

НОВІ НАПРЯМИ, ІННОВАЦІЙНІ ДОСЛІДЖЕННЯ

УДК 504

Г. І. РУДЬКО, д-р геол.-мин. наук, д-р геогр. наук, д-р техн. наук, проф.

Київський національний університет імені Тараса Шевченка

О. М. АДАМЕНКО, д-р геол.-мин. наук, проф.

Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу

ЗЕМЛЕЛОГІЯ – НОВИЙ НАПРЯМОК ЕКОЛОГІЇ

Порушено фундаментальні проблеми, пов'язані із сучасним станом Землі як планети, що переживає період екологічної кризи. Проведено дослідження щодо оцінювання природно-ресурсного потенціалу та меж його використання людством. Було проаналізовано стратегічні аспекти впливу глобального потепління, наведено технологічні принципи керування вмістом CO₂ в атмосфері Землі. Викладено сценарії розвитку Землі в техногенні, а також траєкторії розвитку людства.

Ключові слова: Екологія, землелогія, екологічна криза, природно-ресурсний потенціал, використання природних ресурсів, глобальне потепління, сценарії розвитку цивілізації

Рассматриваются фундаментальные проблемы, связанные с современным состоянием Земли как планеты, которая переживает период экологического кризиса. Было проведено исследование касательно оценивания природно-ресурсного потенциала и границ его использования человечеством. Было проанализировано стратегические аспекты влияния глобального потепления, представлено технологические принципы контролирования содержания CO₂ в атмосфере Земли. Изложено сценарии развития Земли в техногене и траектории развития человечества.

Ключевые слова: Экология, землелогия, экологический кризис, природно-ресурсный потенциал, использование природных ресурсов, глобальное потепление, сценарии развития цивилизации

The fundamental problems, related to the modern state of Earth as a planet which experiences the period of ecological crisis, are considered. Research concerning the evaluation of natural-resource potential and scopes of his use by humanity was conducted. It was analyzed strategic aspects of influencing of global rise in a temperature, technological principles of control of the maintenance SO₂ are presented in the atmosphere of Earth. The scenarios of development of Earth are expounded in technogen and trajectories of development of humanity.

Keywords: Ecology, zemlelogy, ecological crisis, natural-resource potential, use of natural resources, global rise in a temperature, scenarios of development of civilization

Вступ. Дедалі зростаюча глобалізація посилює суперечності між біосферою і людиною. Основні ризики, що постали перед людством, мають чітко виражений характер техногенного генезису. Майже з 1950-х років і до наших днів людська популяція в контексті збільшення її чисельності в геометричній прогресії зумовила стан, коли нинішнє покоління людей споживає ресурси восьмого покоління. Усі розроблені на сьогодні сценарії виходу з екологічної кризи мають або декларативний характер, або з низки причин не можуть бути реалізовані (Програми зі стабілізації чисельності населення, Концеп

ція сталого розвитку і т.д.). Землелогія – науковий напрям, що вивчає стан та ресурси Землі як планети, характеризує процеси, що призвели до екологічної кризи, що дедалі поглиблюється, аналізуючи наявні ресурси, ефективність їх використання та визначає основні сценарії розвитку людства.

Природно-ресурсний потенціал та межі його використання людством

Рациональне використання людиною найрізноманітніших ресурсів планети – основа процвітання цивілізації. Нині 2/5 площі суходолу окультурено, насамперед це сільськогосподарські угіддя; щорічно Земля дає нам більш як 500 млн. т рису, 100 млн. т ри-

би, 22 млрд. барелів нафти, багато інших ресурсів. У результаті знищуються ландшафти, вирубуються ліси, відходами промисловості забруднюються повітря, вода, ґрунти тощо.

На початку ХХІ ст. одними з основних критеріїв оцінювання потужності держави стали енергоозброєність та енергоефективність. У сучасному світі без зростання енергоспоживання у сучасних умовах неможливе тривале економічне зростання та й власне розвиток суспільства.

За період 1971–2000 рр. світове споживання енергоресурсів, включаючи дрова, відходи сільського господарства та інші некомерційні види біомаси, у нафтовому еквіваленті зросло в 1,8 рази. При цьому споживання нафти підвищилось на 47 %, вугілля – на 62,5 %, природного газу – в 2,3 рази, енергії АЕС – в 23,2 рази. Швидке зростання споживання первинних енергоресурсів прогнозується і на найближчі десятиліття.

Проведені комплексні дослідження підтвердили, що в сучасних умовах, які характеризуються значним розривом рівнів економічного розвитку, а отже, рівнів енергоспоживання розвинених країн і країн, що розвиваються, підвищення ефективності використання палива та енергії лише сповільнить темпи наростання попиту на енергоносії, але ніяк їх не компенсує.

Наприклад, доведені видобувні світові запаси газу, згідно з останнім оцінюванням Cedigas, становлять 180 трлн. м³. У разі стабілізації світового видобутку на рівні 3 трлн. м³/рік (у 2003 р. – 2,6 трлн. м³) його запаси вичерпаються через 60 років. Сумарні початкові ресурси газу оцінені в 436–500 трлн. м³, з яких близько 55 уже видобуто і 180 трлн. м³, як уже зазначалось – розвідані запаси. Отже, невідкриті (прогнозні та ймовірнісні) ресурси газу становлять 200–265 трлн. м³, що достатньо на 67–88 років.

Загальні геологічні ресурси вугілля у світі, за офіційними національними даними, оцінені в 14 трлн 810 млрд. т, з яких близько 160 млрд. т уже видобуто. Розвідані та придатні для рентабельного добування світові запаси вугілля становлять близько 900–1000 млрд. т, з яких лише 750 млрд. т – кам'яного. У разі стабілізації світового видобутку вугілля на рівні 5 млрд. т/рік (2002 р. – 4,8 млрд. т) розвіданими запасами вугілля люд-

ство забезпечене на 180–200 років. Отже, щодо вугілля також є резерви нарощування розвіданих запасів рентабельних паливно-енергетичних ресурсів.

Крім викопних видів палива людство має значні ресурси відновлюваних джерел енергії, технічно й економічно реалізована частина яких оцінена в 80–85 млрд. т н.е., а також значними розвіданими запасами урану, яких за сучасних темпів використання вистачить на 45 років. Крім того, у людства реальні шанси освоєння термоядерної та водневої енергетики, отримання інших видів енергії.

Отже, у найближчій перспективі основною проблемою розвитку світової енергетики буде не нестача енергетичних ресурсів як таких, а можливість забезпечення потрібних обсягів виробництва палива та енергії необхідними інвестиціями за умов вартісні показники мають залишатися прийнятними для споживачів і привабливими для виробників енергоносіїв.

Глобальне потепління та його наслідки як результат нераціонального використання природних ресурсів

Одним із наслідків освоєння земних ресурсів є глобальне потепління клімату: літо стає спекотнішим, зима – м'якшою. Вчені помітили, що в останні 100–130 років наша атмосфера значно потеплішала і цей процес безупинний, середня температура вперто поведе вгору. Лише за останні 100 років середньорічна температура підвищилась щонайменше на 0,3–0,6 °С.

Глобальне потепління пояснюють так званім парниковим ефектом. Суть його полягає в тому, що Земля отримує енергію Сонця в основному у видимій частині спектра, а сама як набагато холодніше тіло випромінює в космічний простір переважно інфрачервоні промені. Проте багато газів, що входять до складу атмосфери – водяна пара, вуглекислий газ, метан, оксиди азоту та інші – прозорі для видимих променів, але активно поглинають інфрачервоні, утримуючи тим самим в атмосфері частину теплоти, яку ті мали б віддавати у космос. Так на поверхні Землі утримується температура на рівні, придатному для життя. Ці гази затримують

теплоту в атмосфері Землі і створюють так званий парниковий ефект.

Парниковий ефект на нашій планеті існує з тих пір, як з'явилась атмосфера. Сам по собі він не є негативним явищем, бо без нього температура навколосемних шарів атмосфери була б у середньому на 30 градусів нижчою від існуючої, а поверхні Землі – лише $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$, й отже, в умов для життя не було б, бо вода на земній поверхні існувала б тільки у твердому стані.

Людина посилює парниковий ефект викидами в атмосферу CO_2 , CH_4 , N_2O та інших газів. За останнє століття в результаті людської діяльності вміст вуглекислого газу в атмосфері зріс більш ніж на чверть, метану – у 2,5 рази. Із 1980-их років частка CO_2 у глобальному потеплінні зменшилась. З'явилися й нові речовини, що спричиняють парниковий ефект – насамперед хлорфторвуглеці, втім числі добре відомі фреони. За останні 20 років внесок CO_2 в сумарні викиди парникових газів становить близько 50 %, CH_4 – 18, N_2O – 6, хлорфторвуглеців – 14 % загального внеску в глобальне потепління.

До складу атмосфери входить 6 основних парникових газів: водяна пара, вуглекислий газ, метан, озон, сесквіоксид азоту й останнім часом – хлорфторвуглеці. Крім них усі інші парникові гази трапляються в природі.

В Україні під час видобування і спалювання органічного палива утворюється 95 % усіх викидів CO_2 . З промислових процесів найбільший внесок у викиди CO_2 дає виробництво цементу. У світі найбільші кількості цього газу викидають розвинені країни: США, Японія, Канада, країни Західної Європи – Німеччина, Англія, Італія, Росія. Україна посідає 10-те місце в світі за викидами CO_2 .

За даними 1990 р., в Україні найбільший внесок у викиди метану робить енергетика – близько 65 %, а також виробництво сільськогосподарської продукції, утилізація відходів. Метан – супутній продукт спалювання біомаси й неповного згоряння палива. Вбирають метан ґрунти, поглинається він під час хімічних перетворень в атмосфері.

Згідно з комп'ютерними моделями, якщо вміст парникових газів в атмосфері продовжуватиме рости, то наприкінці XXI ст. середньорічна температура підвищиться на 1,4 –

5,8 $^{\circ}\text{C}$. Рівень Світового океану підійметься на кілька десятків сантиметрів – не стільки через танення полярного льоду, скільки через теплове розширення верхнього прогрітого шару. Частина приморських країн зникне в морі.

Єгипетські вчені розраховали, що в разі підвищення рівня моря на 1 м буде затоплено регіон, в якому нині живе 15 % населення їх країни і виробляється 16 % продовольства.

Однак глобальне потепління створить проблеми не тільки жителям приморських країн. Підвищення середньої світової температури усього лише на кілька градусів може призвести до величезних змін клімату планети. Це означатиме зміщення всіх кліматичних зон від екватора до полюсів: південна частина тундри стане тайгою, на півдні нинішньої тайги виростуть широколисті ліси. І людям, і тваринам доведеться звикати до нового клімату.

Значно збільшиться ерозія ґрунту, почастишають зсуви, затоплення прибережних зон, зростуть площі перезвожених земель. Збільшиться ризик виникнення таких стихійних лих, як циклони, посухи, пожежі, повені, урагани. Відомо, що на нашій планеті протягом 1980-х років сталося вдвічі більше стихійних лих, ніж у 1970-х роках. Сільське господарство потребуватиме додаткових іригаційних заходів, зміниться врожайність і якісний склад культур, а це, у свою чергу, позначиться на тваринництві. В енергетичному секторі найбільш уразливою буде гідроенергетика.

Почнуть масово розмножуватися кровосисні комахи і шкідники лісу. Багато тропічних і субтропічних видів комах поширяться на північ разом із хворобами, які вони переносять: малярією, тропічними вірусами лихоманками та ін.

Можливі різкі відхилення температури в обидва боки від середньої. Наприклад, у Києві в січні буде більше днів із температурою $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ та вище $0\text{ }^{\circ}\text{C}$. Те ж саме буде з опадами, вітрами тощо – зміняться не стільки середні їх величини, скільки відхилення від них.

Збільшення промислових викидів і викидів автотранспортом крім посилення парникового ефекту дедалі більше погіршує якість повітря у містах. Це згубно впливає на

повітря у містах. Це згубно впливає на здоров'я людей: зростає кількість захворювань дихальних шляхів, серцево-судинної системи, онкологічних. Ці викиди прискорюють руйнування будівель, корозію металевих конструкцій.

Вплив зміни клімату на здоров'я людей буде найвідчутнішим у країнах Африки, Азії, Південної Америки, через слабко розвинену економіку вони не зможуть ефективно подолати наслідки глобального потепління. Може значно зрости кількість екологічних біженців із цих країн.

Потепління на планеті буде нерівномірним: найбільшим на полюсах (у 2–3 рази вище від середнього) і найменшим у тропіках (50–75 % середнього рівня). На сьогодні прогнози зміни температури на регіональному рівні мають високий ступінь невизначеності.

До способів вирішення проблеми глобального потепління слід віднести такі фактори, як зменшення кількості викидів і збільшення кількості поглиначів парникових газів. Найкращими поглиначами парникових газів є біомаса (ліси) та океан. Коли ми спалюємо ліс, ми не тільки збільшуємо викиди CO₂, CH₄, а й зменшуємо кількість природних поглиначів. Знищення лісів негативно позначається на обох процесах: поглинанні і викидах.

Міжнародна спільнота визнала небезпеку, пов'язану з постійним зростанням викидів парникових газів. Ще у 1988 р. Генеральною Асамблеєю ООН була створена Міжурядова група експертів з проблеми змін клімату. В 1992 р. в Ріо-де-Жанейро підписано Рамкову конвенцію ООН з питань зміни клімату. У 1997 р. схвалений так званий Кіотський протокол. Згідно з цим документом, розвинені країни та країни з перехідною економікою, в тім числі Україна, домовилися зменшити викиди парникових газів на 5 % відносно рівня базового року. Для різних країн встановлено різні рівні зниження викидів. Згідно з протоколом, який Україна ратифікувала у лютому 2004 р., наша держава має обмежити зростання викидів парникових газів рівнем 1990 р. Однак тут є низка проблем, адже економіка і промисловість України лише розвиваються, а обмеження зростання викидів парникових газів стосу-

ється енергетики, транспорту, всіх промислових процесів, лісового господарства ... Ще складніше буде ратифікувати цей протокол розвиненим країнам із надпотужною промисловістю.

До технологічних чинників зниження наслідків глобального потепління слід віднести одну з найперспективніших технологій, яка частково може забезпечити зменшення викидів CO₂ в атмосферу, уловлювання і зберігання вуглецю (англ. – Carbon Capture & Storage (CCS)) або геологічний секвестр вуглецю. Цей процес включає в себе уловлювання та відділення з викидів електростанцій і нафтопереробних заводів більшої частини вуглекислого газу з подальшим транспортуванням його для зберігання в підземних резервуарах, або повторного використання (наприклад, як ресурс для виробництва охолоджувальних напоїв, в парниках для стимулювання росту рослин, а також для виштовхування із пласта не видобутих запасів нафти і газу). Через обмеженість ринку повторного використання більшість виділеного вуглекислого газу потребує зберігання.

Потенційними ємкостями для зберігання CO₂ можуть слугувати такі геологічні утворення як вироблені нафтогазові резервуари, глибокі солені водоносні горизонти, підземні вугільні пласти.

Сценарії розвитку Землі в техногені

На думку вчених екологічних криз в історії Землі було чимало. А в історії людства перша глобальна екологічна криза, яка ще не завершилась, розпочалася із середини ХХ ст. Одночасно відбувались процеси хімізації економіки промислово розвинених країн. Усього за кілька десятиліть було створено до 300–400 тис. штучних хімічних сполук, тобто їх число перевищило видове різноманіття рослинного світу.

У найближчі роки загрожує друга хвиля глобальної екологічної кризи, яка охопить країни третього світу і, мабуть, країни колишнього соціалістичного табору. Населення цих країн становить 6/7 загальної чисельності населення Землі, до того ж 1/3 з них – постійно голодує. Понад 90 % приросту населення Землі в найближчі десятиліття припаде саме на ці країни. Щоб

задовольнити їх потреби на рівні, близькому до промислово розвинених країн, необхідно збільшити світове виробництво товарів у 5–10 разів, енергії – у 5 разів. Природні ресурси Землі недостатні для забезпечення такого приросту.

Уже нині людство споживає природних ресурсів на порядок більше ніж можна вилучити з біосфери, не завдаючи шкоди її біохімічним циклам і без порушення процесу самовідновлення. Було оцінено, що людство витрачає 40 % усієї продукції, виробленої в процесі фотосинтезу на суходолі. Інакше кажучи, людство упродовж ХХ ст. жило за рахунок своїх нащадків. Більше того, воно поставило біосферу, а отже, і себе як невід'ємну частину біосфери на межу повної деградації. Друга хвиля глобальної екологічної кризи, матиме ще серйозніші наслідки для біосфери, які наразі важко передбачити.

Відповідно до існуючої екологічної ситуації було розроблено сценарії розвитку нашої цивілізації. Єдиним сценарієм є Програма сталого розвитку – Sustainable Development, розроблена Комісією ООН з навколишнього середовища та розвитку, схвалена сесією ООН у Ріо-де-Жанейро. Програма передбачає надання всім людям права на сприятливе для здоров'я навколишнього середовища та використання природних ресурсів в інтересах сучасного і майбутнього поколінь. Однак ця Програма, на жаль, не гарантує мобілізації ні державних еліт, ні тим паче широких мас населення на прийняття радикальних рішень.

Людство активно змінювало середовище життя, починаючи з моменту своєї появи. Проте тільки у ХХ ст. воно почало змінювати глобальний клімат планети. Як наслідок, постають проблеми глобального потепління, впливу на біот та ландшафтне середовище, рівень океану, епідемії і перенаселення Земної кулі.

За логікою спрямованої еволюції з сучасної глобальної екологічної кризи виділяється дві головні траєкторії виходу в майбутнє: техносферна і ноосферна.

Згідно з техносферною траєкторією розвитку реальність визначатиметься «самовпливом». Згубність ситуації індивідуально усвідомлюватиме багато людей, але рішучих заходів

світова спільнота не вживатиме через різні позиції в різних країнах і в різних верствах суспільства, тому екологічні протиріччя загострюватимуться, а планета досягне свого апогею до 2030 року. Ймовірно, що кіборг-солдат стане першим реальним результатом процесу кіборгізації. У техногейській цивілізації рано чи пізно виникнуть соціальні суперечки між людьми і кіборгами. До останніх, як до найадаптованіших до техносфери, на певному етапі і перейде роль лідера спрямованої еволюції. Отже, можемо зробити чіткий висновок, що запрограмоване входження людства на течносферну траєкторію розвитку в ХХІ столітті буде катастрофою для нього.

Згідно з ноосферною траєкторією розвитку передбачається створення складнішої системи безвідходних виробництв і апелювання до необмежених можливостей науки майбутнього. Такий штучний ноосферний сценарій нещодавно дослідили В. Г. Горшков, В. Г. Горшков, К. Я. Кондратьєв, С. Г. Шерман, і довели, що він практично неможливий. За іншим сценарієм ноосферно-технологічного розвитку «Sustainable development» – «сталого розвитку» потреби сьогодення мають задовольнятися внаслідок економічного зростання, зорієнтованого на принципи енерго- і ресурсозбереження та безвідходного виробництва і таким чином, щоб не ставити під загрозу можливості майбутніх поколінь задовольняти свої потреби.

Отже, було вперше зроблено спробу пов'язати основні показники, які характеризують ресурсний, екологічний, і певною мірою соціальний стан людства в умовах ресурсних обмежень. Науковий напрям «Землелогія» може надати змогу знизити рівень ризиків подальшого розвитку екологічної кризи. А введення наукової дисципліни «Землелогія» у низці вищих навчальних закладів України допоможе сформувати відповідну світоглядну базу студентів як природничих, так і технічних спеціальностей.

Надійшла до редколегії 6.04.2010