

КУДИ Л. М. Стронський
РУХАТИСЯ
ДАЛІ?

Із роздумів
про деградацію
довкілля

Видавничий дім
«Кієво-Могилянська
академія»

Зміст

<i>Умовні позначення та скорочення</i>	6
<i>КУДИ МИ РУХАЄМОСЯ? (Пролог із роздумів)</i>	9
Розподіл «енергопотреби» в економіці	23
Сонячна радіація	23
Глобальне потепління	26
Критерії повноцінної альтернативної відповідності донора негентропії	32
Екологічна безпека	33
Достатність негентропійної потужності	33
Достатність негентропійного потенціалу	34
Негентропійна невичерпність	34
Вільний і безумовний доступ до джерела-донора <i>N</i>	35
Термінологічна плутанина у проблематиці «енергозабезпечення»	36
Енергозбереження	36
Альтернативне джерело енергозабезпечення	38
Відновлювальна енергетика	39
Сталий економічний розвиток людської спільноти	43
Концепція впорядкованого розвитку людської спільноти без зростання ентропії	49
Про неоднозначне тлумачення поняття демократії	53

НОВІ ПОНЯТТЯ Й ТЕРМІНИ	56
Енергія	56
Енергетична взаємодія	57
Система цілеспрямованого енергоперетворення ($N \rightarrow \text{робота}$)	58
Ентропія	59
Негентропія	60
ТЕРМОДИНАМІЧНІ ЦИКЛИ КАРНО	65
Прямий термодинамічний цикл Карно	68
Зворотний термодинамічний цикл Карно	70
Чому ТНУ вигідна для отримання теплоти комунального призначення?	71
Про невиправданість прямого використання ВЕ для комунального теплозабезпечення	75
Концепція ТНУ нового покоління	77
Особливості енергетичної взаємодії системи людина \leftrightarrow середовище ...	82
Роль БСВТ _Λ у процесі енергетичної взаємодії системи людина \leftrightarrow середовище	87
Чому температура приміщення не корелює з радіаційною і конвекційною температурами?	93
Розпізнавач фізіологічного теплового комфорту людини	95
Особливості та вигоди застосування РФТК _Λ у системах обігріву-охолодження жилого приміщення	96
Метрологічне забезпечення РФТК _Λ	105
Визначення коефіцієнтів температурного перетворення K_r і K_k	107
Деякі аспекти повного (системного) моделювання теплообміну людина \leftrightarrow середовище	111
Про підходи до конструювання $RCtq_N$ -структури енергетичної взаємодії людина \leftrightarrow середовище як основи для повного математичного моделювання	115
<i>Загальні правила конструювання базової $RCtq_N$-модельної структури</i>	115
<i>Негентропійне життєзабезпечення людини</i>	119

КОНЦЕПЦІЯ СТРАТЕГІЧНОЇ ПРОГРАМИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УКРАЇНИ	128
Державні програми започаткування переходу на сонячно-водневу основу негентропійного забезпечення розвитку України	130
Перелік основних програмних завдань	132
<i>Список використаних джерел</i>	134
<i>Відомості про автора</i>	138
<i>Реферат (укр. мовою)</i>	140
<i>Реферат (рос. мовою)</i>	143
<i>The Essay</i>	146
<i>Відгуки</i>	149

Умовні позначення та скорочення

- АОП – алюмінієва обігрівальна підлога
- БСВТ – біологічна система внутрішньої терморегуляції
- БСВТ_Λ – біологічна система внутрішньої терморегуляції людини
- ВЕ – викопні енергоносії
- ВЖО – внутрішні життєво важливі органи організму людини
- ВПЕ – водневий паливний елемент (електрогенератор)
- $V_{\text{ТНУ/центр.}}$ – коефіцієнт вигоди (кратність) застосування ТНУ для генерування теплоти комунального призначення, зокрема для обігріву жилого приміщення, порівняно з котельним центральним опаленням
- ГВЗ – гаряче водозабезпечення
- ГЗК – глобальна зміна клімату
- ГП – глобальне потепління
- ΔГ_Δ – допустимий гарячий дискомфорт людини
- ΔХ_Δ – допустимий холодний дискомфорт людини
- ЕДΔ – економічна діяльність людської спільноти
- ЕДΔ_{КЗ} – розвиток ЕДΔ без обмеження кількісного зростання
- ЕДΔ_{СР} – сталий розвиток ЕДΔ
- ЕДΔ_{ур} – упорядкований розвиток ЕДΔ
- ЕЗ – екосистема Землі
- ЖБ – житловий будинок
- КТ – теплота комунального призначення
- М-К_{НП} – мотор-компресор ТНУ нового покоління
- РФТК_Λ – розпізнавач фізіологічного стану теплового комфорту людини
- СВЕС – сонячно-водневі електростанції

- СЕС – система енергетичних перетворень
- СЕС_{БЛ} – біологічна система енергоперетворення біоорганізму людини
- СЕС_{ЕДЛ} – СЕС, яку представляє ЕДЛ
- СР – радіація сонячного випромінювання (сонячна радіація)
- ТЗ – термодинамічний збурювач
- ТНУ – теплонасосна установка
- ТНУ_{нп} – теплонасосна установка нового покоління
- УТ – утилізатор теплоти рідкої фази хладону після конденсації в структурі ТНУ
- ФК – форконденсатор у структурі ТНУ для утилізації теплоти перегрітих парів хладону на виході з мотор-компресора
- ФТК_А – фізіологічний тепловий комфорт людини
- квазіФТК_А – квазіфізіологічний тепловий комфорт людини
-
- $E_{\text{еф}}$ – енергетична ефективність технології обігріву жилого приміщення (середовища)
- $K_{\text{ТНУ}}^0$ – теоретичний коефіцієнт енергетичного перетворення ідеальної ТНУ
- $K_{\text{ТНУ}}$ – коефіцієнт енергетичного перетворення реальної ТНУ
- $k_{\text{ТНУ}}$ – коефіцієнт вдосконаленості технічної моделі ТНУ
- $M_{\text{Т}}$ – метаболічні тепловиділення організму людини
- * $M_{\text{Т}}$ – метаболічні тепловиділення, спровоковані СЕС_{БЛ}, для утримання квазі-комфортного балансу віддачі $M_{\text{Т}}$
- $M_{\text{Т}(r \leftrightarrow \text{серед.})}$ – метаболічні тепловиділення людини, які переходять у навколишнє середовище шляхом радіаційного енергообміну
- $M_{\text{Т}(k \leftrightarrow \text{серед.})}$ – метаболічні тепловиділення людини, які переходять у навколишнє середовище шляхом конвекційного теплообміну
- N – негентропія (здатність виконати роботу)
- $N_{\text{В}}$ – негентропія системи-донора (давача N) з вищим термодинамічним потенціалом
- $N_{\text{ВЕ}}$ – негентропія теплової енергії, вивільненої при спалюванні ВЕ
- $N_{\text{СР}}$ – негентропія сонячної радіації
- $N_{\text{А}}$ – негентропія системи-донора (давача) роботи
- $N_{\text{Р}}$ – негентропія системи-реципієнта (споживача) роботи
- $N_{\text{ре.}}$ – залишкова негентропія (коли температура «холодильника» вища за 0 К)
- $N_{\text{ре. Землі}}$ – реліктова (залишкова) негентропія в умовах Землі $\approx 0,05$
- $N_{\text{ре. } M_{\text{Т}}}$ – залишкова негентропія метаболічних тепловиділень людини ($M_{\text{Т}}$)
- $N_{\text{К}}$ – негентропія космічного донора

N_H – негентропія системи-реципієнта (споживача) з нижчим термодинамічним потенціалом

$\Delta N_{\text{дисб.}}$ – дисбаланс негентропії (чинник ГП в ЕЗ) внаслідок порушення рівноваги енергообміну Земля \leftrightarrow довкілля

R_B – біологічний термодинамічний опір у тракті енергообміну ВЖО \leftrightarrow поверхня тіла (шкіра) людини

R_0 – термічний опір одягу при теплопередачі від поверхні тіла людини в навколишнє середовище

$R_{\text{ВЖО} \rightarrow \text{пов.л.}}$ – термічний імпеданс опору (змінного в часі) теплообміну від внутрішніх життєво важливих органів до поверхні тіла людини

S – ентропія

$t_{\text{ВЖО}}$ – температура внутрішніх життєво важливих органів людини

$t_{\text{комф.}}$ – «теплокомфортна» температура середовища (приміщення) відповідно до діючої теплокомфортної методології

t_k – конвекційна температура середовища (температура повітря, що безпосередньо оточує людину)

t_r – радіаційна температура середовища (температура твердих поверхонь навколишнього середовища (середньоінтегральна))

t_n – температура навколишнього середовища (визначена традиційними засобами вимірювання)

$t_{\text{пов.люд.}}$ – середня температура поверхні тіла людини з урахуванням одягу

w_n – лінійна швидкість руху повітря

w_m – внутрішня робота метаболізму

ϕ_n – відносна вологість повітря в жилomu приміщенні (середовищі)

КУДИ МИ РУХАЄМОСЯ?

Пролог із роздумів

Р

озглянутий у монографії матеріал ґрунтується на нових підходах до створення моделі буття, в основі якої лежать такі, на погляд автора фундаментальні, положення:

- А. Природа (Всесвіт) є цілісною енергообмінною динамічною системою з незмінним «енергонаповненням» та безперервним колообігом енергетичних перетворень у надзвичайно широкому спектрі.
- Б. Рушійною силою життя (вічного руху) є робота, яку виконує *негентронія* (N) в процесі *енергоперетворення*. Енергетичне наповнення Природи (носіями N) при цьому, відповідно до 1-го закону термодинаміки, є незмінним. N за відповідних умов, які можуть бути створені людиною, здатна виконати цілеспрямовану роботу, котра для розвитку людської спільноти може бути корисною або руйнівною.
- В. Єдиним донором N (N_{Δ}), здатним забезпечити упорядкований розвиток планетарної людської спільноти без зростання *ентронії*, є N *сонячної радіації* ($N_{\text{СР}}$). У Сонячній системі $N_{\text{СР}}$ є *первинною й основоположною*. Сучасні викопні енергоносії (ВЕ) на планеті Земля утворилися шляхом безперервного отримування і накопичування $N_{\text{СР}}$ протягом близько 5 мільярдів років.
- Г. Людська спільнота на планеті Земля сьогодні розвивається *безсистемно* (невпорядковано, хаотично) – наука для науки, економіка для економіки, енергетика для енергетики, духовність для духовності, культура для культури, медицина для медицини і т. д. В основі кожного

напряму невпорядкованого розвитку цивілізації нині лежить *надкомерціалізація*, яка не враховує її негативні прояви та відповідні об'єктивно неминучі наслідки *pro futurum*.

Вже близько сорока років я замислююся над глибинною сутністю деградаційних процесів в екосистемі планети Земля (у тому числі фауни і флори) і шукаю відповідь на запитання: яку роль у цих процесах відіграє сама людина, яка є продуктом і складовою Природи.

Енерго-екологічна глобальна ситуація та її розвиток у контексті *деградації* екосистеми Землі (ЕЗ) є визначальною складовою останньої. На зламі II–III тисячоліть вона дедалі більше загострюється. Останнім часом цей процес набуває спонтанно-прогресуючого характеру [5–7, 12, 13, 15, 16, 31, 33, 41, 44–46, 48–50, 55].

Деградація ЕЗ сьогодні відбувається за трьома глобальними напрямками:

1. *Глобальна зміна клімату (ГЗК)* у життєвому просторі Землі, до якої людський біологічний організм не встигає адаптуватися, внаслідок чого деградує його імунітет.
2. *Наближення залишкових земних ресурсів викопних енергоносіїв (ВЕ)* – нафти, газу, вугілля, уранової руди – до критичного рівня внаслідок швидкого вичерпування.

Донором необхідної роботи для забезпечення сучасного економічного розвитку людської спільноти є *N* вивільненої при спалюванні ВЕ *теплової енергії* (див. розділ «Нові поняття й терміни»).

Залишкових ресурсів ВЕ в глобально-інтегральному вимірі вистачить усього на декілька десятків років (див. рис. 1). Наведені на рисунку графічні моделі вичерпування ВЕ віддзеркалюють якісну інтегрально-глобальну оцінку і не претендують на строге відтворення їх кількісного виміру в окремих регіонах планети.

3. *Деградація духовної сфери* – розвиток підсвідомої на ментальному (генетичному) рівні «рушійної сили» життя в напрямі підміни комфорту життя його спотвореною протилежною сутністю – «кайфом» життя, основою якого є виключно матеріальне збагачення без обмеження кількісного зростання, одним із проявів якого є масштабні надкомерціалізація та надприватизація в усіх сферах буття, у тому числі приватизація самої Природи (ділянок на поверхні Місяця, СР тощо).

У 1967 р., на другий день після вибуху арабо-ізраїльської війни, ціна за один барель нафти-сирцю на світових біржах раптово зросла у три рази – з 10 до 30 дол. США. Це спонукало світову наукову, керівну та бізнесову

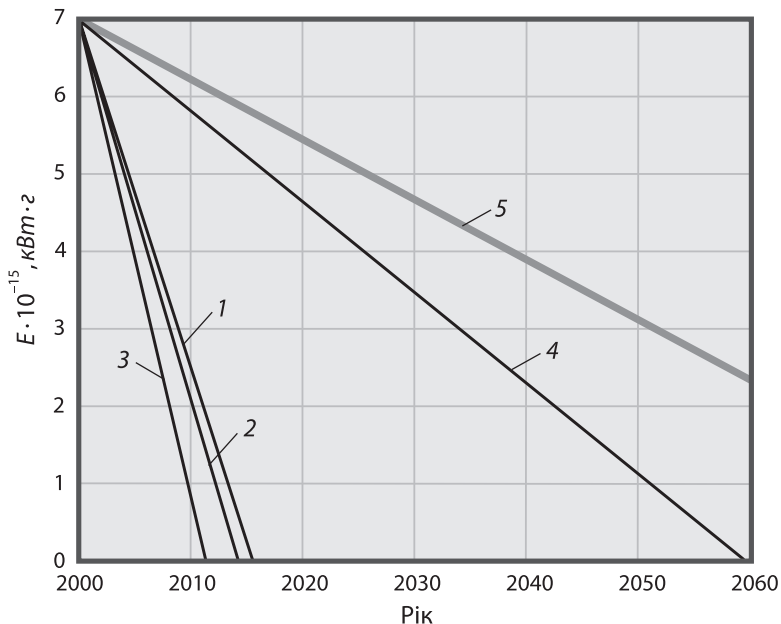


Рис. 1. Графічні моделі інтегральних загальносвітових залишкових ресурсів викопних енергоносіїв, побудованих за даними супутникового моніторингу наприкінці ХХ ст.:

E – вивільнена теплова енергія ВЕ при спалюванні, яка відповідає нижчій теплотворній здатності; 1 – природний газ; 2 – нафта та нафтопродукти; 3 – уран; 4 – вугілля; 5 – сумарні ресурси. (Криві 1–4 відображають ресурси окремого виду ВЕ за умови використання тільки цього виду, а крива 5 – сумарний ресурс усіх видів ВЕ)

еліту (перш за все США) до нагальних роздумів про безпеку подальшого розвитку людської спільноти на планеті Земля. Причина раптовості появи подібних роздумів проста – сприйняття реального світу вже стало до певної міри можливим *феноменально*, тобто крізь призму *феноменів* – реальних явищ, які або ще не мають глибинного наукового розкриття їхньої фізичної природи, або перебувають на початковій дискусійній стадії, проте їх вже можна сприймати безпосередньо. Найкраще це можна зрозуміти через афоризм: «Доки грім не гряне, доти мужик не перехреститься»).

По-перше, життєво необхідні земні ресурси ВЕ де-факто приватизовані приватними або державними структурами. Це ставить поточну життєздатність економіки та її розвиток у залежність від «настрою» власників ВЕ.

По-друге, вичерпування залишкових земних ресурсів ВЕ досягає критичного рівня. У зв'язку з цим логічно виникає запитання: «А що далі?», «Як розвиватися цивілізації?» [44]).

Проблема «енергозабезпечення»¹ в Україні, зокрема забезпечення природним газом, сьогодні вже стала повсякденною темою спілкування на всіх рівнях, звичним атрибутом інформаційних повідомлень, оскільки глибинну його прикладну сутність уже можна сприймати феноменально.

У 1967 р. внаслідок раптового вибуху арабо-ізраїльської війни було започатковано інтенсивні дослідження щодо визначення залишкових ресурсів ВЕ (нафти, газу, вугілля, ядерного палива тощо) з використанням найновіших технологій супутникового сканування земної кори на глибину до 10 км. Результати досліджень повідомлялися систематично по радіо «Свобода» за звітами самих дослідників та за інформаційними матеріалами відповідних структур ООН. Моделі залишкових ресурсів ВЕ на рис. 1 відбивають узагальнення цих даних.

Світова наукова, керівна та бізнесова еліта, яка сьогодні зберігає вирішальний вплив на розвиток цивілізації, нездатна створювати науково-аналітичні динамічні прогностичні моделі енергетичної ситуації в контексті забезпечення енергетичної безпеки *pro futurum* ще до того, коли стане можливим феноменальне сприйняття наближення кризи.

Ситуація в Україні в цьому аспекті є істотно загостреною, а її виправданням є максимально спрощена статистична констатація: «маємо те, що маємо». А що маємо? Непрогнозований хаотичний рух у майбутнє «нікуди». Хіба неодноразово наголошувана перспектива «енергетичного» забезпечення України в контексті енергетичної безпеки *pro futurum* шляхом уведення 22 нових ядерних реакторів, які в ситуації подальшого спонтанного настання глобального потепління (ГП) створюють ризик планетарних ядерних катастроф, не є безумством? Франція, яка забезпечує 80 % потреби в електроенергії за допомогою АЕС, у 2004 р. внаслідок раптової надзвичайної спеки (слід згадати – теплові удари спричинили понад п'ятнадцять тисяч людських смертей) вже балансувала на лезі ядерної планетарної катастрофи. Навіть незважаючи на суто прагматичні підходи

¹ Термін «енергозабезпечення» взятий у лапки, оскільки для розвитку економіки енергія як така (поняття до певної міри абстрактне) непотрібна цивілізації. Потрібна негентропія, яка здатна виконати необхідну роботу. Іншими словами, потрібне лише джерело енергонаповнення з такою негентропією, яка здатна в процесі енергоперетворення виконати роботу. А робота, згідно з тлумаченням класичної термодинаміки, не є енергія, а лише процес її перетворення (див. розділ «Нові поняття й терміни», Негентропія).

в оцінці економічної перспективи «енергозабезпечення», знехтувати досвідом Чорнобиля є безумством, оскільки негентропія сонячної радіації (N_{Cp}), яку постійно отримує Земля, забезпечує потребу у виконанні роботи подальшого *впорядкованого* розвитку людської спільноти понад **2000 років** (докладніше див. розділ «Нові поняття й терміни») [2, 14, 31, 33, 39, 40, 43, 44, 56].

Надкоммерціалізація такої складової економічної діяльності людської спільноти (ЕДА), як «енергозабезпечення», вже стала глобальною невиліковною ментальною (на генетичному рівні) хворобою. Адже хіба можна інакше пояснити спробу «приватизувати», окрім Місяця, саму сонячну енергію (N_{Cp}). Я навіть мав нагоду почути «наукову» доповідь про так званий сонячний долар (!?).

По-третє, нині розвиток України залежить від газових поставок зі Сходу, перш за все з Росії. Тому доречно зробити короткий екскурс в історію розвитку газовидобувної промисловості в колишньому СРСР, зокрема в Україні.

Феномен держави «Україна», з розташованим на її території географічним «центром» Європи та рекордною кількістю пам'яток Т. Г. Шевченку серед країн світу, полягає в тому, що вона, незважаючи на те, що ще в минулому столітті мала понад п'ятдесятимільйонне населення, багаті природні ресурси (чорнозем, природний газ, вугілля, залізна руда і т. д. – легше перелічити, чого не було), глибинний потенціал раціонального аналітичного інтелекту (який або знищений фізично, або розпорошений у світовій людській спільноті), сьогодні посідає маргінальне місце в ієрархічній структурі світової цивілізації. В цьому контексті виникає слушне запитання: «Де подівся дашавський та шебелінський український газ?»

Перші значні родовища природного газу в СРСР були відкриті в 1940-х роках у Західній Україні – Дашава, Угерсько, Опари, Рудки (Львівська обл.), а згодом у Шебелінці (Харківська обл.). Дашава на той час на мапі СРСР позначалася колом, набагато більшим за коло позначення Москви.

Згідно з тогочасними прогнозами, Україні цього газу вистачило б на декількасот років (я тоді працював на Дашавському газопромислі – виконував державне замовлення щодо розбудови облікової бази потоків видобутого газу). Невдовзі з'явилися т. зв. газопроводи віку – Дашава → → Київ → Брянськ → Москва → Ленінград та два інші, на кшталт «Дружби», – західного напрямку для прискорення дифузії комунізму в Європу.

«Газопроводи віку» дуже швидко висмоктали український газ. Сьогодні Україна змушена купувати газ у Росії і бути об'єктом постійного

шантажу з цього приводу. В газових торгах з Росією сьогодні немає навіть натяку на якусь газову експансію в минулому. Невже Україна повністю перестала себе поважати навіть у контексті слов'янської етнічної цілісності? (А «Всяя слушаает да ест», оскільки це вже контекст сформованого СРСР, а також більш раннього історичного періоду, спотвореного менталітету до рівня крайнього примітивізму.) Варто ще раз прочитати історично-філософський трактат Осипа Тур'янського «Дума пралісу», написаний на початку минулого століття (його психологічна драма «Поza межами болю» в 90-х роках минулого століття була екранізована).

Ось такий нинішній *український менталітет*, який формувався століттями, – згідно з англійською приказкою: якщо зранку до вечора постійно повторювати «ти ідіот», то з часом ти справді ним станеш. Не вірите? Тоді проведіть «всенародний» референдум у Південно-Східній Україні.

Наведу один епізод за часів мого перебування на Дашавському газопромислі, оскільки він пояснює ментально-генетичну основу феномену *корупції українського менталітету*.

Для налагодження функціонування пунктів обліку видобутого газу на кожній свердловині за мною закріпили одного із працівників промислу – М. Самойленка (свого часу він був засуджений за ст. 58 з подальшою реабілітацією і засланням на роботу на Дашавський газопромисел). Він знав багато «підводних каменів», зокрема про т. зв. необлікових споживачів газу, з якими познайомив мене і ще двох молодих спеціалістів (А. Дутка та П. Натина). Суть полягала в тому, що «необліковим споживачам» газу видавали офіційні квитанції про сплату за отриманий газ без звітування про це вищим державним інстанціям.

Моя надто активна діяльність не була до вподоби головному інженеру промислу. Вона почала створювати навколо нас (мене, А. Дутка та П. Натина – «трьох мушкетерів») різні інтриги. Ми пішли по селах (до «необлікових споживачів») і почали збирати збережені квитанції. Головний інженер промислу відрядила свою «команду» для збору і знищення таких квитанцій. Незважаючи на це, нам, тобто «трьома мушкетерами», вдалося зібрати квитанцій на суму більш як 256 000 рублів (1953 р.). Завірені копії квитанцій з відповідним коментарем (машинописний текст на 14 сторінках формату А4) ми розіслали одночасно за шістьма адресами (Львівський обком Компартії, три Київські (УРСР) і два Московські ЦК Компартії СРСР та КБ СРСР). Через 3–5 днів, чого ми ніяк не чекали, з'їхалися шість комісій вищих рівнів, бо формально сталося надзвичайне «ЧП».

Закінчилося все тим, що «трьом мушкетерам» подякували за «бдительность», підвищили посади та зарплатню і роз'єднали територіально по різних газопромислах.

Директора та головного інженера (з дипломами про вищу освіту) було покарано – розжалувано до рівня робітників і заслано в Бурятію на бурильні роботи.

Проте кульмінацією інциденту, що розкриває його суть, стала ситуація, яка нам здалася на той час *парадоксальною*. Розжалуваний директор промислу перед від'їздом до Бурятії запросив «трьох мушкетерів» на прощальний обід (у ресторані м. Стрий), під час якого зі сльозами на очах подякував нам за те, що ми «врятували йому життя». Він сказав (перекладено українською мовою): «Я був у цій “союзній” корумпованій структурі маленьким гвинтиком і водночас носієм величезного обсягу компрометуючої інформації про корумпованість радянських партійних та урядових структур. Ви врятували мені життя, я знову народився і розпочну, з урахуванням пережитого, нове життя з новим світоглядом».

Процес ГП останнім часом розвивається спонтанно і має катастрофічні наслідки [44–45].

Структурну модель ГП наведено на рис. 5 (див. нижче).

Останній інформаційний прогноз НАСА стосовно ГП (наприклад, у повідомленні 5-го каналу українського телебачення 13 грудня 2006 р. – «Час-Тайм») є доволі невтішний: вже за 30–40 років льодовий покрив регіону Північно-Льодовитого океану зникне повністю (розтане), а рівень океану в Північному регіоні підвищиться на 7 м. Деякі вчені вважають таку прогнозу оцінку НАСА щодо динаміки ГП *надто м'якою*. Їхня оцінка є більш наближеною до мого аналітичного прогнозу, обґрунтування якого наведено нижче.

А. В основу методики НАСА щодо визначення прогнозу ГП покладено регулярні вибіркові спостереження зміни клімату протягом останніх десяти років і не враховано (або враховано недостатньо) стрімке зростання показника експоненти перехідного процесу (процес досить нелінійний), котрий характеризує *самопідсилення* через включення в процес *додатного зворотного зв'язку*. Цей термодинамічний феномен є об'єктивним наслідком масштабних лісових пожеж, які спричинюють викиди парникових газів в атмосферу, в 30–40 разів більші за викиди при спалюванні ВЕ [6]. Слід враховувати, що за останні 4–5 років тільки в одній Росії згоріло понад 600 млн га лісових масивів, а згідно з даними супутникових спостережень у другій половині 2006 р. виявлено понад 130 нових осередків пожеж. Наприклад, масштабні пожежі в Австралії близько двох міся-

ців (дані на кінець січня 2007 р.) не вдавалося погасити. Це наводить на думку, що прогнозна модель НАСА стосовно розвитку процесу ГП є досить емпірично-спрощеною і не збігається (відстає) з реальним процесом розвитку ГП.

Усі прояви спонтанної активізації ГП останнім часом вже сприймаються *феноменально* (безпосередньо через феномени, можна «мацати») в усіх регіонах планети. А це є об'єктивним підтвердженням реальності ГП зі спонтанно зростаючим *темпом* його розвитку.

Б. Об'єм льодовиків на планеті до активізації ГП становив близько $2,7 \cdot 10^{16}$ м³, 90 % яких були розташовані на Південному полюсі – в Антарктиді. Дані супутникових спостережень за глобальною зміною клімату (ГЗК) на кінець 2006 р. показали, що понад 70 % льодовиків Антарктиди вже зникли – перетворилися на воду і розлилися в океані.

Подібне танення льодового покриву відбувається і в північному полярному регіоні, зокрема в Арктиці (вічній мерзлоті). Якщо врахувати, що базові родовища природного газу Росії розташовані саме в цьому регіоні, то коментар щодо їх перспективи в контексті останніх повідомлень НАСА про *наступ* на цей регіон ГП, на мою думку, зайвий. Це співзвучне зі звітними висновками Інституту безпеки Росії, створеного в 1990 р. після розпаду СРСР (інформація радіо «Голос Америки» та «Свобода» – 1996 р.). Висновок звіту був шокуючий: Російська Федерація приречена на розпад за шістьма критеріями, одним із яких і є саме феномен впливу ГП на «вічну мерзлоту» в тундрі.

Доречно звернутися до міфу¹ [4] про «опори», на яких лежить Земля (рис. 2).

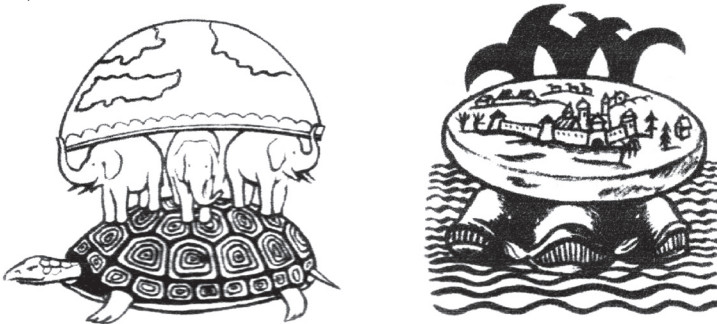


Рис. 2. Давні уявлення (міфи) про опори, на яких лежить Земля

¹ На мою думку, міф – це узагальнене світосприйняття, яке відбиває особливість відповідного історичного періоду.

Звертає на себе увагу те, що в обох випадках зображено *три* опори. На мою думку, це символічно і не випадково, оскільки саме три опори забезпечують стійке положення тіла на будь-якій поверхні. Таким чином, є три фундаментальні засади («опори»), які забезпечують *упорядкований* розвиток буття на планеті Земля.

На мою думку, цими засадами є:

- *негентропійне забезпечення*, тобто наявність донора виконання роботи, без чого не може розвиватися флора і фауна включно з людською спільнотою та її складовою – економічною діяльністю людини (ЕДЛ);
- *водозабезпечення*;
- *інформатика* (духовність *homo sapiens*).

Глибинним сенсом останньої складової, на мою думку, є зв'язок *інтелектуально-генетичних програм* людини з вищим рівнем *інтелекту Природи*. Цей зв'язок не адекватний сучасному спрощеному тлумаченню поняття «інформатика», яке відбиває виключно транспортні технології та структуру синтетичних інформаційних потоків.

Оскільки я торкнувся поняття «*інтелект*», то наведу моє виважене однозначне його тлумачення. Це *здатність моделювати* об'єктивний простір *буття*, тобто здатність відтворювати багатовимірні динамічні моделі процесів, що об'єктивно відбуваються в реальному світі, органічною складовою якого є сама людина.

Поняття *homo sapiens* дослівно тлумачиться як *людина мисляча*, тобто людина, якій властивий *інтелект*. Але чи відповідає таке поняття *homo sapiens* людській спільноті сучасної цивілізації в цілому? В мене виникає сумнів.

Іншою загадкою уявлень на рис. 2 є ранжування «опор» Землі в пряму лінію. Чи не означає це символічно втрату стійкості буття – незворотність процесу деградації ЕЗ, що зумовлює безперервне зростання ентропії розвитку цивілізації як підсистеми ЕЗ? Адаже при трансформації трьох опорних точок тіла в пряму лінію стійкість тіла на поверхні втрачається.

Тут доречно буде навести зміст розгаданого наприкінці минулого століття одного з ієрогліфів, викарбуваних на внутрішній стіні піраміди Хеопса [10]:

*Людство згине через невміння
використовувати сили Природи
та незнання реального світу.*

Аксіомою успішного розв'язання будь-якого завдання (досягнення певної мети) є чітке та однозначне визначення самої мети, яке можливе тільки за умови усвідомлення глибинної її суті.

Водночас усвідомлення глибинної суті проблеми «енергозабезпечення» в глобальному вимірі (в Україні зокрема) сьогодні практично відсутнє.

Глибинна суть феномену «енергозабезпечення» розвитку ЕДЛ у глобальному вимірі полягає в сталому забезпеченні донором (давачем) негентропії (N) для виконання необхідної роботи розвитку.

Доречно ще раз нагадати, що робота не є енергією (поняття «енергія» як така відносно абстрактне), а лише *процесом перетворення енергії*.

Аксіома успішного *термодинамічного* розв'язання завдання подальшого розвитку ЕДЛ співзвучна з моїм світоглядним кредо [30]:

Природа (Всесвіт) є цілісною динамічною системою з незмінним енергетичним наповненням та безкінечним колообігом енергетичних перетворень у надзвичайно широкому спектрі.

Сонце для планети Земля є первинним і постійним донором N (роботи), без якої розвиток фауни та флори неможливий, оскільки саме «життя» на Землі, включно з формуванням ресурсів ВЕ, з'явилося саме завдяки безперервному отримуванию Землею N *сонячної радіації* (N_{CP}). Вважати сонячну енергію альтернативним джерелом «енергії» відносно ВЕ, залишкові ресурси яких катастрофічно вичерпуються, є нонсенсом.

N_{CP} , і лише вона, здатна забезпечити повноцінний упорядкований (раціональний) розвиток земної цивілізації *без зростання ентропії*, тобто без втрати «дієздатності» розвитку ЕДЛ [30, 31].

Життя усякої системи є безкінечний процес енергоперетворень і не може існувати без постійного виконання витратної роботи. У теплорівновному біоорганізмі, зокрема в організмі людини, – це робота серця та органів дихання, синтез ферментів, інтелектуальна діяльність мозку, просторове переміщення організму тощо.

Організм із їжею отримує N , акумульовану в процесі фотосинтезу в первинній їжі рослинного походження. Сьогодні N_{CP} , яку безперервно отримує ЕЗ, використовується передусім флорою і фауною.

Біологічний організм людини використовує N_{CP} для забезпечення своєї *життєздатності* (див. рис. 6). Це використання N_{CP} в кількісному вимірі відносно N_{BE} вивільненої теплової енергії при спалюванні ВЕ, яка необхідна для «енергозабезпечення» поточного розвитку ЕДЛ, не перевищує 4,6 %.

Я глибоко переконаний у тому, що лише *сонячно-воднева енергетика* здатна бути фундаментальною основою впорядкованого розвитку земної цивілізації *pro futurum*.

«Енергозабезпечення» розвитку ЕДЛ на негентропійно-сонячній основі (рис. 3) міститиме дві складові [2, 30, 39, 40, 43]:

1. Отримання проміжного носія N_{CP} – водню – шляхом розщеплення *води* з використанням N_{CP} (водень у процесі розщеплення води акумулює N_{CP}).
2. Отримання електроенергії за допомогою водневих паливних електрогенераторів (ВПЕ) у процесі синтезу *води*.

Воду для повторного її розщеплення на водень і кисень за допомогою N_{CP} і повторного її синтезу у ВПЕ для одержання електроенергії отримують у процесі попереднього її синтезу.

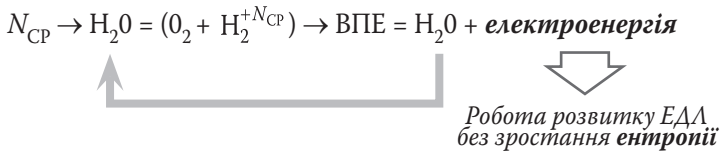


Рис. 3. Структурна модель негентропійної рекуперації (відновлення) водню – носія N_{CP} – шляхом повторного розщеплення води за допомогою N_{CP}

ВПЕ (*водневий паливний електрогенератор*), створення якого було започатковане ще в 60-х роках минулого століття фірмою **General Electric**, сьогодні вже випускають серійно в розвинених країнах.

Інвестиції в його створення потужними світовими фінансовими структурами перевищують 300 млрд дол. США.

ККД отримання електроенергії в процесі синтезу води за допомогою ВПЕ сьогодні вже досягнув 90 % (очікується в найближчій перспективі 95 %).

З погляду термодинаміки ВПЕ являє собою відтворення на промисловому рівні біологічного ВПЕ, створеного Природою і вмонтованого в кожну клітину біологічного організму.

ВПЕ (інколи його називають *паливним комірчанним гібридом*) здійснює вивільнення N водню (проміжного носія N_{CP}), що акумульована в процесі розщеплення

води за допомогою N_{CP} у процесі синтезу води у ВПЕ (див. рис. 3) з генеруванням електроенергії.

Переваги ВПЕ:

- ККД 90 % (з очікуванням вищого в перспективі);
- вихід на режим максимальної електропотужності до 12 с;
- робоча температура до 100 °С;
- широкий спектр електропотужностей (кВт...МВт);
- практично не зношується.

ВПЕ є надзвичайно *ефективним* хімічним генератором електроенергії постійного струму безперервної дії, призначеним для «великої енергетики» замість сучасних екологічно «брудних» ТЕС та АЕС, і дає змогу отримати електроенергію на основі N_{CP} . За своєю термодинамічною сутністю ВПЕ є відтворенням енергетично найефективніших *біохімічних* (на клітинному рівні) *електрогенераторів*, створених Природою і вмонтованих у кожну клітину біологічної структури живого організму. В біологічні структури енергоносії водень постачається з їжею – жирами, білками та вуглеводами. В шлунку, кишечнику та окремій клітині вони розщеплюються до мономерів і після низки хімічних перетворень дають приєднаний до молекули-носія водень. Кисень потрапляє в кров із повітря через легені, з'єднується з гемоглобіном і поширюється по тканині. Цей процес з'єднання водню з киснем лежить в основі *біоенергетики організму*. В організмі він відбувається в «м'яких» умовах (майже кімнатна температура, нормальний тиск).

ВПЕ відкрив у 1838 р. англійський учений *У. Гров*.

До 60-х років минулого століття паливні елементи призначалися виключно для військових цілей. Перше застосування поза військовою сферою було здійснене на космічному апараті «АПОЛЛОН» для живлення електроенергією бортової апаратури та забезпечення космонавтів водою і теплом.

Обсяги наукових досліджень зі створення ВПЕ для «великої енергетики» надзвичайно зросли після 80-х років минулого століття.

Найпотужніші світові фірми, причетні до створення ВПЕ, – *Ballard Power Systems, IFC, General Motors, Ford, Siemens, Daimler Benz, SOF Co., Westinghouse Volkswagen, Volvo, Allied Signal, Dew Chemical, De Nora, Du Pount, Ballard Advanced Materials, Asachi Glass Co., Mitsubishi, Toshiba, Hitachi, Honda, British Gas* та ін. Їхні сумарні інвестиції у створення та масштабне впровадження ВПЕ у сферу «великої енергетики» становлять понад 300 млрд дол. США. Провідні фірми у створенні та впровадженні ВПЕ – *United Technology Corporation (США), Ballard Power Systems (Канада)*.

Створення та масштабне впровадження ВПЕ у сферу «великої енергетики» є логічним продовженням *раціональних* досліджень щодо вдосконалення «гальванічних» елементів живлення одноразової дії для електронної апаратури (електричних батарейок) та буферних акумуляторів періодичної дії для транспортних засобів.

У процесі низькотемпературного синтезу води у ВПЕ швидкість руху *електронів* мала. Тому їх легше «перехоплювати» і «відправляти» безпосередньо в електричне коло. З цим пов'язаний високий ККД отримання електроенергії.

У Японії вже створено електричні батарейки нового покоління на основі ВПЕ з внутрішнім акумулятором водню на базі синтетичних *нанотрубок*, що забезпечує 10-кратне зростання *енергоємності* без збільшення маси і габаритів та можливість оперативної заміни капсули з *воднем*. Незабаром можна очікувати їх появу на ринку.

Головні переваги ВПЕ

1. Дає змогу вже сьогодні створювати *централізовані* і *локальні СВЕС*, зокрема розташовані біля станцій заправки воднем транспортних засобів.
2. Дає змогу вирішити проблему *акумулявання сонячної енергії* й оперативне регулювання споживання отриманої електроенергії у сфері «великої енергетики».

Реалізація такого завдання здійснюється шляхом отримання в «сонячні години» надлишкового водню, який зберігається у спеціальних резервуарах. Водень і кисень (чистий або з повітря) подається у ВПЕ для отримання необхідної поточної електропотужності.
3. Надає можливість збільшити ресурс роботи (для однієї заправки воднем) транспортних засобів та механізмів промислового призначення. Так, автомобільний «водневий» бак має еквівалент рідкого водню – $\frac{1}{3}$ об'єму бака (не більшого за об'єм традиційного бензинового) і забезпечує збільшення пробігу автомобіля на одній водневій заправці вже сьогодні у 2,5 разу, а в перспективі – в 3,5 разу.
4. Дає змогу використовувати як *окислювач* чистий кисень, який отримують одночасно з воднем при розщепленні води на стаціонарних *сонячно-водневих електростанціях*, а також кисень із навколишнього повітря (у транспортних засобах та механізмах загального промислового призначення).
5. Дає змогу замінити двигун внутрішнього згоряння *екологічно чистим нерухомим електрогенератором* зі строком служби понад 30 років.

За результатами 10-річного випробування (з 1993 р.) у різних кліматичних зонах п'ятьох пілотних трансконтинентальних автобусів з ВПЕ (250 кВт), виготовлених фірмою *Ballard Power Systems* (Канада), початковий розрахунковий ресурс роботи ВПЕ – 30 років (де-факто може бути значно більшим).
6. Модулі ВПЕ мають широкий спектр вихідної *електричної потужності* – від 1 Вт до 500 МВт і більше.
7. ВПЕ характеризуються вигідною динамікою регулювання вихідної електричної потужності:
 - пуск з «холодного» стану – до 10 хв;
 - досягнення максимальної електричної потужності в робочому стані – до 15 с.
8. Робоча температура – $40 \div 100$ °С.

ВРЕ вже сьогодні широко впроваджується у сферу транспортних засобів, зокрема в легкових автомобілях та автобусах (розміщені безпосередньо на осях коліс електроприводи замінюють *систему двигуна внутрішнього згоряння* з відповідною механічною трансмісією). Заправка воднем здійснюється на *водневих заправних станціях*.

Стандарт на ВРЕ, які призначені для *легкових автомобілів і автобусів*, сьогодні вже прийнятий.

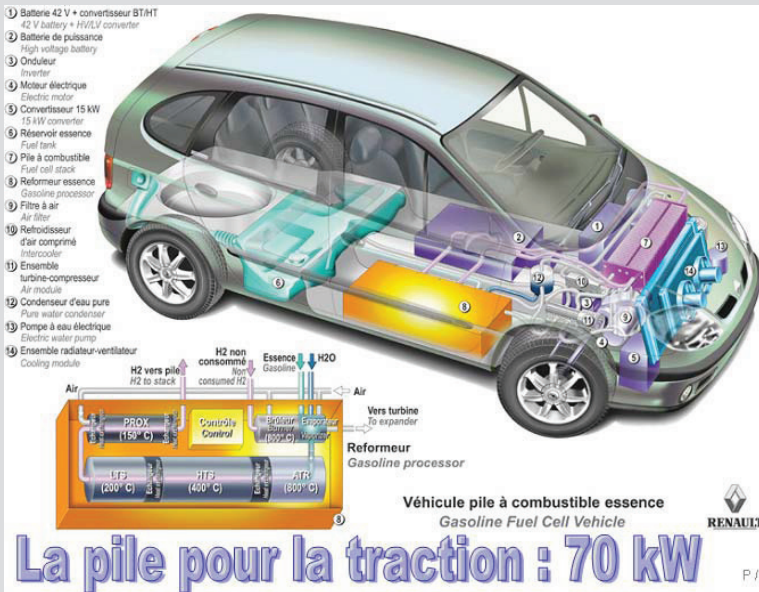
Практична відсутність взаємного тертя деталей (в яких виділяється втрата тепла енергія) забезпечує високий ККД ВРЕ-привідних елементів.

Незначне виділення теплової енергії зумовлює *відсутність охолоджувальної системи*, що істотно спрощує структурне наповнення автомобіля функціональними елементами. В автомобілі реалізується *рекуперація кінетичної енергії* руху автомобіля при гальмуванні, що також значно підвищує його енергетичну ефективність.

Сьогодні сонячно-водневий автомобіль має поки що *механічну підвіску*, однак у найближчій перспективі очікується переведення на *магнітну підвіску*, що забезпечить його чергове «нове покоління».

Моделі водневих автомобілів демонструються на міжнародних виставках.

На рисунку нижче наведена модель автомобіля Renault з ВРЕ-приводом, потужність якого 70 кВт.



Розподіл «енергопотреби» в економіці

Розподіл потреби теплової енергії, вивільненої при спалюванні ВЕ в котельнях та при ядерній реакції на АЕС, відповідно до поточної ситуації розвитку ЕДЛ, такий [29, 35, 37, 39, 40, 42]:

– теплова енергія комунального призначення (55 %)	$8,8 \cdot 10^{13}$ (кВт·год)/рік
у тому числі:	
гаряче водозабезпечення (18 %)	$2,9 \cdot 10^{13}$ (кВт·год)/рік
обігрів жилих приміщень (37 %)	$5,9 \cdot 10^{13}$ (кВт·год)/рік
– теплова енергія нафтопродуктів мобільного призначення (22 %)	$3,5 \cdot 10^{13}$ (кВт·год)/рік
– електрична енергія (23 %)	$3,7 \cdot 10^{13}$ (кВт·год)/рік

Наведені дані є узагальненими результатами моїх власних досліджень з урахуванням даних різних економічних світових структур.

Ці дані можна вважати якісним віддзеркаленням розподілу енергопотребі в базових галузях ЕДЛ, і вони не претендують на точну кількісну відповідність.

Сонячна радіація

Сонце у відкритій сонячній *енергообмінній* системі Сонце → Земля → → Космос є космічним ядерним реактором – гігантським генератором випромінювання *сонячної радіації* (СР) найвищої *негентропії* – $N_{\text{СР}} \gg N_{\text{ВЕ}}$ ($N_{\text{ВЕ}}$ – негентропія теплової енергії, вивільненої при спалюванні ВЕ). Це зумовлене тим, що температура в центрі Сонця становить понад 16 000 К, а тиск – понад $300 \cdot 10^6$ (кг·с)/см² (300 мільйонів атмосфер).

Випромінювання СР здійснюється з поверхні Сонця – фотосфери, температура якої становить 5800...5900 К, що саме і зумовлює високу $N_{\text{СР}}$.

Сумарна сферична щільність енергетичного потоку СР становить $3,9 \cdot 10^{23}$ кВт. Відповідну її частину отримує Земля, яка, у свою чергу, випромінює у Космос потік радіації з більшою довжиною променів – 2...50 мкм, тобто відповідно нижчої негентропії ($N_{\text{ВЕ}} \ll N_{\text{СР}}$).

Примітка. Діаметр Сонця становить близько 1,4 млн км (у 1000 разів більший за діаметр Землі), а відстань між центрами Земля–Сонце становить близько 150 млн км. Сонячні промені, які вийшли з поверхні Сонця – фотосфери, досягають атмосферу Землі через 8 хвилин.

Це означає, що N_{CP} , і тільки вона, є єдиним, постійним та екологічно чистим донором негентронії (роботи), здатним забезпечити впорядкований (раціональний) розвиток планетарної людської спільноти з її підсистемою – ЕДЛ.

Сонячна постійна (сумарна щільність СР на підході до атмосфери Землі) становить близько 1385 Вт/м^2 . Під час проходження крізь атмосферу Землі щільність СР послаблюється внаслідок її поглинання озоновим шаром у верхній границі атмосфери (це стосується перш за все ультрафіолетової спектральної області), водяними парами та різноманітними твердими частинками атмосфери. Тому сонячна постійна СР на рівні океану відносно перпендикулярних до поверхні Землі її променів становить близько 1000 Вт/м^2 (за даними моніторингу наприкінці ХХ ст., тобто до початку ГП).

Сьогодні заміщення $N_{BE} \rightarrow N_{CP}$ у розвинених країнах вже здійснюється масштабно і впроваджується зі значними темпами. Основою заміщення $N_{BE} \rightarrow N_{CP}$ є сонячно-воднева енергетика на базі ВПЕ. На міжнародних автовиставках вже регулярно демонструють нові моделі водневих автомобілів.

У розвинених країнах діють сонячно-водневі станції та електростанції, розбудовується інфраструктура заправки автомобілів воднем. У США вже налагоджене серійне виробництво водневих автомобільних двигунів (Ford) та військових водневих реактивних літаків з бортовою сонячно-водневою станцією, що дає змогу розвивати швидкість, у десять разів більшу за звукову, за відсутності обмеження дальності польоту, оскільки дозаправка паливом (воднем) не потрібна.

На рис. 4 наведено графічну модель спектрального розподілу сонячного випромінювання.

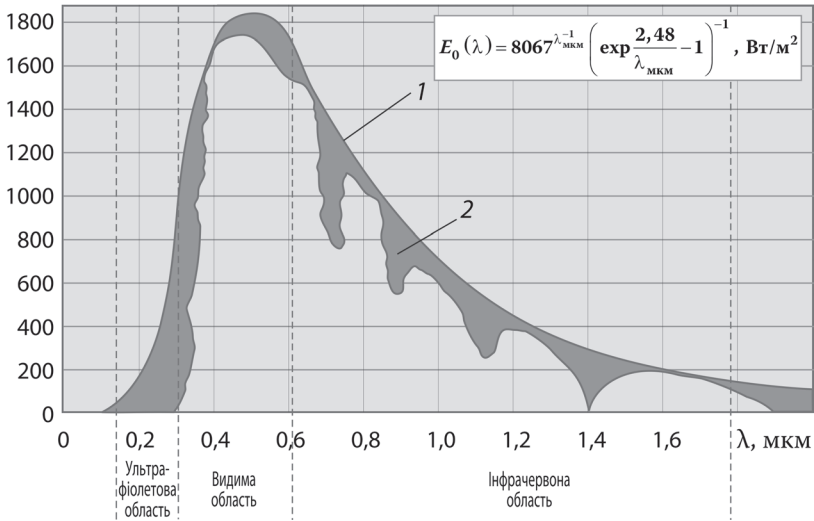
Президент США у 2006 р. вже офіційно оголосив про завершення до 2020 р. переходу на сонячно-водневе енергозабезпечення.

В Україні, на жаль, окрім вітроенергетики, яка при безпосередньому промисловому використанні отриманої електроенергії є неефективною, заміщення $N_{BE} \rightarrow N_{CP}$ практично не здійснюється.

То про яку енергетичну безпеку України *pro futurum* можна говорити? Хіба що про впровадження нових 22 ядерних реакторів (!). Але,

- по-перше, ми вже маємо досвід Чорнобиля;
- по-друге, ядерне паливо є кінечним ресурсом на Землі.

Виникає запитання: яку перспективу *pro futurum* ми готуємо майбутнім поколінням? Здається, що це нам байдуже.

$E_0, \text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{мкм})$


<i>Випромінювання СР Сонце→Космос</i>	– $3,9 \cdot 10^{23}$ (кВт · год)/рік
<i>Надходження СР на Землю</i>	– $3,2 \cdot 10^{17}$ (кВт · год)/рік
<i>Енергопотреба ЕДЛ (в еквіваленті теплової енергії ВЕ)</i>	– $1,6 \cdot 10^{14}$ (кВт · год)/рік
Резерв забезпечення негентропійної потреби ЕДЛ > 2000 разів.	

Рис. 4. Графічна модель спектрального розподілу сонячного випромінювання на підході до Землі (1) та на рівні океану (2)

Кадастр надходження СР на поверхню України, за даними на кінець ХХ ст., наведений в [31, 40].

Примітка. Наприкінці літа 2005 р. я спілкувався з *Миколою Даниловичем Руденко*. Він мене переконував у тому, що Сонце отримує енергію з Космосу. Я своєю чергою переконував його в тому, що Сонце є автономним джерелом випромінювання «енергії», оскільки воно є *космічним ядерним реактором*. Мені здалося, що я його переконав.

Через кілька місяців Микола Данилович помер. На одному із зібрань Наукового товариства імені Подолинського-Руденка, яке було присвячене його пам'яті, був зачитаний один із останніх його віршів (ще не опублікованих), із якого мені запам'яталися слова: «Люди добрі! Ви не хліб їсте, а сонячну енергію».

Глобальне потепління

Як вже згадувалося вище, для розвитку ЕДЛ потрібна безперервна витратна робота, тобто постійний донор N . Сьогодні як базовий донор негентропії людство використовує негентропію вивільненої при спалюванні BE теплової енергії (N_{BE}).

Внаслідок отримування Землею негентропії сонячної радіації (N_{CP}) протягом близько п'яти мільярдів років і враховуючи те, що $N_{CP} \gg N_{BE}$, на Землі утворилися BE – викопні енергоносії, які за своєю термодинамічною сутністю є носіями накопиченої N_{CP} .

Поняття «глобальне потепління» (ГП) відбиває процес накопичення дисбалансної негентропії в ЕЗ внаслідок порушення квазіусталеного енергообміну відкритих систем Сонце → Земля → Космос:

$$\Delta N_{ДИСБ} = N_{CP \rightarrow ЗЕМЛЯ} + (N_{BE} + \leftarrow N_{ЗЕМЛЯ \rightarrow КОСМОС}) - \rightarrow N_{ЗЕМЛЯ \rightarrow КОСМОС}$$

Структурну модель ГП наведено на рис. 5.

Великі маси льодовиків до початку процесу ГП (до початку масштабної індустріалізації ЕДЛ) були зосереджені: в Антарктиді (до 90 % –

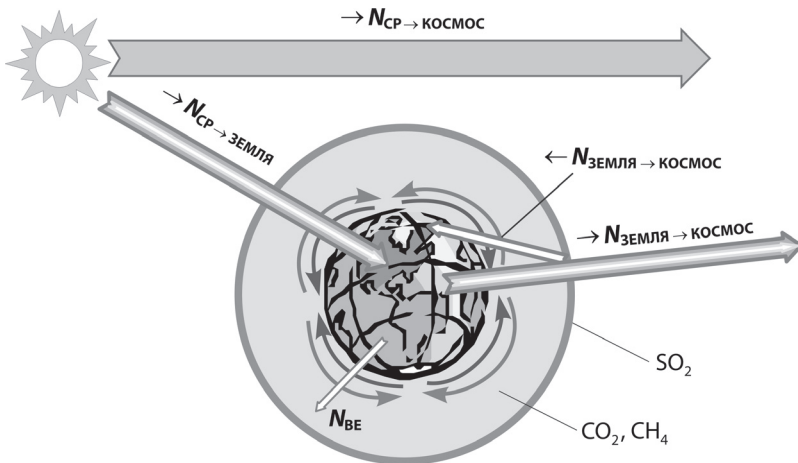


Рис. 5. Структурна модель чинників глобального потепління:

$\rightarrow N_{ЗЕМЛЯ \rightarrow КОСМОС}$ – випромінювання Землі у Космос; $\leftarrow N_{ЗЕМЛЯ \rightarrow КОСМОС}$ – повернення випромінювання Землі внаслідок парникового ефекту; N_{BE} – негентропія вивільненої при спалюванні BE теплової енергії

$2,7 \cdot 10^{16} \text{ м}^3$)¹, Північно-Льодовитому океані, сніговому покриві гірських вершин Гімалаїв (Азія) та Кіліманджаро (Африка), а також великих масивах вічної мерзлоти у північному регіоні (тундрі). В початковий перехідний період процесу ГП *дисбалансна негентропія* ($\Delta N_{\text{ДИСБ}}$) поглиналася порівняно великою масою льодовиків з виконанням роботи їх поступового танення: фазовий перехід лід→вода (оскільки $N_{\text{ВОДИ}} > N_{\text{ЛЬОДУ}}$), як відомо з термодинаміки, протікає без зміни величини температури.

На сьогодні вже понад 70 % льодовиків Антарктиди перетворилися на воду, снігові покриви Кіліманджаро повністю розтанули, а танення снігів вершин Гімалаїв доходить кінця.

Від браку прісної води сьогодні потерпає близько 1,5 мільярда населення планети.

Льодовики північно-полярного регіону, відповідно до інформації НАСА, швидко розтануть, що призведе до підвищення рівня води океану в Північному регіоні до 7 м.

Сьогодні відсутні аналітичні багатовимірні (повні) *моделі динаміки процесів* ГП. Реальні процеси в довіллі, зокрема ГП, сприймаються виключно *феноменально*, тобто крізь призму феноменів (коли вже можна сприймати безпосередньо, «мацати»). Тому реальний процес ГП у початковий перехідний період очевидно не проявлявся і був слабо відчутний, а поняття потепління, яке асоціюється перш за все з відчуттям безпосереднього зростання температури, тобто потеплінням життєвого простору, дає можливість псевдонауковій еліті спекулювати темою ГП, а саме констатувати, що ніякого потепління немає, а, навпаки, йде *глобальне похолодання* і т. д.

Наведу низку прикладів:

У березні 2004 р. Пентагон опублікував заяву – «...шум навколо ГП є лише науковою спекуляцією...» (?)

У 2005 р. група російських вчених від нафто-газової та ядерної енергетики передали президенту Росії В. Путіну листа з псевдонауковим обґрунтуванням: «ГП це *блеф*»? А через кілька тижнів Російська Дума ратифікувала Кіотський Протокол – всупереч категоричній відмові ратифікувати його раніше (мабуть, злякалися втратити шанс отримання «прибутку» за «недовикиди» в атмосферу парникових газів відповідно до Кіотського Протоколу, який був прийнятий світовим форумом з проблеми ГП, Кіото, 1997 р.).

У лютому 2006 р. ряд академіків АН Російської Федерації оприлюднили ідею, без відповідного наукового обґрунтування, тобто без *моделі*

¹ На сьогодні в Антарктиді залишилося не більш ніж 20 % льодовиків з постійною тенденцією до зменшення.

енергетичного балансу цього феномену, про те, що наступає глобальне похолодання (льодовиковий період).

Мабуть, не дарма кажуть: «умом Россию не понять».

Подібного погляду дотримуються окремі представники НАН України та Інституту сталого розвитку (див. підрозділ «Сталий економічний розвиток людської спільноти» (ЕДΛ_{СР})).

Сьогодні все частіше можна почути думки про наступ незвичного похолодання, а не глобального потепління. Склалося враження, що виникнення версії «наступу глобального похолодання» пов'язане з фрагментарним епізодом похолодання узимку 2005/2006 рр. (коментар буде наведений після короткого розгляду термодинамічної суті самого процесу ГП).

Доречно навести цитату екс-віце-президента США, лауреата Нобелівської премії 2007 р. А. Гора: «...А оскільки криза все-таки має описуватися мовою науки, то ми виявляємося чутливими також до оманливих запевнень невеликої групи в науковій спільноті, яка переконує, що загроз немає. Кілька вчених, наприклад, вважають, що глобальне потепління, за словами професора Массачусетського технологічного інституту Річарда Ліндзена, є головно політичним питанням без наукової основи. Їхні погляди іноді виявляються надто вагомими... Щоб протистояти цьому цинічному підходу, ми повинні взяти до уваги у майбутньому всі елементи невідомості, що продовжуватимуть ускладнювати дискусії про екологічну кризу. Нам слід починати з дебатів на тему глобального потепління, оскільки, будучи лише однією із кількох стратегічних загроз, воно стало потужним символом масштабнішої кризи і фокусом загальних обговорень щодо того, чи глобальне потепління існує взагалі. Фактично, деякі люди, схоже, сподіваються, що в разі спростування серйозності глобального потепління їм взагалі більше не доведеться перейматися через екологічну кризу» [6, розділ «Тінь від нашого майбутнього»].

Процес ГП, початок якого був спровокований масштабним спалюванням ВЕ, розвивається під впливом двох термодинамічних збудувачів (ТЗ):

1. *Пряме теплове «забруднення»* ЕЗ негентропією вивільненої при спалюванні ВЕ теплової енергії.

Сьогодні воно втратило свій значущий вплив на поточний розвиток процесу ГП через масштабні лісові пожежі, які супроводжуються в 30–40 разів більшими викидами парникових газів в атмосферу порівняно зі спалюванням ВЕ.

2. *Опосередковане забруднення* ЕЗ, яке пов'язане з появою дисбалансної негентропії ($\Delta N_{\text{ДИСБ}}$) через дію парникового ефекту.

Саме цей останній ГЗ є сьогодні визначальним у формуванні динаміки розвитку ГП і глобальної зміни клімату (ГЗК).

Термодинамічний механізм формування процесу ГП такий.

Унаслідок наявності $\Delta N_{\text{ДИСБ}}$ відбувається в першу чергу танення льодовиків. Нагріті водяні пари в приекваторіальному регіоні піднімаються з поверхні океану вгору і на основі термодинамічної засади – *термосифону* рухаються в напрямку полюсів, де поглинаються льодовиковою масою планети в процесі танення останньої, витісняючи холодне повітря. Повітряні потоки рухаються низом (вони важчі) у протилежному напрямку, тобто в бік екватора. Інтенсивність повітряних потоків у цьому колообігу постійно зростає у супроводі транзитних штормів з локальним затопленням окремих регіонів на материку. Руйнівні дії цих повітряних потоків сьогодні вже сприймаються *феноменально* як реальність, і за допомогою ЗМІ більшість людей знає про їхні небезпечні наслідки.

Після перетворення льодовиків Антарктиди, Північно-Льодовитого океану, а також значного підвищення температури тундри (вічної мерзлоти) можна очікувати наступний період ГП – *глобальну посуху*, яка в окремих регіонах уже має певні прояви. Тривалість цього періоду очікується порівняно незначна. Сьогодні посуха проявляється поки що в окремих регіонах Африки, Середньої Азії та Італії.

Період посухи пов'язаний з накопиченням в атмосфері водяних парів, які через відсутність у регіональних екосистемах (їхня географія постійно розширюється) «холодильника» не можуть конденсуватися.

У наступному періоді ГП (після короткотривалої посухи) можна очікувати швидке підвищення температури в життєвому просторі ЕЗ, коли вся $\Delta N_{\text{ДИСБ}}$ витратиться виключно на її нагрів, тобто це підвищення температури призведе до нищівних наслідків для всієї живої природи, оскільки остання нездатна синхронно до швидкої ГЗК здійснювати біологічну адаптацію.

Примітка. Адаптація біоорганізму до зміни клімату відбувається через корегування генетичних програм (шляхом мутації з природним відбором) майбутніх поколінь.

Найбільш швидко розвиватимуться і формуватимуть новий «живий світ» біологічні організми, які адаптовані до виживання в широкому діапазоні температур середовища (наприклад, «морський ведмідь» (його треба розглядати під лупою), який, за даними телевізійної програми «Discovery», зберігає життєздатність у діапазоні температур $-150...+300$ °С).

Річне підвищення рівня океану на кінець ХХ ст. становило 0,89 см/рік, а підвищення температури в життєвому просторі ЕЗ – $\approx 0,8$ °С.

Коротко розглянемо ще один чинник ГП – так званий *сірчаний ангідрид* (SO_2).

Наприкінці ХХ ст. основним ТЗ процесу ГП вважався дисбаланс енергообмінної взаємодії систем Сонце→Земля→Космос через наявність в атмосфері парникових газів. Однак реальне протікання процесу ГП істотно випереджало його статистичні модельні прогнози. Зокрема, реальний річний енергетичний дисбаланс на кінець ХХ ст. перевищував вивільнену при спалюванні ВЕ теплоту в три рази і становив $\approx 3,04 \cdot 10^{14}$ кВт·год.

У 2000 р. було виявлено ще один чинник впливу на процес ГП. Ним виявився сірчаний ангідрид SO_2 , який накопичився у верхніх шарах атмосфери, – продукт спалювання перш за все вугілля та нафтопродуктів.

SO_2 віддзеркалював у Космос частину СР, яка надходила на Землю. Таким чином, ЕЗ отримувала меншу $N_{\text{СР}}$. Це до певної міри сповільнювало розвиток ГП. Водночас активізувався так званий *процес самоочищення* атмосфери від SO_2 шляхом випадання «кислотних» дощів, що поступово спричинило відновлення отримуваної Землею СР. Тому реальна інтенсивність процесу ГП почала швидко зростати.

Варто коротко розглянути ще один чинник *деградації довкілля*, що пов'язаний безпосередньо з процесом ГП. Йдеться про руйнацію тонкого шару озону (O_3), розташованого поверх атмосфери.

Озон є не тільки активним бактеріальним фільтром, а також і фільтром ультрафіолетового випромінювання в спектрі СР, яка надходить на Землю. Озонова плівка, товщина якої становить всього декілька міліметрів, обмежує надходження ультрафіолетової радіації, яка для сформованого біоорганізму є небезпечною.

Метан, який є складовою парникових газів, є також чинником, що руйнує озонову плівку.

До ГП мало місце квазіусталене уявлення щодо рівноваги озонового шару, який зумовлював неповне надходження СР в ультрафіолетовій спектральній області, до якої адаптована фауна і флора Землі. Руйнація озонового шару збільшує надходження ультрафіолетової області СР.

Повномасштабне надходження СР в ультрафіолетовій області спектра є небезпечним перш за все для неадаптивних живих організмів, зокрема для людини. Цей чинник деградації довкілля (руйнації озонового шару) істотно підсилюється глобальним потеплінням.

Пояснимо механізм цієї руйнації.

Ще до очевидних феноменальних проявів ГП було помічено руйнацію озонового шару *хладонами* – *сполуками фтору*, які широко застосовували в холодильній техніці (їх називають фреонами). Було розроблено

новий стандарт, який дозволяв застосовувати виключно *хладони озоностійкі*. Водночас і використання в холодильній техніці *озоноруйнівних хладонів* не було надто істотним в сенсі шкоди довкіллю в цілому порівняно з накопиченням за останній час в атмосфері метану. *Метан* входить до переліку парникових газів, але він є більш небезпечним у порівнянні з CO_2 , оскільки він може зберігатися в атмосфері тривалий час.

Звідки береться в атмосфері метан?

Перше джерело – це тваринництво в сільському господарстві. Однак цей метан не порушував рівноваги у відновлюваних процесах ЕЗ.

Друге джерело (потенційне) – це масштабне виділення метану із болотистої тундри (вічної мерзлоти до ГП) після її нагріву внаслідок ГП.

На початку 2004 р. з'явилися «наукові» думки про наступ *глобального похолодання*, що має сприйматися таким чином: «не треба боятися гіпотетичного ГП».

Виникає резонне запитання: що ж відбувається насправді в контексті класичної термодинаміки?

Пояснення цього феномену на «побутовому» рівні просте: відбувається інтенсивне *вимивання холоду* із холодних полюсних регіонів унаслідок спонтанного зростання інтенсивності *термосифонних* теплових потоків, які не дають можливості повітряним потокам, що прямують від полюсів у бік екватора, належним чином прогріватися.

Це дало привід багатьом «авторитетним» ученим стверджувати, що нібито має місце «глобальне похолодання», яке насправді є ілюзією.

Отже, яким чином пояснити механізм дії похолодання на фоні процесу глобального потепління?

Такий феномен може мати місце у разі відносно *спонтанного* розвитку самого процесу ГП.

Але що ж тоді зумовлює спонтанний розвиток ГП? Відповідь така: спонтанний розвиток ГП зумовлює включення в процес *додатного зворотного зв'язку* (самопідсилення), який збурується появою *додаткових парникових газів*, що накопичуються в атмосфері.

Додаткові парникові гази, своєю чергою, виділяються внаслідок лісових пожеж, що останнім часом набули масштабного розмаху і супроводжуються викидами в атмосферу парникових газів, які в 30–40 разів перевищують викиди при спалюванні ВЕ. Тільки в одній Росії за останні роки згоріло понад 600 млн га лісових масивів, а в 2006 р. з'явилося ще понад 130 нових осередків пожеж (за даними супутникового спостереження).

В Австралії більше місяця (за даними на лютий 2007 р.) не вдалося погасити лісові пожежі, які могли завдати шкоди Мельбурну.

І знову логічне запитання: чому ж з'являються масштабні лісові пожежі? Через те, що внаслідок ГП ліси стають сухішими.

Спочатку пожежі з'являлися через ментальну безвідповідальність відпочиваючих – кидання недопалків. Згодом, за умови досягнення відповідної сухості лісів, причиною пожежі стає блискавка.

Наукова та керівна еліта сучасної світової спільноти, яка зберігає реальний вплив на хід історії, нездатна створювати аналітичні прогнози динаміки розвитку ГП з передбаченням його згубних наслідків *pro futurum*.

Переконалим доказом цього є безрезультатні щорічні світові форуми з екологічної проблематики, зокрема форум у Кіото (1997), світовий форум «Земля» в Йоганнесбурзі (2002) з проблеми «стійкого розвитку цивілізації» та багато інших, які щоразу зазнавали повного фіаско. Вони не змогли прийняти життєво необхідне рішення про нагальний перехід до енергозабезпечення на основі сонячної енергетики як єдиного шансу призупинити процес ГП з його руйнуванням ЕЗ та продовжити розвиток цивілізації *без зростання ентропії*.

Світовий науковий форум з проблеми глобального потепління, який відбувався в лютому 2007 р. в Парижі, коли феноменальне сприйняття ГП досягло критичного рівня, вперше був змушений недвозначно визнати *реальність* процесу ГП та його катастрофічно прогресуючий розвиток, а також визнати і те, що *ГП спровоковане ірраціональною діяльністю самої людини*.

Можливо, сьогодні процес ГП вже сягнув критичного рівня – незворотності.

Критерії повноцінної альтернативної відповідності донора негентропії

На рис. 7 наведено модель *упорядкованого розвитку планетарної цивілізації (ЕДЛ_{уп}) без зростання ентропії*.

Для усвідомлення цієї можливості необхідно передусім чітко визначити вимоги до *енергетичного джерела – донора N*.

Апріорі можна стверджувати, що тільки *негентропія сонячної радіації (N_{СР})*, яку безперервно отримує Земля, є чистою з екологічного погляду (живий світ, у тому числі й людина, повністю адаптований до неї) і невичерпною *рушійною силою* вічного життя.

Вимоги (критерії) альтернативної відповідності *донора негентропії* наведені нижче.

Екологічна безпека

Альтернативне джерело-донор негентропії не може створювати побічні негативні ефекти при його використанні: засмічувати життєвий простір підвищеною радіацією, канцерогенними й токсичними речовинами, призводити до зміни клімату в ньому, зокрема викидати в атмосферу парникові гази, які є збурювачами процесу ГП, тощо.

Екологічна безпека сонячної радіації апіорі є очевидною і не вимагає додаткових коментарів. Сонце існує і насичує своєю радіацією життєвий простір Землі вже понад вісім мільярдів років – набагато раніше від появи самої людини. Людина як продукт Природи з'явилася саме в умовах постійного надходження в життєвий простір ЕЗ сонячної радіації з квазіусталеним кліматом.

Біологічні структури флори і фауни, в тому числі й людина, здатні адаптуватися до природних кліматичних змін довкілля в природному реальному масштабі часу, за винятком раптових і надшвидких змін – зіткнення Землі з космічним тілом, спонтанний розвиток процесу ГП в ЕЗ тощо.

Достатність негентропійної потужності

Інтенсивність сонячного випромінювання в Космос становить $3,9 \cdot 10^{23}$ кВт.

Відстань між центрами Землі й Сонця сягає 150 млн км.

Площа поверхні Землі становить $5,1 \cdot 10^8$ км², а поверхні суші (29,2 %) – $1,5 \cdot 10^8$ км².

З урахуванням цих даних, а також «прозорості» атмосфери Землі по відношенню до СР, річне надходження СР до Землі становить:

на всю поверхню – $1,1 \cdot 10^{18}$ (кВт·год)/рік, або $1,5 \cdot 10^{14}$ т у. п.¹/рік;
на сушу – $3,2 \cdot 10^{17}$ (кВт·год)/рік, або $3,8 \cdot 10^{14}$ т у. п./рік.

Сумарна потреба у вивільненій при спалюванні ВЕ (або при ядерній реакції на АЕС) негентропії теплової енергії для забезпечення життєздатності сучасної індустріалізованої ЕДЛ становить $1,6 \cdot 10^{14}$ (кВт·год)/рік.

Якщо реальний ККД використання $N_{\text{СР}}$ прийняти навіть $\geq 35\%$, то кратність забезпечення потреби в негентропії сонячної радіації ($N_{\text{СР}} \gg N_{\text{ВЕ}}$) становить **понад 2000 разів**.

¹ у. п. – умовне паливо.

Достатність негентропійного потенціалу

Температура фотосфери на поверхні Сонця становить 5800...5900 К, що забезпечує високий потенціал N_{CP} : $N_{CP} = 1 - \frac{298}{5850} = 0,95$, набагато вищий від N_{BE} ($N_{CP} \gg N_{BE}$).

Сьогодні ведуться інтенсивні дослідження щодо пошуку прямого перетворення CP в електроенергію. Ейфорія успіху, пов'язана зі створенням фотоперетворювача на основі напівпровідника арсеніду галію (сполуки миш'яку з галієм), який забезпечує ККД близько 35 %, була порівняно нетривалою. В умовах експлуатації виділяється токсичний миш'як, а сам перетворювач швидко деградує. Це призвело до призупинення їх промислового виробництва.

Разом з тим США здійснили заміну на космічному кораблі кремнієвих сонячних фотобатарей на арсенід-галієві (березень 2002 р.), вважаючи, що для Космосу така заміна є виправданою з економічного погляду і допустимою – з екологічного.

У 2000 р. з'явилася інформація про те, що австралійським винахідникам вдалося досягти для фотоперетворювачів із кремнію величини ККД 24,5 % (див.: ЕНЕРГОінформ. – 2000. – № 7). Це призвело до істотного зниження їхньої вартості на світовому ринку.

У вересні 2002 р. радіо «Свобода» сповістило про те, що в США досягнуто величини ККД фотоперетворювачів із кремнію, яка становить близько 40 %.

Виходячи із високої N_{CP} , резерв наукового пошуку отримання промислових перетворювачів CP на електроенергію нового покоління з вищим ККД ще далеко не вичерпаний.

Сьогодні ведуться інтенсивні пошуки отримання перетворювача на біологічно-молекулярній основі з очікуваним істотно вищим ККД. Результати пошуку здаються вповні ймовірними. Тому витрати на експерименти зі створення такого перетворювача ($N_{CP} \rightarrow$ електроенергія) нового покоління апіорі можна вважати виправданими.

Доречно зазначити, що інвестиційні витрати на створення промислового водневого електрогенератора (ВПЕ – водневого паливного елемента), який за своєю термодинамічною суттю є прототипом *біоелектрогенератора* на клітинному рівні (Природа його вмонтувала в кожен клітину теплокровного організму), перевищили 300 млрд дол. США. Нагадаю: ККД прямого отримання електроенергії за допомогою ВПЕ вже наближається до 0,95.

Таким чином, N_{CP} повністю відповідає вимозі потенційної негентропійної достатності.

Негентропійна невичерпність

Інтегральний потік сферичного випромінювання CP у космічний простір становить $3,9 \cdot 10^{23}$ кВт, що при загальній масі Сонця $2 \cdot 10^{30}$ кг відповідає поточній її втраті $4 \cdot 10^9$ кг/с. Швидкість обертання Землі навколо

Сонця постійно сповільнюється, що зумовлює обмеженість прогнозованого строку існування планети Земля до $\approx 1,1$ млрд років. За цей час ядерне паливо Сонця втратить масу в $1,3 \cdot 10^{25}$ кг (0,0007 %).

У міру наближення Землі до Сонця (сьогодні промені СР досягають Землі за 8 хвилини) швидкість надходження СР на Землю дещо зростатиме. Упродовж першого мільйона років це зростання не перевищить 0,001 %.

Очевидно, що сумарний потік СР, яку отримує Земля, задовольняє вимогу *негентропійної невичерпності*.

Вільний і безумовний доступ до джерела-донора N

Оскільки фундаментальною (базовою) основою розвитку фауни і флори на Землі, зокрема планетарної людської спільноти включно з ЕДЛ, є безперервне виконання роботи за рахунок отримуваної негентропії, то отримання останньої від ВЕ означає пряму залежність розвитку людської спільноти від наявності ВЕ та надійності їх отримання.

Ресурси ВЕ розташовані в земній корі за регіонами. Така ситуація зумовлює їх «приватизацію» де-факто окремими державами або приватними структурами. В контексті впорядкованого розвитку людської планетарної ЕДЛ без зростання ентропії така ситуація є, на моє глибоке переконання, вочевидь ірраціональною.

Оскільки ВЕ є продуктами Природи, доступ до них повинен бути об'єктивно вільним.

Водночас, як показує аналіз історичного досвіду розвитку цивілізації, переважна частина отриманої нею донорської негентропії від ВЕ не виправдано витрачається на *їх добування і транспортування*. Окрім цього, добування й отримання ВЕ часто здійснюється у супроводі витратних «дипломатичних» або навіть «силових» прийомів. Яскравий приклад – нинішня *газова проблема*, зокрема в Україні.

Ризики транспортування ВЕ сьогодні швидко зростають.

Така ситуація, на моє переконання, не може бути виправданою і віднесеною до впорядкованого розвитку людської спільноти. Вона є глобально-синтетичною ситуацією, створеною самою людиною в конфлікті з Природою, що істотно спотворює та обмежує розвиток нашого буття, точніше, повністю виключає впорядкований (раціональний) розвиток людської спільноти. Думаю, що сучасна планетарна людська спільнота втратила статус *homo sapiens*.

СР надходить розпорошено на всю поверхню Землі. Тому вона є реально доступною кожному суб'єкту людської спільноти.

СР не може бути «приватизованою», оскільки вона, як і людина, є продуктом самої Природи, а не продуктом діяльності людини.

«Яйце приватизує курку» – абсолютний нонсенс?!

Державно-етнічна та регіональна структурованість людської планетарної спільноти зумовляє територіальну приватизацію ресурсів ВЕ. А це, в свою чергу, ставить розвиток ЕДЛ окремих держав в *енергетичну залежність* від примх «власника» ресурсів ВЕ.

Вимозі (критерію) *вільного і безумовного доступу* до донора N для впорядкованого (раціонального) розвитку людської спільноти без зростання ентропії цілком відповідає СР, яку отримує планета Земля.

ЕЗ та її підсистема ЕДЛ в Сонячній системі є *енергообмінною відкритою системою*. Тому єдиним шансом людської спільноти вижити є трансформація її поточного безсистемного розвитку в *упорядкований розвиток без зростання ентропії* шляхом переходу до первинного донора N – сонячного забезпечення негентропією.

Термінологічна плутанина у проблематиці «енергозабезпечення»

Проаналізуємо деякі терміни та поняття зі сфери енергозабезпечення, які, на мою думку, не відповідають їхній глибинній термодинамічній суті і створюють у спілкуванні неоднозначність (плутанину).

Енергозбереження

Як зазначалося вище, в основі мого світоглядного переконання лежить таке положення:

Природа (Всесвіт) є цілісною енергообмінною динамічною системою з незмінним енергонаповненням та безперервним колообігом енергетичних перетворень у надзвичайно широкому спектрі.

Сонячна енергія для Землі є *первинним* (не альтернативним!) донором N (роботи), яка для розвитку флори і фауни, включно з людською спільнотою, є життєво необхідною, оскільки саме «життя» в ЕЗ, так само, як і утворені ВЕ на планеті Земля, з'явилося саме завдяки наявності донора негентропії – $N_{CP} (N_{CP} \gg N_{BE})$.

Тільки N_{CP} здатна забезпечити повноцінний і повномасштабний упорядкований, тобто раціональний, розвиток людської спільноти на Землі *без зростання ентропії* (без втрати «життєздатності») [30, 31, 39].

Жодна система не може проявляти «життєдіяльність» без безперервного виконання витратної роботи. Так, для теплокровного біологічного організму, зокрема людини, це робота серця, органів дихання, синтез ферментів, переміщення організму в просторі, інтелектуальна діяльність тощо.

Організм людини з їжею отримує N_{CP} , яка попередньо накопичилася в первинній їжі рослинного походження у процесі фотосинтезу.

Сьогодні N_{CP} , яка надходить на Землю, використовується повномасштабно тільки флорою і фауною. Забезпечення «життя» біологічної системи людини, тобто забезпечення виконання функціональної роботи її органів (сумарна робота легко визначається шляхом безпосереднього калориметрування метаболічних тепловиділень), здійснюється саме за рахунок отримання накопиченої в їжі N_{CP} . Отже, організм людини отримує її з їжею рослинного та тваринного походження (див. рис. 6).

«Життя» організму людини забезпечується виконанням роботи накопиченою в рослинній та тваринній їжі N_{CP} . У порівнянні зі споживанням N_{BE} (негентропії теплової енергії, вивільненої при спалюванні BE для забезпечення розвитку сучасної індустріалізованої ЕДЛ) вона не перевищує 4,6 %.

Поняття «енергозбереження», що останнім часом для людської спільноти стало нагальним цільовим завданням, згідно з класичною термодинамікою є абсурдним: його можна тлумачити як «збереження» *Природою її енергетичного наповнення внаслідок ілюзорної підозри в можливому його витіканні за «межі» Природи (?)*.

Читач може мені заперечити: оскільки BE , які є ресурсами Землі і які сьогодні є основою «енергозабезпечення» життєздатності та розвитку сучасної цивілізації, вичерпуються, то термін «енергозбереження» слід тлумачити як раціональне використання BE шляхом удосконалення процесів енергоперетворень у сучасних промислових технологіях. Тоді, на мою думку, необхідно таке завдання назвати своїм іменем: *раціональне використання ресурсів BE* .

Збереження ресурсів BE можна досягти дуже просто: необхідно їх не видобувати, тобто залишити в надрах Землі, і перевести «енергозабезпечення» розвитку людської спільноти на основу зовнішнього щодо Землі донора N .

Таким джерелом невичерпної та екологічно чистої N є N_{CP} , яку Земля безперервно отримує, перевищуючи рівень задоволення потреби у понад 2000 разів.

Альтернативне джерело енергозабезпечення

Це термінологічне словосполучення сьогодні є доволі популярним.

Поняття «альтернативний» (з лат. *alternare* – один із двох) означає необхідність вибору однієї з двох чи більше можливостей, яка виключає всі інші.

Щодо ВЕ саме критерій (вимога) *негентропійної еквівалентної достатності* сьогодні є **єдиним** критерієм, який лежить в основі вибору заміни ВЕ. Водночас негентропія сонячної енергії (N_{CP}) для ЕЗ з її підсистемами (зокрема ЕДЛ) є **первинним** джерелом-донором N .

Герман Дейлі, якого сьогодні вважають ідеологом концептуальної моделі сталого розвитку ЕДЛ (ЕДЛ_{CP} – див. рис. 6), називає ресурси Землі – ВЕ – «*матерією/енергією*» [7]. Він вважає, що ВЕ є *первинним* джерелом «енергозабезпечення» розвитку ЕДЛ, а сонячна енергія, яка має вищу N_{CP} і яка надходила на Землю ще до появи *homo sapiens* (саме вона і зумовила утворення ВЕ) і безперервно продовжує надходити, є тільки *альтернативною*.

Апріорі це є абсурдом, оскільки $N_{\text{ВЕ}}$ (накопичена N_{CP} у потенційну негентропію ВЕ) є *альтернативною* щодо N_{CP} , при цьому *неповноцінною* (не відповідає іншим критеріям-вимогам). Я переконаний, що такий вибір пошуку альтернативи в проблематиці «енергозабезпечення» нагадує пошук чорного kota в темній кімнаті, коли апріорі відомо, що його там немає.

Оскільки всі інші донори N у Сонячній системі, які використовуються в діяльності людини (ядерна енергія, біогаз тощо), є *синтетичними*, а отже *вторинними* і *вичерпними*, вони апріорі нездатні бути повноцінною альтернативою постачання негентропії, необхідної для забезпечення подальшого розвитку ЕДЛ (вони не є постійними джерелами й обмежені виключно функціонально-негентропійною альтернативою).

Пошук альтернативних щодо ВЕ донорів N для утримання подальшого розвитку ЕДЛ виник, по суті, внаслідок феноменального, тобто безпосереднього, відчуття вичерпності ВЕ в контексті деградації довкілля.

Виключно функціонально-негентропійний підхід до оцінки альтернативності нових джерел-постачальників негентропії створює надто значний прихований ризик вважати їх основою подальшого розвитку ЕДЛ, оскільки вони апріорі не можуть претендувати на забезпечення *упорядкованого розвитку* цивілізації *без зростання ентропії*.

Саме в цьому, на моє глибоке переконання, полягає стратегічна помилка Г. Дейлі: вважати модель *сталого розвитку* людської спільноти раціональною перспективою подальшого її розвитку.

Такий глобальний ментальний підхід у тлумаченні поняття *альтернативного джерела* «енергозабезпечення» свідчить про безсистемний нищій розвиток людської спільноти – енергетика для енергетики, наука для науки, економіка для економіки, екологія для екології, медицина для медицини, політика для політики, духовна сфера для духовної сфери і т. д., без урахування об'єктивної взаємодії всіх складових розвитку в цілісній системі реального світу – динамічних процесів у колообігу енергоперетворень.

Глобальний процес «надприватизації» в усіх сферах розвитку людської спільноти, наприклад приватизація ділянок на поверхні Місяця, великих виробничих потужностей тощо, які є продуктами Природи або сукупної діяльності людської спільноти, а не продуктами діяльності окремої людини чи групи людей, сьогодні став пріоритетним напрямом безсистемного розвитку сучасної цивілізації, в тому числі України.

Уже навіть проводяться наукові семінари на тему так званого сонячного долара у контексті *приватизації негентропії сонячної радіації*, яку Сонце постачає Землі за дарма. То хіба це не очевидне спотворення сучасного розвитку цивілізації на Землі?

У Сонячній системі *негентропія сонячної радіації* (N_{CF}) є найвищою і щодо будь-якого джерела-донора N , яке є ресурсом Землі, наприклад BE , або іншого *синтетичного* джерела, з екологічного погляду є найчистішою.

Усі інші джерела, в тому числі BE , є, навпаки, екологічно «брудними» джерелами «енергозабезпечення» і, крім того, *вичерпними*.

На моє глибоке переконання, місія науки полягає в тому, щоби бути дороговказом упорядкованого розвитку планетарної людської спільноти без зростання ентропії.

Відновлювальна енергетика

Поняття «відновлювати» означає приводити систему до *попереднього стану* [47].

Термін «енергетика» (від англ. *energetics*) означає галузь господарства, яка вивчає використання енергетичних ресурсів Землі, зокрема BE , їх видобування, переробку і транспортування, а також використання різних видів «енергії». Іншими словами, термін «енергетика» належить до традиційних джерел «енергозабезпечення» на основі BE , які є ресурсами Землі.

Дієздатність та розвиток ЕДЛ не може здійснюватися без виконання відповідної роботи, яка завжди є витратною. Виконання потрібної роботи не можна ототожнювати з традиційним поняттям «споживання енергії».

Слід згадати, що, відповідно до 1-го фундаментального закону класичної термодинаміки, «енергія» як така (моє уточнення – *енергонаповнення*) в Природі є *незмінною*. А це означає, що «енергія» не може бути «спожитою». Робота, яка забезпечує дієздатність та розвиток ЕДЛ, є не більше ніж процес перетворення енергії.

Нас цікавить система–*донор роботи*, а не система–*джерело «енергії»*. Вода в річці чи в океані, повітря навколишнього середовища (з урахуванням руху атомів, молекул тощо – кінетичної енергії елементарних енергоносіїв) має відповідне *енергонаповнення*, тобто є джерелом «енергії». Однак, нам чомусь потрібні ВЕ – *нафта, газ, вугілля, уран* тощо або їх псевдоальтернативні джерела «енергії» (біогаз, ріпакова олія, газ із вугілля тощо). Це означає, що нам потрібна лише система з таким наповненням енергоносіями, яка здатна бути донором виконання необхідної роботи (докладніше у наступному розділі «Нові поняття й терміни»).

Сонячна радіація як джерело екологічно безпечної негентропії найвищого потенціалу в контексті «енергозабезпечення» ЕДЛ сьогодні відносять до такого джерела, в якому його негентропійне наповнення постійно поповнюється від зовнішнього (космічного) джерела-донора N_K за умови, що $N_K > N_{CP}$.

Сонце не *відновлює* негентропію за рахунок постійного отримування N_K , а безперервно її *генерує* в процесі внутрішньої ядерної реакції (внутрішнього процесу енергоперетворення) за рахунок використання власного ресурсу ядерного енергоносія. Тому ядерний ресурс Сонця є також *вичерпним*. Однак, оскільки його вистачить ще на близько 5 мільярдів років, а прогностичний термін існування планети Земля сьогодні визначається в близько 1,1 мільярда років, то отримання Землею N_{CP} можна вважати *невичерпним*.

Сьогодні з'являються синтетичні «альтернативні» носії негентропії, зокрема біогаз, до яких вдаються в контексті проблеми «енергозабезпечення». Їх певною мірою можна віднести до відновлюваного джерела негентропії, однак не до альтернативного, оскільки він не відповідає критерію-вимозі екологічної безпеки.

В Україні в контексті проблеми «енергозбереження» з'явилося нове поняття – *відновлювальна енергетика*. Що воно означає?

Якщо це справді відновлювальна галузь господарства, тобто відновлювальна ЕДЛ, то до якого *попереднього* стану вона відновлюється?

Поняття «відновлювальна енергетика» не має однозначного тлумачення і не відповідає глибинній суті завдання «енергозабезпечення». Якщо термін «енергетика», виходячи із наведеного тлумачення, означає використання різних видів енергії, то залишається незрозумілим, які саме види джерел енергії він охоплює, чи охоплює види, що є ресурсами Землі (?), і наскільки вони перспективні як альтернативне «енергозабезпечення» ЕДЛ(?).

У термодинаміці, коли йдеться про відновлення енергії (джерела) до стану можливого його повторного використання, такий процес визначається терміном «рекуперація» (з лат. *recuperatio* – зворотне одержання), що означає повернення енергонаповнення системи до стану можливого повторного використання. Інакше кажучи, частина енергонаповнення з початковим рівнем негентропії N_1 , яка виконала певну роботу і деградувала до рівня N_2 ($N_1 > N_2$), може бути рекуперована (відновлена) шляхом отримання негентропії N_3 від стороннього енергетичного джерела з вищим її рівнем – $N_3 > N_1$ (див. рис. 8). Слід пам'ятати, що це можливе за умови $E_{N_3} > E_{N_1} > E_{N_2}$, що спричинене наявністю в реальному світі незворотної (втратної) передачі N у навколишнє середовище з розпорощенням у ньому внаслідок *безумовної* і *вільної* взаємодії систем з різними термодинамічними рівнями N . Цей принцип термодинаміки широко використовується в *теплонасосних установках* [37, 42], а також на транспортних засобах з електричним приводом (отримання електроенергії в зворотному процесі, наприклад при гальмуванні трамвая).

Примітка: Негентропія коня (як біологічної системи), тобто здатність виконувати ним роботу, є *відновлюваною*. Виконавши певну роботу, він вичерпає свою здатність до її подальшого виконання. Для відновлення цієї здатності виконати роботу знову його необхідно нагодувати їжею рослинного походження, в якій є відповідний резерв накопиченої N_{CP} .

Не обгрунтована належним чином пріоритетність у сфері «енергозабезпечення» її складової – *вітроенергетики* як «визначальної», незважаючи на те, що вітрова енергія є *відновлюваним джерелом негентропії* внаслідок постійного надходження N_{CP} в ЕЗ і до певної міри її можна вважати екологічно чистою і практично невичерпною.

Водночас її сучасний розвиток на основі високообертових вітроагрегатів має дві особливості (застереження):

- а) сучасна ситуація розподілу вітрових потоків на поверхні Землі в контексті глобальної зміни клімату внаслідок катастрофічного загострення ГП постійно міняється і не дає змоги ефективно ви-

користувати вітрову енергію за допомогою стаціонарних вітроагрегатів;

- б) у шумовому аеродинамічному спектрі, який генерує високообертвий вітроагрегат, мають місце яскраво виражені психотропні частоти 3...7 Гц. Відповідно до досліджень, які були проведені в США, перебування людини в аеродинамічному полі високообертового вітроагрегату протягом 5–10 років негативно впливає на її психічний стан – спостерігаються незворотні психічні «зсуви».

У розвинених країнах, зокрема європейських, наявні вітроагрегати інтенсивно переводять з режиму отримання електроенергії в режим електролізу води (розщеплення води на водень і кисень) з подальшим використанням здобутого *енергоносія водню* та окислювача *кисню* для синтезу води за допомогою *водневих паливних елементів* (ВПЕ) з отриманням електроенергії в міру поточних потреб, тобто вирішуючи проблему акумулювання N_{CP} . По суті, це є *негентропійна рекуперація* кінетичної «енергії» повітряних потоків за рахунок безперервного отримування N_{CP}

Примітка: Президент США п. Буш офіційно виголосив про повне завершення до 2020 р. переходу всієї електроенергетики на сонячно-водневу основу. На мою думку, це і є причиною категоричної відмови США ратифікувати Кіотський Протокол про зниження викидів парникових газів до рівня 1990 р. і розподіл квот на їх викиди відповідно до цього рівня серед країн планети (залежно від рівня розвитку ЕДЛ).

Необхідно провести державний балансовий аудит щодо об'єктивного визначення енергетичної ефективності впровадження в Україні вітроагрегатів за період дії державної програми, а також доцільності подальшої її пролонгації в нинішньому форматі в контексті загострення проблеми «енергозабезпечення».

На моє переконання, наявні потужності діючих сьогодні в Україні вітроагрегатів слід використовувати для безпосереднього отримання проміжного носія N_{CP} – *водню*.

Для цього необхідні нові комплексні державні програми започаткування переходу на сонячно-водневе енергозабезпечення економічного розвитку України, які мають містити такі підпрограми:

- впровадження *сонячно-водневих станцій* на базі наявних вітроагрегатів, а також на базі нових моделей гібридних сонячних фотоелементів;
- створення транспортних засобів з електроприводом (широкого спектра) та бортовими електростанціями на базі створених у розвинутих країнах *водневих паливних елементів* (ВПЕ);

- створення та впровадження локальних *сонячно-водневих електричних станцій* широкого спектра для живлення *теплонасосних установок нового покоління* (ТНУ_{НП});
- створення та впровадження моделей ТНУ_{НП} широкого спектра для отримання тепла комунального призначення (55 % енергопотребі всієї економіки);
- моніторинг розвитку сонячно-водневої енергетики в Україні та розробка пропозицій щодо її динамічного корегування.

Сталий економічний розвиток людської спільноти

Передусім визначимо суть поняття *сталий економічний розвиток* людської спільноти (ЕДЛ_{СР}) [7, 41].

Життєдіяльність людини, в основі якої лежать динамічні процеси енергоперетворення, варто поділити на дві складові:

А. Внутрішня робота біологічного організму людини, яка підтримує його життєдіяльність. Це робота органів дихання та серцево-судинної системи, синтез ферментів, робота мозку – інтелектуальна діяльність, зовнішня фізична робота організму тощо.

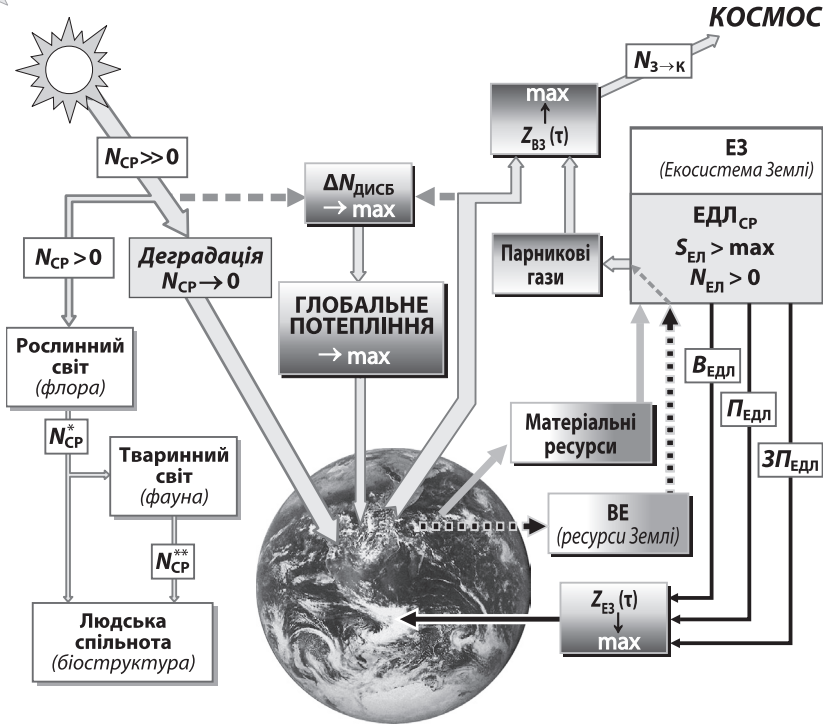
Для виконання роботи щодо забезпечення життєдіяльності біологічного організму людині потрібна їжа рослинного або тваринного походження (див. рис. 6), яка є проміжним носієм *негентронії сонячної радіації* ($N_{СР}$), накопиченої в процесі фотосинтезу – життєдіяльному процесі рослинного світу.

Б. Розвиток людської спільноти, тобто зовнішня економічна діяльність людини (ЕДЛ).

ЕДЛ вимагає постійного виконання відповідної роботи, тобто необхідне джерело-донор негентронії.

Концептуальна структурна модель сталого розвитку планетарної людської спільноти (ЕДЛ_{СР}) наведена на рис. 6.

Бурхливий розвиток ЕДЛ почався із винайдення парової машини. Її функціонування спочатку забезпечувалося вугіллям, а згодом – іншими видами ВЕ – нафтопродуктами чи електроенергією (двигуни внутрішнього згоряння, електровози, АЕС). Всі ці види ВЕ є вичерпними ресурсами Землі, які зберігають накопичену протягом мільярдів років $N_{СР}$ і дають



СТРУКТУРНА МОДЕЛЬ ПЕРЕХОДУ $EДЛ_{КЗ} \rightarrow EДЛ_{СР}$

Модель інтерпретує внутрішнє негентропійне забезпечення життєдіяльності біологічного організму людини та концептуальну основу обґрунтування необхідності переходу $EДЛ_{КЗ} \rightarrow EДЛ_{СР}$ (відповідно до концепції Г. Дейлі, яка висвітлена в його монографії «Поза зростанням. Економічна теорія сталого розвитку» [7]).

Примітка: \blacktriangle – градієнтне позначення динаміки зростання в часі окремих структурних елементів при переході $EДЛ_{КЗ} \rightarrow EДЛ_{СР}$; $N_{СР}^*$ – акумульована рослинами $N_{СР}$, яка була ними отримана в процесі фотосинтезу; $N_{СР}^{**}$ – акумульована тваринами $N_{СР}$, яка була ними отримана з їжею рослинного походження; $B_{ЕДЛ}$ – відходи EДЛ; $P_{ЕДЛ}$ – продукт EДЛ; $ЗP_{ЕДЛ}$ – зношений продукт EДЛ; $Z_{ЕЗ}(t)$ – імпульс EЗ (опір у часі) виходу в Космос випромінювання Землі; $N_{З \rightarrow К}$ – негентропія випромінювання Землі.

Рис. 6. Структурна модель сталого розвитку людської спільноти ($EДЛ_{СР}$)

змогу шляхом спалювання та ядерної реакції на АЕС вивільнювати великі потужності N_{CP} , необхідні для масштабного розвитку ЕДЛ. Саме це й зумовило створення *іrrраціональної* парадигми розвитку ЕДЛ без обмеження кількісного зростання її валового продукту (ЕДЛ_{кз}), яке спричинює неминуче *зростання економічної ентропії*. Питання полягає тільки в часі досягнення критичної межі, коли ЕДЛ_{кз} втратить життєздатність остаточно.

Найяскравішою парадигмою економічної моделі ЕДЛ_{кз} швидко стала економіка США.

Розвиток ЕДЛ_{кз} у США в ХІХ–ХХ ст., який спричинили відомі об'єктивні передумови – багаті природні ресурси та «обживання» регіону населенням з вищою технічною «культурою», досяг за порівняно короткий історичний період (≈200 років) символічного статусу *недосяжності*. Така ситуація швидкого перерозподілу темпів економічного розвитку зумовила формування у відсталих регіонах (яке продовжується до сьогодні) ментальної мети – *наздогнати США і не відставати* від них.

Керівна еліта людської спільноти, яка нині зберігає визначальний вплив на історичний процес розвитку, здатна сприймати процеси в довіллі виключно *феноменально*, тобто безпосередньо їх сприймаючи лише крізь призму феноменів («доки грім не гряне, мужик не перехреститься»). Вона нездатна сприймати динаміку розвитку процесів у навколишньому середовищі *аналітично* на основі модельних прогнозів їх розвитку в часі.

Крім того, така трансформація економічної моделі ЕДЛ у *спотворену* модель розвитку – ЕДЛ_{кз} започаткувала неминучу появу концепції сталого розвитку (ЕДЛ_{ср}), ідеологом якої вважають фінансово-економічного спеціаліста США Германа Дейлі [7].

Причиною цього спотворення, на моє глибоке переконання, стало надкритичне видобування вичерпних ресурсів Землі, передусім ВЕ, що відіграло роль чинника небезпечного екологічного процесу – *деградації екосистеми Землі*, частиною якої є *глобальне потепління* (ГП).

На жаль, класична термодинаміка, яка розкриває закономірності процесів енергоперетворення в Природі і яка сьогодні є хрестоматійною основою пізнання та усвідомлення глибинної суті буття, на той час тільки почала розвиватися.

Перша спроба обґрунтування реального обмеження «вічного розвитку ЕДЛ з кількісним зростанням» була здійснена на зібранні Римського клубу в 1972 р. Д. Р. Медоуз у доповіді «Межі зростання» доводив, що кількісне економічне зростання не може розглядатися як процес безкінечний, оскільки виснаження природних ресурсів і забруднення довкілля

є його природними, об'єктивно обмежувальними факторами. Однак суспільство на той час було ще нездатним усвідомити такі песимістичні прогнози свого майбутнього (навіть сьогодні воно мало змінилося), оскільки феноменальні симптоми реакції ЕЗ як чинники, що спонукали би до усвідомлення потреби в обмеженні кількісного зростання ЕДЛ, на той час ще не були достатньо відчутними.

Порушена в доповіді проблема лише згодом стала предметом широкої дискусії й основою усвідомлення необхідності створення нової моделі розвитку ЕДЛ, яка повинна відновити рівновагу у взаємодії ЕДЛ \leftrightarrow ЕЗ.

У той час, у 1971 р., Ніколас Георгеску-Роуген у своїй монографії [55] продемонстрував на прикладі пісочного годинника (див. рис. 9), що розвиток ЕДЛ, в основі якого лежить використання ВЕ – вичерпних ресурсів Землі, призведе до *неминучого зростання економічної ентропії*. У термодинаміці це означає втрату можливості виконати необхідну роботу, а для ЕДЛ – втрату дієздатності її розвитку.

У той час вже почалося формування усвідомлення необхідного переходу до нової моделі ЕДЛ – *сталого економічного розвитку* (ЕДЛ_{СР}) [6, 7, 15, 16]. Так, у 1987 р. голова комісії ООН Гру Харлем Брунтланд (на той час віце-прем'єр-міністр Норвегії) у звіті під назвою «Наше спільне майбутнє» визначив ЕДЛ_{СР} як такий, що здатний задовольнити як сьогоденні потреби людської спільноти, так і потреби майбутніх поколінь, тобто як такий, що *не збіднює* майбутнє.

Провідний економіст США Г. Дейлі досить глибоко проаналізував цю ситуацію в монографії [7], в якій концептуально уточнив структуру моделі ЕДЛ_{СР}, а також теоретично обґрунтував необхідність нагальної трансформації моделі ЕДЛ_{КЗ} у модель ЕДЛ_{СР}. Він навіть піддав критиці доповідь Г. Брунтланда, котрий надто поверхово трактував поняття сталого економічного розвитку.

Г. Дейлі був глибоко переконаний, що саме тотальне збільшення економічних ресурсопотоків є головною причиною деградації довкілля, тому підвищення ефективності використання ресурсів шляхом зменшення їхніх потоків надасть можливість зберегти довкілля. Г. Дейлі пише: «Все, що ми напевно знаємо сьогодні, це те, що оптимальний масштаб розвитку має бути сталим, а економічна підсистема не повинна перевантажувати екосистему до точки зменшення життя в майбутньому». Водночас він не дає пояснення, яким саме терміном визначається це майбутнє (адже воно апіорі матиме кінечний відрізок!).

Примітка: Доречно зазначити, що енергоємності промислових технологій у країнах колишнього СРСР ще досить ірраціональні. Зокрема,

витрати теплової енергії на періодичне варіння целюлози перевищують достатню потребу в 6–8 разів, а обігрів жилих приміщень безпосередньо *низькоентропійною* тепловою енергією ВЕ шляхом їх котельного спалювання призводить до втрати додаткової можливості отримання електроенергії.

Найстисліше тлумачення Г. Дейлі поняття «сталий розвиток» можна сформулювати так: *це розвиток з обмеженим кількісним зростанням, який не призводить до виходу за межі екологічних можливостей*. Тоді розвиток ЕДЛ означає його якісне поліпшення, а зростання – кількісне обмеження.

З екологічного погляду Г. Дейлі має рацію. Водночас він не торкається другого, основоположного, аспекту нашого буття – «енергозабезпечення» на основі ВЕ, які є вичерпними ресурсами Землі.

Г. Дейлі, будучи спеціалістом виключно в економічно-фінансовій сфері, ототожнює ВЕ з іншими ресурсами Землі й вважає, що ВЕ і надалі здатні «енергетично» забезпечити розвиток ЕДЛ_{СР}. Він тільки надає їм специфічну назву – «*матерія/енергія*».

На мою думку, такий поверховий підхід до необхідності відновлення рівноваги взаємодії $E3 \leftrightarrow EДЛ_{СР}$, залишаючи при цьому ВЕ базовою основою «енергозабезпечення» ЕДЛ, є *стратегічною помилкою* Г. Дейлі, оскільки:

- а) саме використання ВЕ зумовило процес ГП і порушило рівновагу у взаємодії $E3 \leftrightarrow EДЛ$;
- б) ВЕ є вичерпними ресурсами Землі, що зумовлює неминуче зростання економічної ентропії – втрату дієздатності ЕДЛ як основи суспільного розвитку (розвитку цивілізації), оскільки саме *кількісний приріст* валового продукту ЕДЛ як показник раціонального розвитку останнього зумовлює руйнацію земної кори через вичерпування її кінечних ресурсів, зокрема ВЕ, з викидом продуктів їх використання, без відновлення, на планетарний «смітник», а також формує ментальне відчуття гіпотетичного «кайфу» життя (не слід плутати з комфортом життя).

Представницька конференція ООН (179 країн), яка відбулася 1992 р. в Ріо-де-Жанейро, ухвалила програму дій «Порядок денний на ХХІ століття». Це був глобальний консенсус прийнятих політичних зобов'язань щодо співпраці у сфері довкілля, що полягав у визначенні квот дозволених викидів парникових газів в атмосферу. По суті, цей форум можна вважати соломоним рішенням розв'язання екологічної проблеми – «дошки стругати і струганою стороною покласти вниз».

Але і цього було досить, щоб дати людській спільноті яблуко розбрату – боротьбу за наймасштабніше використання лімітованих квот викидів парникових газів – продукту переробки ресурсного потенціалу Землі в процесі розвитку ЕДЛ.

Так, форум започаткував істотну модернізацію досягнутого «розвитку» планетарної цивілізації у вигляді форсажної побудови парадигми моделі *глобальної комерціалізації* в усіх сферах буття, в тому числі еколого-ресурсній – сфері виживання. Свідченням цього є «приватизація» поверхні Місяця або науковій дискусії про так званий сонячний долар у віртуальному сучасному світі.

Протягом останніх десяти років щороку відбувалися світові форуми з проблеми глобального потепління. Одним із найрезонансніших був Кіотський форум 1997 р., на якому був прийнятий Протокол про зниження, з подальшим обмеженням до рівня 1990 р., викидів в атмосферу парникових газів. Цей захід був де-факто більшою мірою політичною спробою *обмежити* масштаб подальшого розвитку ЕДЛ_{кз} у контексті загострення екологічної проблеми і спробою виправлення дисбалансу взаємодії ЕДЛ ↔ ЕЗ.

Іншим аналогічним заходом був форум у Йоганнесбурзі в 2004 р., який у спробі побудови парадигми моделі ЕДЛ_{ср} фактично зазнав повного фіаско.

Сьогодні на Землі відбувається безперервний процес самознищення покоління людської спільноти, який набуває ознак незворотності й припинення якого стає все більш ілюзорним у контексті реального *«маємо те, що маємо»*.

На мою думку, це є віддзеркаленням глобальної ментальної кризи розвитку спільноти в «нікуди», який підсвідомо притлумлює «здоровий глузд».

В Україні легко спостерігати спробу побудови такої спотвореної моделі ЕДЛ_{ср} [12, 46, 48–50]. Наприклад, існує Інститут сталого розвитку. Боляче, що над ним лише майорить прапор ЕДЛ_{ср}, оскільки його прикладна діяльність де-факто повернута на 180°.

У той час, коли США, Канада, Японія, Австралія, Європа (до якої ми, надуваючи щокі, рвемося) та інші розвинуті країни, які ще не втратили здатність феноменального світосприйняття, форсують заміну атомної енергетики *сонячно-водневою* (Президент США у 2005 р. вже офіційно заявив про завершення побудови парадигми сонячно-водневої електроенергетики до 2020 р.), в Україні стратегія «енергетичної незалежності» базується на побудові і впровадженні нових 22 атомних реакторів замість того, щоб започаткувати шляхом створення комплексних державних

програм перехід на сонячно-водневу основу економічного енергозабезпечення.

А це не лише шлях вирішення енергетичної проблеми, а й відповідний внесок у вирішення соціальних програм – забезпечення самоінвестування за принципом доміно з постійним збільшенням «робочих місць». Бояче, що навіть Чорнобиль нічого не навчив. Ось вам переконливо продемонстрована реальна сила деградованого менталітету (генетичних програм, що діють підсвідомо!).

Доречно згадати занепокоєння у Франції в 2004 р. надзвичайною спекою, через яку загинуло понад 15 тисяч людей. Адже Франція свою потребу в «енергозабезпеченні» на 80 % задовольняє саме за допомогою АЕС.

Варто ще раз нагадати зміст розшифрованого ієрогліфа, що викарбуваний на внутрішній стіні піраміди Хеопса [10]:

*Людство загине внаслідок невміння використовувати сили
Природи та незнання реального світу.*

Концепція впорядкованого розвитку людської спільноти без зростання ентропії

Коротко розглянемо передумови, які спричинили появу концептуальної моделі *впорядкованого розвитку людської спільноти* (ЕДЛ_{ур}).

На рис. 7 наведена концептуальна модель упорядкованого розвитку людської спільноти без зростання ентропії.

Сьогодні спонтанне пришвидшення процесів деградації довкілля провокує тривожне запитання: *як розвиватися далі?* Відповідь однозначна: поки життя триває, необхідно започаткувати нагальне виправлення спотвореного розвитку через трансформацію моделі ЕДЛ_{ср} (яка ще не стала парадигмою) в модель *впорядкованого розвитку людської спільноти без зростання ентропії* (ЕДЛ_{ур}) на основі *сонячного негентропійного забезпечення та замкнутого циклу економічної технології* (перетворення вихідного продукту ЕДЛ на його вхідний сировинний ресурс):

$$\text{ЕДЛ}_{\text{кз}} \rightarrow \text{ЕДЛ}_{\text{ср}} \rightarrow \text{ЕДЛ}_{\text{ур}}$$

Розвиток цивілізації, з урахуванням наведених вище умов його глибинної сутності, має здійснюватися шляхом постійного системно-якісного



Примітка: – градієнтне позначення символізує тенденцію зростання потоків
 $EДЛ_{\text{кз}} \rightarrow EДЛ_{\text{ср}} \rightarrow EДЛ_{\text{ур}}$;

ТВ – технології відновлення вторинних ресурсів.

Рис. 7. Концептуальна структурна модель упорядкованого розвитку економічної діяльності людини (ЕДЛ_{ур}) без зростання ентропії

вдосконалення розвитку людської спільноти включно з її підсистемою – економікою. Тоді почне відновлюватися раціональний інтелект людської спільноти та її статус – *homo sapiens*, а самому розвитку, у форматі моделі $ЕД\Delta_{ур}$, не загрожуватиме зростання ентропії.

У праці [41] стисло розкрито сутність сталого економічного розвитку людської спільноти ($ЕД\Delta_{Ср}$) як вимушеної реакції на феноменальний виклик через безпосереднє сприйняття процесів у ЕЗ у вигляді спонтанно прогресуючого глобального потепління.

Сьогодні феноменальне сприйняття проявів навіть окремих розрізних складових ГП вже беззаперечно дає змогу стверджувати його об'єктивний прояв у реальному світі [45]. Мабуть, не випадково вчені США, які проводили розрізнені до певного часу дослідження феномену глобальної зміни клімату, в червні 2006 р. виголосили спільну заяву про реальну загрозу ГП з акцентом на швидкому таненні льодовиків, підкреслюючи при цьому його техногенне походження.

Я сприймаю таку ситуацію як тривожний симптом можливої незворотності розвитку ГП, оскільки в динаміку процесу активно включився *додатний зворотний зв'язок*, зумовлений масштабними лісовими пожежами, які супроводжуються 40-кратним зростанням (порівняно з BE) викидів в атмосферу парникових газів [6].

Розвиток людської спільноти, що має експоненціальний характер, супроводжується постійним виконанням відповідної витратної роботи, тобто постійним використанням негентропії. Так, для забезпечення функціонування парової машини використовували спочатку вугілля, а згодом (для двигунів внутрішнього згоряння, отримання електроенергії) й інші викопні енергоносії – нафту, газ та ядерне паливо. Всі вони є вичерпними ресурсами Землі, що зберігають накопичену протягом мільярдів років $N_{Ср} \rightarrow N_{BE}$ і дають змогу при спалюванні BE вивільнювати великі потужності N_{BE} , потрібні для прискорення розвитку $ЕД\Delta$. Саме цей чинник дав змогу створити ілюзорну парадигму *розвитку $ЕД\Delta$ без обмеження кількісного зростання її валового продукту ($ЕД\Delta_{КЗ}$)*.

Найяскравішим проявом цього феномену став швидкий розвиток економічної моделі $ЕД\Delta_{КЗ}$ у США. Разом з тим, як звернув на це увагу ще 1971 р. вчений США Ніколас Георгеску-Роуген [55], парадигма економічної моделі розвитку $ЕД\Delta_{КЗ}$ не може бути *безкінечною*, оскільки всі BE , які є всього-на-всього проміжним носієм первинної $N_{Ср}$, є вичерпними ресурсами Землі. Тому продовження розвитку суспільства в такому форматі неодмінно супроводжуватиметься зростанням *економічної ентропії $ЕД\Delta$* , тобто втратою її дієздатності.

Крім того, є й зворотний бік медалі – «енергозабезпечення» на основі ВЕ започаткувало розвиток процесу ГП, який сьогодні трансформується у спонтанно прогресуючий процес деградації довкілля. Це зумовлене залученням до процесу ГП *додатного зворотного зв'язку* (самопідсилення) через величезні виділення парникових газів внаслідок масштабних лісових пожеж.

Наприкінці 80-х років ХХ століття все частіше з'являється думка про необхідність зміни моделі економічного розвитку без обмеження кількісного зростання ($ЕД\Lambda_{КЗ}$) – основоположного чинника деградації ЕЗ. У 1990-х роках Герман Дейлі (США) розробляє концепцію нової моделі економічного розвитку – *моделі сталого економічного розвитку* ($ЕД\Lambda_{СР}$), теоретичні аспекти якої розглянуті в його монографії [7]. Він переконаний, що головною причиною деградації довкілля є порушення рівноваги потоків у взаємодії $ЕД\Lambda \leftrightarrow ЕЗ$, і тому необхідно знизити рівень ресурсопотоків до «рівноваги» на всіх рівнях життя людської спільноти. Стверджується думка про об'єктивну необхідність переходу $ЕД\Lambda_{КЗ} \rightarrow ЕД\Lambda_{СР}$. Г. Дейлі, як вже зазначалося, був глибоко переконаний, що саме тотальне збільшення економічних ресурсопотоків є головною і вирішальною причиною деградації довкілля – того, що в еколого-економічній ситуації «маємо те, що маємо». Він вважає, що єдиним шляхом до *збереження довкілля* – виживання є зниження ресурсопотоків через раціональне використання всіх земних ресурсів, передусім ВЕ. Найбільш стисло визначення поняття «сталий розвиток» він формулює так: *це розвиток з обмеженим кількісним зростанням, який не призводить довкілля до виходу за межі екологічних можливостей*. Тоді розвиток означає якісне поліпшення, а зростання – кількісне обмеження. Тут роздуми Г. Дейлі є абсолютно правильними і не викликають ніяких сумнівів.

Водночас, на мою думку, не можна обійти увагою надзвичайно важливу особливість концептуальної моделі $ЕД\Lambda_{СР}$. Будучи спеціалістом виключно в економічно-фінансовій сфері, Г. Дейлі важко усвідомити сутність феномену «енергозабезпечення» $ЕД\Lambda$ (*Н-забезпечення*) з погляду термодинаміки (нагадаю: для розвитку $ЕД\Lambda$ потрібні не енергоносії як такі, а тільки їхня негентропія, тобто їхня потенційна здатність виконати роботу, яка, згідно з класичною термодинамікою, є лише процесом створення енергії).

Переконання Г. Дейлі в тому, що й надалі базовою основою «енергетичного» забезпечення розвитку $ЕД\Lambda$ будуть ВЕ (він дав їм навіть специфічну назву «матерія/енергія»), насправді, на мою думку, знецінює його концептуальну модель розвитку $ЕД\Lambda_{СР}$, оскільки ВЕ є вичерпними ресур-

сами Землі і саме їх використання започаткувало активізацію процесу ГП в ЕЗ (який, можливо, вже досяг рівня незворотності). У процес включився *зворотний додатний зв'язок* через прогресуючу масштабність лісових пожеж: за останні роки тільки в одній Росії згоріло близько 600 млн га лісів з 30...40-кратним зростанням викидів парникових газів, а за даними супутникового спостереження (липень 2006 р.), з'явилася інформація про появу ще понад 130 нових вогнищ.

Виникає слушне запитання: як довго зможе існувати модель розвитку ЕДЛ_{СР}(?), яка ще не стала парадигмою і базується на використанні вичерпних ресурсів Землі, перш за все тих, що відповідає за негентропійне забезпечення [32, 43].

Тривогу викликає реальність, що *парадигмування* моделі ЕДЛ_{СР}, котру можна вважати революційним кроком концептуального вдосконалення подальшого розвитку планетарної людської спільноти в такій ситуації, не може набрати потрібних обертів. А що ж тоді говорити про модель розвитку людської спільноти без зростання ентропії?

Сьогодні все частіше з'являються думки науковців про необхідність трансформації безсистемної філософії нашого буття в цілісну системну філософію як первинну (основоположну) в розвитку системної науки – дороговказ раціонального розвитку людської спільноти *pro futurum*.

Сьогодні колишній віце-президент США А. Гор, автор монографії «Земля у рівновазі. Екологія і людський дух» [6] очолює хрестовий похід захисту довкілля – виживання планетарної людської спільноти. Мабуть, справедливо він став лауреатом Нобелівської премії 2007 р.

Про неоднозначне тлумачення поняття демократії

Останнім часом ми вже надто часто користуємося поняттям «*демократія*». Внаслідок невизначеності цього поняття воно стало зручним інструментом політичної спекуляції: різнополюсні політики тільки те й роблять, що борються за побудову демократичного суспільства.

Тому в мене виникло бажання поділитися своїми роздумами про глибинну сутність цього поняття.

Я переконаний, що сьогодні ніхто не зможе дати однозначну дефініцію поняття «*демократія*», «*демократичне суспільство*». Демократія з грецької означає народовладдя. Логічно виникають запитання «над ким?»,

«для кого?» Таке моє твердження не є безпідставним – про це свідчить одна з бувальщин, яку стисло викладено нижче.

У червні 2004 р. (я на той час працював консультантом у Верховній Раді України) Національний демократичний інститут США (Вашингтон, з філіями в Європі та пострадянських країнах, зокрема в Києві) провів для депутатів-рухівців практичний семінар на тему «Розбудова демократичного суспільства». Ведучий, представник Вашингтонського інституту, запропонував сміливо ставити запитання. Я скористався цим і попросив його дати однозначну дефініцію поняття «*демократія*», «*демократичне суспільство*», оскільки його інститут, заснований у 1984 р., вже досить тривалий час вивчає це поняття. Запанувала мовчанка, і в мене виникло занепокоєння, що «ляпнув» щось не те. Через 20 секунд він несміливо відповів: «Народовладдя». Тоді я рішуче пішов у наступ: «То хіба газетна брежньєвська конституція не краща від вашої? Адже у Верховній Раді України та в уряді СРСР було багато представників народу: міністр від культури – ткаля Фурцева, депутати – свинар Чиж, ланкова Заглада і т. д.». Приблизно через 10 секунд він щиро зізнався (його безпосередність мені дуже сподобалася): «Правду сказати, у нас ніколи не виникало таке запитання. Мабуть, варто було б провести з цієї теми декілька наукових семінарів».

Моя версія однозначного тлумачення поняття «*демократія*» така:

Демократія – це передусім ознака внутрішньої підсвідомої природи людини, яка є складовою її менталітету. Іншими словами, це внутрішня підсвідома рушійна сила зовнішньої раціональної поведінки людини, суть якої полягає в задоволенні бажання зробити посильний внесок в упорядкований розвиток людської спільноти, творити лише добро. В цьому випадку зникне необхідність синтетичних надбудов суспільних структур: оборонних, «правопорядку», урядових тощо. Іншими словами, зникне необхідність у досить великій кількості непродуктивних суспільних структур.

Глибинна суть демократії полягає у підсвідомо обмеженій свободі зовнішньої діяльності людини, яка враховує важливу її особливість: «Ти живеш не один, а в цілісному суспільстві, де Ти є тільки частиною».

Згадався один епізод із поїздки в Лондонському метро (1961). Заходить на зупинці у вагон один молодий англієць, у якого на грудях табличка з написом: «Хочу поговорити» (варто порівняти поїздки в нашому громадському транспорті, коли такий бажуючий поговорити почне безпардонно до тебе чіплятися).

Згадалася також одна передача на телебаченні (програма *Explorer*) про швейцарських бджіл, у яких відсутні ієрархічні структури. Висновок пе-

редачі: «Можливо, цей вірець ідеальної спільноти варто запозичити людству?»

Поділитися думками, зауваженнями, баченням у контексті глобальної деградації довкілля – моя внутрішня об'єктивна потреба, незважаючи на те, яким чином вони будуть сприйняті, оскільки вони суперечать менталітету сучасної цивілізації.

Мені часто докоряють, що я йду «не в ногу» з сучасною цивілізацією. В історії розвитку людської спільноти вже мали місце подібні прецеденти: інквізиція (каральний орган католицизму в середньовіччі) спалила на вогні Джордано Бруно за єретичний світогляд (вільнодумство), тобто за те, що він йшов *не в ногу* з нав'язливим релігійним світоглядом, згідно з яким Сонце обертається навколо Землі. Проте сьогодні вже й сама релігія не заперечує, що саме Земля обертається навколо Сонця. Виявляється, релігія йшла *не в ногу*, а Джордано Бруно – навпаки.

НОВІ ПОНЯТТЯ Й ТЕРМІНИ

Здатність людини до аналітичного мислення зумовила можливість створення основоположних засад на принципах аксіоматичних підходів, коли формальні твердження отримують із базових положень, приймаючи їх *ab initio* як аксіоми. Незважаючи на те, що окремі засади класичної термодинаміки стверджувалися на принципі «доведи, що це не так», їхня істинність і прикладна цінність сьогодні визнані фундаментальними.

У монографії розглянуті теоретичні і прикладні основи функціонування ТНУ_{нп} на принципово нових підходах до трактування енергетичної взаємодії систем з різними термодинамічними потенціалами, які супроводжуються введенням нетрадиційних понять та термінів. Тому в цьому розділі наведено відповідні коментарі-пояснення до їх тлумачення.

Примітка: Наведені в монографії нові авторські терміни і поняття не завжди збігаються з традиційними.

Енергія

У контексті термодинамічного тлумачення «енергія» (з *гр.* – діяльність) є загальною мірою руху матерії [47]. Вона проявляється в безперервному і надзвичайно широкому спектрі процесів видових її перетворень. Слід пам'ятати, що робота, яка є необхідною для забезпечення існування та розвитку ЕДЛ, є лише процесом *перетворення енергії*, а не

енергією як такою. Нас цікавить система «донор роботи», а не система «джерело енергії». Вода в річці або в океані, повітря навколишнього середовища мають відповідне кінечне енергонаповнення, тобто є джерелом енергії. Однак нас чомусь цікавить тільки ВЕ – нафта, газ, вугілля, уран тощо. Це тому, що нам потрібне не будь-яке джерело енергії, а лише таке, яке може бути донором роботи, тобто її виконавцем. А згідно з тлумаченням термодинаміки, робота еквівалентна тільки зміні енергії в процесі її перетворення. Саме це і є глибинною суттю 1-ї фундаментальної засади (закону) термодинаміки про незмінність енергії (її збереження) у системах, які взаємодіють, що визначається математичною моделлю:

$$dE = \partial W + \partial Q,$$

де dE означає малу зміну енергії E ; ∂Q і ∂W – малу кількість теплоти і роботи відповідно [47].

Поняття «енергія» у форматі її фізичної природи з кількісним виміром є абстрактним, що не має, по суті, змістовного навантаження і, на мою думку, обтяжує термінологію термодинаміки.

Синонімом визначення термодинамічного поняття «зміна енергії» як здатності виконати відповідну роботу в процесі її перетворення може бути термін «негентропія» (див. нижче) – хоча б у початковий дискусивний період.

Ментальне термодинамічне поняття «енергія» сьогодні потребує уточнення. Заміна поняття «зміна енергії» на термін «негентропія» (здатність виконати роботу), на мою думку, є найбільш раціональним і виправданим.

Енергетична взаємодія

Енергетична взаємодія систем (підсистем), у тому числі проміжних систем видового енергетичного перетворення (СЕП), які характеризуються енергонаповненням з різними термодинамічними потенціалами (тиском, температурою, електричним потенціалом тощо), визначається як процес *вільного* (або цілеспрямованого, зокрема у сфері ЕДЛ) і *безумовного* (або за певних умов у сфері ЕДЛ) видового енергоперетворення, зокрема за участю проміжної СЕП. СЕП може бути природною, наприклад ЕЗ, або синтетичною, тобто створеною інтелектом самої людини у

сфері ЕДЛ (наприклад, автомобільний двигун, електричний мотор, електричний генератор, турбіна тощо).

У класичній термодинаміці відоме поняття «*ентропія*» як показник, точніше, як функція термодинамічного стану системи, оскільки перетворення (вивільнення) потенціалу її енергонаповнення в кінетичну енергію елементарних енергоносіїв (теплову енергію) завжди супроводжується перетворенням останньої на її кінцевий деградований вид, який в умовах Землі вже нездатний виконати роботу – з нульовою корисною *негентропією* ($N = 0 \rightarrow \min$)).

Класична термодинаміка розглядає перш за все *теплоенергетичну взаємодію* – перехід $N_B \rightarrow N_H$, тобто від системи з вищим термодинамічним потенціалом до системи з нижчим потенціалом (останню систему часто називають «холодильником»).

При вільній взаємодії $N_B \rightarrow N_H$ N_B деградує до рівня N_H і розпоршується в «холодильнику» з вирівнюванням потенціалів.

Потік N_B (системи з вищим потенціалом) при переході через СЕП здійснює енергоперетворення з виконанням відповідної роботи. Якщо цей перехід є *цілеспрямованим*, то СЕП виконає в процесі видового енергоперетворення $N_B \rightarrow N_H$ відповідну корисну роботу (механічну – переміщення автомобіля або обертання турбіни-генератора з перетворенням в електроенергію на ТЕС і подальшим виконанням механічної роботи електромотором з перетворенням на кінцеву деградовану теплову енергію з нульовою N , яка буде розпоршена в довкіллі, тощо).

Система цілеспрямованого енергоперетворення ($N \rightarrow \text{робота}$)

Система цілеспрямованого енергоперетворення (СЕП) становить собою технічну систему цілеспрямованого транзитного *виконання корисної* (цілеспрямованої) *роботи* при переході $N_A \rightarrow N_P$: від системи-донора роботи N_A (давача роботи) вищого потенціалу до системи-реципієнта N_P (споживача роботи) нижчого потенціалу.

Приклад. На ТЕС N_{BE} вивільненої при спалюванні ВЕ теплової енергії виконує механічну роботу обертання ротора турбіни, який, своєю чергою, обертає ротор електрогенератора з подальшим перетворенням на електричну енергію.

Остання передається в електромережу, звідки потрапляє до споживача (наприклад, у електродвигун), виконує відповідну механічну роботу з перетворенням у кінцевий вид деградованої теплової енергії із залишковою негентропією ($N_{\text{рел.}}$), яка в умовах Землі нездатна більше виконати роботу і розпоршується в довкіллі. (Абсолютна температура $E_3 (\approx 298 \text{ K} > 0 \text{ K})$ зумовлює $N_{\text{рел.}}$, яка вже нездатна виконати роботу).

Ентропія

У класичній термодинаміці застосовується термін «*ентропія*» (з *гр.* – поворот, зміна, перетворення), введений Рудольфом Клаузіусом з позначенням S .

Ентропія системи (S) визначає деградацію, тобто знецінення, її теплоенергетичного наповнення. Іншими словами, S характеризує втрату системою здатності виконати роботу в процесі енергоперетворення при взаємодії з іншими енергосистемами (її залишкова негентропія в умовах Землі еквівалентна нулю).

При взаємодії систем у реальних умовах, зокрема за наявності транзитної технічної СЕП (синтетичної проміжної системи енергоперетворення), відбувається також вільна і безумовна взаємодія всіх систем, у тому числі й СЕП, з навколишнім середовищем (системою). Вони зумовлюють неминучість *теплових втрат* СЕП, які завжди більші за нуль.

Примітка: Сьогодні говорять також про «енергію вакууму» природи як про джерело «альтернативного енергозабезпечення», маючи на увазі його відповідне потенційне енергонаповнення, а не теплоенергетичне, оскільки останнє характеризується низькою реліктовою (залишковою) температурою, яка не перевищує $\approx 3 \text{ K}$, і максимальною ентропією.

Ентропія є показником (точніше, функцією) стану системи (характеризує її термодинамічний стан), оскільки вивільнена її потенційна енергія надалі здійснює поступеневе видове перетворення в кінцевий вид – деградовану теплову енергію з нульовою залишковою негентропією, тобто такою, яка в умовах Землі не здатна більше виконати роботу.

Наведене вище тлумачення поняття ентропії в термодинаміці інтерпретується низькою формулювань 2-го фундаментального закону [47].

Поняття «ентропія» має досить широке тлумачення, яке виходить за межі класичної термодинаміки, а саме:

- а) у *термодинаміці* – означає знецінення усіх видів енергії, яке зумовлене їхнім кінцевим перетворенням на теплову енергію з рівномір-

- ним її розподілом (розпорошенням) в усіх відкритих енергосистемах (підсистемах), що взаємодіють;
- б) у медицині – заворот повік усередину;
- в) у теорії інформації – міра невизначеності ситуації [53];
- г) у математиці – міра невизначеності випадкової функції;
- г) в економіці – втрата економікою дієздатності [55].

Негентропія

Поняття «негентропія» (N) можна спрощено тлумачити як «від'ємну ентропію» – концентрацію, згусток, накопичення, енергонаповнення. За своєю термодинамічною сутністю це показник (функція) системи, який характеризує здатність системи виконати роботу при взаємодії з іншими системами нижчого термодинамічного потенціалу. Реальні енергосистеми з різними термодинамічними потенціалами є завжди відкритими, що зумовлено відсутністю в Природі ідеальної *теплоізоляції*. Реальні системи взаємодіють між собою завжди вільно і безумовно. А це означає, що завжди має місце процес *передачі-отримання негентропії* системами, тобто має місце передача виконання роботи однією системою та отримання виконання цієї роботи другою системою (рис. 8).

Доречно згадати, що теплову енергію, через її реальну здатність перейти до іншої системи з нижчим потенціалом і виконати відповідну роботу, тривалий час сприймали як специфічну «матеріалізовану» субстанцію – *теплород*, який «перетікає» між системами, що взаємодіють. Наприкінці XVIII ст. було навіть розроблено детальну систему *понять і правил* перетікання теплороду під назвою «Теплородна теорія теплоти».

Було відомо, що під час танення льоду необхідно витратити «приховану теплоту» фазового переходу *лід* → *вода*. Однак ретельне зважування льоду до танення і талої води підтвердили *незмінність маси*, тобто відсутність перетоку «матеріалізованої» субстанції. Таким чином було доведено ілюзорність феномену *теплороду*. «Теплородна теорія теплоти» зазнала фіаско.

Примітка: 1. В енергетичній галузі економіки поняття «негентропія» застосоване вперше.

2. У [29] також має місце застосування поняття «негентропія».

Поняття «негентропія» («від'ємна ентропія») як здатність енергосистеми виконати роботу походить від термодинамічного терміна «ентро-

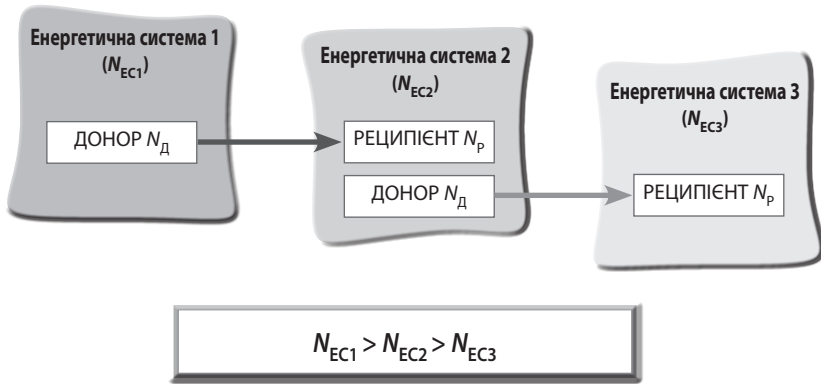


Рис. 8. Структурна модель передачі-отримання неентропії

пія», до певної міри аналогічне поняттям «енергія» і «ентропія» і є доволі абстрактним.

Поняття «неентропія» дає змогу легше усвідомити:

1. Енергетичну цінність системи щодо здатності виконати роботу. В Сонячній системі неентропія сонячної радіації (N_{CP}) є найціннішою, оскільки вона є первинним джерелом найвищої N і завжди була реальним первинним донором формування всіх земних видів ВЕ, а з екологічного погляду є найчистішою.

Усвідомлення здатності сонячного неентропійного забезпечення в контексті *енергетичної безпеки* (виживання) планетарної людської спільноти, України зокрема, має надзвичайно важливе прикладне значення. Тому створення державних програм впровадження сонячно-водневої енергетики на базі сучасних водневих паливних елементів (ВПЕ), яке сьогодні в розвинутих країнах здійснюється надзвичайно швидкими темпами, в контексті стратегії державотворення України є, на мою думку, **першочерговим** політичним завданням.

Ще у 1971 р. [55] американський вчений (румунського походження) Георгеску-Роуген обґрунтував і переконливо показав на моделі пісочного годинника (рис. 9) неминуче зростання ентропії сучасного розвитку економіки, яка базується на вичерпних земних ресурсах, зокрема ВЕ.

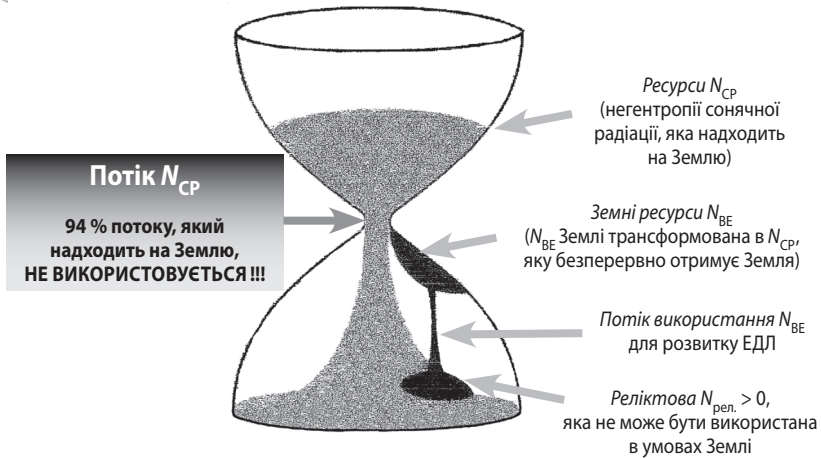


Рис. 9. Модель зростання ентропії ЕДЛ у вигляді пісочного годинника Георгеску-Роузена

Примітка: На моделі оригіналу фігурує поняття «ентропія», яке на рисунку трансформоване в поняття «неентропія».

2. Здатність системи виконати внутрішню роботу, пов'язану зі структуризацією і впорядкуванням взаємодії внутрішніх підсистем за рахунок отримання компенсаційної N_B від зовнішньої системи-донора N (рис. 10, бочка B з водою).

На мою думку, це важливо для глибшого усвідомлення можливості глобального впорядкованого економічного розвитку (ЕДЛ) без зростання ентропії шляхом використання N_{CP} , яку Земля безперервно отримує від космічного ядерного реактора – Сонця вже близько п'яти мільярдів років (і з таким же приблизно прогнозним строком отримання *pro futurum*) з перевищенням поточних потреб ЕДЛ для подальшого впорядкованого розвитку не менш ніж у 2000 разів [30, 32, 35, 37, 40, 44, 56]. Однак це окрема тема.

3. За допомогою традиційного поняття «ентропія» досить складно усвідомити сутність поняття «незворотні теплові втрати» при використанні N_B (стороннього донора) для виконання цілеспрямованої роботи. Поняття «незворотні теплові втрати», на мою думку, є невдалим. Насправді не «теплові втрати», а лише непридатна реліктова (залишкова) неентропія для умов Землі (N_{rel}), яка не може

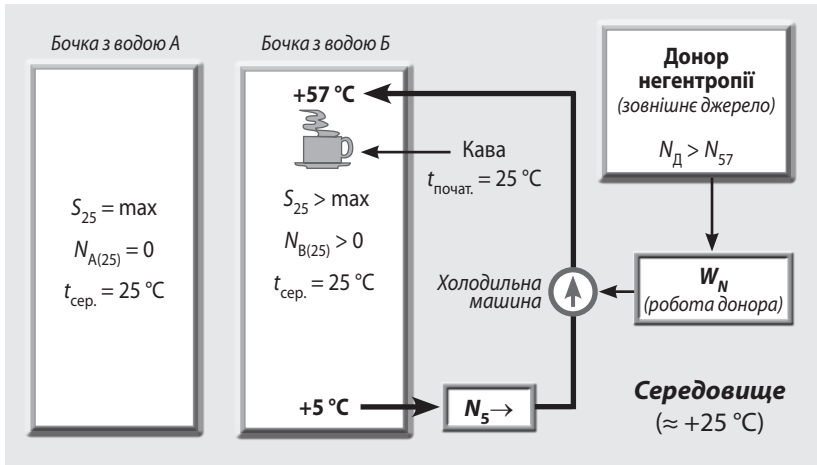


Рис. 10. Структурна модель цілеспрямованої передачі $N_D \rightarrow N_R$ за допомогою СЕП (холодильної машини) від електромережі до системи-реципієнта N (бочки з водою Б):
 $t_{сер.}$ – середньоінтегральна за об'ємом температура

бути використана для виконання роботи, оскільки для Землі $T \approx 278\text{ K}$ більша за 0 K .

На мою думку, більш вдалим може бути поняття «негентропія реліктова» ($N_{\text{рел. Землі}}$).

Спробую пояснити. Поняття «негентропія», по суті, є синонімом поняття абсолютної середньоінтегральної температури системи (підсистеми), яка корелює з наповненням сумарної (середньоінтегральної) кінетичної енергії елементарних енергоносіїв (молекул, атомів, електронів тощо).

Величина негентропії сонячної радіації (N_{CP}), яка може бути використана на Землі, теоретично визначається за формулою:

$$N_{\text{CP}} = \frac{T_{\text{Сонця}} - T_{\text{Землі}}}{T_{\text{Сонця}}} = \frac{5800 - 278}{5800} = 0,95;$$

$$N_{\text{рел. Землі}} = 1 - N_{\text{CP}} = 1 - 0,95 = 0,05,$$

де $T_{\text{Сонця}} = 5800\text{ K}$ – температура фотосфери Сонця, яка випромінює N_{CP} , $N_{\text{рел. Землі}}$ – реліктова негентропія CP , яка в умовах Землі не може бути використана.

Це означає, що 95 % N_{CF} , яка надходить на Землю, теоретично може бути використана для виконання цілеспрямованої роботи.

Усі енергосистеми з різними термодинамічними потенціалами внаслідок відсутності в реальному світі ідеальної теплоізоляції є системами відкритими, зокрема щодо навколишнього середовища, тобто завжди відбувається вільна і безумовна їх взаємодія: передача-отримання N при виконанні певної роботи.

У відкритих енергосистемах з урахуванням усіх наявних технічних СЕП та навколишнього середовища (його потрібно розглядати як окрему енергетичну систему) внаслідок вільної і безумовної їх взаємодії в реальних умовах та за відсутності ідеальної теплової ізоляції мають місце неминучі теплові втрати, які завжди більші за нуль.

ТЕРМОДИНАМІЧНІ ЦИКЛИ КАРНО

Зростання ентропії (S), яка характеризує знецінення теплової енергії в процесі виконання відповідної роботи, подібне знеціненню гривні в інфляційному процесі: чим більше знецінена гривня (чим більше зросла S), тим менше товару можна за неї купити (тим менше роботи може бути виконано).

Негентронія (N), яка умовно становить енергетичну концентрацію (енергетичний згусток), корелює з кінетичною енергією елементарних енергоносіїв (для рідини, газу – молекул, атомів тощо). Оскільки температура об'єкта (системи) визначається саме через кінетичну енергію елементарних енергоносіїв, то це означає, що N перебуває в прямій залежності від абсолютної температури об'єкта (системи). Негентронія теплової енергії «гарячої» системи з вищим термодинамічним потенціалом (N_B) здатна перейти до системи з нижчим термодинамічним потенціалом (N_H) з виконанням в останній відповідної роботи в процесі енергоперетворення, що супроводжується деградацією (зниженням) потенціалу $N_B \rightarrow N_H$ та розпорощенням у «холодній» системі (див. рис. 11).

Перехід $N_A \rightarrow N_p$ може відбутися при транзитному переході через проміжну СЕП, супроводжуючись виконанням у ній відповідної роботи видового енергоперетворення. СЕП може бути *природною* або *синтетичною*, тобто створеною у результаті роботи людського інтелекту. Таким є автомобільний двигун. У ньому N_B вивільненої при спалюванні бензину гарячої теплової енергії виконає в процесі енергетичного перетворення відповідну корисну роботу – перемі-

щення автомобіля. Спершу відбувається перетворення енергії в інший вид – у механічну енергію, N якої виконає роботу переміщення автомобіля і деградує до потенціалу $N_H = N_{\text{рел.}}$, розпоршившись у «холодній» теплоті навколишнього середовища (в атмосфері). При переміщенні автомобіля вгору відповідна частина N_B «гарячої» теплоти перетвориться в негентропію потенційної (гравітаційної) енергії автомобіля, яка виконає роботу переміщення автомобіля у зворотному напрямку (вниз) і повністю деградує до потенціалу $N_H = N_{\text{рел.}}$, розпоршившись у «холодній» теплоті атмосфери.

Аналогічний процес відбувається і на ТЕС: вивільнена при спалюванні ВЕ «гаряча» тепла енергія спочатку перетворюється на механічну енергію з виконанням роботи обертання турбіни і подальшим її перетворенням в електрогенераторі на електричну енергію. Реліктова негентропія ($N_{\text{рел. Землі}}$) розпоршиться за допомогою градієнту в атмосфері.

N енергетичного джерела корелює з концентрацією енергії – інтегральною кінетичною енергією елементарних енергоносіїв джерела.

N завжди здійснює системний перехід $N_B \rightarrow N_H$.

Структурна модель інтерпретації такого переходу наведена на рис. 10. Об'єм води у бочках A і B однаковий. Середньоінтегральна температура води в бочці A через відповідний час становитиме температуру навколишнього середовища $+25^\circ\text{C}$.

Вода в бочці A не становить енергетичної цінності: її негентропія дорівнює $N_{\text{рел. Землі}}$ ($S = \text{max}$), тобто вона в умовах Землі нездатна більше виконати роботу (бути корисною) – навіть підігріти чашку кави до температури $+35^\circ\text{C}$.

Вода в бочці B є температурно структурована по вертикалі (в термодинаміці це називають стратифікацією): верхній шар з температурою $+70^\circ\text{C}$, наступний – $+50^\circ\text{C}$, а нижній шар (найбільший) – з температурою $+15^\circ\text{C}$. Така температурна структуризація води в бочці B виконана таким чином: її об'ємна середньоінтегральна температура становить також 25°C , тобто кількісне наповнення тепловою енергією (середньоінтегральною негентропією) води в бочці B після внутрішньої температурної структуризації не змінилося. Водночас вода в бочці B вже набула певної енергетичної цінності: її негентропія у верхній частині бочки зростає ($N_{B(57)} > N_{\text{рел. Землі}}$) і вже здатна виконати роботу з нагрівання чашки кави до $+35^\circ\text{C}$.

Фундаментальна засада циклічного процесу полягає в тому, що парова машина (технічна СЕП) працюватиме безперервно тільки за умови, що «відпрацьовані» водяні пари після виконання транзитної меха-

Нікола Леонар Саді Карно народився 1796 р. в сім'ї французького генерала, який тривалий час жив у Персії (нині Іран) і мав опубліковані праці з геометрії та механіки, а також зі сфери воєнної фортифікації. Існує думка, що батько захоплювався мистецтвом і тому назвав свого сина іменем популярного на той час перського поета – Саді.

У віці 16 років Саді Карно вступив до Політехнічної школи в Парижі. Серед викладачів і студентів школи було багато відомих учених (викладачі: Лагранж, Лаплас, Фур'є, Бертоле, Ампер, Дюлонг; на той час студенти: Коші, Пуассон, Пті, Френзель Коріоліс, Гей-Люссак, Біо, Клапейрон, Пуазейль).

Після двох років навчання С. Карно влаштовується на службу в інженерний корпус, згодом був переведений у Генеральний штаб, звідки й пішов у відставку і переселився до Парижа, де серйозно займався вивченням фізики й економіки. Здобувши ґрунтовні знання з економіки, він став спеціалістом з торгівлі, визнаним в усій Європі.

Ненадовго С. Карно повернувся до армії, але 1831 р. остаточно залишив службу і цілком присвятив себе науці. Помер С. Карно 1831 р. від холери.

С. Карно опублікував єдину наукову працю (1824) – трактат «Про рушійну силу вогню», на яку спершу ніхто не звернув уваги. Однак глибинна суть цієї наукової праці забезпечила йому визнання і популярність в історії розвитку класичної термодинаміки. Як не дивно, але його батькові Лазару Карно в Британській енциклопедії відведено втричі більше місця (?).

У висновках опублікованого Карно трактату мали місце деякі помилкові положення. Однак основоположний його висновок про те, що циклічний характер є важливою властивістю процесу, за допомогою якого СЕП (у класичній термодинаміці – «теплова машина») виконує певну роботу за умови отримання «гарячої теплоти» від стороннього джерела (котла) і повернення її низькотемпературному джерелу – «холодильнику» (конденсатору), забезпечив визнання його фундаментального внеску в розвиток класичної термодинаміки.

Карно в зазначеній праці розглянув спрощений ідеальний цикл, у якому робочим тілом було повітря. Це дало йому змогу уникнути ускладнення, які пов'язані зі зміною фази робочого тіла: вода → пара → вода.

Ґрунтовний аналіз *циклічних термодинамічних процесів* Карно зробив визначальний внесок у розвиток класичної термодинаміки.

нічної роботи в СЕП будуть забезпечені стоком – «холодильником» з нижчою температурою. Іншими словами, щоби парова машина (СЕП) безперервно виконувала роботу, вона повинна безперервно взаємодіяти не тільки з джерелом N_B («гарячої» теплоти), а також і з N_H («холодильника»).

Отже, розглянемо й проаналізуємо *термодинамічні цикли Карно*.

Прямий термодинамічний цикл Карно

На рис. 11А наведено структурну модель *прямого термодинамічного циклу Карно*.

Позначення на рис. 11:

T_{Γ} – температура системи «гарячої» теплової енергії з негентропією $N_{\text{В}}$;

$T_{\text{Х}}$ – температура системи «холодильника» («холодної» теплової енергії – навколишнього середовища) з негентропією $N_{\text{Н}}$;

СЕП – система енергетичного перетворення, в якій $N_{\text{В}}$ «гарячої» теплової енергії перетворюється в негентропію іншого виду енергії (енергії вітру та гідроенергії в ЕЗ, електроенергії на ТЕС тощо);

$w_{\text{СЕП}}^{+}$ – корисна виконана робота, яку виконує $N_{\text{В}}$ у СЕП;

$N_{\text{В}}^{\text{СЕП}\downarrow}$ – негентропійний потік від «гарячої» теплової енергії на вході до СЕП;

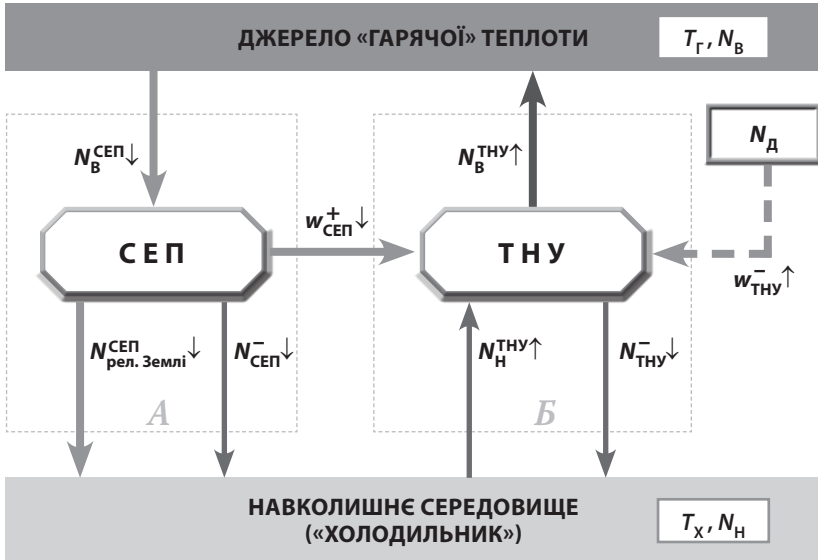


Рис. 11. Структурна модель термодинамічних циклів Карно:

A – прямий цикл (реалізує СЕП: тепла машина, двигун внутрішнього згорання тощо); *B* – зворотний цикл (реалізує ТНУ для отримання теплоти комунального призначення)

$N_{\text{рел. Землі}}^{\text{СЕП}} \downarrow$ – реліктова негентропія, яка в умовах Землі ($T_{\text{Довкілля}} \approx 300 \text{ K} > 0$) нездатна виконати роботу;

$N_{\text{СЕП}}^- \downarrow$ – втрати негентропії реальної синтетичної СЕП (двигуна внутрішнього згоряння, двигуна Стірлінга, турбіни, ракети, мотор-компресора тощо), які неминуче мають місце внаслідок взаємодії СЕП з навколишнім середовищем;

ТНУ – теплонасосна установка («зворотна» СЕП), в якій реалізується термодинамічний принцип теплоенергетичної рекуперації (відновлення негентропії теплової енергії);

$N_{\text{Н}}^{\text{ТНУ}} \uparrow$ – негентропійний потік, який «віднімається» від «холодильника» (навколишнього середовища) і подається на вхід ТНУ;

$N_{\text{ТНУ}}^- \downarrow$ – негентропійні втрати реальної ТНУ, які мають місце внаслідок її взаємодії з навколишнім середовищем;

$w_{\text{ТНУ}}^- \uparrow$ – витратна робота функціонування ТНУ (робота мотор-компресора), яка виконується за рахунок сторонньої $N_{\text{Д}}$;

$N_{\text{В}}^{\text{ТНУ}} \uparrow$ – негентропійний потік на виході ТНУ, який трансформується в теплоту для комунальних потреб.

Теоретичний (ідеальний) ККД^0 , тобто виконання роботи в умовно ідеальній СЕП за відсутності її взаємодії з навколишнім середовищем ($N_{\text{СЕП}}^- \downarrow = 0$), визначатиметься за формулою:

$$\text{ККД}_{\text{СЕП}}^0 = \frac{w_{\text{СЕП}}^{0(+)} \downarrow}{N_{\text{В}}^{\text{СЕП}} \downarrow} = \frac{N_{\text{В}}^{\text{СЕП}} \downarrow - N_{\text{рел. Землі}}^{\text{СЕП}} \downarrow}{N_{\text{В}}^{\text{СЕП}} \downarrow} = \frac{T_{\Gamma} - T_{\text{X}}}{T_{\Gamma}} = 1 - \frac{T_{\text{X}}}{T_{\Gamma}}, \quad (1)$$

де верхній індекс «0» позначає ідеальну (гіпотетичну) СЕП, а верхній індекс «+» – корисність виконаної роботи.

Оскільки в реальній СЕП завжди $N_{\text{СЕП}}^- \downarrow > 0$ (величина $N_{\text{СЕП}}^- \downarrow$ визначається технічним удосконаленням реальної СЕП), то ККД реальної СЕП ($\text{ККД}_{\text{СЕП}}$) визначатиметься за формулою:

$$\text{ККД}_{\text{СЕП}} = \text{ККД}_{\text{СЕП}}^0 - \frac{N_{\text{СЕП}}^- \downarrow}{N_{\text{В}}^{\text{СЕП}} \downarrow} = 1 - \frac{T_{\text{X}}}{T_{\Gamma}} - \frac{N_{\text{СЕП}}^- \downarrow}{N_{\text{В}}^{\text{СЕП}} \downarrow}. \quad (2)$$

Як видно із (1) та (2), при $T_{\Gamma} \rightarrow \infty$ $\text{ККД}_{\text{СЕП}}^0 \rightarrow 1$, а при $N_{\text{СЕП}}^- \downarrow \rightarrow 0$ $\text{ККД}_{\text{СЕП}} \rightarrow \text{ККД}_{\text{СЕП}}^0$. Так, сьогодні на ТЕС температура гарячих водяних

парів перед входом у турбину становить близько $550\text{ }^\circ\text{C}$ ($T_{\Gamma} = 823\text{ K}$); при температурі середовища $25\text{ }^\circ\text{C}$ ($T_{\text{X}} = 298\text{ K}$) теплоенергетичний $\text{ККД}_{\text{ТЕС}}^0$ становить

$$\text{ККД}_{\text{ТЕС}}^0 = 1 - \frac{298}{823} = 0,64,$$

а з урахуванням реальних теплоенергетичних втрат, які $\approx 24\%$, він становитиме $0,4$ ($0,64 - 0,24$).

Якщо температуру водяних парів підвищити до $700\text{ }^\circ\text{C}$ (задача виключно технічна), то $\text{ККД}_{\text{ТЕС}}^0 = 0,7$, а реальний $\text{ККД}_{\text{ТЕС}} \approx 0,7 - 0,25 \approx 0,45$ ($N_{\text{ТЕС}}^-$ при підвищенні температури водяних парів також дещо зростає).

Зворотний термодинамічний цикл Карно

На рис.11Б наведено структурну модель зворотного термодинамічного циклу Карно. Саме він лежить в основі функціонування ТНУ на основі термодинамічного принципу теплоенергетичної рекуперації. В цьому випадку ТНУ відіграє роль зворотної СЕП.

Розглянемо, як відбувається зворотний цикл Карно.

У процесі функціонування ТНУ негентропійні потоки рухаються у зворотному напрямку (по відношенню до прямого циклу): від «холодного» джерела теплової енергії «віднімаємо» негентропійний потік $N_{\text{H}}^{\text{THY}\uparrow}$, виконуємо над ним витратну компенсаційну роботу $w_{\text{THY}}^{\uparrow}$ за рахунок негентропії N_{Δ} стороннього енергетичного джерела (електроенергії з мережі тощо) і на виході ТНУ отримуємо «гарячий» негентропійний потік $N_{\text{B}}^{\text{THY}\uparrow}$.

Якщо обидва цикли розглядати як ідеальні, тобто $N_{\text{СЕП}}^- = 0$ і $N_{\text{THY}}^- = 0$, то матимемо:

- у прямому циклі СЕП отримує негентропійний потік $N_{\text{B}}^{\text{СЕП}\downarrow}$ від «гарячого» джерела, який виконає корисну роботу $w_{\text{СЕП}}^{\downarrow}$;
- у зворотному циклі ТНУ віднімає у «холодного» джерела негентропійний потік $N_{\text{H}}^{\text{THY}\uparrow}$ і за рахунок негентропії N_{Δ} стороннього джерела енергії виконує над ним витратну компенсаційну роботу $w_{\text{THY}}^{\uparrow}$ з отриманням на виході ТНУ негентропії $N_{\text{B}}^{\text{THY}\uparrow}$, яка надалі використовуватиметься для комунальних потреб.

Справедливими будуть такі тотожності циклів:

$$N_{\text{B}}^{\text{СЕП}\downarrow} = N_{\text{B}}^{\text{THY}\uparrow}; N_{\text{рел.Землі}}^{\text{СЕП}\downarrow} = N_{\text{H}}^{\text{THY}\uparrow}; |w_{\text{СЕП}}^{\downarrow}| = |w_{\text{THY}}^{\uparrow}|. \quad (3)$$

Теоретичний енергетичний $ККА_{ТНУ}^0$ є оберненою величиною $ККА_{СЕП}^0$ тобто $ККА$ умовним, який називають *обігрівальним коефіцієнтом* ($К_{ТНУ}^0$). Останній становить відношення отриманого теплового потоку (з негентропією $N_B^{ТНУ↑}$) на виході ТНУ до витратної роботи $w_{ТНУ}^-↑$, яка виконується за рахунок N_{Δ} стороннього енергетичного джерела, і визначається за формулою:

$$K_{ТНУ}^0 = ККА_{ТНУ}^0 = \frac{1}{ККА_{СЕП}^0} = \frac{1}{1 - \frac{T_X}{T_{\Gamma}}} = \frac{T_{\Gamma}}{T_{\Gamma} - T_X}, \quad (4)$$

де $K_{ТНУ}^0$ – теоретичний (ідеальний) коефіцієнт перетворення виконаної в ТНУ компенсаційної (витратної) роботи в отриману (корисну) «гарячу» теплоту комунального призначення з негентропією $N_B^{ТНУ↑}$.

Із (3) видно, що негентропія $N_B^{СЕП↓}$, отримана від «гарячого» джерела теплової енергії, в ідеальному прямому термодинамічному циклі Карно виконала корисну роботу $w_{СЕП}^+↓$, а залишкова $N_{\text{рел. Землі}}^{СЕП↓}$ перейшла в «холодне» джерело ($N_B^{СЕП↓} = w_{СЕП}^+↓ + N_{\text{рел. Землі}}^{СЕП↓}$).

Негентропія $N_B^{СЕП↓}$ може бути повернена тому ж «гарячому» джерелу теплової енергії (див. рис. 11), якщо виконати над нею витратну компенсаційну роботу $w_{ТНУ}^-↑$, тобто повернути отриману в прямому циклі роботу: $|w_{ТНУ}^-↑| = |w_{СЕП}^+↓|$.

Таким чином, для перетворення за допомогою ідеальної ТНУ негентропії «холодної» теплової енергії $N_H^{ТНУ↑}$ навколишнього середовища в негентропію «гарячої» теплоти комунального призначення (для обігріву житлового будинку (ЖБ)) необхідно, щоб компресор ТНУ виконав витратну компенсаційну роботу $w_{ТНУ}^-↑$ за рахунок стороннього джерела N_{Δ} .

Оскільки реальна ТНУ неминуче має втрати негентропії у навколишньому середовищі ($N_{ТНУ}^-↑ > 0$), які пов'язані з рівнем технічної і структурної вдосконаленості ТНУ, то реальний $K_{ТНУ}$ завжди буде менший за $K_{ТНУ}^0$ ($K_{ТНУ} < K_{ТНУ}^0$).

Чому ТНУ вигідна для отримання теплоти комунального призначення?

В умовах загострення глобальної енерго-екологічної ситуації технологію отримання теплоти комунального призначення шляхом прямого використання котельної теплоти ВЕ, яка спричинює невиправдану втрату

N_{BE} , слід вважати нераціональною. Така технологія жодним чином не може бути виправданою. Тому *енергетична вигода* застосування ТНУ для отримання теплоти комунального призначення є незаперечною.

Сьогодні ТНУ забезпечують світову потребу теплоти комунального призначення на більш як 7,2 %, зокрема в США – на 24 %.

Для реальної ТНУ $K_{ТНУ}$ завжди менший за теоретичний $K_{ТНУ}^0$, який визначається відповідно до (4).

Коефіцієнт $K_{ТНУ}^0$ відповідно до (4) є недостатнім показником повноцінної вигоди застосування ТНУ для отримання теплоти комунального призначення, оскільки він не віддзеркалює залежність від технічного вдосконалення самої ТНУ і зв'язок із реальними витратами первинної негентропії N_B «гарячої» теплоти, а відбиває тільки залежність від віртуальних температур – T_X (джерела «холодної» теплоти) і T_T (температури обігрівального теплоносія).

Таким чином, оцінку вигоди застосування ТНУ необхідно здійснювати:

- в порівнянні з іншими технологіями обігріву ЖБ, зокрема централізованим обігрівом за допомогою традиційної котельні;
- з урахуванням реальних витрат первинного умовного палива BE в котельні;
- з урахуванням реальних витрат первинного умовного палива BE на ТЕС для отримання електроенергії, яка використовуватиметься для приводу мотор-компресора ТНУ на обігрів ЖБ.

Для оцінювання вигоди від застосування ТНУ приймемо такі середньостатистичні умови у сфері традиційної комунальної теплоенергетики:

- температура обігрівального теплоносія $t_{обігр.} = +55 \text{ }^\circ\text{C}$;
- температура навколишнього повітря $t_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$;
- температурний напір передачі теплової енергії в трактах (повітря→хладон у випаровувачі й хладон→теплоносії у конденсаторі) становить $\Delta t = 5 \text{ K}$;
- ККД отримання електроенергії на ТЕС становить $\eta_{e/ТЕС} = 0,42$;
- ККД отримання «гарячої» теплоти при спалюванні BE у котельні становить $\eta_{T/K} = 0,8$;
- коефіцієнт транзитних втрат негентропії N_{BE} теплової енергії на шляху котельня→ЖБ становить $k_1 = 0,2$;

- коефіцієнт транзитних втрат негентропії $N_{e/e}$ електричної енергії на шляху ТЕС→ЖБ становить $k_2 = 0,08$;
- коефіцієнт технічної вдосконаленості гвинтового мотор-компресора $k_{\text{ТНУ}} = 0,58 + 0,01t_0$.

На рис. 12А наведено структурну модель обігріву ЖБ за допомогою традиційної котельні, а на рис. 12Б – за допомогою ТНУ.

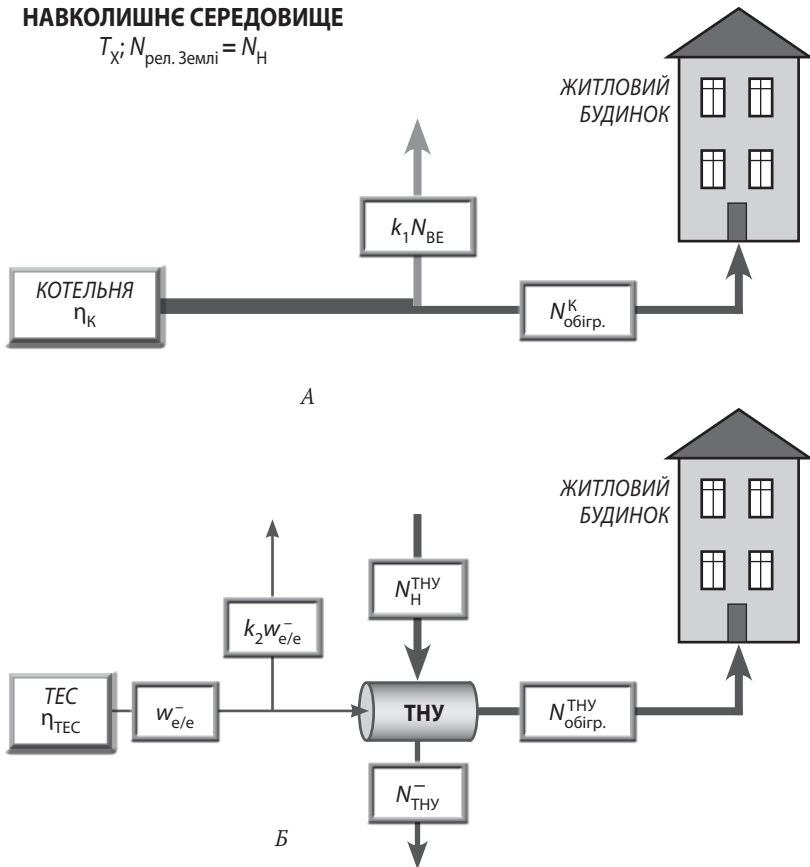


Рис. 12. Порівняльні структурні моделі обігріву житлового будинку:
 А – за допомогою традиційної котельні з використанням ВЕ; Б – за допомогою ТНУ з живленням мотор-компресора від електромережі ТЕС

На рис. 12 позначені:

η_K – ККД вивільненої при спалюванні ВЕ в котельні «гарячої» теплоти;

$\eta_{\text{ТЕС}}$ – ККД отримання електроенергії на ТЕС;

$N_{\text{обігр.}}^K$ – негентропійний обігрівальний потік теплової енергії при централізованому обігріві;

$N_{\text{H}}^{\text{TНУ}}$ – «холодний» теплоенергетичний потік, який ТНУ отримує від навколишнього середовища;

$N_{\text{обігр.}}^{\text{TНУ}}$ – негентропійний потік теплоенергії на виході ТНУ, який спрямовується в обігрівальну систему ЖБ;

$N_{\text{TНУ}}^-$ – негентропійний потік втрати теплової енергії, яка має місце внаслідок енергетичної взаємодії реальної ТНУ з навколишнім середовищем;

$w_{e/e}^-$ – витратна компенсаційна робота компресора ТНУ, яка виконується за рахунок негентропії стороннього джерела – донора N_{Δ} (електричної мережі).

Для котельного обігріву (рис. 12А) матимемо:

$$N_{\text{обігр.}}^K = \eta_K N_{\text{ВЕ}} (1 - k_1), \quad (5)$$

а для обігріву за допомогою ТНУ (рис. 12Б) відповідно:

$$N_{\text{обігр.}}^{\text{TНУ}} = K_{\text{TНУ}} w_{e/e}^- = K_{\text{TНУ}}^0 k_{\text{TНУ}} \eta_{\text{ТЕС}} N_{\text{H}}^{\text{TНУ}} (1 - k_2), \quad (6)$$

де $k_{\text{TНУ}}$ – коефіцієнт вдосконаленості реальної моделі ТНУ.

Позначимо відношення $\frac{N_{\text{обігр.}}^{\text{TНУ}}}{N_{\text{обігр.}}^K}$ через $B_{\text{TНУ/К}}$ і назвемо його **вигодю**.

Тоді з урахуванням (5) і (6) отримаємо

$$B_{\text{TНУ/К}} = \frac{\eta_{\text{ТЕС}} (1 - k_2)}{\eta_K (1 - k_1)} K_{\text{TНУ}}^0 k_{\text{TНУ}}. \quad (7)$$

З урахуванням (4) вираз (7) матиме такий остаточний вигляд:

$$B_{\text{TНУ/К}} = \frac{\eta_{\text{ТЕС}}}{\eta_K} \frac{1 - k_2}{1 - k_1} \frac{T_{\Gamma}}{T_{\Gamma} - T_{\text{X}}} k_{\text{TНУ}}. \quad (8)$$

Прийmemo: $t_{\text{обігр.}} = 55 \text{ }^\circ\text{C}$ (328 K); $t_0 = 0 \text{ }^\circ\text{C}$ (273 K); $\Delta t = 7 \text{ K}$ – температурний перепад у теплообміннику випаровувача і конденсатора; $\eta_K = 0,82$; $\eta_{\text{ТЕС}} = 0,42$; $k_1 = 0,2$; $k_2 = 0,08$; $k_{\text{TНУ}} = 0,55 + 0,01 t_0$ – статистичний коефіцієнт вдосконаленості ТНУ з гвинтовим компресором.

Тоді відповідно матимемо:

$$T_X = T_0 - 7 = 266 \text{ К};$$

$$T_\Gamma = 273 + t_{\text{обігр.}} + 7 = 335 \text{ К}.$$

З урахуванням прийнятих величин і відповідно до (8), $B_{\text{ТНУ/К}}$ визначається:

$$B_{\text{ТНУ/К}} = \frac{0,4}{0,82} \cdot \frac{1 - 0,08}{1 - 0,2} \cdot \frac{335}{335 - 266} \cdot 0,55 = 1,5.$$

Сьогодні у світі вже використовують понад 300 млн ТНУ, які дають змогу отримувати щорічно понад 210 млн т умовного палива (у. п.) тепло-ти комунального призначення (КТ). В загальному світовому балансі енергетичної потреби теплопродукція ТНУ забезпечує вже понад 3,8 %, а в загальному балансі потреби КТ – 6,8 %. У США ці цифри становлять відповідно – 18 і 24 % (практично кожний новий котедрж обладнується ТНУ за пільговими цінами за витрачену в процесі експлуатації електроенергію, а також на придбання обладнання для ТНУ).

Про невиправданість прямого використання ВЕ для комунального теплозабезпечення

Комунальне теплозабезпечення в загальній потребі енергозабезпечення (ЕДЛ) має найбільшу ємність і становить близько 55 %. Тому в контексті життєобхідності якнайшвидшої трансформації концептуальної моделі сталого економічного розвитку (ЕДЛ_{СР}) безпосереднє використання теплової енергії ВЕ, для якої характерна порівняно висока негентропія, для комунального теплозабезпечення є *невиправданим*.

Це пов'язано з тим, що тепла енергія комунального призначення не виконує корисної механічної роботи.

За такої технології комунального теплозабезпечення вартісна з погляду порівняно високої негентропії $N_{\text{ВЕ}(900)}$ (вивільненої теплової енергії при котельному спалюванні ВЕ) без користі деградує до рівня $N_{\text{ВЕ}(70)}$.

Покажемо це наочно на епюрній моделі (рис. 13).

При спалюванні ВЕ в котлі ми отримуємо $N_{\text{ВЕ}(900)}$, значна частина якої ($\Delta N_{\text{ВЕ}} = {}^*N_{\text{ВЕ}} = N_{\text{ВЕ}(900)} - N_{\text{ВЕ}(70)}$) без користі деградує до рівня $N_{\text{ВЕ}(70)}$ (з погляду можливості виконати роботу), оскільки для нагріву комунального теплоносія використовується тільки $N_{\text{ВЕ}(70)}$ ($N_{\text{ВЕ}}$ на рис. 13).

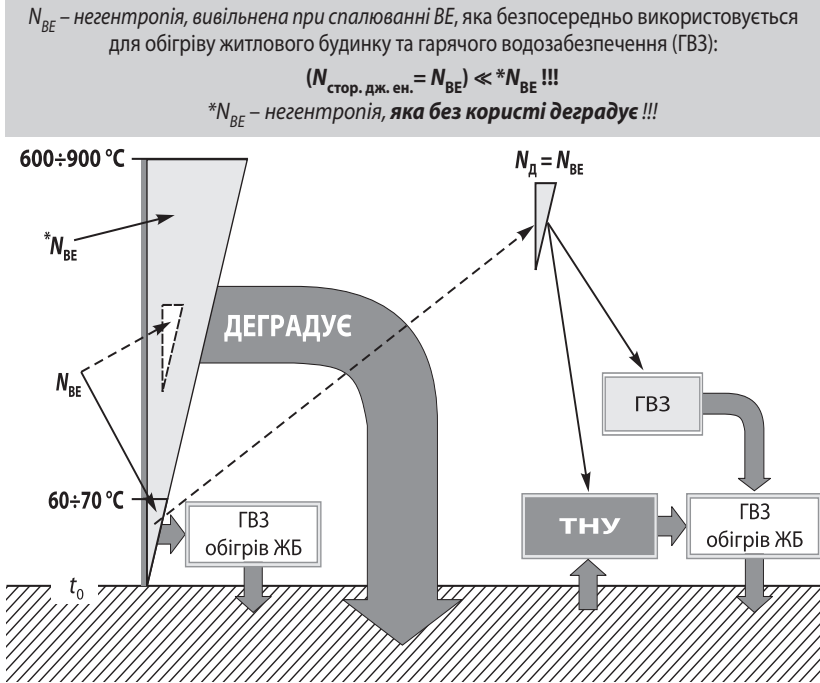


Рис. 13. Епюрна модель невиправданості прямого використання ВЕ для комунального теплозабезпечення і вигідності застосування ТНУ

Водночас $*N_{BE}$ може бути використана для отримання вартісної (з погляду мобільності транспортування та відсутності $N_{\text{рел. землі}}$) електроенергії, теоретична величина якої ($N_{BE(900)}/N_{BE(70)}$) в 3,3 рази більша за $N_{BE(70)}$, котра використовується для прямого нагріву обігрівального теплоносія. Іншими словами, якщо вивільнену теплову енергією з негентропійним рівнем $N_{BE(900)}$ використати для отримання цінної електроенергії, то лише 33 % останньої буде еквівалентною $N_{BE(70)}$. Решту 67 % отриманої негентропії ΔN_{BE} можна використовувати для отримання електроенергії.

Окрім цього, застосування для обігріву ЖБ (теплота становить 20 % у балансі загальної енергопотреби ЕДЛ) термодинамічного принципу – теплоенергетичної рекуперації, яка успішно реалізується за допомогою теплонасосної установки [46, 49, 50], дає змогу знизити потребу в первинній N_{BE} .

ВЕ, які спалюють у котлах для прямого отримання теплоти комунального призначення, краще використовувати на ТЕС для отримання електроенергії, частину якої витратити на функціонування ТНУ.

У виробництві обладнання для ТНУ в США сьогодні беруть участь понад 280 фірм. Річне інвестування у розвиток генерування теплової енергії комунального призначення на базі ТНУ в США сьогодні становить понад 24 млрд дол. США, 90 % якого здійснюють нафтогазові компанії. В порівнянні з Україною це приголомшує!

Необхідно зазначити, що в США та інших розвинутих країнах світу сьогодні впроваджується паралельно також інший перспективний вид негентропійного забезпечення ЕДЛ – *сонячно-воднева енергетика*, технічною базою якої є *водневий паливний елемент* (ВРЕ), про що вже вище згадувалося.

Сьогодні найперспективнішим структурним елементом для подальшого вдосконалення ТНУ є *гвинтовий* (шнековий) *мотор-компресор*, який, на відміну від поршневого, має низку переваг:

- триваліший термін експлуатації;
- вища надійність експлуатації;
- нижчий шум унаслідок відсутності вібрацій;
- вищий коефіцієнт енергоперетворення $K_{\text{ТНУ}}$ та ін.

Концепція ТНУ нового покоління

Існують значні резерви для подальшого вдосконалення ТНУ, використання яких надає можливість створити ТНУ нового покоління (ТНУ_{НП}).

Перш за все з'ясуємо, що означає у випадку ТНУ поняття «нове покоління», тобто головні переваги ТНУ_{НП}.

Концепцію структурної моделі ТНУ_{НП} для генерування теплової енергії комунального призначення наведено на рис. 14. Особливості окремих її елементів розглядатимуться у наступних підрозділах.

Створення моделі ТНУ_{НП} є результатом втілення чотирьох головних напрямків:

А. Вдосконалення технології *обігріву-охолодження* жилого приміщення, що забезпечить відповідність теплового мікроклімату приміщення

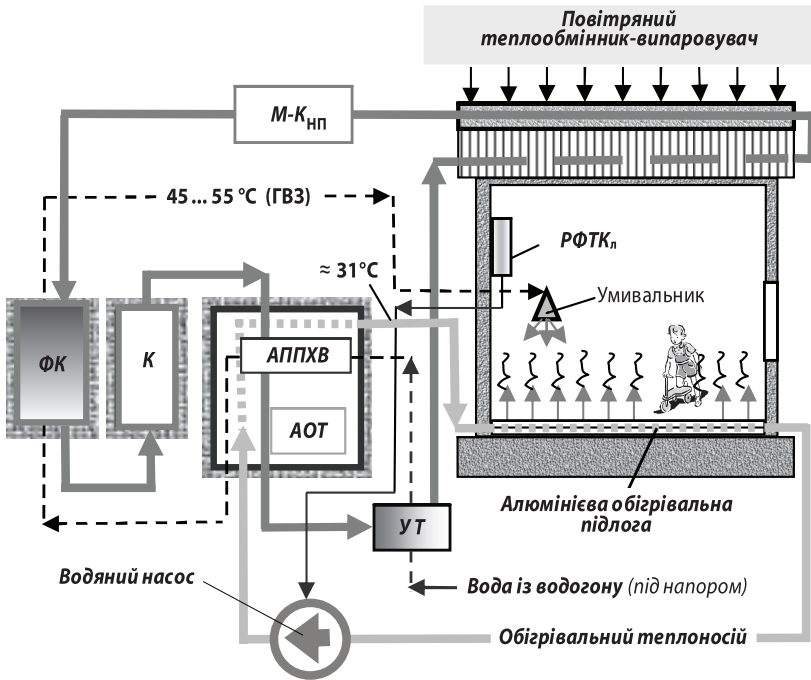


Рис. 14. Концептуальна структурна модель обігріву жилого приміщення за допомогою ТНУ нового покоління:

М-К_{НП} – гвинтовий мотор-компресор нового покоління; *ФК* – форконденсатор (доведення температури води гарячого водозабезпечення до 45...55 °С); *К* – конденсатор; *АППХВ* – акумулятор холодної води, попередньо підігрітої; *АОТ* – акумулятор обігрівального теплоносія; *УТ* – утилізатор теплоти хладону після конденсації; *РФТК_п* – розпізнавач фізіологічного теплового комфорту людини

фізіологічному квазітеплокомфортному станові людини, яка перебуває в цьому приміщенні.

Цей напрям має низку складових:

А1. Обігрів жилого приміщення здійснюється за допомогою обігрівальної алюмінієвої підлоги (АОП) із спеціальних профілів з проточними внутрішніми каналами. АОП порівняно з батареями централізованого опалення або з вмонтованими в підлогу обігрівальними пластиковими трубками для протікання рідкого теплоносія локального котельного обігріву має переваги.

Профілі АОП з внутрішніми проточними каналами з'єднуються за шахматно-паралельною схемою для прямого та зворотного руху обігрівального теплоносія, внаслідок чого:

- забезпечується рівномірний обігрів приміщення, що покращує його тепловий мікроклімат;
- знижує гідравлічний опір протіканню обігрівального рідкого теплоносія, що за умови вимушеної циркуляції останнього зменшує витрати електроенергії на його прокачування;
- забезпечує вільну циркуляцію обігрівального теплоносія на основі *термосифону* (гравітаційного ефекту) у випадку розміщення бака-акумулятора рідкого обігрівального теплоносія (АОП) нижче підлоги.

A2. Зниження температури рідкого теплоносія на вході до обігрівальної підлоги до $\approx 31^\circ\text{C}$, що, згідно з (8), забезпечує очевидне підвищення *вигоди* $B_{\text{ТНУ/К}}$.

Якщо прийняти, що температура теплоносія на вході у підлогу становить 31°C , то температура «гарячої» теплоти становитиме $T_1 = 273 + 31 + 7,5 = 311,5\text{ K}$.

Тоді при $t_0 = 0^\circ\text{C}$ (273 K), відповідно до (8), $B_{\text{ТНУ/центр}}$ становитиме

$$B_{\text{ТНУ/К}} = \frac{0,4}{0,82} \cdot \frac{1 - 0,08}{1 - 0,2} \cdot \frac{311,5}{311,5 - 265,5} \cdot 0,5 = 2,09,$$

тобто зросте в $1,41 = 2,09/1,48$ рази.

A3. Утилізація за допомогою форконденсатора (ΦK на рис. 14) негентропії $N_{403\text{K}} \rightarrow N_{346\text{K}}$ перегрітих парів хладону, які вийшли із мотор-компресора ТНУ_{НП}, що використовується для догріву води гарячого водозабезпечення (нагрів холодної води здійснюється в баку АОТ).

A4. Попередній підігрів холодної води (на рис. 14 – із водогону) для гарячого водозабезпечення (ГВЗ) здійснюється за допомогою утилізатора теплоти хладону після його конденсації (УТ на рис. 14).

Б. Керування подачею обігрівального теплоносія при виході із конденсатора ТНУ_{НП} у систему обігріву жилого приміщення за допомогою розпізнавача фізіологічного теплового комфорту людини – РФТК_Л [18–24, 27, 35, 37], який за своєю термодинамічною природою є фізичною моделлю теплоенергетичного обміну людина \leftrightarrow середовище.

Діючий лабораторний зразок РФТК_Λ зображений на рис. 15. Особливості застосування РФТК_Λ у системах обігріву жилого приміщення будуть розглянуті докладніше в підрозділі «Особливості та вигоди застосування РФТК_Λ у системах обігріву-охолодження жилого приміщення», а теоретичні основи його створення – в окремому розділі, присвяченому моделюванню енергетичної взаємодії людина ↔ середовище.

В. Створення і застосування гвинтоподібного мотор-компресора нового покоління (М-К_{НП}) з обертанням шнекового гвинта на магнітних (немеханічних) підшипниках зі швидкістю $n \geq 40\,000$ об./хв¹.

Науково-технічною проблемою створення такого мотор-компресора донедавна була відсутність надійних та ефективних немеханічних підшипників².

Американська компанія *Magnetic Energy*, яка є структурною складовою компанії *ABCH* (Техас), створила електромотор-генератор нового покоління моделі *Elgen Magnetic Fuel Cell Generator* на магнітній підвісці. Вартість проекту становила близько 100 млн дол. США.

Постійні супермагніти розміщені на роторі. На статорі містяться мідні трубки, в яких індукуюється електричний струм при одночасному їх охолодженні.

Маса мотор-генератора при електричній потужності 1 МВт не перевищує 3 т, маса ротора – близько 1,5 т (на холостому ходу його легко прокрутити пальцем).

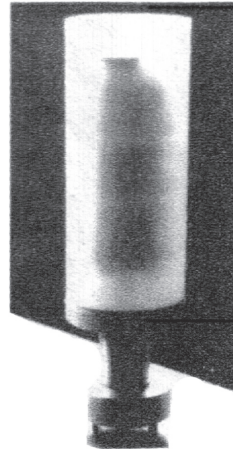


Рис. 15. Розпізнавач фізіологічного теплового комфорту людини – РФТК_Λ (діючий зразок)

¹ У Японії вже створено зразки високообертового електродвигуна з магнітними підшипниками, швидкість обертання ротора якого вже сягла 120 000 об./хв.

² Київська фірма «АЛКОН» (алмазний концерн) свого часу займалася виготовленням низки експериментально-промислових зразків токарних верстатів з обертанням шпинделя на «повітряних» підшипниках зі швидкістю $n \approx 30\,000$ об./хв. За допомогою алмазних різців верстат забезпечував отримання чистоти поверхні на алюмінієвих деталях ≈ 12 од.

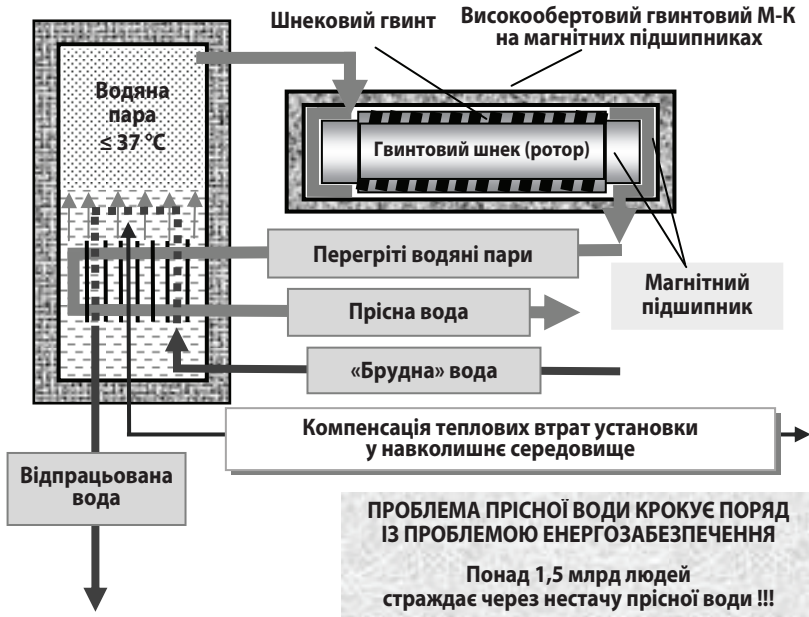


Рис. 16. Структурна модель установки нового покоління для отримання прісної води на основі низькотемпературної перегонки

Створення магнітної підвіски (магнітних підшипників) буде успішним прототипом для застосування не тільки в електричних генераторах широкого спектра потужностей (Вт ... МВт), а й у високообертових мотор-компресорах нового покоління (М-К_{НП}):

- як структурний елемент ТНУ_{НП};
- в установках для отримання прісної води на основі *низькотемпературної перегонки* (див. рис. 16), оскільки герметичний М-К_{НП} у якому всі внутрішні рухомі елементи обертаються на магнітних підшипниках, не забруднюють внутрішній простір компресора мастилом.

Застосування в установці (рис. 16) теплоенергетичної рекуперації високого ступеня дасть змогу істотно знизити *негентронійні* витрати функціонування, що підвищить її ефективність при масштабному впровадженні.

Установка дає змогу здійснювати декілька ступенів послідовної перегонки води для отримання необхідного ступеня очищення.

Особливості енергетичної взаємодії системи людина ↔ середовище

Обігрів-охолодження жилого приміщення *pro futurum* здійснюватиметься на принципово нових підходах розуміння самого поняття *теплого комфорту* людини [див.: 18–24, 26–28, 35, 37, 42].

В основі оцінювання відповідності теплового мікроклімату жилого приміщення стану *фізіологічного теплокомфорту людини*, згідно з діючою методологією, лежить нормативне значення «теплокомфортної» температури приміщення ($t_{\text{комф.}}$).

Визначення нормативного значення температури $t_{\text{комф.}}$ жилого приміщення, яка повинна відповідати тепловому комфорту людини в цьому приміщенні, базується на суб'єктивному відчутті теплового комфорту людини.

Визначення поточного значення температури $t_{\text{комф.}}$ приміщення здійснюється «вимірюванням» за допомогою традиційних термометрів (розпізнавачів температури) – спиртових, ртутних, параметричних (терморезисторних), термопарних (генераторних) та інших.

Водночас відповідність цієї температури $t_{\text{комф.}}$ об'єктивному теплокомфортному стану людини, тобто фізіологічному, є багатомірною, тобто неоднозначною, оскільки вона не враховує такі суттєві чинники:

- а) функціонування в організмі людини *біологічної системи внутрішньої терморегуляції* (БСВТ_Λ);
- б) існування *двох температур* у приміщенні, що насправді й формують процес теплоенергетичної взаємодії (теплообмін) людина ↔ середовище, якими є:
 - *радіаційна температура* t_r (середньоінтегральна, тобто ефективна, температура оточуючих людину твердих поверхонь приміщення);
 - *конвекційна температура* t_k (температура повітря, яке безпосередньо оточує людину).

Існування в оточенні людини двох температур t_r і t_k формує енергетичну взаємодію систем об'єкт ↔ середовище, зокрема людина ↔ середовище, одночасно за двома трактами, які діють незалежно, – радіаційним (інфрачервоним) та конвекційним теплоенергетичними обмінами.

Традиційний термометр – розпізнавач температури – система, яка енергетично взаємодіє зі своїм оточенням, надає інформацію про «свою

власну» температуру, значення якої розташовуватиметься між значеннями температур t_r і t_k , тобто:

$$t_r, \dots, t_{\text{об'єкта}}, \dots, t_k.$$

Показання традиційного термометра в приміщенні характеризують відповідність стану теплового комфорту людини *неоднозначно*. Вони не корелюють зі середньоінтегральною температурою поверхні одягненої людини [26, 27].

Енергетична взаємодія системи людина \leftrightarrow середовище відбувається двома шляхами:

- шляхом *конвекційного* теплоенергетичного обміну, який залежить від різниці значень температур (К):

$$|t_{\text{пов. люд.}} - t_k|;$$

- шляхом *радіаційного* енергетичного обміну, який прямо залежить від різниці 4 ступенів абсолютних температур (К):

$$\left[\frac{T_{\text{пов. люд.}}}{100} \right]^4 - \left[\frac{T_r}{100} \right]^4 \quad (\text{закон Стефана-Больцмана}).$$

Теплокровний біоорганізм, зокрема організм людини, являє собою *біологічний вид* термодинамічної СЕП.

Від їжі рослинного і тваринного походження (біологічного водневого енергоносія) організм отримує негентропію, накопичену рослинами в процесі фотосинтезу, який пов'язаний з переходом $N_{\text{СР}}$ в негентропію хімічних зв'язків синтезованих органічних речовин (див. рис. 6).

Вивільнена в процесі перетравлювання їжі N виконує в організмі необхідну роботу:

- 1) кровообігу – постачання кожній клітині проміжного водневого енергоносія;
- 2) дихання – постачання кожній клітині кисню з навколишнього середовища для синтезу H_2O з вивільненням теплової енергії, N якої саме і виконує всю необхідну внутрішню роботу – перетравлювання їжі, синтез ферментів, механічний рух, переміщення організму, зокрема в просторі, інтелектуальну та фізичну діяльність тощо.

Реліктова негентропія ($N_{\text{рел.}}$) теплоенергетичних метаболічних виділень (M_T), яка залежить від виду діяльності людини (див. табл. 1), вивільняється в навколишнє середовище, розпорозуючись у ньому.

Метаболічні тепловиділення людини (M_T) – це тепла енергія з реліктовою (залишковою) негентропією після енергоперетворень для виконання всіх необхідних організму робіт ($N_{\text{рел. } M_T}$).

Для біологічного організму людини $N_{\text{рел. } M_T} > N_{\text{рел. Землі}}$ (для умов Землі $\approx 5\%$), оскільки внутрішня температура організму ($37,1\text{ }^\circ\text{C}$) вища за середню температуру ЕЗ ($25\text{ }^\circ\text{C}$)

$$N_{\text{рел. } M_T} / N_{\text{рел. Землі}} = (273 + 37,1) / (273 + 25) = 1,04.$$

Поняття «метаболізм» (з *грецьк.* – зміна, перетворення) розуміють як сукупність процесів енергоперетворення в теплокровному організмі на клітинно-молекулярному рівні. В їх основі лежить обмін речовин, який супроводжується вивільненням негентропії її проміжним носієм – воднем у процесі синтезу води ($N_{\text{Ср}}$, накопиченої рослинами в процесі фотосинтезу й отриманої організмом з їжею рослинно-тваринного походження – див. рис. 6).

Суть метаболізму полягає в розщепленні молекул харчового продукту рослинно-тваринного походження та синтезу нових речовин з вивільненням водню як проміжного носія отриманої попередньо первинної $N_{\text{Ср}}$.

Після отримання організмом O_2 з навколишнього середовища під час дихання відбувається синтез води з виділенням електроенергії як основи виконання організмом метаболічної роботи на молекулярному рівні, яка супроводжується деградацією отриманої з їжею негентропії (накопиченої в ній первинної $N_{\text{Ср}}$) і виділенням реліктової (залишкової) негентропії метаболічних тепловиділень – $N_{\text{рел. } M_T} \cdot M_T$ з $N_{\text{рел.}}$, яка вже нездатна виконати роботу, повинна перейти в навколишнє середовище і розпорозити-ся в ньому.

Завданням БСВТ_Λ є формування режимів роботи певних чинників у процесі енергетичного обміну систем людина ↔ середовище (цими чинниками є середня температура поверхні тіла, потіння, тремтіння), які забезпечують стабільність «біологічної» температури внутрішніх життєво важливих органів. Нагадаю, що для організму людини ця температура становить $37,1\text{ }^\circ\text{C}$ [1, 3, 52].

Теплокровний організм, зокрема організм людини, є, по-суті, біологічним видом складної системи енергетичного перетворення (СЕП_{БΛ}), яка використовує їжу рослинного і тваринного походження як проміж-

Таблиця 1

Метаболічні тепловиділення людини (M_T) залежно від виду діяльності, $Вт/м^2$

Вид діяльності	M_T
Відпочинок (у тому числі стоячи)	41–70
Ходіння:	
по горизонтальній поверхні зі швидкістю 3,2–8,0 км/год	116–338
по схилу 5 % зі швидкістю 1,6–6,4 км/год	140–356
по схилу 15 % зі швидкістю 1,6–4,8 км/год	169–410
по схилу 25 % зі швидкістю 2,1–3,9 км/год	210–392
Фізична праця на виробництві:	
випікання хліба	82–116
виробництво пива	128–140
деревообробка	105–375
ливарне виробництво	432–487
ремонт автомобіля	128–175
праця із застосуванням різних механізмів	116–232
консервне виробництво	116–232
важка ручна праця сидячи	123
Лабораторна праця на виробництві	82–123
Праця вчителя	93
Праця водія транспортних засобів	58–187
Важка фізична праця:	
перенесення мішка вагою 50 кг	232
праця землекопа	232–350
Спортивна діяльність	175–510
Домашня праця	116–210
Праця в офісі	52–70

- Примітки:** 1. Площа поверхні людини $\approx 1,8 \text{ м}^2$ при зрості $\approx 1,8 \text{ м}$ і вазі $\approx 80 \text{ кг}$.
 2. $Вт/м^2 = Дж/(с \cdot м^2) = 0,86 \text{ ккал}/(\text{год} \cdot \text{м}^2)$ (У 1925 р. 1-ша міжнародна конференція, присвячена властивостям водяної пари, прийняла рішення про впровадження єдиної для всіх країн одиниці кількості теплоти – 1 ккал = 1,163 (Вт·год); 1 кал = 4,187 Дж.

ного носія N_{CP} і виконує роботу метаболізму, таким чином забезпечуючи життєдіяльність теплокровного організму людини.

Суть фізіологічного теплового комфорту людини (об'єктивного) полягає в переході в навколишнє середовище поточної величини метаболічних тепловиділень M_T за умов, коли біологічна температура життєво важливих внутрішніх органів ($t_{вжо}$ для людини – 37,1 °С) залишається стабільною і не залежить від поточних мінливих значень температур навколишнього середовища – радіаційної t_r і конвекційної t_k , а БСВТ_Δ перебуває в стані мінімальної напруженості.

Це відповідає ефективному співвідношенню в приміщенні значень температур t_r та t_k , яке забезпечує баланс між поточним значенням M_T і її результативною радіаційно-конвекційною віддачею в навколишнє середовище при середній («теплокомфортній») температурі поверхні тіла з урахуванням одягу 31–33 °С.

Радіаційний енергообмін системи людина ↔ середовище (в інфрачервоному спектрі електромагнітних променів) при середніх у реальних умовах значеннях температури t_r становить 45–70 % від повного теплообміну. В цьому легко переконатися влітку спекотного дня під час спуску на ескалаторі метрополітену.

Для кращого пояснення цього феномену наведу один з експериментів фізіологів у кліматичній камері (Будапешт), безпосереднім спостерігачем якого мені пощастило бути. Результат експерименту видався на перший погляд парадоксальним.

До кліматичної камери подавалося повітря ($w \approx 0,1$ м/с), температура якого становила $t_k = +30$ °С. (Нагадаю, що для вимірювання t_k у «числому» вигляді необхідно застосовувати для чутливого елемента термометра декілька екранів з гладкою поверхнею, виготовлених з матеріалу, який має низький ступінь чорноти.) Середня температура внутрішніх поверхонь стін клімокамери становила $t_r = +10$ °С.

У клімокамеру заходила людина в досить легкому одязі. За ≈ 30 хвилин піддослідний починав дрижати внаслідок відчуття холоду. Традиційний термометр (розпізнавач температури в клімокамері) у той час показував 20,2 °С (температура в межах 19–21 °С, за показаннями такого термометра, відповідно до норм є такою, що «відповідає» тепловому комфорту людини).

Із наведеного стає очевидним, що сучасна теплокомфортна методологія оцінювання відповідності теплового мікроклімату жилого приміщення (середовища) фізіологічному (об'єктивному) стану теплового комфорту

організму людини вимагає значного вдосконалення, оскільки вона має ряд недоліків, а саме:

- *по-перше*, вона не враховує наявність БСВТ_Λ у теплкровному біоорганізмі, зокрема в біоорганізмі людини, яка здійснює диференціювання об'єктивного теплового стану людини на:
 - квазіфізіологічний тепловий комфорт (ФТК_Λ);
 - допустимий гарячий дискомфорт (ДГД_Λ);
 - допустимий холодний дискомфорт (ДХД_Λ);
- *по-друге*, вона не враховує наявність у середовищі двох діючих термодинамічних збурювачів (ТЗ), а саме – радіаційної (t_r) і конвекційної (t_k) температур, які формують реальний процес енергетичної взаємодії системи людина ↔ середовище.

Роль БСВТ_Λ у процесі енергетичної взаємодії системи людина ↔ середовище

Як зазначалося в попередньому підрозділі, сучасна методологія визначення параметрів локального теплового клімату жилого середовища (приміщення) базується на суб'єктивному відчутті людиною теплового комфорту [1, 3, 23, 27, 52].

Такий підхід не дозволяє об'єктивно оцінити відповідність теплового мікроклімату жилого приміщення фізіологічному (об'єктивному) теплокомфортному стану людини.

Теплкровний організм, зокрема організм людини, є, по-суті, біологічним видом складної системи енергетичного перетворення (СЕР_{БΛ}), яка використовує їжу рослинного і тваринного походження як проміжного носія негентропії (накопиченої рослинами $N_{Ср}$ у процесі фотосинтезу) і виконує роботу метаболізму w_m . Таким чином відбувається життєдіяльність теплкровного організму, наприклад людини.

На рис. 17 наведено епіюру модель функціонування БСВТ_Λ залежно від мінливих температур навколишнього середовища (радіаційної t_r і конвекційної t_k) і від заданої інтенсивності метаболічних тепловиділень M_T . Наведений на рисунку алгоритм функціонування БСВТ_Λ, спрямованої на утримання постійної температури внутрішніх органів життєзабезпечення організму (ВЖО) шляхом балансу між теплопродукцією M_T і її віддачею від ефективної поверхні тіла людини в навколишнє середовище, бачиться досить наочним.

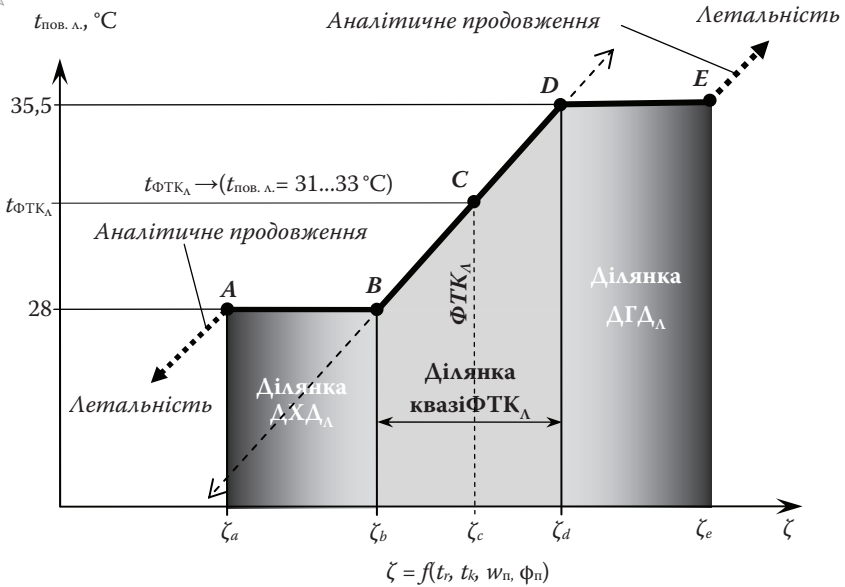


Рис. 17. Епюрна модель функціонування БСВТ $_{\Lambda}$ залежно від мінливих температур навколишнього середовища (радіаційної t_r і конвекційної t_k), а також від інтенсивності потоку метаболічних тепловиділень M_T

На рисунку позначені:

$t_{\text{пов.}\Lambda}$ – ефективна (середньоінтегральна) температура поверхні тіла легко одягненої людини;

$\Delta\chi\Delta_{\Lambda}$ – допустимий холодний дискомфорт людини;

$\Delta\Gamma\Delta_{\Lambda}$ – допустимий гарячий дискомфорт людини;

квазіФТК $_{\Lambda}$ – квазіфізіологічний тепловий комфорт людини;

ζ – ефективна (результативна) дія термодинамічного впливу на людину навколишнього середовища;

t_r, t_k – радіаційна і конвекційна температури середовища;

$w_{\text{п}}$ – швидкість руху повітря, що оточує тіло людини;

$\phi_{\text{п}}$ – відносна вологість повітря в жиллому приміщенні.

Розглянемо алгоритм функціонування БСВТ_Λ.

Точка *C* на рис. 17 відповідає стану квазіфізіологічного теплового комфорту людини (квазіФТК_Λ), який утримується в умовах, що забезпечують баланс між метаболічною теплопродукцією M_T та її віддачею з поверхні тіла людини (з урахуванням термічного опору R_0 одягу) в навколишнє середовище за відсутності напруженості БСВТ_Λ. БСВТ_Λ перебуває в стані готовності до відповідної зміни умов енергообміну системи людина ↔ середовище у разі порушення його балансу внаслідок зміни температури $t_{\text{вжо}}$ (зміни її біологічно оптимального значення – 37,1 °С).

Нагадаю, що відхилення температури $t_{\text{вжо}}$ від значення 37,1 °С при відповідному виді діяльності людини, а також при відповідному термічному опорі R_0 її одягу (залежно від його виду) залежить виключно від співвідношення значень радіаційної і конвекційної температур середовища (жилого приміщення) t_r і t_k , а також від значення відносної вологості повітря в ньому ($\phi_{\text{п}}$).

Отже, чинниками появи відхилення $\pm \Delta t_{\text{вжо}}$ у людини, з урахуванням наведеного вище, можуть бути:

- зміна співвідношення значень температур жилого приміщення (середовища) t_r і t_k у стані допустимого холодного комфорту (ΔХК_Λ);
- зміна співвідношення значень температур жилого приміщення (середовища) t_r і t_k , а також підвищення відносної вологості повітря ($\phi_{\text{п}}$) у ньому в стані допустимого гарячого комфорту (ΔГК_Λ).

Точка *C* на рис. 17 відповідає стану квазіфізіологічного теплового комфорту людини – квазіФТК_Λ. Баланс енергетичної взаємодії системи людина ↔ середовище в точці *C* забезпечується виключно радіаційною і конвекційною її складовими при відповідних співвідношеннях значень мінливих температур t_r і t_k у приміщенні.

Величина відносної вологості $\phi_{\text{п}}$ навколишнього повітря не має при цьому практичного значення, оскільки виведення поту на поверхню тіла в цьому стані (точка *C* на рис. 17) є мінімальним і таким, що не залежить від реальних значень $\phi_{\text{п}}$ (до ≈80 %).

За цих умов енергообміну середня температура $t_{\text{пов.л.}}$ поверхні тіла легко одягненої людини становить 31...33 °С, а біологічно оптимальне значення температури життєво важливих внутрішніх органів утримується на рівні $t_{\text{вжо}} = 37,1$ °С.

Зміна величини потоку метаболічних тепловиділень (M_T) або зміна термодинамічного збурювання навколишнього середовища – поява невідповідних співвідношень значень температур t_r і t_k – призведе до пору-

шення балансу енергообміну. Тоді до роботи залучиться БСВТ_Λ, завданням якої є утримання незмінності температури ($t_{\text{ВЖО}} = 37,1 \text{ }^\circ\text{C} = \text{const}$) шляхом забезпечення балансу енергообміну системи людина ↔ середовище.

У разі зростання інтенсивності M_T, t_r, t_k (на рис. 17 відрізок кривої $C \rightarrow D$) в організмі людини відповідно почне зростати частота пульсу (інтенсивність кровообігу), що призведе до зниження термічного імпедансу (динамічного опору) $R_{\text{ВЖО} \rightarrow \text{пов. л.}}$ теплопередачі на шляху від внутрішніх життєво важливих органів до поверхні тіла людини (ВЖО → пов. л.) і відповідного підвищення температури $t_{\text{пов. л.}}$ аж до $35,5 \text{ }^\circ\text{C}$ (на рис. 17 точка D), тобто до того моменту, коли температури t_r і t_k (з урахуванням амплітуди і знаку) вже нездатні забезпечити баланс енергообміну.

Зниження інтенсивності M_T, t_r, t_k (на рис. 17 відрізок кривої $B \leftarrow C$) призведе до від'ємного балансу енергообміну системи людина ↔ середовище. Організм почне отримувати дисбалансний тепловий потік від навколишнього середовища.

БСВТ_Λ у цій ситуації формуватиме протилежний процес – утримання стабільної температури $t_{\text{ВЖО}} = 37,1 \text{ }^\circ\text{C} = \text{const}$ через зниження середньої температури $t_{\text{пов. л.}}$ поверхні тіла людини до $\approx 28 \text{ }^\circ\text{C}$ (на рис. 17 точка B) і частоти пульсу (інтенсивності кровообігу), що спричинить зростання термічного імпедансу (динамічного опору) $R_{\text{ВЖО} \rightarrow \text{пов. л.}}$ теплопередачі на тракті ВЖО → пов. л. (від внутрішніх життєво важливих органів до поверхні тіла людини).

Відрізок кривої $B \leftarrow C \rightarrow D$ на рис. 17 відповідає стану квазіФТК_Λ (квазіфізіологічного теплокомфорту людини), в якому БСВТ_Λ є мінімально напруженою (1-ша фаза її функціонування). Баланс енергообміну в 1-й фазі регулятивної діяльності БСВТ_Λ забезпечується сумарною (результативною) передачею M_T трактами повного енергообміну – радіаційного і конвекційного – і залежить від співвідношень значень температур t_r і t_k .

Подальше зростання температур t_r і t_k інтегрального показника ζ термодинамічного збурювання навколишнім середовищем спричинить перехід БСВТ_Λ до 2-ї + фази регулятивної діяльності (на рис. 17 – відрізок кривої $D \rightarrow E$); її напруженість зросте, оскільки вона пов'язана з виведенням поту на зовнішню поверхню тіла.

У процесі випаровування поту з поверхні тіла людини (з урахуванням її одягу) надлишок потоку незбалансованих M_T , які вже нездатні перейти в навколишнє середовище шляхом радіаційно-конвекційної енерговіддачі, поглинатиметься парами поту. Стан людини в цій ситуації (на рис. 17 –

відрізок кривої $D \rightarrow E$) відповідатиме *допустимому гарячому дискомфорту* ($\Delta \Gamma_{\Delta}$). Разом з тим слід зазначити, що в ситуації 2-ї + фази регулятивної діяльності БСВТ $_{\Delta}$ остання здатна впоратися зі своїм функціональним завданням лише при низькій відносній вологості ($\phi_{\text{п}}$) оточуючого людину повітря. *Саме з цим і пов'язана необхідність нормування $\phi_{\text{п}}$ навколишнього середовища (жилого приміщення).*

Відомо, що в тропічному кліматі (висока температура повітря, низька $\phi_{\text{п}}$) людина легше переносить стан $\Delta \Gamma_{\Delta}$, ніж у субтропічному – з високою температурою повітря і високою $\phi_{\text{п}}$, коли піт стікає по поверхні тіла організму внаслідок утрудненого його випаровування. Тому сучасна теплокомфортна методологія передбачає відповідні норми низької $\phi_{\text{п}}$. При цьому швидкість руху повітря ($w_{\text{п}}$) в місці перебування людини не повинна перевищувати 0,3 м/с, оскільки вона є шкідливою для здоров'я і спричинює механічне подразнення шкіри і неприємне вічуття. Крім цього, слід зазначити, що технічне забезпечення норми $\phi_{\text{п}}$ є дуже складним і потребує значних капіталовкладень: його реалізація вимагає складного і дорогого холодильного обладнання і порівняно значних негентропійних та сервісно-експлуатаційних витрат.

Можна стверджувати, що нормування величини $\phi_{\text{п}}$ для жилого приміщення є невиправданим з двох причин:

- технічна реалізація цієї нормативної вимоги є складною і вимагає значних капіталовкладень, а ще більше експлуатаційних витрат, внаслідок чого її практично ніколи не реалізують;
- забезпечення нормативної величини $\phi_{\text{п}}$ в жилomu приміщенні є правомірним і може бути виправданим виключно на ділянці $\Delta \Gamma_{\Delta}$ (на рис. 17 – відрізок $D \rightarrow E$), коли сумарна радіаційно-конвекційна енерговіддача людини вже нездатна утримувати баланс енергообміну.

Зниження складових температур t_r і t_k інтегрального показника ζ термодинамічного збурювання навколишнім середовищем спричинить перехід БСВТ $_{\Delta}$ до 2-ї – фази регулятивної діяльності (на рис. 17 – відрізок кривої $B \rightarrow A$), яка є також напруженою, оскільки пов'язана з формуванням додаткових метаболічних тепловиділень $*M_T$ (хаотичних, пов'язаних зі збереженням енергообмінного балансу й утриманням стабільної температури $t_{\text{вжо}} = 37,1 \text{ } ^\circ\text{C} = \text{const}$).

За умови великих значень інтегрального показника ζ (на рис. 17 – крива $E \rightarrow$) БСВТ $_{\Delta}$ нездатна впоратися зі своїм завданням утримувати стабільну температуру $t_{\text{вжо}}$, що призведе до перегрівання організму за зако-

нами класичної термодинаміки аж до летального кінця (смерті) внаслідок теплового удару.

За умови малих значень інтегрального показника ζ (на рис. 17 – крива $A \rightarrow$) БСВТ $_{\Lambda}$ нездатна впоратися зі своїм завданням утримувати стабільну температуру $t_{\text{вжо}}$, що спричинить переохолодження організму за законами класичної термодинаміки.

При подальшому зниженні $t_{\text{пто}}$ (на рис. 17 – крива $\leftarrow A$) БСВТ $_{\Lambda}$ нездатна впоратися зі своєю життєзахисною функцією, і організм буде переохолоджуватися за законами класичної термодинаміки аж до летального кінця.

Відомі фізіологи, зокрема М. К. Вітте, Г. Х. Шахбазян, Ф. М. Шлейфман та інші, вважали середню температуру поверхні тіла людини найбільш *об'єктивним фізіологічним критерієм* ФТК $_{\Lambda}$.

Підіб'ємо підсумки проведеного вище аналізу енергообміну системи людина \leftrightarrow середовище і наведемо деякі висновки:

1. Теплову ситуацію в жиллому приміщенні сьогодні оцінюють за такими показниками:

- формальною (по суті, умовною) температурою жилого приміщення ($t_{\text{комф}}$), яка неоднозначно корелює з існуючими в ньому радіаційною (t_r) та конвекційною (t_k) температурами;
- відносною вологістю повітря (ϕ_p) у приміщенні (навколишньому середовищі).

2. Об'єктивна оцінка за допомогою РФТК $_{\Lambda}$ теплової ситуації в жиллому приміщенні, що корелює з *фізіологічним тепловим комфортом людини* (ФТК $_{\Lambda}$), в контексті нинішньої ситуації загострення проблеми «енергозабезпечення» має низку суттєвих переваг, які зумовляють її позитивну прикладну цінність:

- а) дає можливість знизити витрати обігрівальної теплоти, які реалізуються внаслідок динамічного відстежування зовнішнього мінливого клімату;
- б) забезпечує якісніший тепловий мікроклімат у жиллому приміщенні, який корелює з об'єктивним квазіфізіологічним тепловим комфортом людини;
- в) дає змогу вивести відносну вологість повітря (ϕ_p) в жиллому приміщенні із переліку нормативних величин забезпечення теплового комфорту.

Чому температура приміщення не корелює з радіаційною і конвекційною температурами?

У наступному розділі розглядатимуться теоретичні підходи до повного математичного моделювання (радіаційно-конвекційного) енергетичної взаємодії системи об'єкт ↔ середовище, зокрема системи людина ↔ середовище.

Однак для кращого розуміння відповіді на поставлене в заголовку запитання наведемо ряд пояснень.

Отримана математична модель енергетичної взаємодії системи людина ↔ середовище як основи сконструйованого розпізнавача квазіфізіологічного теплового комфорту людини (РФТК_Л) (див. рис. 15) має такий вигляд:

$$t_{\text{пов. л.}} = K_r t_r + K_k t_k + K_s M_T = t^r + t^k + t^s, \quad (9)$$

де $t_{\text{пов. л.}}$ – ефективна (середньоінтегральна) температура зовнішньої поверхні тіла людини з урахуванням одягу, °С; t_r – радіаційна температура середовища, °С; t_k – конвекційна температура середовища, °С; $K_r = t_{\text{пов. л.}} / t_r$ – коефіцієнт перетворення $t_r \rightarrow t_{\text{пов. л.}}$; $K_k = t_{\text{пов. л.}} / t_k$ – коефіцієнт перетворення $t_k \rightarrow t_{\text{пов. л.}}$; $K_s = t_{\text{пов. л.}} / M_T$ – коефіцієнт масштабу перетворення потоку M_T у температуру t^s , що є складовою температури $t_{\text{пов. л.}}$, °С/Вт; t^r , t^k , t^s – складові умовно адитивної температури $t_{\text{пов. л.}}$, які формуються термодинамічними збурювачами (зовнішніми і внутрішніми) t_r , t_k і M_T .

Взаємна детермінованість коефіцієнтів K_r , K_k і K_s визначається такими залежностями:

$$\begin{aligned} K_r + K_k &= 1; \\ K_r &= \alpha_k / (\alpha_r + \alpha_k); \\ K_s &= K_r / \alpha_k = K_k / \alpha_r = 1 / (\alpha_r + \alpha_k), \end{aligned} \quad (10)$$

де α_r – коефіцієнт повної радіаційної енерговіддачі від поверхні тіла людини в навколишнє середовище, Вт/К; α_k – коефіцієнт повної конвекційної тепловіддачі від поверхні тіла людини в навколишнє середовище, Вт/К.

Проаналізуємо наведену вище в підрозділі «Особливості енергетичної взаємодії системи людина ↔ середовище» ситуацію під час експерименту в кращій європейській кліматокантері Л. Банхиді в Будапешті [1]. Ситуація на перший погляд видалася парадоксальною.

Енергообмін кожного об'єкта (людини, традиційного термометра тощо) з навколишнім середовищем в усталеному режимі може бути описаний математичною моделлю (9), яка наведена вище і яку можна вважати базовою. K_r і K_k в цій моделі є функціями коефіцієнтів тепловіддачі α_r і α_k .

Для різних об'єктів математичні моделі відрізняються між собою тільки різними значеннями коефіцієнтів K_r і K_k . Це зумовлене тим, що коефіцієнт тепловіддачі α_k визначають за допомогою критеріальних рівнянь, до яких входить геометричний показник (так званий *визначальний розмір* – висота, діаметр тощо) піддослідного об'єкта. Очевидно, що значення такого показника для людини і для традиційного термометра будуть різними, тому і коефіцієнти α_k у них матимуть різні значення.

Оскільки α_r є функцією 4-го ступеня значення абсолютних температур енергообмінних поверхонь об'єкта та середовища, які здійснюють радіаційний енергообмін, а α_k залежить від розмірів людини і термометра, то відповідно матиме місце

$$K_{k(\text{люд.})} > K_{k(\text{терм.})}$$

Для ситуації в кліматокантері розрахункові значення коефіцієнтів K_r , K_k і K_s становили

$$\text{для термометра: } K_r = 0,46; K_k = 0,54; K_s = 0 \quad (M_T = 0);$$

$$\text{для людини: } K_r = 0,645; K_k = 0,355; K_s = 0,148 \text{ К/Вт} \quad (M_T = 60 \text{ Вт}).$$

Значення середніх температур теплообмінних поверхонь термометра і людини відповідно становили

$$\text{для термометра: } t_{\text{пов. т.}} = 0,46 \cdot 10 + 0,54 \cdot 30 = 20,4 \text{ }^\circ\text{C};$$

$$\text{для людини: } t_{\text{пов. л.}} = 0,645 \cdot 10 + 0,355 \cdot 30 + 0,148 \cdot 60 = 26 \text{ }^\circ\text{C}.$$

На рис. 17 температура поверхні тіла людини $t_{\text{пов. л.}} = 26 \text{ }^\circ\text{C}$ (з урахуванням ефекту компенсаційної дії БСВТ $_{\Lambda}$ на ділянці ДХД $_{\Lambda}$) відповідає певній точці на кривій $A \leftarrow B$, а у разі відсутності компенсаційної дії БСВТ $_{\Lambda}$ – на кривій $\leftarrow A$ (зліва вниз від точки A).

Різниця між температурами на модельній епюрі $28 \text{ }^\circ\text{C}$ і умовної $26 \text{ }^\circ\text{C}$ (на кривій зліва вниз від точки $\leftarrow A$) характеризує ступінь напруженості функціонування БСВТ $_{\Lambda}$.

Розпізнавач фізіологічного теплового комфорту людини

Загальний вигляд діючого лабораторного зразка *розпізнавача фізіологічного теплового комфорту людини* (РФТК_Λ) показаний на рис. 15.

За своєю термодинамічною суттю він являє собою фізичну модель повного (радіаційно-конвекційного) енергетичного обміну (енергетичної взаємодії) системи людина ↔ середовище. Засади і підходи до такого повного моделювання розглядатимуться нижче в окремому розділі.

В основі створеного РФТК_Λ лежить математична модель відповідно до (9), отримана в результаті повного моделювання енергетичної взаємодії в трактах радіаційного і конвекційного теплоенергетичного (негентропійного) обміну системи об'єкт ↔ середовище [17, 19, 21, 33, 34, 36], зокрема, виконаного повного моделювання енергообміну системи людина ↔ середовище [23, 24].

Створення РФТК_Λ здійснювалося в творчій співпраці з провідними фізіологами М. К. Вітте, Г. Х. Шахбазяном, Ф. М. Шлейфманом та ін. на основі аналітично-термодинамічних підходів і порівняння з даними фізіологічних експериментів [1, 3, 52].

РФТК_Λ створювався як технічний засіб для:

- керування процесом обігріву-охолодження жилого приміщення з метою забезпечення раціональних витрат обігрівальної теплоти, зокрема в осінньо-весняний перехідні періоди опалювального сезону;
- формування відповідності теплового мікроклімату жилого приміщення (середовища) стану квазіФТК_Λ людини;
- якісної і кількісної оцінки відповідності теплового мікроклімату жилого приміщення (середовища) стану ФТК_Λ людини.

Як технічний засіб для формування раціональних витрат обігрівально-охолоджувальної теплоти РФТК_Λ створений вперше в Україні [24].

Аналогічні дослідження на основі фізіологічно-експериментальних підходів (суб'єктивне відчуття людиною теплового комфорту) проводилися тільки в Копенгагенському інституті (Данія). Створений у Данії фірмою «Brüel & Kjær» розпізнавач відповідності теплового мікроклімату жилого приміщення фізіологічному стану людини (вигляд еліпсоїда), який зображений на рис. 18, є занадто дорогий (коштує десятки тисяч дол. США) і призначений виключно для фізіологічної оцінки проектних рішень щодо теплового мікроклімату жилого приміщення (в експериментальних дослідженнях).

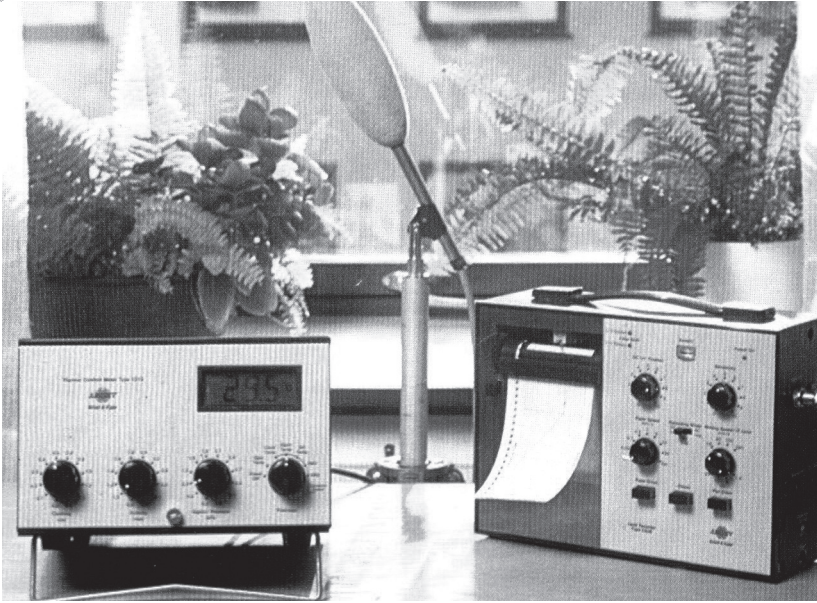


Рис. 18. Розпізнавач відповідності теплового мікроклімату жилого приміщення тепловому фізіологічному комфорту людини, створений фірмою «Brüel & Kjær» (Данія) на основі експериментальних досліджень

Слід зазначити, що в сучасному «швидкоплинному» і напруженому житті для людей, у яких превалюють інтелектуальні навантаження, стан об'єктивного фізіологічного теплового комфорту сприяє здоров'ю і відіграє надзвичайно важливу роль у підвищенні функціональної якості виконуваної ними роботи. До таких людей належать перш за все водії транспортних засобів, диспетчери, працівники комп'ютерної галузі, працівники в галузі складних надточних технологій, люди, які займаються аналітично-інтелектуальною діяльністю.

Особливості та вигоди застосування РФТК_Λ у системах обігріву-охолодження жилого приміщення

Створені і виготовлені діючі лабораторні зразки РФТК_Λ у 1971 р. випробовувалися в реальній системі централізованого опалення 100-квартирного житлового будинку в м. Києві по вул. Гончара, 15. Тоді, згідно із

завданням Міністерства комунального господарства (я в той час працював в Інституті міського господарства), ще в трьох будинках Києва проводилися аналогічні випробування інших проектних версій автоматичного регулювання подачі гарячої води в обігрівальну систему житлового будинку при централізованій системі опалення.

У чотирьох квартирах будинку по вул. Гончара, 15 були встановлені чотири РФТК_Λ (паралельне включення): два – на нижньому і верхньому поверхах і два – на південній і північній сторонах будинку на 3-му поверсі.

Сигнал від РФТК_Λ подавався на спеціальний пристрій, який відкривав або закривав засув (у теплопункті) подачі гарячої води в систему обігріву будинку. Було враховано також і форсмажорні обставини: у разі порушення роботи дослідної системи або припинення електропостачання будинок автоматично переходив у звичайний режим обігріву.

У дослідних квартирах також були встановлені термографи і проводилося щоденне спілкування з мешканцями.

У теплопункті будинку використовувалися пристрої для вимірювання теплових обігрівальних витрат, які порівнювали з даними 2 найближчих будинків за такий самий період.

Дослідження проводилося в зимово-весняний перехідний обігрівальний період протягом 2 місяців. Сумарна економія обігрівальної теплоти становила 23,1 %.

Отримано також дані опитування мешканців будинку:

- мешканці 70 квартир не відчули змін у тепловому мікрокліматі;
- мешканці 19 квартир відчули навіть деяке покращення;
- мешканці 11 квартир відчули незначне погіршення.

Погіршення теплового мікроклімату в 11 квартирах було прогнозоване (очікувана кількість таких квартир була навіть дещо більшою), оскільки система обігріву будинку не враховувала особливості північної та південної його сторін.

Таким чином, середній сигнал від 4 РФТК_Λ у житловому 100-квартирному будинку нездатний забезпечити повноцінний фізіологічний тепловий мікроклімат в усіх квартирах.

Застосування РФТК_Λ (рис. 15) в ТНУ_{НП} (рис. 14) дає три істотні вигоди:

А. Знижує негентропійні витрати (обігрівальної теплоти) на обігрів жилого приміщення – забезпечує динамічне (практично безінерційне) відстежування зміни зовнішнього теплового клімату в результаті високої

чутливості РФТК_Λ. Перш за все це стосується перехідних періодів опалювального сезону – осінньо-зимового та зимово-весняного.

Наведені вище дані випробування РФТК_Λ в умовах експлуатації багатоквартирних житлових будинків повністю підтверджують його функціональну дієздатність.

Б. Забезпечує в жилomu приміщенні фізіологічний тепловий комфорт людини. Це надзвичайно важливо для поточної ситуації економічного розвитку (без обмеження кількісного зростання планетарної людської спільноти (ЕДΛ_{КЗ})), яка характеризується швидкоплинністю життєвих процесів, деградацією довкілля, що призводить до психічної функціональної напруженості у людей, передусім тих, хто займається інтелектуальною діяльністю.

Теплокровний організм, зокрема організм людини, являє собою біологічний вид термодинамічної СЕП. Від харчового продукту (біологічного енергоносія) організм отримує накопичену N_{CP} , частина якої виконує роботу його життєдіяльності (кровообігу, дихання, пересування, зовнішньої фізичної чи інтелектуальної діяльності тощо), а залишкова негентропія ($N_{rel.}$) і втрати негентропії у навколишнє середовище, так звані метаболічні тепловиділення людини (M_T), розпоршуються в ньому.

Суть фізіологічного теплового комфорту людини полягає в забезпеченні переходу в навколишнє середовище продукованих M_T (залежно від виду діяльності; див. табл. 1).

Розкриємо термодинамічну суть поняття «фізіологічний тепловий комфорт». Фізіологічно комфортним режимом теплової взаємодії людина ↔ середовище, залежно від виду діяльності, є такий, що забезпечує постійну температуру внутрішніх життєво важливих органів людини (t_{BJO}) на рівні 37,1 °C (рівень, визначений самою природою).

Примітка: Значення температури життєво важливих внутрішніх органів для різних видів теплокровних організмів неоднакове: для людини – 37,1 °C, для курки – 41,5 °C.

Відповідно до об'єктивних законів термодинаміки, величина теплопередачі при взаємодії людина ↔ середовище залежить від ефективного термодинамічного напору між ними.

Величина тепловіддачі при взаємодії людина ↔ середовище визначається:

- середньоінтегральними температурами теплообмінних поверхонь (для середовища, тобто жилого приміщення, це температура вну-

трішніх твердих поверхонь, а для людини – це середня температура її зовнішньої поверхні тіла з урахуванням одягу);

– середньоінтегральною температурою зовнішньої поверхні тіла людини (з урахуванням одягу) і температурою та швидкістю руху повітря, що безпосередньо оточує людину.

Режим фізіологічного теплового комфорту людини забезпечується відповідним співвідношенням значень ефективних радіаційної (t_r) та конвекційної (t_k) температур приміщення (навколишнього середовища) з урахуванням швидкості руху повітря (w_p), яке оточує людину безпосередньо, – чинника формування конвекційного теплообміну.

Середня температура зовнішньої поверхні тіла людини (з урахуванням одягу) формується через відповідну напруженість функціонування БСВТ_Λ і є такою, яка зможе забезпечити повну передачу навколишньому середовищу поточної величини продукованих M_T , тобто баланс як шляхом конвекційного, так і радіаційного теплообміну (див. рис. 17).

Отже, БСВТ_Λ забезпечуватиме повний баланс теплообміну людина ↔ середовище, який залежить від ефективного співвідношення радіаційної (t_r) та конвекційної (t_k) температур жилого середовища.

Баланс теплообміну людина ↔ середовище в режимах фізіологічного теплового комфорту або допустимих гарячого чи холодного теплового дискомфорту забезпечуватиметься через діяльність БСВТ_Λ у визначених межах (див. рис. 17).

Середня температура зовнішньої поверхні тіла людини (з урахуванням одягу) $t_{\text{пов. л.}}$ у режимі фізіологічного теплового комфорту становить 31...33 °C (див. рис. 17).

Варто зазначити, що збереження цих умов (балансу теплообміну) з допомогою зовнішніх чинників (регулюванням відповідного співвідношення t_r/t_k) знімає напруженість БСВТ_Λ. Це надзвичайно важливо для працівників у галузі надточних технологій, для людей напруженої інтелектуальної праці, для водіїв транспорту, диспетчерів, програмістів та ін.

Визначальною складовою оптимальних життєвих умов, які забезпечують добре самопочуття, психічну рівноваженість, здоров'я і, як наслідок, високу і якісну працездатність, а також сприяють довголіттю, є саме фізіологічний тепловий комфорт людини (ФТК_Λ).

Людський організм (а також інші теплокровні організми) прагне утримати постійну температуру основної частини тіла з усіма життєво важливими органами, які становлять ≈94 % всієї ваги [51]. Напруженість БСВТ_Λ зумовлює додаткове навантаження на серце і систему кровообігу. Тому зайва напруженість функціонування БСВТ_Λ є небажаною [9].

У табл. 2 наведено дані Американського товариства з обігріву, вентиляції та кондиціонування повітря щодо впливу кліматичних умов на продуктивність праці [9]. Так, наприклад, підвищення температури в прядильному цеху Ташкентського текстильного комбінату з 28–29 до 34 °С знижує продуктивність праці прядильниці на 22–37 %.

У багатьох інших дослідженнях наводяться дані, які підтверджують не тільки зниження продуктивності праці, а й одночасне зростання браку [57].

При мінімальній напруженості БСВТ_Λ робота, яку виконує людина, є значно продуктивнішою і якіснішою, не супроводжується «збоями».

В. Усуває потребу нормування відносної вологості повітря ($\phi_{\text{п}}$) у жиллому приміщенні, технічна реалізація якої (з погляду термодинаміки) є надзвичайно складною і потребує значних капіталовкладень.

Зняття потреби нормування відносної вологості повітря ($\phi_{\text{п}}$) у жиллому приміщенні пов'язане з тим, що підтримування (за допомогою відповідних технічних засобів) належного співвідношення температур, радіаційної (t_r) і конвекційної (t_k), забезпечує режим фізіологічного теплового квазікомфарту (квазіФТК_Λ) (див. рис. 17).

У цьому режимі теплообміну людина ↔ середовище БСВТ_Λ перебуває в мінімальній напруженості, оскільки баланс теплообміну забезпечує винятково результативний радіаційно-конвекційний теплообмін і не залежить від відносної вологості повітря ($\phi_{\text{п}}$) у жиллому приміщенні.

Тому нормування $\phi_{\text{п}}$ пов'язане не з балансом теплообміну, а виключно з фізіологією людини.

Належне співвідношення температур t_r і t_k в жиллому приміщенні досить легко забезпечувати шляхом регулювання однієї з цих температур (це здійснюється відповідно до простішої технології регулювання – за сигналом РФТК_Λ).

Таблиця 2

Вплив кліматичних умов на продуктивність праці

Температура навколишнього повітря, °С	Відносна вологість, %	Зниження продуктивності праці, %
33,3	100	40
48,8	33	40
29,4	100	20
43,2	28	20
26,0	100	8
40,0	19	9

На рис. 19 наведено графічні моделі негентропійної ефективності ($E_{\text{еф.}}$) різних технологій обігріву житлового будинку залежно від температури навколишнього середовища (t_0) (остання визначається традиційними вимірювальними засобами).

Під поняттям «негентропійна ефективність» розуміють відношення отриманої за допомогою відповідної технології обігрівальної теплоти до витрат первинної теплоти, вивільненої при спалюванні ВЕ у котельні.

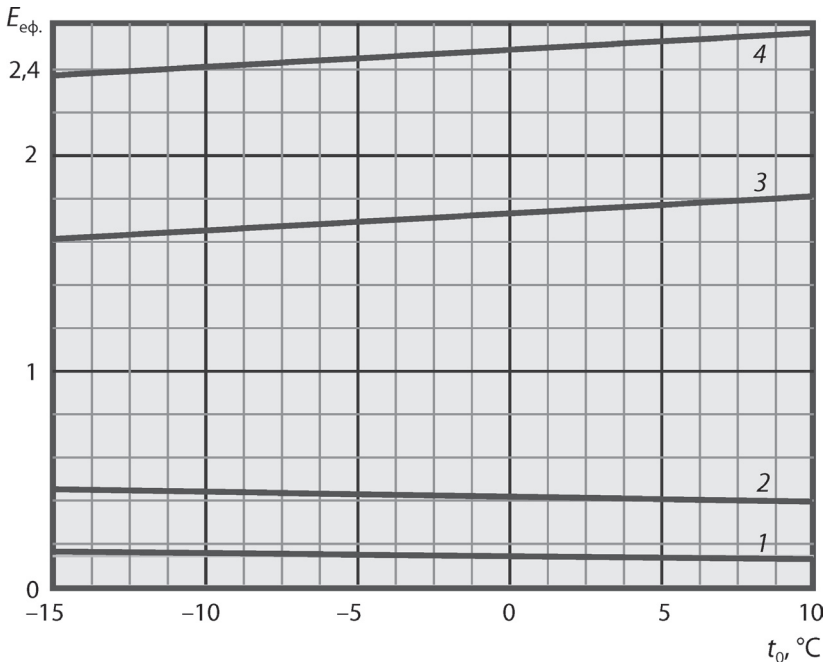


Рис. 19. Графічні моделі негентропійної ефективності різних технологій обігріву житлового будинку залежно від температури навколишнього середовища (t_0):

$E_{\text{еф.}}$ – відношення негентропії обігрівальної теплоти, отриманої відповідною моделлю обігріву житлового будинку, до негентропії вивільненої теплоти при спалюванні ВЕ у котельні; 1 – при централізованому опаленні; 2 – при електрообігріві за допомогою вмонтованого в підлогу електрообігрівача; 3 – при обігріві за допомогою ТНУ (на базі гвинтового мотор-компресора з живленням від електромережі 50 Гц) з традиційними обігрівальними батареями; 4 – при обігріві за допомогою ТНУ (на базі гвинтового мотор-компресора з живленням від електромережі 50 Гц) з алюмінієвою підлогою

На рис. 20 наведено графічні моделі переваг $V_{\text{ТНУ/центр.}}$ застосування ТНУ_{НП} для обігріву жилого приміщення в порівнянні з традиційним централізованим обігрівом у діапазоні температури навколишнього середовища (t_0) від -15 до $+10$ °С (остання визначається традиційними вимірвальними засобами).

Наведені на рис. 19, 20 графічні моделі переваг ТНУ_{НП}, які свідчать про вигідність їхнього застосування для обігріву жилого приміщення, визначені з урахуванням сучасного гвинтового мотор-компресора (число обертів ротора (шнека) $n = 3000$ об./хв, живлення електроприводу від електромережі з частотою 50 Гц).

Створення для ТНУ_{НП} високообертового гвинтового мотор-компресора є суперперспективним для подальшого вдосконалення ТНУ_{НП}. На

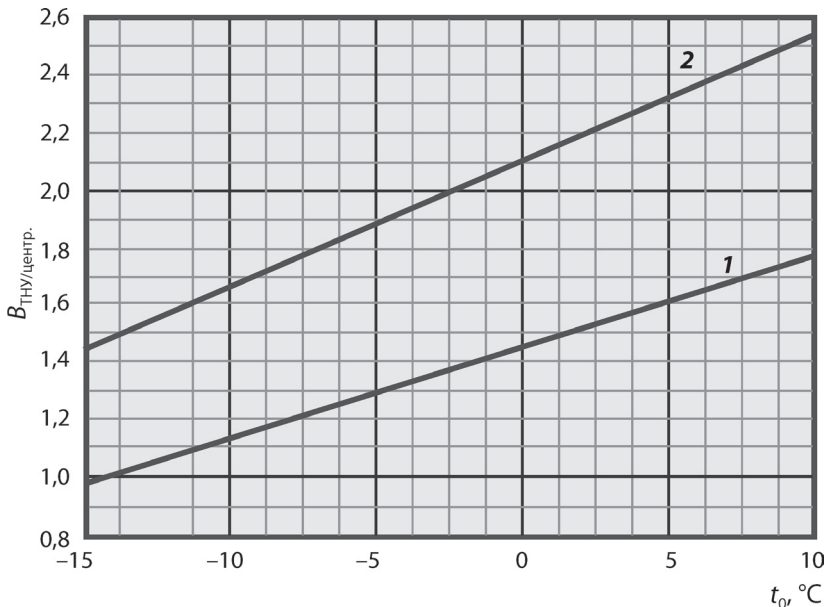


Рис. 20. Графічні моделі переваг застосування ТНУ для обігріву житлових будинків у порівнянні з централізованим обігрівом при використанні ВЕ:

$V_{\text{ТНУ/центр.}}$ – кратність вигоди від застосування ТНУ (на базі сучасного гвинтового компресора з 3000 об./хв і живленням від електромережі 50 Гц) порівняно з централізованим обігрівом при спалюванні ВЕ у котельні; 1 – ТНУ з обігрівальними батареями або з вмонтованим у підлогу пластиково-трубчастим контуром для рідкого теплоносія; 2 – ТНУ з алюмінієвою обігрівальною підлогою

базі такого високообертового гвинтового мотор-компресора також може бути створена суперенергоєфективна опріснювальна установка на основі низькотемпературної перегонки, концептуальна конструкційна модель якої зображена на рис. 16.

Це пов'язано з двома суттєвими особливостями високообертового мотор-компресора:

1. Такий мотор-компресор дає змогу значно знизити температуру кипіння опріснюваної води, а отже, істотно підвищити ступінь її очищення. Так, якщо число обертів ротора (шнека) становить $n = 30\,000$ об./хв, температуру кипіння води можна знизити до $37\text{ }^\circ\text{C}$.

Ще в 1981 р., працюючи в Київському політехнічному інституті, я уклав угоду (200 тис. крб.) зі спеціальним конструкторсько-технологічним бюро у системі військово-промислового комплексу (м. Златоуст на Уралі) щодо розробки експериментального зразка мотор-компресора ($n = 30\,000$ об./хв). Мотор-компресор повинен був створювати вакуум, при якому температура кипіння води не перевищувала б $37\text{ }^\circ\text{C}$. Проект не був реалізований з традиційної причини – відсутність фінансування для цивільних потреб.

За умови зростання обертів шнека мотор-компресора коефіцієнт перетворення ТНУ та інші показники нелінійно зростають.

Коефіцієнт перетворення $\text{ТНУ}_{\text{НП}}$ (відношення отриманої обігрівальної теплоти на виході $\text{ТНУ}_{\text{НП}}$ до витраченої електроенергії) прямо залежить від числа обертів шнека і при $n = 30\,000$ об./хв досягає значення 6–8. Тому досягнення високих обертів шнека є перспективним напрямом подальшого вдосконалення $\text{ТНУ}_{\text{НП}}$.

До речі, є інформація, що в Японії створено гвинтовий мотор-компресор з числом обертів шнека $n = 120\,000$ об./хв.

2. Внутрішній простір високообертового герметичного мотор-компресора на магнітних підшипниках є абсолютно чистим і не забруднює пари очищеної води (внутрішній простір мотор-компресора з механічними підшипниками забруднений парами мастила підшипників).

Варто ще раз нагадати, що проблема прісної води така ж актуальна, як проблема «енергозабезпечення»: сьогодні вже понад 1,5 млрд людей страждає від браку прісної води! Сьогодні вже навіть Італія балансує на межі «надзвичайного стану» з приводу посухи, яка спричинює нестачу прісної води.

Досі йшлося про базовий структурний елемент $\text{ТНУ}_{\text{НП}}$ – серійний гвинтовий мотор-компресор з живленням від стандартної електромережі з частотою 50 Гц. Число обертів ротора такого мотор-компресора не пере-

вищує 3000 об./хв. Високообертвий мотор-компресор ($n = 30\,000$ об./хв і більше) потребує високочастотного джерела електроживлення від сотень Гц до декількох кГц. Тому ТНУ_{НП} має бути орієнтована на локальне автономне джерело електроживлення на основі використання негентропії сонячної радіації (N_{CP}).

Функціональна схема автономно-локальної ТНУ_{НП} наведена на рис. 21.

На рис. 22 зображена концептуальна структура локальної автономної сонячно-водневої електростанції для живлення мотор-компресора ТНУ_{НП}.

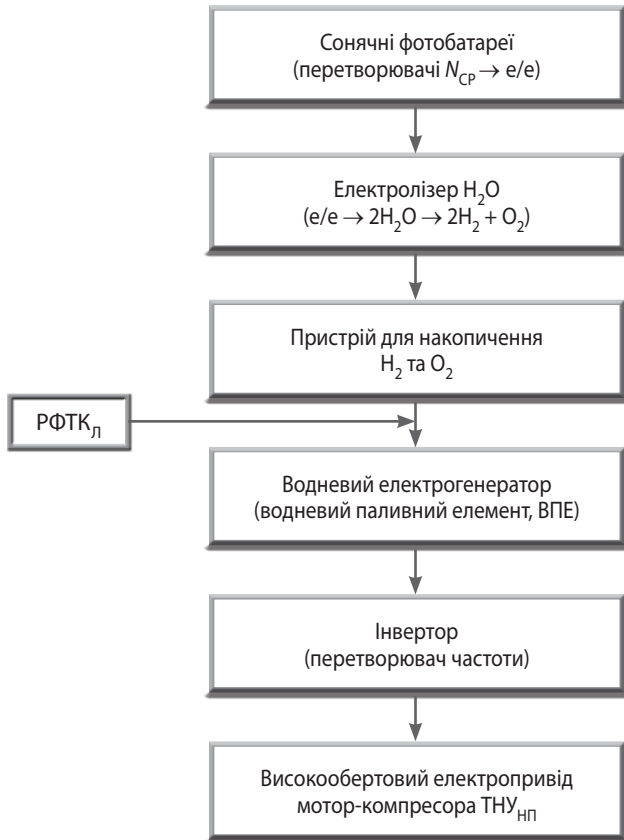


Рис. 21. Функціональна схема автономно-локальної ТНУ_{НП}

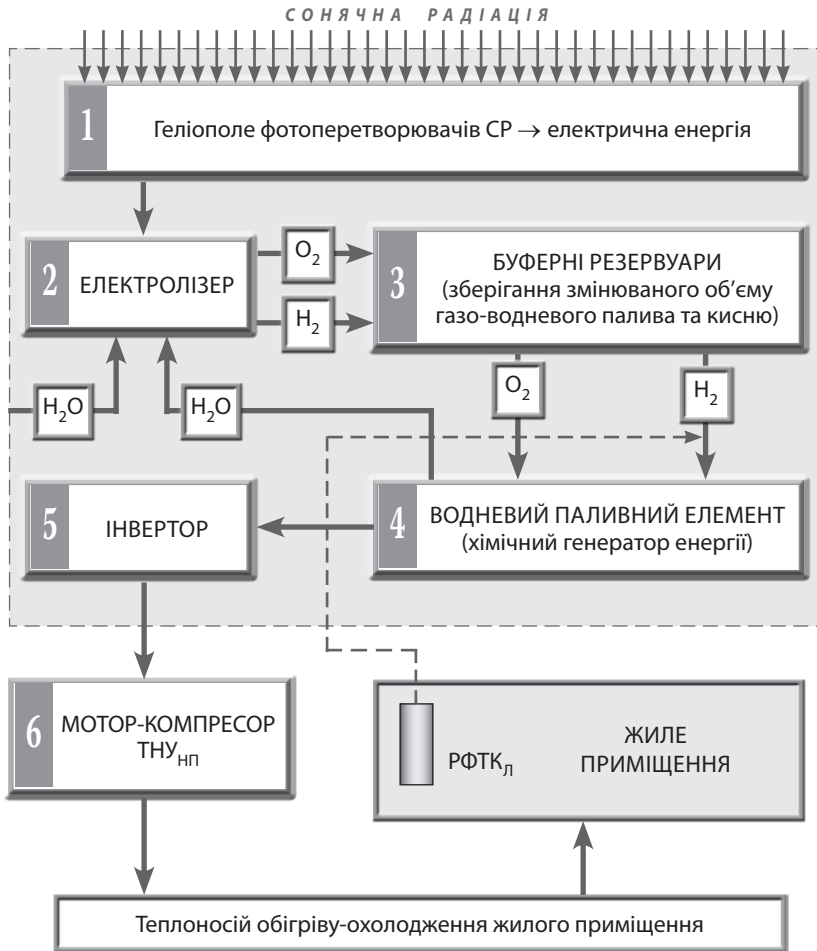


Рис. 22. Концептуальна структурна модель локальної сонячно-водневої станції для електроживлення мотор-компресора ТНУ_{нп}

Метрологічне забезпечення РФТК_л

РФТК_л конструюється таким чином, щоби його коефіцієнти температурного перетворення K_r і K_k , відповідно до (9), були еквівалентними таким же коефіцієнтам для організму людини (з урахуванням одягу), які,

своєю чергою, визначаються аналітично і за допомогою порівняння з даними великої кількості експериментальних досліджень у кліматичній камері, а також у природних умовах [1, 3, 52].

Термодинамічні коефіцієнти K_r і K_k для людини визначаються з урахуванням фізіологічних особливостей її біологічного організму. Вони повинні бути перевірені метрологічно, що є відправним пунктом для відповідного корегування первісної (аналітичної) конструкції РФТК_Λ.

Значення коефіцієнта температурного перетворення K_s , який визначає масштаб тотожної енергетичної взаємодії людини з навколишнім середовищем, тобто масштаб адекватного фізичного моделювання енергетичного обміну системи людина ↔ середовище за допомогою РФТК_Λ, не регламентується. Однак необхідне його точне метрологічне визначення.

Зразок моделі РФТК_Λ має пройти метрологічну атестацію на спеціальному стенді, який за своєю термодинамічною суттю відтворює задані умови енергообміну людина ↔ середовище для певного виду діяльності, а також з урахуванням ефективного термічного опору R_0 одягу і швидкості руху повітря, яке безпосередньо оточує людину.

Концептуальна схема стенда метрологічної атестації створеної моделі РФТК_Λ наведена нижче на рис. 23.

Стенд являє собою металічний циліндр (бажано із міді, оскільки вона має високу теплопровідність λ). Висота циліндра H має становити не менше 15 діаметрів РФТК_Λ.

Зовні на циліндр рівномірно намотано ізольований мідний дріт у якості електричного суперточного (прецизійного) нагрівача, який забезпечить незначне збільшення джоулевого тепла, а також терморезисторну обмотку – чутливий елемент вимірювання температури мідного циліндра, що визначає радіаційну температуру середовища всередині циліндра (визначається саме температура стінки мідного циліндра стенда).

Метод вимірювання має забезпечувати найбільш точне визначення показників: t_r і Δt_r , t_k , w_r , $w = K_s M_T$ і $\Delta K_s M_T$, а також $t_{\text{ДФТК}}$ і $\Delta t_{\text{ДФТК}}$. Цій вимозі найкраще відповідає компенсаційний метод вимірювання (вимірвальна схема на рис. 23 не показана).

Структурна концепція моделі метрологічного стенда перевірки коефіцієнтів K_r і K_k температурного перетворення РФТК_Λ, а також визначення коефіцієнта K_s масштабу його моделювання наведено на рис. 23.

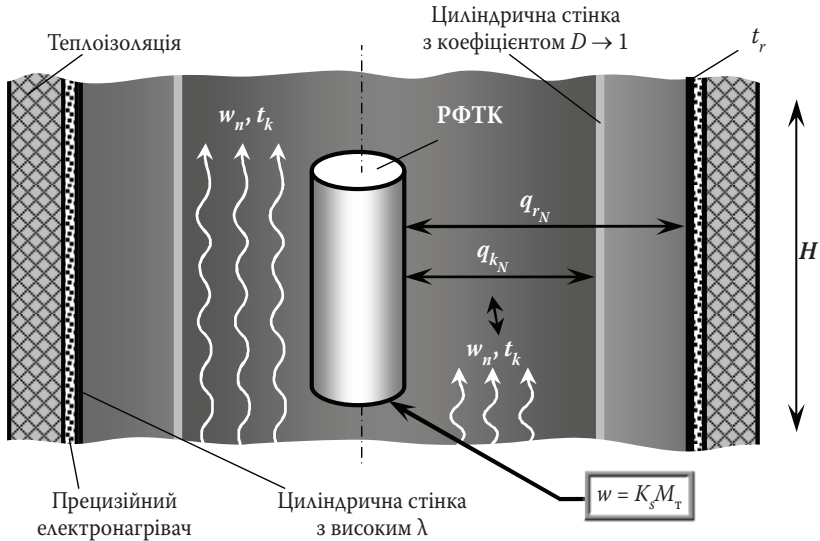


Рис. 23. Модельна структура стенда для метрологічного визначення коефіцієнтів температурного перетворення K_r , K_k та K_s РФТК $_{\lambda}$:

D – коефіцієнт прозорості середовища для інфрачервоних променів; w_n – лінійна швидкість руху повітря, що безпосередньо оточує РФТК $_{\lambda}$ (для людини $\leq 0,3$ м/с);
 w – потужність електропідігріву

Примітка: Структурні елементи функціонального забезпечення стенда і компенсаційного методу вимірювання на рисунку не показані.

Визначення коефіцієнтів температурного перетворення K_r і K_k

Коефіцієнти K_r і K_k , відповідно до (10), є функціями тепловіддачі α_r (радіаційний теплообмін) та α_k (конвекційний теплообмін).

Коефіцієнти α_r та α_k суттєво нелінійні –

$$\alpha_r = f(T_{\text{РФТК}}, T_r); \alpha_k = f(t_{\text{РФТК}}, t_k, w_n).$$

З урахуванням (10) коефіцієнт K_k визначається таким чином:

$$K_k = 1 - K_r. \quad (11)$$

Отже, досить визначити характер нелінійності $f(T_{\text{ДФТК}}, T_r, t_k, w_n)$ одного з коефіцієнтів – K_k або K_r .

Для цього задають середню експлуатаційну температуру повітря в жилу приміщенні ($t_k = 20^\circ \text{C}$) і швидкість руху повітря відносно РФТК_А ($w_{\text{п}} = 0,1 \text{ м/с}$). Під час вимірювання їх утримують незмінними шляхом вдування повітря (з нижнього боку внутрішньої камери) із заданими t_k та $w_{\text{п}}$.

Задають потужність $K_s Q_s$, яку підводять до РФТК_А, для забезпечення температури останнього $t_{\text{рФТК}} = 32 \pm 0,1^\circ \text{C}$, шляхом встановлення належної потужності електронагрівача установки. Після закінчення перехідних процесів на стенді (з недоходом, що не перевищує 0,05) уточнюють значення цієї потужності.

Заміряють температуру зовнішнього циліндра (t_r) (найкраще мідного) з високим λ і здійснюють незначне її зростання Δt_r шляхом відповідної зміни потужності прецизійного електронагрівача (див. рис. 21).

Після закінчення перехідних процесів на стенді заміряють нове значення температури t_r і відповідний її приріст Δt_r .

З урахуванням $K_k = 1 - K_r$, відповідно до (10), достатньо визначити характер нелінійності одного коефіцієнта K_r , тобто його значення при різних значеннях $t_{\text{рФТК}}$, t_k , t_r та $w_{\text{п}}$.

Шуканий коефіцієнт K_r , відповідно, визначатиметься таким чином:

$$K_r = \frac{\partial t_{\text{рФТК}}}{\partial t_r} = \frac{\nabla t_{\text{рФТК}}}{\nabla t_r} = f \Rightarrow \begin{cases} t_{\text{рФТК}}; \\ t_r; \\ t_k; \\ w_{\text{п}}. \end{cases} \quad (12)$$

Тоді коефіцієнт K_k , відповідно до (10), визначатиметься так:

$$K_k = 1 - K_r = f \Rightarrow \begin{cases} t_{\text{рФТК}}; \\ t_r; \\ t_k; \\ w_{\text{п}}. \end{cases} \quad (13)$$

Аналогічно здійснюють визначення коефіцієнта K_s масштабу моделювання за допомогою РФТК_А теплообміну людина ↔ середовище, а також характеру його нелінійності для середніх значень, які відповідають квазі-ФТК_А.

Установлюють незначне збільшення джоулевого тепла в електронагрівачі стенда і після досягнення потрібного стану (завершення перехідного процесу з недоходом 0,05) заміряють приріст $\Delta t_{\text{ДФТК}}$.

Коефіцієнт K_s масштабу моделювання за допомогою РФТК_Λ теплообміну людина ↔ середовище, відповідно до (9), визначається за формулою:

$$K_s = \frac{\partial t_{\text{РФТК}}}{\partial \sum \Pi_i} = \frac{\nabla t_{\text{РФТК}}}{\nabla \sum \Pi_i}. \quad (14)$$

Виконавши достатню кількість експериментальних вимірювань відповідно до (12), (13) і (14), можна будувати характер багатовимірної нелінійної функціональної залежності коефіцієнтів K_r , K_k та K_s від термодинамічних параметрів $t_{\text{РФТК}}$, t_r , t_k , w_n .

Для РФТК_Λ найважливішим є перш за все тотожність коефіцієнтів K_r , K_k і коефіцієнтів організму людини на рівні температури зовнішньої поверхні її тіла (з урахуванням одягу): $t_{\text{РФТК}} = 32 \pm 0,1$ °С, яка відповідає стану квазіФТК людини.

Відповідність коефіцієнтів K_r і K_k аналітично сконструйованого РФТК_Λ, а також фактичне значення коефіцієнта K_s саме і дає змогу створити стэнд, концептуальна модель якого наведена на рис. 23.

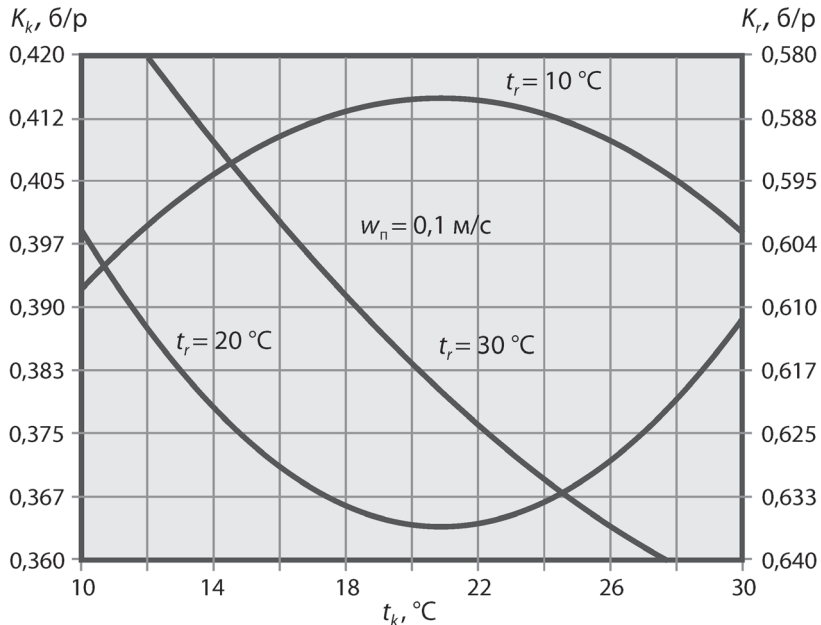


Рис. 24. Криві залежності коефіцієнтів K_k та K_r діючого лабораторного зразка РФТК_Λ від температури навколишнього повітря (t_k) для різних значень радіаційної температури камери (t_r)

На рис. 24 наведено графіки коефіцієнтів K_r і K_k зразка РФТК_Λ, зображеного на рис. 15, які побудовані за даними експериментальних досліджень на метрологічному стенді (рис. 23), а на рис. 25 – криві значень коефіцієнта K_s масштабу фізичного моделювання теплообміну людина ↔ середовище за допомогою РФТК_Λ.

Зазначимо, що нелінійність коефіцієнтів РФТК_Λ і організму людини залежно від зміни термодинамічних параметрів, які визначають процеси теплообміну людина ↔ середовище та РФТК_Λ ↔ середовище, не збігається, а розходиться.

Хоча для прикладного регулювання подачі теплоносія в жиле приміщення з метою обігріву-охолодження за сигналом РФТК_Λ розходження нелінійності коефіцієнтів K_r , K_k та K_s від точки їх суміщення при тепловому мікрокліматі, що забезпечує квазіФТК_Λ, не має суттєвого значення, оскільки висока чутливість РФТК_Λ передбачає незначне відхилення мікроклімату в жилу приміщенні та швидке його відновлення до умов, які відповідають умовам ФТК_Λ.

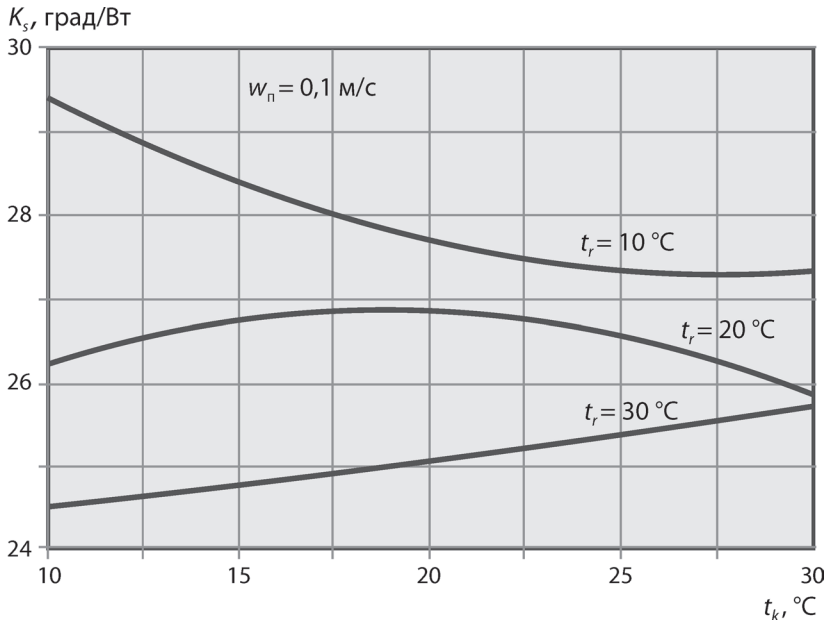


Рис. 25. Криві залежності коефіцієнта K_s діючого лабораторного зразка РФТК_Λ від температури навколишнього повітря (t_k) для різних значень радіаційної температури камери (t_r)

Важливою особливістю застосування РФТК_Λ для утримання в жилomu приміщенні умов ФТК_Λ є те, що регулятивним параметром може бути вибрана одна з температур – конвекційна температура t_k (температура повітря, що подається в приміщення для обігріву або охолодження) або радіаційна температура приміщення t_r , у випадку подачі рідкого теплоносія в обігрівально-охолоджувальні пристрої (батареї або обігрівальну підлогу).

Деякі аспекти повного (системного) моделювання теплообміну людина ↔ середовище

1. Повне математичне моделювання теплового обміну людина ↔ середовище та конструювання на його основі технічного засобу (РФТК_Λ) для прикладного використання останнього з метою забезпечення умов квазіФТК_Λ в жилomu приміщенні здійснено вперше [17, 19–21, 23, 24, 27, 34].

Примітка: Повне моделювання (радіаційно-конвекційного) теплообміну об'єкт ↔ середовище вперше було здійснене ще в 60-х роках минулого століття з отриманням авторського свідоцтва на винахід [24] і використане у працях [17, 23, 26, 33]. Згодом воно проходило широку науково-технічну апробацію в публікаціях, котрі вже згадувалися вище.

Аналіз результатів моделювання і їх порівняння з великою кількістю експериментальних даних, отриманих провідними фізіологами, підтверджують правомірність такого підходу до повного моделювання теплообміну людина ↔ середовище. Тому вигоди від застосування РФТК_Λ є очевидними і раціональними.

Отримані результати повного моделювання відкривають не тільки новий розділ у вивченні енергетичної взаємодії системи людина ↔ середовище, а й не менш важливий розділ динамічного моделювання процесів енергетичної взаємодії складних систем доквілля [34], зокрема моделювання складних процесів глобального потепління (ГП). А це означає, що з'являється можливість прогнозу розвитку ГП, не обмежуючись виключно феноменальною статистикою поточної ситуації.

Температура елемента складної системи (об'єкта), яка взаємодіє не тільки з іншою складною системою, а й зазнає також впливу незалежного виділення теплової енергії у внутрішній підсистемі, формально набуваючи адитивних властивостей. Вона може бути представлена умовною арифметичною сумою окремих (часткових) температур відповідно до (9). Кожна окрема температура формується виключно одним термодинамічним збудувачем – радіаційною, конвекційною температурою навколишнього се-

редовища або незалежним теплоенергетичним потоком від внутрішньої підсистеми [17, 33, 34].

У статичному режимі кожна окрема температура становить добуток величини збурювача на відповідний коефіцієнт температурного перетворення.

Така математична модель енергетичної взаємодії систем дає змогу оцінювати реакцію шуканого елемента об'єкта на дію окремого збурювача.

2. Необхідною умовою фізичного моделювання енергетичної взаємодії системи об'єкт ↔ середовище в усталеному режимі за допомогою фізичної моделі об'єкта (типу РФТК_Λ) є тотожність коефіцієнтів температурного перетворення K_r і K_k об'єкта стосовно його контрольного елемента у відповідному середовищі.

Коефіцієнт перетворення незалежного внутрішнього збурювача заданої теплоенергетичної потужності в часткову температуру контрольного елемента об'єкта визначається за допомогою коефіцієнта K_s масштабу моделювання – коефіцієнта температурного перетворення незалежного внутрішнього теплоенергетичного виділення в адитивну температуру t_s підконтрольного елемента об'єкта.

3. Необхідною умовою фізичного моделювання динаміки енергетичної взаємодії об'єкт ↔ середовище є часова ідентичність перехідних процесів в об'єкті та моделі – тотожність коефіцієнтів при експоненціальних членах і показників експонент у математичних моделях.

Примітка: Переважна більшість прикладних завдань, пов'язаних із відтворенням динаміки енергетичної взаємодії складних систем, дозволяє обмежитися тотожністю коефіцієнта першого (регулярного) експоненціального члена і показника його експоненти (тотожністю так званої постійної часу).

4. За допомогою прозорого щодо інфрачервоних променів екрану всередині моделі (типу РФТК_Λ) можна досягнути потрібного співвідношення K_r/K_k . Це забезпечує можливість конструювати моделі для контролювання температур різних елементів у будь-яких об'єктах у процесі їхньої енергетичної взаємодії із середовищем.

5. Розрахунково-аналітичні значення коефіцієнтів температурного перетворення K_r , K_k і K_s організму людини при її діяльності в жиллому приміщенні для чотирьох видів одягу (залежно від термічного опору R_0) наведено на рис. 26, 27.

Наведені функціональні залежності коефіцієнтів K_r , K_k і K_s відповідають режиму енергетичної взаємодії людина ↔ середовище, який, своєю чергою, відповідає умовам квазіФТК_Λ організму людини.

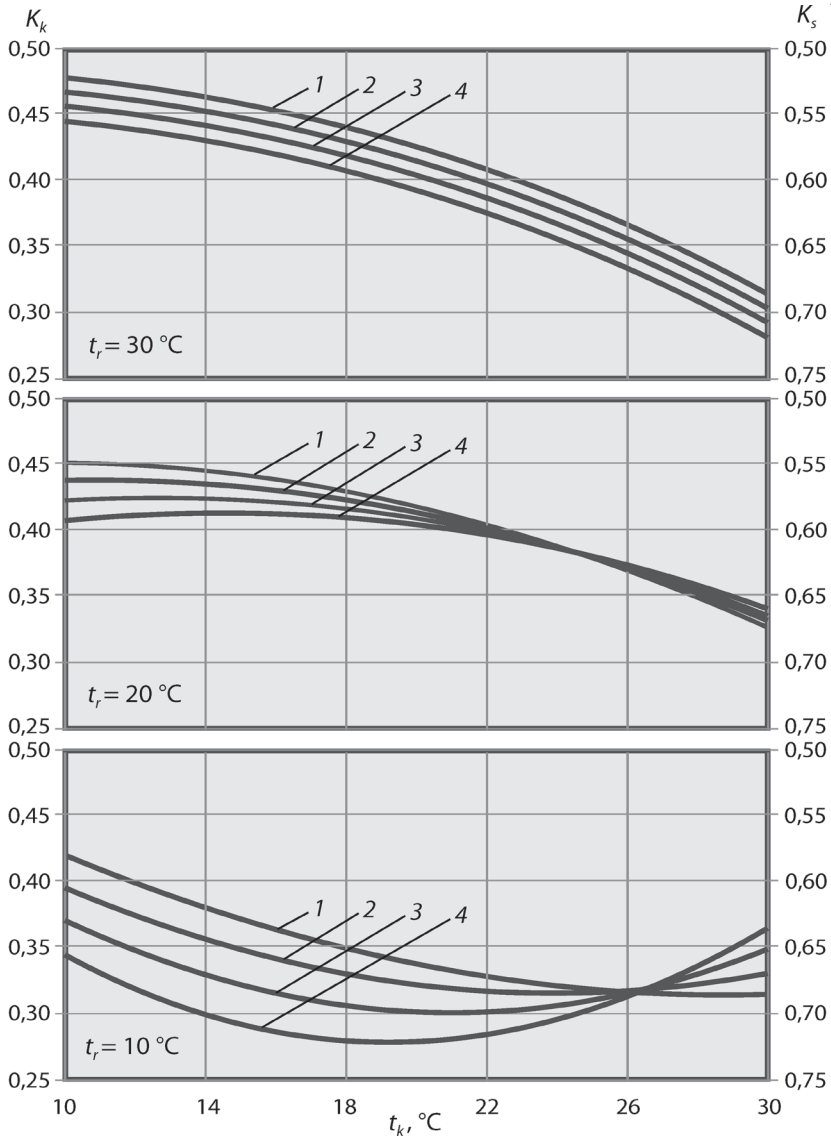


Рис. 26. Розрахункові криві залежності коефіцієнтів K_r і K_s температурного перетворення організму людини від значень температур t_r і t_k у режимі квазіФТК:

1 - $R_0 = 0,15$; 2 - $R_0 = 0,20$; 3 - $R_0 = 0,25$; 4 - $R_0 = 0,30\text{ м}^2\cdot\text{град}/\text{Вт}$

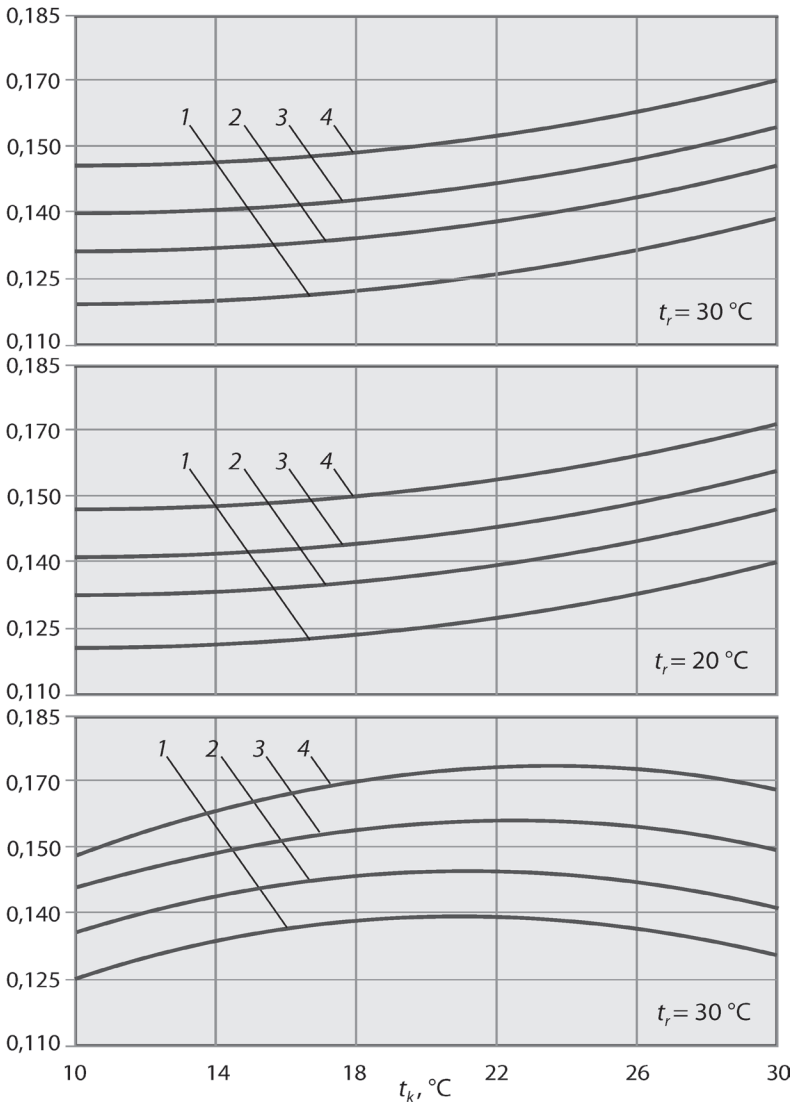
$K_{ks}, \text{Вт/К}$ 

Рис. 27. Розрахункові криві залежності коефіцієнта K_{ks} температурного перетворення організму людини від значень метаболічних тепловиділень M_T у режимі квазіФТК:

1 - $R_0 = 0,15$; 2 - $R_0 = 0,20$; 3 - $R_0 = 0,25$; 4 - $R_0 = 0,30 \text{ м}^2 \cdot \text{град/Вт}$

Результативна (повна) усталено-динамічна часова математична модель створюється на основі *нелінійної суперпозиції* часткових математичних моделей, які відтворюють часткові усталено-динамічні часові залежності дії тільки одного окремого збурювача.

Статико-динамічні математичні моделі перехідних процесів енергетичної взаємодії складних систем є нелінійними – коефіцієнти при експоненціальних членах та показники експонент є функціями поточного термодинамічного стану систем, що взаємодіють (є функціями нелінійних R -параметрів базової $RCtq_N$ -модельної структури).

Алгоритм поточного корегування нелінійних коефіцієнтів і показників експонент докладно розглядається в [33, 34].

Про підходи до конструювання $RCtq_N$ -структури енергетичної взаємодії людина ↔ середовище як основи для повного математичного моделювання

Загальні правила конструювання базової $RCtq_N$ -модельної структури

Нові підходи до конструювання $RCtq_N$ -структури як основи для виконання повного математичного моделювання енергетичної взаємодії складних систем вперше були розглянуті в [17] на прикладі енергетичної взаємодії праска ↔ середовище. В цьому прикладі (з метою ускладнення завдання) прийнято математичну модель внутрішнього незалежного тепло-виділення (електричного нагрівача) гармонійних коливань – синусоїди.

Детальний концептуальний алгоритм моделювання повної енергетичної взаємодії (радіаційно-конвекційної з урахуванням динаміки протікання процесу взаємодії) складних систем, зокрема системи об'єкт ↔ середовище, як теоретично завершений метод [34] апробований розв'язанням низки завдань з перевіркою на експериментальних зразках. Зокрема, в [33] докладно розглядається таке моделювання на прикладі енергетичної взаємодії тепловий сонячний колектор ↔ середовище.

У реальному світі всі підсистеми теплоенергетичного перетворення є аперіодичними – в них немає вільних коливань. Разом з тим вони характеризуються відносно істотною інерцією – здатністю накопичувати і віддавати теплову енергію.

Тому шукана математична модель енергетичної взаємодії систем повинна відтворювати не тільки стаціонарне теплоенергетичне перетворен-

ня параметрів, а також і динаміку (перехідний процес) протікання цих перетворень.

Нас перш за все цікавитиме реакція підсистеми на дію іншої підсистеми – іншими словами, повна математична модель, яка відтворюватиме не тільки результативну вихідну величину з погляду фізичної природи діючих ТЗ під час теплоенергетичної взаємодії, а також і динаміку протікання самого процесу взаємодії – динаміко-усталену модель повної теплоенергетичної взаємодії складних систем (підсистем).

Наукове формулювання завдання повного математичного моделювання динаміко-усталеної енергетичної взаємодії складних систем подане у вигляді графічної моделі на рис. 28, а словесно виглядає таким чином:

Досліджувана система (об'єкт), яка енергетично взаємодіє з навколишнім середовищем (іншою системою), зазнає впливу внутрішнього (незалежного генерування або поглинання теплової енергії) або зовнішнього (температурами t_r і t_k навколишнього середовища) ТЗ.

Кожний ТЗ є автономною функцією часу.

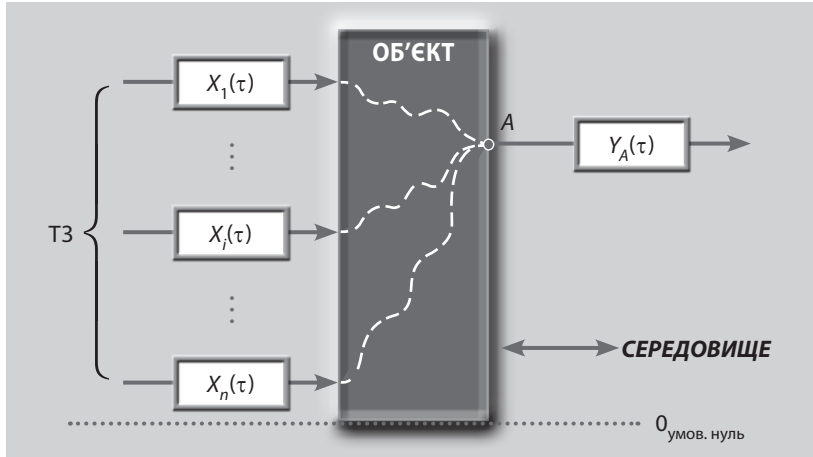


Рис. 28. Графічна модель формулювання завдання повного моделювання енергетичної взаємодії складних систем об'єкт ↔ середовище:

$X_1(\tau), \dots, X_i(\tau), \dots, X_n(\tau)$ – ТЗ на вході об'єкта; $Y_A(\tau)$ – результативна вихідна величина (A – координата вихідної величини); $0_{\text{умов. нуль}}$ – умовно нульовий початковий (до появи ТЗ) термодинамічний стан досліджуваного об'єкта

Шукана математична модель досліджуваного параметра піддослідної системи (об'єкта) повинна відтворювати:

- а) зміну досліджуваного параметра в часі в перехідному процесі взаємодії;
- б) значення досліджуваного параметра в стабільному стані або відповідну його часову функцію в стаціонарному процесі взаємодії після закінчення перехідного процесу у випадку, коли ТЗ є відповідною функцією часу, крім одиничної, наприклад як розглянуто в [17].

І ще одна інтерпретація наукової постановки завдання повного моделювання – у вигляді математичної моделі:

$$Y_A(\tau) = F[X_1(\tau) + \dots + X_i(\tau) + X_n(\tau)].$$

Примітка. Дослідження усталених процесів перетворення теплоенергетичної взаємодії в складних системах сьогодні здійснюються на основі *порціальної калориметрії*: розглядаються окремі види теплопередачі без визначення результативного ефекту, пов'язаного з одночасним протіканням усіх видів теплопередачі [11].

Нижче наводимо алгоритм досліджень з метою отримання рішень виключно в усталеному режимі енергообміну.

Досліджуваний об'єкт (або окремий його елемент) виділяється з цілісної енергообмінної системи об'єкт ↔ середовище, тобто без урахування його повної енергетичної взаємодії з навколишнім середовищем (яке відбувається безумовно й вільно), за допомогою умовного виокремлення об'єкта дослідження (або його елемента) гранично-просторовою поверхнею, на якій задається відповідний термодинамічний стан. Розглядається тільки окремий вид (за фізичною природою) енергопередачі, зокрема теплоенергетична. Слід зазначити, що отримані рішення не відтворюють повну енергетичну взаємодію системи об'єкт ↔ середовище (наприклад, реакцію на одночасну дію температур t_r і t_k навколишнього середовища [25, 27] або оцінку відповідності теплового мікроклімату жилого середовища [21, 23, 24, 27, 35]).

Такий метод досліджень, однак, передбачає деяке спотворення процесів, що відбуваються в дійсності.

Схарактеризуємо коротко деякі особливості повного математичного моделювання динамічно-усталеного стану енергетичної взаємодії складних систем.

1. Результативну реакцію енергетичної взаємодії систем формують складові енергопередачі різної фізичної природи. Тому всі види складо-

вих енергообміну необхідно зображати *еквівалентними* математичними моделями, в основі яких лежить феноменологічна закономірність:

$$q_N = \frac{t_1 - t_2}{R^{r,k}} = \frac{T_1 - T_2}{R^{r,k}} = \frac{\nabla t_{1-2}}{R^{r,k}},$$

де q_N – енергопотік, Вт; $R^{r,k}$ – термічний опір трактив радіаційного (у спектрі інфрачервоного випромінювання) або кондуктивно-конвекційного енергообміну між елементами 1–2 систем; t_1, t_2 або T_1, T_2 – температури відповідних елементів 1–2 систем, °С (К); Δt_{1-2} – температурний напір між елементами 1–2 систем.

2. Значення RC -параметрів та ТЗ (tq_N -термодинамічних збурювачів) у $RCtq_N$ -структурній моделі, яка є базовою для пошуку повної динаміко-усталеної математичної моделі енергетичної взаємодії складних систем (підсистем), кількісно є інтегральним для кожного елемента досліджуваного об'єкта (C) і тракту енергообміну (R).

Термічний опір R^r в тракті радіаційного енергообміну, виходячи із закону Стефана–Больцмана, визначається [17]:

$$R^r(T_1 - T_2) = \frac{175,44 \cdot 10^5}{HD\varepsilon_{\text{еф.}}T_1^3 \left[\left(\frac{T_2}{T_1} \right)^2 + 1 \right] \left(\frac{T_2}{T_1} + 1 \right)},$$

де H – ефективна площа (в м^2) взаємоопромінюваних поверхонь, розділених середовищем з властивостями діатермічності (прозорості для проходження інфрачервоних променів) з коефіцієнтом прозорості D ; $\varepsilon_{\text{еф.}}$ – ефективний коефіцієнт чорноти поверхонь, які взаємно опромінюються; T_1 і T_2 – температури поверхонь, К.

3. Значення температур у досліджуваних системах визначаються як *надлишкові* відносно їхніх умовно-початкових *нульових* рівнів до початку дії ТЗ, тобто визначається *зміна* (приріст) температур щодо цих рівнів з моменту початку дії ТЗ. Для моделювання енергетичної взаємодії людина ↔ середовище це температури t_r і t_k середовища.

4. Пошук повної математичної моделі досліджуваної вихідної величини здійснюється на основі базової $RCtq_N$ -структурної моделі енергетичної взаємодії системи людина ↔ середовище з використанням математичного апарату – перетворення Лапласа $F(\tau) \rightarrow F(p)$, де $F(p)$ – Лапласова трансформанта функції $F(\tau)$.

Алгоритми повного математичного моделювання динамічно-устале-них процесів енергетичної взаємодії будь-яких складних систем (загальний вигляд) розглянуті в [34].

Виконання такого моделювання конкретних складних систем (прикладний аспект) розглянуті:

- а) для системи людина \leftrightarrow середовище – в [23];
- б) для системи «тепловий сонячний колектор моделі ТСК-1АСС-1С» \leftrightarrow середовище – в [33];
- в) для системи праска \leftrightarrow середовище – в [17].

Негентропійне життєзабезпечення людини

Теплокровний організм, зокрема організм людини, є біологічним видом складної системи енергоперетворення (СЕР_{БЛ}). СЕР_{БЛ} отримує їжу рослинного і тваринного походження, яка є носієм негентропії N (отриманої рослинами в процесі фотосинтезу $N_{\text{СР}}$) і виконує внутрішню роботу ($w_{\text{М}}$) життєзабезпечення (метаболізму). При цьому завжди має місце залишкова (реліктова) негентропія $N_{\text{рел. МТ}}$. Це пов'язано з тим, що для СЕР_{БЛ} теплокровного організму температура «холодильника» $T_{\text{Х}}$ (див. рис. 11) вища за абсолютний нуль і становить:

$$\text{для людини } (t_{\text{вжк}} = 37,1 \text{ } ^\circ\text{C}) - 273 + 37,1 = 310,1 \text{ K} > 0 \text{ K};$$

$$\text{для курки } (t_{\text{вжк}} = 41,5 \text{ } ^\circ\text{C}) - 273 + 37,1 = 314,5 \text{ K} > 0 \text{ K}.$$

Метаболізм (з *гр.* – зміна, перетворення) – це сукупність процесів енергоперетворення в теплокровному організмі на клітинно-молекулярному рівні з виконанням роботи щодо життєзабезпечення. В основі метаболізму лежить обмін речовин, який супроводжується отриманням проміжного (використання $N_{\text{СР}}$ через фотосинтез у рослинному світі) носія негентропії N , хімічних зв'язків нових синтезованих органічних речовин з подальшим вивільненням базового носія N – водню. При появі кисню, отриманого шляхом дихання, відбувається синтез води в біологічних водневих паливних елементах (ВПЕ_В), які вмонтовані Природою в кожен клітин, з отриманням електроенергії з високим ККД – 90...95 %.

Отримана у ВПЕ_В електроенергія після всього ланцюга енергоперетворень з виконанням життєнеобхідної роботи (у тому числі інтелектуально-інформаційної діяльності й зовнішньої фізичної роботи) деградує остаточно в теплову енергію, негентропія якої $N_{\text{рел. МТ}}$, і надійде в життєво важливі органи (близько 80 % маси організму) з біологічно оптимальною температурою 37,1 °С. Потік цієї, з термодинамічного погляду деградова-

ної, теплової енергії (за винятком залишкової теплової енергії при виконанні людиною зовнішньої роботи) разом із потоком залишкової теплової енергії з негентропією $N_{\text{рел. } M_T}$ саме і становить собою метаболічні тепловиділення M_T теплокровного організму.

Примітка. Носій негентропії – водень – постачається в організм із їжею – жирами, білками та вуглеводами. В шлунку, кишечнику та кожній окремій клітині вони розщеплюються до мономерів, і після відповідних хімічних перетворень водень приєднується до окремої молекули-носія. Кисень (окислювач) потрапляє в кров із повітря через легені, де, з'єднуючись з гемоглобіном, розходить по тканинах, з'єднується з воднем і спричинює синтез води з перетворенням вивільненої негентропії водню в електроенергію, яка й виконує необхідну роботу. Цей процес лежить в основі біоенергетики теплокровного організму.

В організмі синтез води відбувається в «м'яких» умовах: майже при кімнатній температурі, нормальному тиску та у водяному середовищі.

Негентропія отриманої електроенергії (у $ВПЕ_{\text{БА}}$) є базовою для виконання широкого спектра процесів метаболізму (життєзабезпечення теплокровного організму з урахуванням виконуваної ним зовнішньої роботи).

Потік негентропії метаболічних тепловиділень M_T з негентропією $N_{\text{рел. } M_T}$ є *залишковим* і становить незворотні термодинамічні втрати і неминуче розпоршується в організмі людини – термодинамічному «холодильнику». Оскільки теплоємність організму людини в порівнянні з теплоємністю довкілля (навколишнього середовища) є, по суті, *нульовою*, то M_T об'єктивно переходить у навколишнє середовище: $M_T \rightarrow$ середовище.

На рис. 29 наведено модель негентропійного забезпечення життєдіяльності організму людини (теплокровного організму), в основі якого лежить їжа – проміжний носій негентропії, отриманої у рослинному світі в процесі фотосинтезу – $N_{\text{СР}}$.

Вивчення термодинамічної специфіки теплообміну людина \leftrightarrow середовище та формування умов її реалізації в контексті забезпечення теплового комфорту людини саме і є науковим завданням теплокомфортної кліматології.

Варто ще раз підкреслити два аспекти *недосконалості сучасної теплокомфортної кліматології людини*:

1. Вона не враховує наявність в організмі $БСВТ_{\Lambda}$, яка зумовлює суб'єктивне неоднозначне відчуття $ФТК_{\Lambda}$ і об'єктивне диференціювання реального фізіологічного стану теплового комфорту організму у відповідь на:

- квазіфізіологічний теплокомфорт (квазіФТК_Л);
- допустимий гарячий теплокомфорт (ДГД_Л);
- допустимий холодний теплокомфорт (ДХД_Л).

2. Вона використовує термодинамічно невизначене поняття «температура приміщення» t_0 (температура навколишнього середовища) як зовнішній ТЗ, що формує режим теплообміну людина ↔ середовище.

Значення температури t_0 визначають за допомогою традиційних термометрів [17–20, 23, 25–27, 33–35]. У цьому випадку, по суті, визначають власну температуру традиційного термометра, відповідність якої стану квазіФТК_Л є неоднозначною, що пов'язано з її неадекватним співвідношенням із температурами t_r і t_k , яке відповідає квазіФТК_Л, котрий реально (об'єктивно) формує процес теплообміну людина ↔ середовище.

Така недосконалість теплокомфортної кліматології людини зумовлює необхідність нормувати відносну вологість повітря (ϕ_p) навколишнього середовища, що, по суті, не реалізується внаслідок технічної складності і порівняно значних фінансових витрат (монтажних і експлуатаційних).

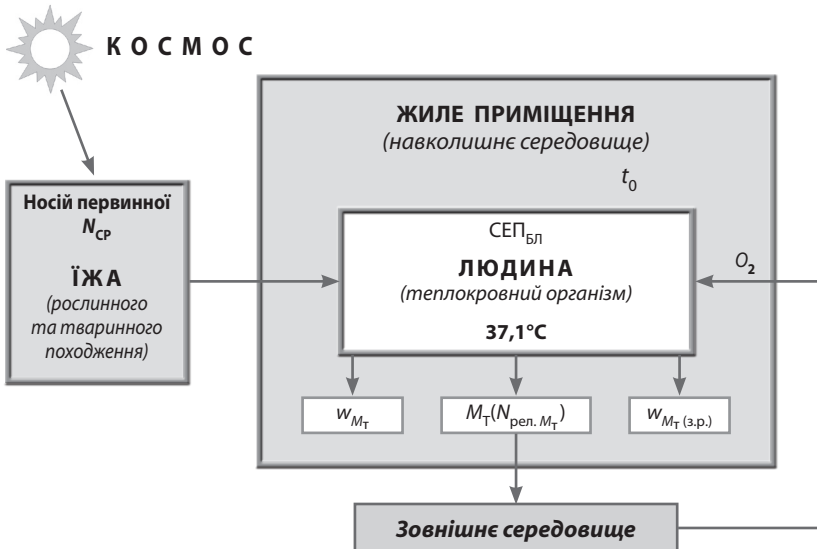


Рис. 29. Структурна модель негентропійного забезпечення життєдіяльності теплокровного організму (людини)

Однак, нормування $\Phi_{\text{п}}$ можна уникнути, якщо забезпечити відповідне співвідношення температур t_r і t_k середовища. Достатньо здійснювати регулювання однієї із температур за сигналом РФТК $_{\Lambda}$. Останній розпізнає співвідношення температур t_r і t_k жилого середовища, яке однозначно корелює зі станом квазіФТК $_{\Lambda}$.

Примітка. Вдосконалення теплокомфортної методології людини (за даними результатів повного моделювання теплообміну теплокровний організм (зокрема, людина) ↔ середовище), а також створення теоретичних основ моделювання внутрішніх процесів енергетичного перетворення у теплокровних організмів є науковим завданням подальшого розвитку теорії термодинаміки (біологічної енергетики) як основоположної науки буття.

На рис. 30 наведено структурну модель внутрішнього енергетичного перетворення в організмі людини.

Позначення до рис. 30:

БСВТ – біологічна система внутрішньої регуляції;

БП-квазіФТК – «біопроектор», відповідальний за забезпечення об'єктивного квазіФТК $_{\Lambda}$ (формує біологічний термічний опір R_B залежно від ефективної дії температур t_r і t_k середовища);

БПК-ДХД $_{\Lambda}$ – «біопроектор» компенсації дисбалансу теплообміну в разі зниження ефективної дії температур t_r і t_k шляхом хаотичної роботи м'язів (дрижання) для стабілізації стану ДХД $_{\Lambda}$;

БПК-ДГД $_{\Lambda}$ – «біопроектор» компенсації дисбалансу теплообміну в разі зростання ефективної дії температур t_r і t_k шляхом виведення поту на поверхню шкіри організму, який поглинає $+\Delta M_T$ при випаровуванні, стабілізуючи стан ДГД $_{\Lambda}$;

$N_{\text{харч.}}$ – негентропія харчового продукту (рослинного чи тваринного походження);

ВЖО – життєво важливі органи ($\approx 80\%$ загальної ваги), які являють собою специфічні СЕП $_{\text{БЛ}}$, де відбувається вивільнення енергії (негентропії) внаслідок споживання їжі, що супроводжується виконанням роботи $w_{\text{квазіФТК}}$, $w_{\text{ХК}}$, $w_{\text{ГК}}$, $w_{\text{внут.}}$;

R_B – біологічний термодинамічний опір на шляху енергопередачі ВЖО → → шкіряний покрив організму, який формується завдяки інтенсивності кровообігу (останній, у свою чергу, залежить від частоти пульсу);

R_0 – ефективний термічний опір теплопередачі одягу;

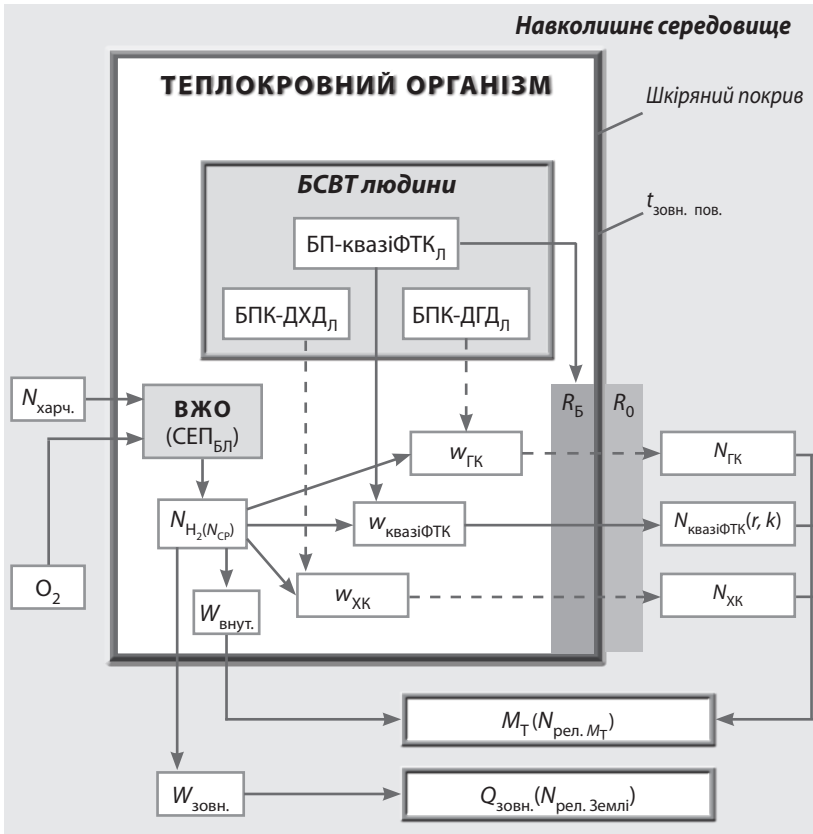


Рис. 30. Структурна модель енергетичного перетворення в організмі людини

$N_{H_2(N_{CP})}$ – негентропія, вивільнена в процесі обміну речовин – N водню (отримана у рослинному світі у процесі фотосинтезу – N_{CP});

$w_{\text{квазіФТК}}$ – робота щодо забезпечення балансу теплообміну шляхом радіаційно-конвекційної передачі M_T середовищу при незначній напруженості системи БСВТ $_{\Lambda}$;

$w_{\text{ХК}}$ – робота щодо забезпечення балансу теплообміну шляхом невпорядкованого (хаотичного) скорочення м'язів (дрижання) у разі зниження ефективної дії температур t_r і t_k середовища;

$w_{ГК}$ – робота щодо забезпечення балансу теплообміну шляхом виведення поту на поверхню шкіряного покриву організму, який поглинає $+\Delta M_T$ при випаровуванні;

$w_{внут.}$ – внутрішня робота щодо життєзабезпечення організму людини;

$w_{зовн.}$ – зовнішня робота людини;

$M_T (N_{\text{рел. } M_T})$ – сумарні виділення теплової енергії M_T з реліктовою (за-лишковою) негентропією.

Вивільнена в процесі обміну речовин негентропія – $N_{H_2(N_{\text{Ср}})}$ – вико-нує внутрішню ($w_{\text{внут.}}$) і зовнішню ($w_{\text{зовн.}}$) роботу, а залишкова тепла енер-гія M_T та $Q_{\text{зовн.}}$ з реліктовою $N (N_{\text{рел. } M_T})$ (температура «холодильника» дорівнює $37,1^\circ\text{C}$) і $N_{\text{рел. Землі}}$ (температура «холодильника» $\approx 25^\circ\text{C}$) пере-ходить у навколишнє середовище і розпоршується в ньому.

На рис. 31 наведено повну $R C t q_N$ -структурну модель енергетичної взаємодії людина↔середовище, яка є основою для виконання матема-тичного моделювання.

Позначення на рис. 31:

$t_r(\tau)$, $t_k(\tau)$ – функції часу зовнішніх термодинамічних збурювачів – радіа-ційної та конвекційної температур навколишнього середовища;

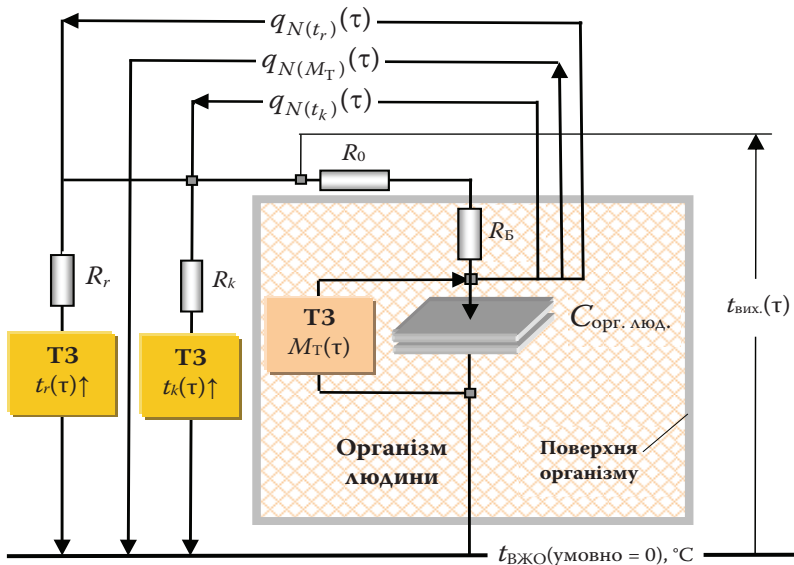


Рис. 31. Повна $R C t q_N$ -структурна модель енергетичної взаємодії системи людина↔середовище (основа для математичного моделювання)

- $M_T(\tau)$ – функція часу незалежного внутрішнього термодинамічного збурювача – метаболічних тепловиділень людини в процесі життєдіяльності;
- R_r, R_k – термічні опори в трактах теплоенергетичної передачі середовище \leftrightarrow поверхня тіла людини (з урахуванням одягу);
- R_0 – термічний опір теплоенергетичної передачі через одяг;
- R_B – термічний опір у тракці теплоенергетичної передачі ВЖО \leftrightarrow поверхня тіла людини (без урахування одягу);
- $q_{N(t_k)}(\tau), q_{N(t_r)}(\tau), q_{N(M_T)}(\tau)$ – теплоенергетичні потоки енергетичної взаємодії людина \leftrightarrow середовище на відповідних трактах енергообміну;
- $C_{\text{орг. люд.}}$ – повна теплоємність організму людини;
- $t_{\text{вих.}}(\tau)$ – функція часу шуканої вихідної величини – теплокомфортної середньої температури поверхні тіла людини з урахуванням одягу.

На рис. 32 показано часткову $RCtq_N$ -структурну модель енергетичної взаємодії людина \leftrightarrow середовище, яка відповідає ситуації, коли умовно діє лише один термодинамічний збурювач – M_T .

Аналогічним чином на рис. 33 показано часткову $RCtq_N$ -структурну модель енергетичної взаємодії людина \leftrightarrow середовище, яка відповідає ситуації, коли умовно діє тільки один термодинамічний збурювач $t_r(\tau)$, а на рис. 34 – відповідно лише $t_k(\tau)$.

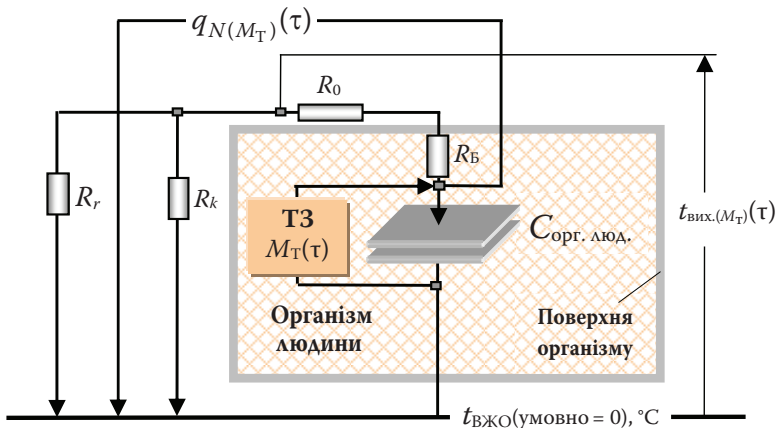


Рис. 32. Часткова $RCtq_N$ -структурна модель енергетичної взаємодії системи людина \leftrightarrow середовище як основа математичного моделювання для отримання часткової вихідної величини $t_{\text{вих.}(M_T)}(\tau)$ при дії тільки одного ТЗ – $M_T(\tau)$

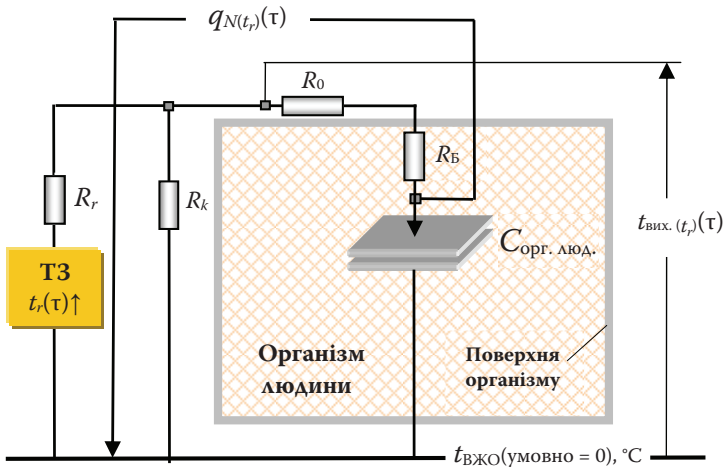


Рис. 33. Часткова $RCtq_N$ -структурна модель енергетичної взаємодії системи людина \leftrightarrow середовище як основа математичного моделювання для отримання часткової вихідної величини $t_{\text{вих.}(t_r)}(\tau)$ при дії тільки одного ТЗ – $t_r(\tau)$

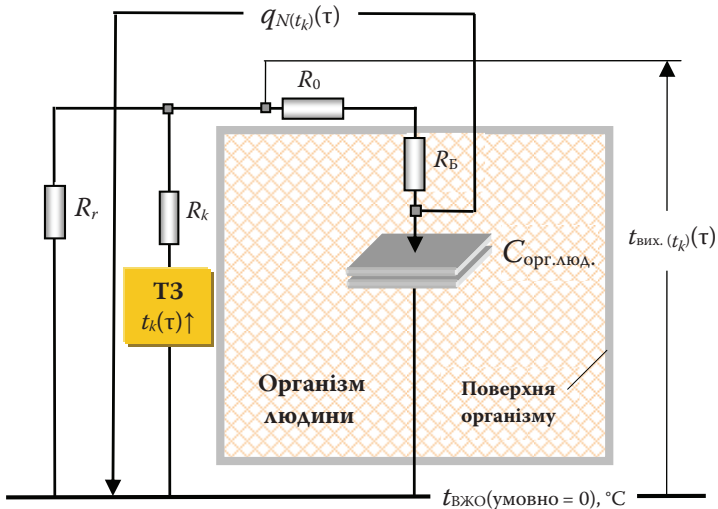


Рис. 34. Часткова $RCtq_N$ -структурна модель енергетичної взаємодії системи людина \leftrightarrow середовище як основа математичного моделювання для отримання часткової вихідної величини $t_{\text{вих.}(t_k)}(\tau)$ при дії тільки одного ТЗ – $t_k(\tau)$

$RCtq_N$ -структурна модель енергетичної взаємодії системи людина ↔ середовище на рис. 31 (і відповідно на рис. 32–34) містить тільки одну інтегральну теплоємність $C_{\text{орг. люда.}}$ (кількість теплоємностей у $RCtq_N$ -структурній моделі визначає порядок шуканої динамічно-усталеної математичної моделі $t_{\text{вих.}}(\tau)$). Це означає, що шукана математична модель відбиває тільки регулярний період перехідного процесу. Відображення порівняно коротких нерегулярних періодів перехідного процесу відсутнє.

Для енергетичної взаємодії системи людина ↔ середовище це є вповні прийнятним, оскільки істотно спрощує математичні ілюстрації. З другого боку, з урахуванням порівняно значної інерційності систем характеристика динаміки перехідного процесу за допомогою однієї регулярної експоненти є задовільною.

Для отримання шуканої $t_{\text{вих.}}(\tau)$ застосовується апарат математичний – *перетворення Лапласа*.

Спершу, згідно з рис. 32–34, отримують *Лапласові трансформанти* $t_{\text{вих.}(M_T)}(p)$, $t_{\text{вих.}(t_p)}(p)$ та $t_{\text{вих.}(t_p)}(p)$, після чого здійснюють їх перехід до часової функції $Y_A^{X_i}(p) \rightarrow Y_A^{X_i}(\tau)$ на основі теореми Хевісайда – розкладу поліномного дробу в експоненціальний ряд [8] (позначення згідно з рис. 28):

$$Y(\tau) = \frac{U(p_i = 0)}{V(p_i = 0)} + \sum_{i=1}^n \frac{U(p_i)}{p_i V^*(p_i)} e^{p_i \tau},$$

де $U(p)$ – Лапласова трансформанта чисельника поліномного дробу шуканої функції $Y(\tau)$; $V(p)$ – Лапласова трансформанта знаменника поліномного дробу шуканої функції $Y(\tau)$; $V^*(p_i)$ – похідна від $V(p)$; p_i – корені рівняння $V(p) = 0$.

Шукану повну функцію $t_{\text{вих.}}(\tau)$ отримують шляхом *нелінійної суперпозиції часткових* – $t_{\text{вих.}(M_T)}(\tau)$, $t_{\text{вих.}(t_p)}(\tau)$, $t_{\text{вих.}(t_p)}(\tau)$.

КОНЦЕПЦІЯ СТРАТЕГІЧНОЇ ПРОГРАМИ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ УКРАЇНИ

Як вже зазначалося, негентропійне забезпечення життєдіяльності біологічної системи теплокровного організму, зокрема людини, здійснюється шляхом використання негентропії сонячної радіації (N_{CP}) за допомогою проміжного носія N , яким є їжа рослинного і тваринного походження (відповідно до негентропійної потреби ЕДЛ вона становить 4,6 %).

Разом з тим, зовнішня економічна діяльність людської спільноти (ЕДЛ), яку лаконічно визначають терміном *розвиток*, можлива тільки за наявності донора N (для виконання необхідної витратної роботи). Сьогодні швидкий розвиток людської спільноти, зокрема України, забезпечується шляхом використання як донора N вичерпних ресурсів Землі (ВЕ) – нафти, газу, вугілля, ядерного палива тощо. Така ситуація не тільки спричинила глобальну проблему донорства N для подальшого економічного розвитку людської спільноти, а й проблему деградації довкілля, визначальною складовою якої є процес *глобального потепління*, а водночас і проблему деградації ментального інтелекту людської спільноти в глобальному вимірі.

Єдиною можливістю спроби виправити ситуацію «маємо те, що маємо», на моє глибоке переконання, є **невідкладне започаткування переходу до сонячного донорства N** на основі *сонячно-водневої енергетики*.

Для цього необхідне впровадження нових комплексних державних програм переходу на сонячно-водневе енерго-

забезпечення економічного розвитку України, які мають містити такі завдання:

- а) розвиток сонячно-водневих станцій на базі наявних вітроагрегатів або на базі нових моделей гібридних (електротеплових) сонячних колекторів;
- б) виробництво транспортних засобів з електроприводом (широкого спектра) та бортовими електростанціями на базі створених і запроваджених у серійне виробництво в розвинутих країнах водневих паливних елементів (ВПЕ);
- в) створення і впровадження сонячно-водневих локальних електричних станцій для енергозабезпечення житлових будинків і теплонасосних установок нового покоління (ТНУ_{НП});
- г) створення і впровадження моделей ТНУ_{НП} широкого спектра для отримання теплоти комунального призначення (яка становить 55 % від енергопотреби всієї економіки);
- г) державна програма моніторингу розвитку сонячно-водневої енергетики в Україні та розробка пропозицій його динамічного корегування для подальшого ефективного переходу на сонячно-водневу енергетику.

Отже, цей перехід полягає насамперед у формуванні *комплексних державних програм України* щодо невідкладного запровадження негентропійного забезпечення на сонячно-водневій основі для подальшого економічного розвитку. При цьому для отримання комунальної теплоти (обігрів приміщень і гаряче водозабезпечення) необхідно широко використовувати термодинамічний принцип теплоенергетичної рекуперації за допомогою теплонасосних установок нового покоління (ТНУ_{НП}).

Однією з визначальних складових сонячно-водневого негентропійного забезпечення є електроенергетика на базі водневого паливного елемента (ВПЕ), яка в загальній потребі негентропійного забезпечення становить приблизно 45 %. Створення ВПЕ було започатковане ще в 60-х роках минулого століття, а сумарні інвестиції становили понад 300 млрд дол. США. Сьогодні ВПЕ вже виготовляється серійно у багатьох розвинутих країнах.

Примітка. Доречно нагадати, що президент США п. Буш ще минулого року заявив про завершення до 2020 р. повного переходу електроенергетики США на сонячно-водневу основу.

Для України не потрібно вирішувати проблему ВПЕ в науково-прикладному аспекті, оскільки ВПЕ вже створений і виготовляється серійно. Для України залишається лише проблема наявності ВПЕ, котра може бути вирішена шляхом упровадження їх вітчизняного серійного виробництва.

Діючу Державну програму з вітроенергетики слід переорієнтувати на отримання електроенергії з безпосереднім її використанням для електролізу води – розщеплення води на водень і кисень, оскільки електроенергія, отримана шляхом вітроенергетики, використовується неефективно.

Державні програми започаткування переходу на сонячно-водневу основу негентропійного забезпечення розвитку України

Задоволення потреби сонячного негентропійного донорства, яке забезпечить сучасний економічний розвиток, зокрема України, за функціональними видовими ознаками можна поділити на три основоположні складові:

А. Отримання електричної енергії, яка становить приблизно 45 % загальної енергетичної потреби (23 % – для стаціонарного використання, 22 % – для мобільного використання транспортними і технологічними засобами).

Отримання електроенергії має здійснюватися в три етапи:

1. Отримання водню – проміжного базового носія сонячної негентропії шляхом:

- а) вироблення електроенергії прямим перетворенням сонячної радіації за допомогою кремнієвих фотоелементів за схемою:
сонячна радіація → фотоперетворювач → електроенергія;
- б) використання отриманої електричної енергії для електролізу води з отриманням водню та кисню.

Зберігання водню сьогодні може здійснюватися як за допомогою газгольдерів (на стаціонарних сонячно-водневих електростанціях), так і баків зі стільниковою структурою (виробництво останньої здійснюють на

основі нанотехнології). Ці баки застосовують для зберігання водню на локальних сонячно-водневих електростанціях і на транспортних засобах.

Кремнієві фотоперетворювачі, які виробляють сьогодні, мають достатньо великий резерв зростання ККД енергоперетворення. Однак вони поки що порівняно дорогі.

В Україні створено концептуальну гібридну модель сонячного електротеплового колектора (модуля прямого перетворення сонячної радіації в електроенергію за допомогою кремнієвих фотоперетворювачів та одночасного нагріву води) із застосуванням *параболоциліндричних* концентраторів СР, які дають змогу зменшити в 3–4 рази площу робочої поверхні кремнієвих фотоперетворювачів. Така технологія, звісно, сприятиме швидкому й масштабному впровадженню кремнієвих фотобатарей.

Примітка. Параболоциліндричні концентратори СР, які являють собою спеціальні алюмінієві профілі, легко виготовляти методом екструзії. Такий гібридний сонячний колектор (фотобатарея, суміщена з тепловим колектором) значно дешевший від традиційних. При монтажі він вимагає більш точної юстировки щодо Сонця.

2. Отримання електроенергії за допомогою водневого паливного елемента (ВПЕ), що дає змогу легко отримувати електроенергію відповідної потужності для прямого використання в поточний момент часу.

ВПЕ сьогодні застосовують як на стаціонарних, так і на локальних, зокрема мобільних, електростанціях. У розвинутих країнах ВПЕ виготовляють серійно в широкому спектрі електропотужностей – від ват до мегават.

Провідними ідеологами у створенні та впровадженні ВПЕ у сферу економічної енергетики (логічне продовження раціональних досліджень вдосконалення «гальванічних» елементів електричного струму одноразової дії для живлення електронної апаратури) є фірми *Ballard Power Systems* (Канада) і *United Technology Corporation* (США).

Б. Отримання комунальної теплоти (КТ) для обігріву жилих і технічних приміщень, а також для забезпечення гарячою водою. Обсяг КТ становить приблизно 55 % загальної енергетичної потреби (37 % – обігрів приміщень, 18 % – забезпечення гарячою водою).

Отримання комунальної теплоти для обігріву жилих і технічних приміщень і приготування гарячої води має здійснюватися за принципом термодинамічної рекуперації (поновлення) негентропії теплової енергії за допомогою теплонасосних установок нового покоління (див. рис. 3 та рис. 14).

Живлення електроенергією мотор-компресора на першому етапі здійснюється від традиційної електромережі, а пізніше – електроенергією від автономної (локальної) сонячно-водневої електростанції.

В. Отримання прісної води. Його можна ефективно здійснювати на основі низькотемпературної перегонки води з використанням високообертового мотор-компресора, який є структурним функціональним складовим елементом теплонасосної установки нового покоління (див. рис. 16).

Перелік основних програмних завдань

Програмні завдання у контексті розробки й впровадження функціональних складових сонячно-водневої основи негентропійного забезпечення розвитку України мають охоплювати такі стратегії:

А. Отримання електроенергії

1. Поступове розширення промислового виробництва кремнієвих фотоперетворювачів з потрібними потужностями, а також посилення існуючої науково-дослідної бази щодо вдосконалення технологій отримання кремнієвих фотоперетворювачів з високим ККД перетворення сонячна радіація → електроенергія.
2. Створення дослідно-конструкторської, виробничої та монтажно-експлуатаційної бази, які забезпечуватимуть поступове збільшення промислового виробництва та масштабу впровадження гібридних (електротеплових) сонячних колекторів, зокрема створеного вперше в Україні концептуального модуля «Сонячний дах». Останній у новобудовах може функціонувати як будівельний дах.
3. Створення і впровадження пілотного модуля стаціонарної сонячно-водневої електростанції з подальшим поступовим промисловим виробництвом з різними електропотужностями (див. рис. 22).
4. Створення стаціонарно-локальних сонячно-водневих електростанцій різної електропотужності для електрозабезпечення житлових будинків і теплонасосних установок нового покоління.
5. Створення інфраструктури водневих заправочних станцій.
6. Створення пілотних модулів водневих автомобілів:
 - а) на першому етапі – з водневим двигуном внутрішнього згорання;
 - б) надалі – з ВПЕ-електрогенератором та електромоторним приводом.

Б. Отримання теплоти комунального призначення

1. Створення високообертового (герметичного з високочастотним електроприводом) гвинтового компресора на магнітних підшипниках.
2. Розробка і впровадження теплонасосних установок нового покоління комунального і технологічного призначення (ТНУ_{НП}).
3. Розробка і впровадження у виробництво промислової моделі розпізнавача фізіологічного теплового комфорту людини (РФТК_Л).
4. Розробка і впровадження у промислове виробництво алюмінієвих профілів обігрівальної підлоги (АП) як складової ТНУ_{НП}.

В. Розробка і впровадження у промислове виробництво установки нового покоління для отримання прісної води на основі низькотемпературної перегонки з використанням ТНУ_{НП} (див. рис. 16).

Необхідно провести державний балансовий аудит щодо об'єктивного визначення енергетичної ефективності впровадження в Україні вітроагрегатів за період дії відповідної державної програми, а також доцільності подальшої пролонгації її в існуючому форматі в контексті загострення проблеми «енергозабезпечення».

На моє глибоке переконання, наявні потужності діючих сьогодні в Україні вітроагрегатів слід використовувати для безпосереднього отримання проміжного носія N_{CP} – водню шляхом електролізу води.

Започаткування впровадження в Україні сонячно-водневого негентропійного забезпечення подальшого впорядкованого розвитку має дві переваги:

- робить значний внесок у подоланні глобальної проблеми виживання цивілізації і відкриває шлях для вирішення проблеми енергетичної безпеки України;
- у міру впровадження сонячно-водневого негентропійного забезпечення розвитку України та скорочення витрат на придбання традиційних енергоносіїв дає змогу населенню *раціонально* займатися різними видами трудової діяльності з гідною оплатою праці.

Список використаних джерел

1. Банхиди Л. Тепловой микроклимат помещений. – М.: Стройиздат, 1981.
2. Ванькович Р. Безальтернативна альтернатива (Чому нам потрібна «альтернативна» енергетика?) // Зб. доповідей Міжнар. наук.-практ. семінару «Економія. Екологія. Комфорт» та «Архітектура, енергія, світло». – Л.: ЕКОІНФОРМ «Львівська політехніка», 2006.
3. Витте Н. К. Тепловой обмен человека и его гигиеническое значение. – К.: Госмедиздат УССР, 1956.
4. Волков О. Земля і небо. – К.: Держ. вид-во дит. літ-ри УРСР, 1961.
5. Встреча на высшем уровне «Планета Земля» / Программа действий «Повестка дня на XXI век» и др. докум. конф. в Рио-де-Жанейро в популярном изложении. – Женева: «За наше общее будущее», 1993.
6. Гор А. Земля у рівновазі. Екологія і людський дух: Пер. з англ. / ВГО «Україна. Порядок денний на XXI століття», Інститут сталого розвитку, Інститут інформаційного суспільства. – К.: Інтерсфера, 2001.
7. Дейлі Г. Поза зростанням. Економічна теорія сталого розвитку: Пер. з англ. / Інститут сталого розвитку. – К.: Інтерсфера, 2002. – 312 с.
8. Конторович М. И. Операционное исчисление и нестационарные явления в электрических цепях. – М.: Госиздат тех.-теор. лит-ры, 1955. – 226 с.
9. Мальшева А. Е. Физиолого-гигиенические обоснования метеорологических условий, обеспечивающих тепловой комфорт // Сб. докл. науч.-техн. конф. «Кондиционирование воздуха в промышленных, общественных и жилых зданиях». – М.: Стройиздат, 1964.
10. Межжерин В. А. Цивилизация и ноосфера. – Кн. 3: Пульсирующая биосфера. – К., 1998.

11. *Михеев М. А.* Основы теплопередачи. – М.: Госэнергоиздат, 1981. – 357 с.
12. «Порядок денний на XXI століття», ухв. конф. ООН на вищому рівні з навколишнього середовища в Ріо-де-Жанейро, 1992 р. / Перекл. укр. мовою громадської організації «Україна. Порядок денний на XXI ст.» – К., 1998.
13. Програма дій з подальшого впровадження «Порядку денного на XXI ст.», ухвалена 19-ю спеціальною сесією ГА ООН у червні 1997 р. / Перекл. укр. мовою громадської організації «Україна. Порядок денний на XXI ст.» – К., 1998.
14. Солнечная энергетика: Пер. с англ. и фр. / Под ред. Ю. Н. Малевского, М. М. Колтуна. – М.: Мир, 1979.
15. Стан світу 2001: Пер. з англ. / ВГО «Україна. Порядок денний на XXI ст.», Інститут сталого розвитку. – К.: Інтерсфера, 2001. – 308 с.
16. Стан світу 2002: Пер. з англ. / ВГО «Україна. Порядок денний на XXI ст.», Інститут сталого розвитку. – К.: Інтерсфера, 2002. – 289 с.
17. *Стронский А. Н.* Математическое моделирование тепловых процессов в сложных системах // Электробытовые машины и приборы: Сб. науч. трудов ВНИИ по ЭБМиП. – К.: Техника, 1973. – С. 62–70.
18. *Стронский А. Н.* Метод непосредственной интегральной оценки теплового режима жилых помещений // Сб. тез. докл. 6-го Всесоюз. науч.-техн. совещания «Кондиционирование воздуха промышленных, общественных и жилых зданий». – М.: Стройиздат, 1973.
19. *Стронский А. Н.* Методика учета радиационного фактора при теплокомфортной оценке жилых помещений // Сб. тез. докл. межреспуб. семинара «Повышение эффективности систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха промышленных, общественных и жилых зданий». – К.: РДЭНТП, 1974.
20. *Стронский А. Н.* Новое направление в оценке теплового режима жилых помещений // Перспективы разработки и производства новых ЭБМиП с учетом конъюнктуры рынка: Сб. статей. – М.: ЦНИТЭИлегпишемаша, 1973.
21. *Стронский А. Н.* О моделировании теплообмена системы «человек ↔ среда» // Сб. докл. 5-го науч.-техн. совещания «Кондиционирование воздуха в промышленных и общественных зданиях». – М.: Стройиздат, 1970.
22. *Стронский А. Н.* Оптимальное управление режимом тепло-хладоснабжения среды обитания на основе использования ДФТЕЛ // Сб. тез. докл. науч.-техн. семинара «Пути повышения эффективности и надежности систем теплоснабжения и теплоснабжения». – Пенза: Приволжский ДНТП, 1989.
23. *Стронский А. Н.* Разработка и исследование датчика теплового баланса для контроля и регулирования теплового режима обитаемой среды / Дис. ... канд. техн. наук. – К.: КПИ, 1973.
24. *Стронский А. Н.* Устройство для моделирования теплообмена объекта с окружающей средой: АС № 300720 // Бюлл. изобр. и отк. СМ СССР. – 1971. – № 13.

25. Стронський Л. Н., Нечаев Г. К. Об измерении радиационной температуры помещения // Контрольно-измерительная техника. – Л.: Изд-во Львовского гос. ун-та, 1972.
26. Стронський Л. Н., Супрун А. В. Устройство оптимальной подачи теплота в среду обитания на основе использования ДФТКЛ // Сб. тез. докл. на науч.-практ. конф. «Основные направления нетрадиционных источников энергии в народном хозяйстве». – Душанбе, 1988.
27. Стронський Л. Н., Супрун А. В., Спивак И. Л. Оценка теплового воздействия окружения // Промышленная теплотехника. – 1990. – № 1. – Т. 12.
28. Стронський Л. М. Використання теплонасосних установок для отримання комунальної теплоти // ЕЛЕКТРОпанорама. – 2006. – № 3.
29. Стронський Л. М. Відкрита Екосистема Землі. Сонячне енергозабезпечення // Зб. матер. IV Міжнар. наук.-практ. конф. «Проблеми економії енергії». – Л.: НУ «Львівська політехніка», 2003. – 30 с.
30. Стронський Л. М. Впорядкований розвиток цивілізації – єдиний шлях продовження життя // ЕЛЕКТРОпанорама. – 2006. – № 12.
31. Стронський Л. М. Енергія сонячної радіації – альтернатива природному органічному та ядерному паливу // Зб. ст. Міжнар. конф. «Енергетична безпека Європи. Погляд у XXI ст.». – К., 2000.
32. Стронський Л. М. Енерго-екологічна проблема нависла над нами як дамоклів меч // ЕНЕРГОінформ. – 1998. – № 5 (13).
33. Стронський Л. М. Ідентифікація динаміко-усталених характеристик теплового сонячного колектора моделі ТСК-ІАСС-ІС на основі повного моделювання процесів теплоенергетичного перетворення в складних системах // Наукові Вісті НТУУ «КПІ». – 2003.
34. Стронський Л. М. Концепція математичного моделювання радіаційно-конвекційних процесів теплоенергетичного перетворення в складних системах // Наукові Вісті НТУУ «КПІ». – 2003. – № 1.
35. Стронський Л. М. Нові підходи до формування раціонально економних витрат теплоти обігріву приміщень // Ринок інсталяційний. – 2001. – № 11–12.
36. Стронський Л. М. Основні засади моделювання процесів теплоенергетичного перетворення в складних системах // Зб. матер. IV Міжнар. наук.-практ. конф. «Проблеми економії енергії». – Л.: НУ «Львівська політехніка», 2003. – С. 87–92.
37. Стронський Л. М. Про перспективу масштабного застосування теплонасосних установок // Ринок інсталяційний. – 2002. – № 4–5.
38. Стронський Л. М. Про термінологічну плутанину в сфері енергетичного забезпечення // ЕЛЕКТРОпанорама. – 2006. – № 1–2.
39. Стронський Л. М. Сонячна енергія – єдина альтернатива негентропійного енергозабезпечення // Зб. ст. 2-ї міжнар. наук.-практ. конф. «Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні». – Л.: Льв. ЦНТЕІ, 2003.

40. *Стронський А. М.* Сонячне випромінювання – альтернатива енергозабезпечення України в контексті глобальної ситуації // Ринок інсталяційний. – 2000. – № 6.
41. *Стронський А. М.* Сталий економічний розвиток в контексті сучасної реальності // ЕЛЕКТРОпанорама. – 2006. – № 6.
42. *Стронський А. М.* Теплонасосна установка (ТНУ) нового покоління для комунального теплозабезпечення // Зб. ст. 2-ї Міжнар. наук.-практ. конф. «Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії як альтернативні первинним джерелам енергії в регіоні». – Л.: Льв. ЦНТЕІ, 2003.
43. *Стронський А. М.* Термодинамічна суть енергозабезпечення. Чому воно сьогодні стало проблемою виживання? // ЕЛЕКТРОпанорама. – 2005. – № 10.
44. *Стронський А. М.* Цивілізація: куди рухатися далі? // ЕЛЕКТРОпанорама. – 2006. – № 1–2.
45. *Стронський А. М.* Що таке глобальне потепління – блеф чи реальність? // ЕЛЕКТРОпанорама. – 2006. – № 7–8.
46. Тенденції української економіки. – К.: Українсько-Європейський консультативний центр з питань законодавства, 1998.
47. Теплотехнический справочник. – Т. 1. – М.: Госэнергоиздат, 1957.
48. Україна в контексті «Порядку денного на ХХІ століття» // Програма дій, ухвалена конференцією ООН. Ріо-де-Жанейро, 1992 р. – К.: Нора-Прінт, 1998. – 80 с.
49. Україна за роки незалежності (аналітичний огляд за 1991–1997 роки). – К., 1998.
50. Україна, людський розвиток / Звіт Програми розвитку ООН. – К., 1997.
51. *Хартнетт Дж., Ирвайн Т.* Успехи теплопередачи: Пер. с англ. – М.: Мир, 1970.
52. *Шахбазян Г. Х.* Гигиеническое нормирование микроклимата производственных помещений. – К.: Госмедиздат УССР, 1952.
53. *Штеренберг М.* Информация, техника, жизнь. – М.: Знание, 1971.
54. *Fenn J. B.* Engines, Energy and Entropy (A Thermodynamics Primer). – N.Y.; San Francisco: W. H. Freeman and Company, 1982.
55. *Georgescu-Roegen N.* The Entropy Law and Economic Process. – Cambridge: Harvard University Press, 1971.
56. *Harkness E. I., Mehta M. L.* Solar Radiation Control in Buildings. – L.: Applied Science Publishers Ltd., 1978.
57. *Welle D. K.* Klimatisierung Ist Keine Zukunftsvision Mehr // Elek.-Hand. – 1971. – № 3.

Відомості про автора

СТРОНСЬКИЙ Лев Миколайович народився 16 серпня 1930 р. в с. Ясениця Сільна (по сусідству з с. Нагуєвичі, де народився І. Франко) Дрогобицького р-ну Львівської обл. в сім'ї вчителів. До 1939 р. навчався в польській школі (воєводство Келецьке), де працювали батьки. У 1939 р. Лев Миколайович повернувся з батьками в рідне село, де продовжив навчання.

У 1947 р. Л. М. Стронський вступив до Львівського політехнічного інституту і після його закінчення в 1952 р. працював у Дашаві на газопромислі. У 1956 р. він переїхав до Львова, де працював головним конструктором заводу «Теплоконтроль» (співпрацював з С. П. Корольовим у ракетній галузі).

У 1960 р. Лев Миколайович переїхав до Києва (на запрошення Інституту автоматики Держплану УРСР). Згодом працював у Київському політехнічному інституті над проблемою «Солячна енергетика та теплові насоси».

З 1987 р. він працював у Відділенні нетрадиційних джерел енергії Інституту електродинаміки НАН України, а з 2004 р. – у новоствореному Інституті відновлюваної енергетики НАН України, де працює і понині.

У 1971 р. Л. М. Стронський захистив кандидатську дисертацію (моделювання теплообміну людина↔середовище), в основі якої лежить новий метод повного (радіаційно-конвекційного) моделювання енергетичної взаємодії складних систем. Дисертація торкалася медицини, тому її розробка здійснювалася у консультативній співпраці з провідними фізіологами М. Вітге, Г. Шахбазяном, Ф. Шлейфманом.

Л. М. Стронський опублікував 140 наукових праць, більшість з яких торкаються проблеми віку – «Упорядкований розвиток цивілізації без зростання ентропії».

Ось перелік деяких публікацій останніх років:

- *Стронський Л. М.* Енерго-екологічна проблема нависла над нами як дамоклів меч // ЕНЕРГОінформ ДК з енергозбереження. – 1988. – № 5;
- *Стронський Л. М.* Термодинамічна суть енергозабезпечення. Чому воно стало проблемою виживання? // ЕЛЕКТРОпанорама. – 2005. – № 11;

- Стронський А. М. Цивілізація: куди рухатися далі? // ЕЛЕКТРОпанорама. – 2005. – № 9;
- Стронський А. М. Глобальне потепління – блеф чи реальність? // ЕЛЕКТРОпанорама. – 2006. – № 7–8;
- Стронський А. М. Використання теплонасосних установок для отримання комунальної теплоти // ЕЛЕКТРОпанорама. – 2006. – № 3;
- Стронський А. М. Про термінологічну плутанину в сфері енергозабезпечення // ЕЛЕКТРОпанорама. – 2006. – № 1–2;
- Стронський А. М. Сталий економічний розвиток у контексті сучасної реальності // ЕЛЕКТРОпанорама. – 2006. – № 9;
- Стронський А. М. Упорядкований розвиток цивілізації – єдиний шлях продовження життя // ЕЛЕКТРОпанорама. – 2006. – № 12;
- Стронський А. М. Енергія сонячної радіації – альтернатива природному органічному та ядерному паливу // Зб. доп. Міжнар. конф. «Енергетична безпека Європи. Погляд у XXI ст.» – К., 2000;
- Стронський А. М. Концепція математичного моделювання радіаційно-конвекційних процесів теплоенергетичних перетворень у складних системах // Наукові вісті. – 2003. – № 1;
- Стронський А. М. Ідентифікація динаміко-усталених характеристик теплового сонячного колектора // Наукові вісті. – 2003. – № 1;
- Стронський А. М. Сонячна енергія – єдина альтернатива негентропійного енергозабезпечення // Зб. доп. Міжнар. конф. «Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії як альтернативні первинним джерелам у регіоні». – Л.: Львів. політехн. ін-т, 2003.

«Вважають, що я йду не в ногу з цивілізацією. Мене називають глобальним революціонером. На моє переконання, цивілізація сьогодні розвивається безсистемно, хаотично у супроводі прискореного процесу самознищення. Земля вже понад 5 мільярдів років безперервно отримує таку кількість сонячної енергії (і стільки ж отримуватиме про futurum), яка перевищує потребу людства у 2000 разів. Однак людство вперто продовжує розвиватися за рахунок вичерпних ресурсів Землі, не усвідомлюючи постійного зростання економічної ентропії.

Сьогодні змагаються два руйнівні чинники:

- 1) *ерозія земної кори через видобування ресурсів;*
- 2) *деградація екосистеми Землі, визначальною складовою якої є глобальне потепління.*

Обидва чинники є продуктами людської діяльності і яскраво репрезентують невпорядкований (хаотичний) розвиток цивілізації – парадокс реального буття на планеті Земля. Сонячна енергія для Землі є первинним, не альтернативним, донором негентропії (роботи), без якої розвиток життя на планеті неможливий. Адже життя на Землі з її викопними енергоносіями з'явилося саме завдяки сонячній енергії. Тільки вона здатна забезпечити впорядкований (раціональний) розвиток цивілізації на Землі без зростання економічної ентропії (втрати дієздатності)».

Л. М. Стронський

Монографія присвячена глобальній проблемі віку – проблемі виживання, яка пов'язана зі спонтанним процесом *деградації довілля*.

У 1-му розділі проаналізовано динаміку процесів деградації довілля в контексті спотвореного безсистемного розвитку планетарної людської спільноти, який супроводжується швидким зростанням *ентропії* (руху в нікуди). Сприйняття цього процесу щодня стає все доступнішим вже на феноменальному рівні (через феномени реального світу – явища без об'єктивного наукового тлумачення їхньої фізичної природи) за відсутності аналітичного прогнозного моделювання динаміки розвитку процесів довілля.

Рушійною силою спотвореного розвитку планетарної людської спільноти є превалюючий її *менталітет* (дія активізованих генетичних програм на підсвідомому рівні), який формує поточний хід історії. Визначальними ментальними показниками є надприватизація продукту Природи (яйце приватизує курку?!) та надкомерціалізація в усіх сферах буття. Вони є базовими чинниками формування реального світу – «маємо те, що маємо» без відповіді «а що матимемо завтра?».

2-й і 3-й розділи монографії присвячені науковому обґрунтуванню одного з можливих шляхів виходу з кризової ситуації, зокрема України. Цей шлях полягає у невідкладному запуску впровадження *сонячно-водневого енергозабезпечення*, зокрема *рекуперції* теплоти комунального призначення за допомогою теплонасосної установки нового покоління (ТНУ_{НП}).

Куди ми рухаємося?

Аналіз процесів деградації довкілля переконливо свідчить про ірраціональний розвиток планетарної людської спільноти, рушійною силою якого є її глобально спотворений менталітет. Думка науковців, яка повинна бути дороговказом *упорядкованого* розвитку без зростання *ентропії*, сьогодні стала безсистемною – наука для науки, енергетика для енергетики, економіка для економіки, екологія для екології, духовність для духовності тощо. Вона не тільки не формує процес упорядкованого розвитку, а навпаки, формує його протилежний розвиток «в нікуди». Аналіз здійснено на основі нових підходів до усвідомлення глибинної суті Природи (Всесвіту) як цілісної динамічної системи вічного колообігу енергоперетворень з безумовною і вільною енергетичною взаємодією всіх її підсистем, у тому числі з підсистемою людської планетарної спільноти як складової Природи.

Аспекти нових підходів до усвідомлення глибинної суті Природи такі:

- А. Основою життя будь-якої підсистеми, включно з біологічною, є безперервний процес енергоперетворення у неминучому супроводі виконання *витратної роботи*.
- Б. Робота не є енергія. Енергонаповнення Природи, згідно з класичною термодинамікою, є незмінним. Робота – це тільки процес перетворення енергії у супроводі деградації *негентропії* (здатності виконати роботу).
- В. Основою енергетичної взаємодії всіх підсистем Природи є *безумовний і вільний* процес – передача ↔ отримання негентропії.
- Г. Теоретичний аспект енергетичної взаємодії підсистем Природи віддзеркалює класична термодинаміка, яка має вдосконалюватися. За своєю глибинною сутністю вона має бути хрестоматійним базовим інструментом *системного наукового аналізу* процесів довкілля, зокрема розвитку живої Природи, у тому числі людської спільноти, для свідомого формування *впорядкованого* (раціонального) розвитку *без зростання ентропії*.
- Ґ. Єдиною основою сталого й безперервного *негентропійного забезпечення* розвитку людської спільноти на планеті Земля є *сонячна радіація*.

У монографії наведено коментарі нових понять, термінів і здійснено аналіз:

- а) негентропійної суті забезпечення життя (розвитку);
- б) розвитку процесів глобального потепління;
- в) сучасних тенденцій розвитку сонячно-водневої енергетики в розвинутих країнах;
- г) перспектив «*як рухатися далі?*» в контексті прогресуючої деградації довкілля.

Виконано критичний аналіз:

- а) парадигми розвитку без обмеження кількісного зростання (збагачення), яка є найпоказовішою в США;
- б) концепції сталого розвитку Г. Дейлі.

Подано авторську концептуальну модель *упорядкованого розвитку без зростання ентропії*.

Концепція ТНУ нового покоління

Зроблено теоретичний аналіз функціонування *теплонасосної установки нового покоління*, в основі якої лежить новий, *негентропійний*, підхід до аналізу термодинамічних циклів Карно. Показано практичні переваги (вигоди) від отримання теплоти комунального призначення за допомогою ТНУ_{НП} зокрема для обігріву житлових будинків, у порівнянні з централізованим опаленням.

Продемонстровано графічно, а також на математичних моделях, прикладну перспективу створення і впровадження ТНУ_{НП}. Розглянуто окремі компоненти, які формують поняття «нове покоління»: високообертовий мотор-компресор (з живленням у майбутньому від локальної сонячно-водневої електростанції), алюмінієва обігрівальна підлога та розпізнавач фізіологічного теплового комфорту людини, що створено на основі повного моделювання (радіаційно-конвекційного) теплообміну людина ↔ середовище.

Наведено концептуальну модель використання високообертового мотор-компресора для подолання іншої глобальної проблеми виживання: *забезпечення прісною водою* (на основі низькотемпературної перегонки).

Концепція стратегічної програми енергозабезпечення України

Розглянуто концепцію комплексної стратегічної програми започаткування *негентропійного* забезпечення України на основі *сонячно-водневої енергетики* та *рекуперації* теплоти комунального призначення за допомогою ТНУ_{НП}.

Монография посвящена глобальной проблеме века – проблеме *выживания*, которая связана со спонтанной *деградацией* окружающей среды.

В 1-м разделе выполнен анализ динамики процессов деградации окружающей среды в контексте искаженного бессистемного развития человечества, которое сопровождается быстрым увеличением *энтропии* (движения в никуда). Восприятие этого процесса становится все более доступным даже на феноменальном уровне (через феномены реального мира – явления без объективного научного толкования их физической природы) при отсутствии аналитического моделирования прогноза динамики процессов развития в окружающей среде.

Движущей силой искаженного развития планетарной общины человечества является превалирующий ее *менталитет* (действие активизированных генетических программ на подсознательном уровне), который формирует текущий ход истории. Значимые менталитетные показатели: сверхприватизация продукта Природы (яйцо приватизирует курицу?!), а также сверхкоммерциализация во всех сферах бытия. Они являются базовыми факторами формирования реального мира («имеем то, что имеем» без ответа на вопрос «а что будем иметь завтра?»).

2-й и 3-й разделы монографии посвящены научному обоснованию одного из возможных выходов из критической ситуации, в частности Украины. Этот выход состоит в неотложном внедрении *солнечно-водородного энергообеспечения*, в частности рекуперации теплоты коммунального назначения при помощи теплонасосной установки нового поколения (ТНУ_{НП}).

Куда мы движемся?

Выполнен анализ процессов деградации окружающей среды, который убедительно свидетельствует об иррациональном развитии планетарного человечества, движущей силой которого является его глобально искаженный менталитет (действие соответствующих генетических программ на уровне подсознания). Мнение ученых, которое должно быть путеводителем упорядоченного развития человечества без увеличения энтропии, сегодня стало бессистемным – наука для науки, энергетика для энергетике, экономика для экономики, экология для экологии, духовность для духовности и т. д. Оно не только не формирует процесс упорядоченного развития, а напротив, формирует его противоположное направление – развитие «в никуда». Анализ выполнен на основе новых подходов к осмыслению глубинной сущности Природы как целостной динамической системы вечного круговорота энергетических преобразований с безусловным и самопроизвольным энергетическим взаимодействием всех ее подсистем, включая подсистему планетарного человечества как составной части Природы.

Аспекты новых подходов к осмыслению глубинной сущности Природы таковы:

- А. Основой жизни любой подсистемы, в том числе биологической, есть непрерывное движение с неизбежным сопровождением выполнения *затрачиваемой работы*.
- Б. Работа не есть энергия. Энергонаполнение Природы, согласно классической термодинамике, неизменно. Работа есть только процесс превращения энергии в сопровождении деградации *негэнтропии* (способности выполнения работы).
- В. Основой энергетического взаимодействия всех подсистем Природы является безусловный и самопроизвольный процесс – передача↔получение негэнтропии.
- Г. Теоретический аспект энергетического взаимодействия подсистем Природы отображает классическая термодинамика, которая должна постоянно совершенствоваться. По своей глубинной сущности она должна быть базовым хрестоматийным инструментом системного научного анализа процессов в окружающей среде, в том числе процессов развития живой Природы, включая и человечество, для сознательного формирования *упорядоченного (рационального) развития* без увеличения *энтропии*.
- Д. Единственной основой устойчивого и бессрочного негэнтропийного обеспечения развития на планете Земля без увеличения энтропии есть *солнечная радиация*.

В монографии даны комментарии новых понятий, терминов, а также выполнен краткий анализ:

- а) негэнтропийной сущности обеспечения «жизни»;

- б) развития процесса глобального потепления;
- в) современных тенденций развития солнечно-водородной энергетики в развитых странах;
- г) перспектив «как двигаться дальше?» в контексте устойчивого прогрессирования деградации окружающей среды.

Выполнен также краткий критический анализ:

- а) парадигмы развития человечества без ограничения количественного возрастания (обогащения);
- б) концепции модели устойчивого развития Г. Дейли.

Дана авторская концептуальная модель *упорядоченного развития человечества без возрастания энтропии*.

Концепция ТНУ нового поколения

Материал посвящен *теплонасосной установке нового поколения*. Выполнен теоретический анализ функционирования теплового насоса, в основе которого лежит *негэнтропийный подход* при анализе обратного термодинамического цикла Карно. Показана практическая выгода получения теплоты коммунального назначения с помощью ТНУ_{НП} для обогрева жилых зданий в сравнении с централизованным отоплением.

Показана графически, а также на математических моделях, практическая перспектива создания и внедрения теплонасосной установки нового поколения. Рассмотрены отдельные компоненты понятия «новое поколение» – высокооборотный мотор-компрессор (с питанием в будущем от локальной солнечно-водородной электростанции), алюминиевый нагревательный пол, а также распознаватель физиологического теплового комфорта человека, который создан на основе полного моделирования радиационно-конвективного теплообмена системы человек ↔ окружающая среда.

Концепция стратегической программы энергообеспечения Украины

Рассмотрена концепция комплексной стратегической программы на основе *солнечно-водородной* энергетики и *рекуперации* теплоты коммунального назначения при помощи ТНУ_{НП}.

The Essay

The monograph is devoted to the global problem of the era – the problem *of surviving*, the reason of which is spontaneous *degradation of the environment*.

In the 1st part the dynamics of the processes of environment degradation is analyzed as the result of the disfigured *unsystematic* development of the planet's human community which is followed by rapid increase of entropy with movement towards nowhere. The perception of this development becomes more and more vivid even at a phenomenal level (through the phenomena of the real world, the physical nature of which has no objective scientific interpretation) meanwhile analytical modeling of the dynamics of environmental processes is yet not introduced.

Driving force of the disfigured development of the planet's human community is its prevailing *mentality* (influence of active genetic programs at a subconscious level) which forms the current motion of history. Most important mentality factors are such as the following: *over privatization* of nature's gifts (can an egg privatize a hen?!) and *over commercialization* in all spheres of Existence. These factors define nowadays reality "we have what we have" without answering a question "and what shall we have tomorrow?"

The 2nd and 3rd parts of the monograph cover scientific background for one of the possible answers to the question – *what is the right direction to move forward to?*, for Ukraine in particular. In general the main idea of the answer is urgent introduction of *solar-hydrogen* "power maintenance" especially of one of its most important elements – communal heat recuperation with the help of a thermal pumping plant *of new generation* (THH_{NG}).

Where are We Moving to?..

The analysis of the environmental degradation processes convincingly testifies to *irrational* development of the planet's humanity, due to its globally disfigured mentality (influence of certain genetic programs at a subconscious level). The opinion of scientists which should be the basis of *the cosmic* development of mankind without increase of *entropy*, has today become systemless – science just for science, economy just for economy, ecology just for ecology, spirituality just for spirituality etc. It does not form cosmic development, on the contrary, it heads our development to the opposite direction – towards nowhere. The analysis is executed on the basis of new approaches to realizing the deep essence of Nature (Universe), as of a united dynamic system of eternal circulation of power transformations with absolute and spontaneous power interaction of all of its subsystems, including the subsystem of planet's humanity, since it's been one of the Nature's components.

Aspects of new approaches to realizing the deep essence of Nature are such as the following:

- A. The basis of life of any subsystem, including a biological one, is eternal motion with inevitable execution of work.
- B. Work is not energy. Power resource of Nature is constant according to classical thermodynamics. Work – is a mere process of energy transformation followed by degradation of *negative entropy* (*negentropy* – ability to execute work).
- C. The interaction of all Nature's subsystems is based on unconditional and spontaneous *transfer*↔*reception* of *negative entropy*.
- D. Theoretical aspect of the interaction of Nature's subsystems is reflected in classical thermodynamics which needs further improvement. Actually, it should be a complex basic mean of system scientific analysis of environmental processes, especially development of *animated Nature*, including mankind, in order to make this development cosmic (rational) without increase of *entropy*.
- E. The only basis of stabile and everlasting negentropical providing of human development on planet Earth without increase of *entropy* is *solar radiation*.

In the monograph some new terms and notions are commented on, besides a brief analysis is performed on:

- a) *negentropical essence* of "life" (development) maintenance;
- b) progress of global warming processes;
- c) current tendencies of solar-hydrogen energetic in well-developed countries;
- d) reflections "*how to move further?*" in the context of rapidly progressing *degradation* of the environment.

A critical analysis is performed also on:

- a) paradigms of *human development without restricting quantitative growing* (enrichment), most typical for the USA;
- b) concepts of *stable development model by G. Daily*. The author's conceptual model of *the cosmic development of mankind without increase of entropy* is given.

Concept of the TPP_{NG}

The material is devoted to *thermal pumping plant of new generation*. The theoretical analysis of its functioning based on new *negentropical approach* to the analysis of the reverse thermo dynamical Karno's cycle is performed in this part. Practical benefit of using the TPP_{NG} for heating residential buildings is shown as compared with central heating.

The practical possibility of creation and introduction of the TPP_{NG} is shown graphically, and also on mathematical models. Separate elements which actually form the notion "new generation" are considered – high-rotational compressor engine (perspectively supplied by a local solar-hydrogen power station), an aluminum heating floor, and also personal physiological thermal comfort recognizer which is created based on complete modeling of radiation-convective heat exchange between a human and the environment.

A one more conceptual model is covered in this part – high rotational compressor engine can be used to solve another surviving problem-supplying humanity which fresh water using low temperature distillation.

Conceptual Strategy of Supplying Ukraine with Electric Energy

The concept of complex strategy of starting negentropical supplying of Ukraine using solar-hydrogen energetic and communal heat recuperation (with the help of TPP_{NG}) is considered in this part.

ВІДГУКИ



Думки автора революційні.

Це виклик започаткувати масштабну дискусію з проблеми віку: «як бути в контексті прогресуючої деградації довкілля?»

М. Ониськів,

*доктор сільськогосподарських наук, професор,
академік Екологічної академії наук України,
Національний аграрний університет*



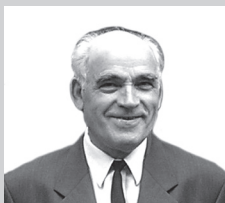
У монографії порушується низка актуальних питань. Із них, на мою думку, найважливішою є проблема майбутнього енергозабезпечення.

Ми сьогодні – енергомарнотратна нація: на виробництво одиниці внутрішнього валового продукту витрачаємо енергоносіїв майже втричі більше, ніж технологічно розвинуті держави. Енергоносії, яких майже не маємо, експортуємо!

Тому прислухаймося до автора: енергоощадні технології, якнайширше використання відновлюваних джерел енергії, сонячно-водневе енергозабезпечення. Ось що головне!

Л. Глухівський,

*доктор технічних наук, професор,
заслужений діяч у галузі науки і техніки України,
Український інститут промислової власності*



Захоплення людства ядерною енергетикою дещо охолодив Чорнобиль. Настала епоха перевірки досконалості ядерної технології.

Інша річ, сонячна енергетика – екологічно чиста, неземна і вічна – як життя на Землі.

П. Баран,

*доктор технічних наук, професор,
Київський національний інженерно-будівельний університет*



За умови виснаження викопних джерел енергії монографія, без сумніву, приверне увагу суспільства до проблеми самозабезпечення енергією господарського комплексу України.

У монографії дано оцінку сучасному кризовому стану енергозабезпечення, проаналізовано перспективні шляхи заміни викопних енергоносіїв, зокрема на основі сонячно-водневих технологій, і запропоновано нові шляхи забезпечення України тепловою та електричною енергією.

О. Музиченко,

*доктор технічних наук, професор,
Інститут електродинаміки НАН України*

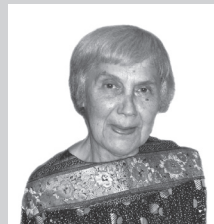


Ми є свідками поступової глобальної екологічної катастрофи, яка швидкими темпами охоплює всю нашу планету. Тому є значна необхідність в об'єднанні і координації зусиль учених і науковців, які змогли хоча б частково сповільнити руйнівну деградацію нашого довкілля.

Проблема нагальна, вимагає всебічної наукової співпраці.

О. Винар,

*кандидат геолого-мінералогічних наук,
старший науковий співробітник,
Львівський національний університет ім. І. Франка,
Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України*



Процес деградації планетарного життєвого простору, зокрема процес глобального потепління, надзвичайно швидко втрачає ілюзорність і суперечність.

Порушена в монографії проблема віку «як жити далі?» вимагає невідкладної масштабної наукової дискусії.

О. Камінська,

*кандидат технічних наук,
старший науковий співробітник,
Інститут газу НАН України*



Проблема деградації довкілля сьогодні стала проблемою позачерговою. Глобальна наукова дискусія з цієї проблеми є нагальною і життєво необхідною.

О. Шимирьова,

*доктор технічних наук, доцент,
старший науковий співробітник*

НТТУ «Київський політехнічний інститут»



Надзвичайно цікаві та сміливі думки!

І хоча вони суперечать руху цивілізації, ці думки, на моє глибоке переконання, крокують у ногу з реальним сьогоденням – деградація довкілля вже втратила ілюзорність і суперечність. Її вже можна «мацати руками».

Сьогодні такі революційні наукові думки потрібні як кисень для нагальної широкомасштабної наукової дискусії.

Ф. Чуприна,

*Національний університет цивільної авіації,
Національна Рада Конгресу Української інтелігенції,
Правління Федерації космонавтики України*

