не зможе вийти на стабільний шлях розвитку поки не буде стабілізована кількість населення на планеті. Перенаселення планети викликає значні економічні, екологічні та політичні проблеми. Хронічна нестача ресурсів спричиняє бідність в більшості країн світу, при цьому в багатьох країнах перенаселення та нестача земельних ресурсів спричиняє навіть голод. А це в свою чергу спричиняє міждержавні та громадянські війни, а також є поштовхом до зростання тероризму, в тому числі в розвинених країнах. Інвестиції розвинених країн у контроль народжуваності в бідних перенаселених країнах, за допомогою планування сімей та субсидування безкоштовних контрацептивів, є надзвичайно вигідними з економічної, екологічної та політичної точки зору. Подолання бідності й голоду в усьому світі введе людство на якісно новий рівень життя. В розвинених країнах стане значно якісніше жити, завдяки тому що в світі стане значно менше голоду, воєн, тероризму та масових потоків біженців до розвинених країн.

Після розпаду Радянського Союзу Україна долучилася до світового процесу глобалізації. Значна кількість товарів з низькою доданою вартістю почала вироблятися в країнах далекого зарубіжжя та імпортуватися до України. Проте одразу після того як значно підвищатся ціни на нафту, все менше товарів з низькою доданою вартістю буде вигідно виробляти далеко за кордоном, та все більше стане вигідно виробляти в Україні чи в сусідніх державах. Також в Україні стане вигідно виробляти товари з низькою та високою доданою вартістю за для експорту в Європу. Цей процес вже почався завдяки підвищенню оплати праці в Китаї та інших азійських країнах, а також завдяки значним коливанням ціни на нафту.

Україна долучається до європейського міждержавного співтовариства й таким чином буде брати участь у багатьох науково-економічних заходах Європи. Для нашої країни буде важливим приєднатися до всіх освітніх, наукових та інфраструктурних програм Європи по вирішенню майбутніх економічних та геополітичних проблем пов'язаних зі спадом

видобутку ресурсів. Також в Україні необхідно розвивати власний інтелектуальний потенціал населення. Високий інтелектуальний потенціал населення та низький рівень корупції дозволить державі швидко економічно та технологічно розвиватися, що є життєво необхідними за часів кризових явищ у світовій економіці.

У зв'язку з підвищенням цін на енергетичні та мінеральні ресурси перед Україною постануть додаткові виклики по захисту територіальної цілісності, громадського спокою та конституційного устрою. Тому українському вищому державному керівництву необхідно в тому числі підготувати план по підготовці українських силових структур до економічних та геополітичних змін пов'язаних з початком спаду виробництва викопних енергетичних та мінеральних ресурсів.

ВИСНОВКИ

Питання вичерпування викопних енергетичних та мінеральних ресурсів й шляхів подолання пов'язаних з цим майбутніх економічних проблем наразі широко вивчене серед обмеженого кола висококваліфікованих фахівців. Удар по світовій економіці буде надзвичайним, якщо людство не підготується до спаду видобутку ресурсів заздалегідь. Першим кроком має стати інформування населення світу про наближення спаду видобутку ресурсів, які наслідки для світової економіки воно може заподіяти без підготовки заздалегідь, та про небезпеку подальшого зростання кількості населення планети. В цілому людство досі має великий шанс на високотехнологічне суспільство високого достатку, проте лише за умови оощадливого використання енергетичних та мінеральних ресурсів, інтенсивного переходу на відновлювальні джерела енергії та за умови скорочення населення планети, шляхом гуманного контролю народжуваності в перенаселених країнах до економічно та екологічно стабільного рівня.

Література:

1. Hubbert M. Nuclear Energy and the Fossil Fuels Drilling and Production Practice / M. King Hubbert. // American Petroleum Institute. — 1956. — № 95.
2. The Limits to Growth / D. Meadows, D. Meadows, J. Randers, W. Behrens. — New York: Universe Books, 1972. — 205 с.
3. Kerschner C. Quick Summary of My Main Personal Take-home Messages from ASPO 2012 [Електронний ресурс] / Christian Kerschner // The Oil Drum. — 2012. — Режим доступу: <http://www.theoil drum.com/node/9251>
4. Heinberg R. How to Shrink the Economy without Crashing It: A Ten-Point Plan [Електронний ресурс] / Richard Heinberg // Post Carbon Institute. — 2014. — Режим доступу: <http://www.postcarbon.org/how-to-shrink-the-economy-without-crashing-it-a-ten-point-plan/>.
5. Synchronization of resource scarcity [Електронний ресурс] // Population Matters Organization. — 2015. — Режим доступу: <http://www.populationmatters.org/2015/blog/synchronization-of-resource-scarcity/>
6. Биоэнергетика в Украине: Современное состояние и перспективы развития. Часть 1. / [Г. Гелетуца, Т. Железна, П. Кучерук та ін.]. // Промышленная теплотехника. — 2015. — № 37. — С. 68—76.
7. Cohen D. Peak Fish and the biodiversity crisis [Електронний ресурс] / Dave Cohen // Resilience.org. — 2010. — Режим доступу: <http://www.resilience.org/stories/2010-05-19/peak-fish-and-biodiversity-crisis/>
8. Mickey A. Investing in Zinc: A New Bull Market is Born [Електронний ресурс] / Andrew Mickey // Wealth Daily. — 2011. — Режим доступу: <http://www.wealth-daily.com/articles/investing-in-zinc-a-new-bull-market-is-born/3243>

9. Ball R. Metals & Mining Conference [Електронний ресурс] / Russell Ball // Goldman Sachs. — 2014. — Режим доступу: http://www.goldcorp.com/files/Goldcorp_GoldmanSachs-2014_November_v001_p220b4.pdf

10. World Energy Outlook 2014 [Електронний ресурс] // International Energy Agency. — 2014. — Режим доступу: http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebbsite/2014/WEO2014_LondonNovember.pdf

11. Heinberg R. This is What Peak Oil Looks Like [Електронний ресурс] / Richard Heinberg // Resilience.org. — 2013. — Режим доступу: <http://www.resilience.org/stories/2013-09-25/snake-oil-chapter-1-this-is-what-peak-oil-looks-like>

12. Oil Market Report 11 September 2015 [Електронний ресурс] // International Energy Agency. — 2015. — Режим доступу: <https://www.iea.org/media/omrreports/fullissues/2015-09-11.pdf>

13. Mushalik M. IEA report implies US crude production may start to peak 2016 [Електронний ресурс] / Matt Mushalik // Resilience.org. — 2014. — Режим доступу: <http://www.resilience.org/stories/2014-08-18/iea-report-implies-us-crude-production-may-start-to-peak-2016>

14. Simmons M. Twilight in the Desert: The Coming Saudi Oil Shock and the World Economy / Matthew Simmons. — Jersey City: Wiley, 2006. — 464 с.

15. EROI of Global Energy Resources [Електронний ресурс] / [J. Lambert, C. Hall, S. Balogh та ін.] // State University of New York, College of Environmental Science and Forestry. — 2012. — Режим доступу: http://www.roboticscaucus.org/ENERGYPOLICYCMTE-MTGS/Nov2012AGENDA/documents/DFID_Report1_2012_11_04-2.pdf

16. Murphy D. The Net Hubbert Curve: What Does It Mean? [Електронний ресурс] / David Murphy // The Oil Drum. — 2009. — Режим доступу: <http://www.netenergy.theoil drum.com/node/5500>

17. Zittel W. Fossil and Nuclear Fuels — the Supply Outlook [Електронний ресурс] / W. Zittel, J. Zerhusen, M. Zerta // Energy Watch Group. — 2013. — Режим доступу: http://www.energywatchgroup.org/wp-content/uploads/2014/02/EWG-update2013_long_18_03_2013up1.pdf

18. Heinberg R. Peak coal: sooner than you think [Електронний ресурс] / Richard Heinberg // Resilience.org. — 2007. — Режим доступу: <http://www.resilience.org/stories/2007-05-21/peak-coal-sooner-you-think/>

19. Uranium resources and nuclear energy [Електронний ресурс] // Energy Watch Group. — 2006. — Режим доступу: http://www.energywatchgroup.org/wp-content/uploads/2014/02/EWG_Report_Uranium_3-12-2006ms1.pdf

20. Kaye L. Will Peak Copper Haunt Us Before Peak Oil? [Електронний ресурс] / Leon Kaye // Triple Pundit. — 2010. — Режим доступу: <http://www.triplepundit.com/2010/04/peak-copper-peak-oil/>

References:

1. Hubbert, M.K. (1956), "Nuclear Energy and the Fossil Fuels 'Drilling and Production Practice'", American Petroleum Institute, vol. 95.

2. Meadows, D. Meadows, D. Randers, J. Behrens, W. (1972), The Limits to Growth, Universe Books, New York, USA.

3. Kerschner, C. (2012), "Quick Summary of My Main Personal Take-home Messages from ASPO 2012", The Oil Drum, [Online], available at: <http://www.theoil drum.com/node/9251> (Accessed 27 September 2015).

4. Heinberg, R. (2014), "How to Shrink the Economy without Crashing It: A Ten-Point Plan", Post Carbon Institute, [Online], available at: <http://www.postcarbon.org/how-to-shrink-the-economy-without-crashing-it-a-ten-point-plan/> (Accessed 27 September 2015).

5. Population Matters Organization (2015), "Synchronization of resource scarcity", [Online], available at: <http://www.populationmatters.org/2015/blog/synchronization-of-resource-scarcity/> (Accessed 27 September 2015).

6. Geletuha, G.G. Zheleznaia, T.A. Kucheruk, P.P. (2015), "Bioenergetics in Ukraine: current status and prospects of development. Part 1", Promyshlennaya teplo-tehnika, vol. 37, pp. 68—76.

7. Cohen, D. (2010), "Peak Fish and the biodiversity crisis", Resilience.org, [Online], available at: <http://www.resilience.org/stories/2010-05-19/peak-fish-and-biodiversity-crisis/> (Accessed 27 September 2015).

8. Mickey, A. (2011), "Investing in Zinc: A New Bull Market is Born", Wealth Daily, [Online], available at: <http://www.wealthdaily.com/articles/investing-in-zinc-a-new-bull-market-is-born/3243> (Accessed 27 September 2015).

9. Ball, R. (2014), "Metals & Mining Conference", Goldman Sachs, [Online], available at: http://www.goldcorp.com/files/Goldcorp_GoldmanSachs-2014_November_v001_p220b4.pdf (Accessed 27 September 2015).

10. International Energy Agency (2014), "World Energy Outlook 2014", [Online], available at: http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebbsite/2014/WEO2014_LondonNovember.pdf (Accessed 27 September 2015).

11. Heinberg, R. (2013), "This is What Peak Oil Looks Like", Resilience.org, [Online], available at: <http://www.resilience.org/stories/2013-09-25/snake-oil-chapter-1-this-is-what-peak-oil-looks-like> (Accessed 27 September 2015).

12. International Energy Agency 11 September 2015 (2015), "Oil Market Report", [Online], available at: <https://www.iea.org/media/omrreports/fullissues/2015-09-11.pdf> (Accessed 27 September 2015).

13. Mushalik, M. (2014), "IEA report implies US crude production may start to peak 2016", Resilience.org, [Online], available at: <http://www.resilience.org/stories/2014-08-18/iea-report-implies-us-crude-production-may-start-to-peak-2016> (Accessed 27 September 2015).

14. Simmons, M. (2006), Twilight in the Desert: The Coming Saudi Oil Shock and the World Economy, Wiley, Jersey City, USA.

15. Lambert, J. Hall, C. Balogh, S. Poisson, A. Gupta, A. (2012), "EROI of Global Energy Resources.: Preliminary Status and Trends", State University of New York, College of Environmental Science and Forestry, [Online], available at: http://www.roboticscaucus.org/ENERGYPOLICYCMTE-MTGS/Nov2012AGENDA/documents/DFID_Report1_2012_11_04-2.pdf (Accessed 27 September 2015).

16. Murphy, D. (2009), "The Net Hubbert Curve: What Does It Mean?", The Oil Drum, [Online], available at: <http://www.netenergy.theoil drum.com/node/5500> (Accessed 27 September 2015).

17. Zittel, W. Zerhusen, J. Zerta M. (2013), "Fossil and Nuclear Fuels — The Supply Outlook", Energy Watch Group, available at: http://www.energywatchgroup.org/wp-content/uploads/2014/02/EWG-update2013_long_18_03_2013up1.pdf (Accessed 27 September 2015).

18. Heinberg, R. (2007), "Peak coal: sooner than you think", Resilience.org, [Online], available at: <http://www.resilience.org/stories/2007-05-21/peak-coal-sooner-you-think/> (Accessed 27 September 2015).

19. Energy Watch Group (2006), "Uranium resources and nuclear energy", [Online], http://www.energywatchgroup.org/wp-content/uploads/2014/02/EWG_Report_Uranium_3-12-2006ms1.pdf (Accessed 27 September 2015).

20. Kaye, L. (2010), "Will Peak Copper Haunt Us Before Peak Oil?", TriplePundit, [Online], available at: <http://www.triplepundit.com/2010/04/peak-copper-peak-oil/> (Accessed 27 September 2015).

Стаття надійшла до редакції 28.09.2015 р.