

УДК: 621.1:621.3+669.8

ДОБРОВОЛЬСЬКИЙ В.В.

Миколаївський державний гуманітарний університет
імені Петра Могили, м. Миколаїв, Україна

Добровольський Валерій Володимирович, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри екології та природокористування МДГУ імені Петра Могили, член-кореспондент УЕАН. Коло наукових інтересів – *теорія екології, екологічна освіта*. Оpubліковано 120 наукових праць

УМОВИ МІНІМІЗАЦІЇ ЕКОЛОГІЧНОЇ НЕБЕЗПЕЧНОСТІ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБ'ЄКТА

Виконано аналіз стану енергетики в Європі. На прикладах динаміки світової енергетики отримано підтвердження дії біосферних законів. Зроблено прогноз розвитку регіональної енергетики. Обґрунтовано умови забезпечення екологічної безпеки джерел енергії.

The analysis of the state of energy in Europe is made. On the examples of dynamics of worlds' energy confirmation of action of biosphere laws is got. The prognosis of development of regional energy is done. The terms of ecological safety of sources of energy are grounded.

Вступ

Історія розвитку людства невід'ємна від історії вдосконалення енергетики, а початком антропогенезу слід вважати саме розумне використання енергії для задоволення потреб. Енергетичне машинобудування, а не якась інша галузь людської діяльності, дало поштовх до промислової революції.

За двісті років індустріалізації суспільство створило значну кількість технічних рішень щодо розширення джерел та ефективності використання енергії. Незважаючи на це, з кожним роком загострюється проблема отримання енергії і задоволення потреб значної кількості землян. Одночасно все більш загрозливим стає вплив енергетики на якість середовища проживання людей. Тому найактуальнішою проблемою сучасності є наукове обґрунтування розвитку енергетики в найближчі роки і в перспективі з мінімальною небезпекою для навколишнього середовища.

Вказана проблема вирішується, головним чином, шляхом інженерних техніко-економічних обґрунтувань. Порівняно недавно зроблено спробу виконати аналіз перспектив розвитку деяких типів енергоустановок з використанням біосферних (екологічних) законів [2, 5]. У цій роботі автор розширює методологічні підходи й перелік об'єктів аналізу та намагається обґрунтувати умови мінімізації екологічної безпеки енергетичних установок.

1. Аналіз літератури

Енергетика як галузь виробничої діяльності людей, характеризується широким аспектом проявів, об'єктів, властивостей тощо (рис. 1).

Аналіз наявних матеріалів виявляє велику зацікавленість питаннями теорії і практики енергетики широкого кола організацій і осіб: вчених, практиків, управлінців, політиків, громадськості, що є свідченням її важливості для суспільства. У роботах [1, 10, 11, 12, 14] висвітлюються теоретичні аспекти пошуку перспективних джерел енергії, аж до створення штучного фотосинтезу. Як приклад складності задач на цьому шляху приводиться півстолітня дуже коштовна і поки що безрезультатна робота вчених-фізиків над проблемою термоядерного синтезу. Нагадаємо, що перші термоядерні електростанції планувалося запустити до 2000 року [1]. Вказується на відсутність єдності поглядів науковців на місце того чи іншого типу енергетичних установок в електроенергетиці чи на технічні рішення в межах одного типу установок. Зокрема відмічаються два діаметрально протилежні погляди на подальший розвиток ядерної енергетики – якщо одна група фахівців задовольняється підвищенням безпеки реакторів, принципи роботи яких були розроблені в 70-ті роки минулого століття, то інші вимагають принципових конструктивних змін [9, 11, 14]. Навіть є думка, що ядерну енергетику занадто рано перевели в ранг інженерних дисциплін – у ній ще не вирішено багато чисто наукових проблем [9, 11].



Рис. 1. Класифікаційна схема

Аналіз наявних матеріалів виявляє велику зацікавленість питаннями теорії і практики енергетики широкого кола організацій і осіб: вчених, практиків, управлінців, політиків, громадськості, що є свідченням її важливості для суспільства. У роботах [1, 10, 11, 12, 14] висвітлюються теоретичні аспекти пошуку перспективних джерел енергії, аж до створення штучного фотосинтезу. Як приклад складності задач на цьому шляху приводиться півстолітня дуже коштовна і поки що безрезультатна робота вчених-фізиків над проблемою термоядерного синтезу. Нагадаємо, що перші термоядерні електростанції планувалося запустити до 2000 року [1]. Вказується на відсутність єдності поглядів науковців на місце того чи іншого типу енергетичних установок в електроенергетиці чи на технічні рішення в межах одного типу установок. Зокрема відмічаються два діаметрально протилежні погляди на подальший розвиток ядерної енергетики – якщо одна група фахівців задовольняється підвищенням безпеки реакторів, принципи роботи яких були розроблені в 70-ті роки минулого століття, то інші вимагають принципових конструктивних змін [9, 11, 14]. Навіть є думка, що ядерну енергетику занадто рано перевели в ранг інженерних дисциплін – у ній ще не вирішено багато чисто наукових проблем [9, 11].

Значна увага приділяється стану і перспективам розвитку вітчизняної енергетики [3, 7, 8, 9, 13, 15, 16]. Але і тут спостерігається значна розбіжність у поглядах. Наприклад, незважаючи на наявність державних документів, зокрема “Енергетичної стратегії України на період до 2030 року”, традиційні виробники електроенергії планують збільшувати кожен свою частину – на теплових станціях з 40 % до 67 %, а на АЕС – з 50 % до 65 %. І це при тому, що свій внесок повинні збільшити станції, які працюють на відновлювальній енергії. Наприклад, планується підвищення частки вітроенергетики до 30 % від встановлених потужностей.

Підкреслюється важливість проблеми ефективності використання енергії в Україні, яка

по цьому показнику значно відстає від інших країн [16].

У фундаментальних роботах вітчизняних вчених наведено значний статистичний матеріал по стану світової енергетики і зроблено прогноз щодо шляхів розвитку енергетики України [7, 9, 13].

Серед загальнотеоретичних робіт по темі, перш за все, слід послатися на Ю. Одуму (США), який розглядав енергозабезпеченість екологічних систем [4]. По особливостям енергетичних зв'язків він виділяє чотири групи екосистем: природні несубсидовані, природні субсидовані, комбіновані та індустріально-міські.

2. Результати досліджень

2.1. Теоретичні засади

2.1.1. Біосферні закони

Енергетика, як і будь-який сектор економіки, повинна розвиватися з урахуванням багатьох факторів, що формуються людськими потребами, ресурсними обмеженнями, науково-технічними можливостями. В останнє десятиліття ранжування цих факторів змінюється відповідно до концепції “сталого розвитку”, проголошеної ООН. Традиційна пріоритетність економічної складової в системі “людина – економіка – природа” поступово замінюється соціально-екологічними пріоритетами.

Відповідно до постулатів системології пошук найкращого (оптимального) рішення в системі “людина – економіка – природа” полягає в визначенні екстремального значення функції цілі, яка враховує всі взаємозв'язки між трьома компонентами системи.

Проведення таких розрахунків вимагає значних матеріальних витрат, багато часу і знання великої кількості конкретних показників. Тому оптимізаційні розрахунки доцільно проводити на стадії передпроектних пошуків альтернативних рішень.

Для обґрунтування стратегічних рішень потрібно мати більш прості, але достатньо коректні методи оцінки і порівняння можливих варіантів. На наш погляд таким методом може бути аналіз відповідності тренду рішення

вимогам глобальних (біосферних, екологічних) законів.

Біосферні закони, на відміну від біологічних, економічних, фізичних, соціальних чи інших галузевих (часткових) законів є комплексними, універсальними. Вони об'єктивні і діють у всіх сферах природи і людського буття.

Технологічні рішення приймаються людьми внаслідок певних причин, які вважаються достатньо вагомими. Але з часом рішення може виявитися неефективним, або навіть шкідливим. Причини помилковості рішення треба шукати в невідповідності ідеї чи параметрів рішення вимогам якогось біосферного закону (чи декількох законів).

Основними біосферними законами є такі: константності, екологічної піраміди, різноманіття і конкуренції, еволюційно-біфуркаційного розвитку, оптимальності, емерджентності, Вернадського, внутрішньої динамічної рівноваги [4]. Добре відомі в технічних науках закони є частковим проявом відповідних біосферних. Зокрема, закон збереження речовини і енергії, проявами якого є закон Ломоносова, закон Джоуля, закон Стефана-Больцмана, закон Гесса та інші, сам є частковим по відношенню до більш загального закону константності – ніщо не зникає, а лише міняє вигляд.

Закон екологічної піраміди інженерам знайомий, як другий закон термодинаміки, за допомогою якого оцінюється досконалість енергетичної техніки. У біологів – це закон харчової піраміди та закон Ліндемана, а в економістів – закон ціноутворення.

Закон різноманіття і конкуренції свідчить, що прогрес (вдосконалення) можливий лише внаслідок змагання (конкуренції) різних форм організації; у конкуренції перемагає та система, яка найбільше накопичує та найефективніше використовує речовину, енергію і інформацію. Наслідки дії цього закону ми постійно спостерігаємо в природному довіллі і в людському суспільстві.

Закон еволюційно-біфуркаційного розвитку графічно представлений на рис. 2 – розвиток системи до певного часу X_a характеризується еволюційною закономірністю показника Y . 1 – прямолінійна залежність, притаманна фізичним і хімічним процесам; 2 – S подібна (логістична) залежність, що описує розвиток популяції особин у біології, ефективність НТП, попит на виріб певної моделі тощо. Після крапки А, яка називається крапкою (зоною) біфуркації, характер процесу непередбачений (чи 3, чи 4, чи 5?).

Закон оптимальності твердить, що ніяка система чи чинник системи не може перевищувати або бути меншим критичних величин. Фатальним для живого є відхилення від певних діапазонів таких чинників як температура, тиск та інші. Схожий результат спостерігається в разі порушення оптимальної кількості особин у популяції. Пізніше будуть показані негативні наслідки від порушення закону оптимальності в людській діяльності.

Не будемо розкривати зміст інших біосферних законів, бо в подальшому аналізі проблем енергетики їх використання не передбачається.

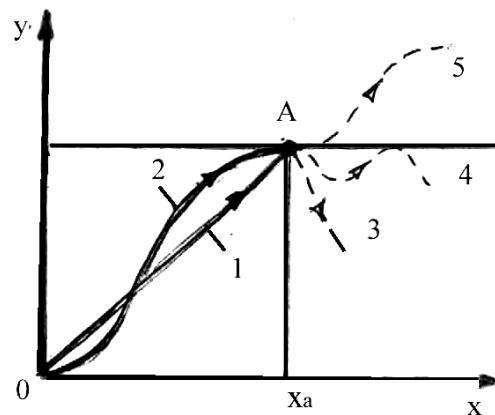


Рис. 2. Еволюційно-біфуркаційні залежності

2.1.2. Екологічна ніша

У біології та екології широко використовується поняття “екологічна ніша” – область таких значень визначальних факторів середовища, в межах якої біологічний вид може існувати необмежений час [4]. У нашій роботі [6] доведена доцільність розширення поняття “екологічна ніша” на будь-який об’єкт, що споживає природний ресурс, у тому числі на енергетичні установки. Запропоновано термін

“екологічна ніша” залишити для узагальненого користування, а в кожному конкретному випадку уточнювати назву ніші відповідно до об’єкта-користувача, наприклад, біологічна екологічна ніша, екологічна ніша штучного об’єкта тощо.

Оскільки будь-яка ніша характеризується певною кількістю природних факторів, завжди знайдеться один чи більша кількість факторів, які притаманні двом іншим. Тут спостерігається конкуренція двох видів за певний природний

ресурс. На конкретній території (у регіоні) природна конкуренція – це позитивне явище, що стимулює вдосконалення видів. Конкуренція між природним і штучним об’єктами, навпаки, пригнічує, стримує розвитку чи зовсім знищує біологічний природний вид. Тому при порівняльній оцінці двох чи більшої кількості штучних об’єктів певного призначення безперечно перевагу має той варіант, що є найменшим конкурентом для природних об’єктів. Очевидно, що найбільшу увагу слід приділити лімітуючим (обмежуючим) факторам.

Енергетичні штучні об’єкти споживають різні природні ресурси (атмосферні, гідросферні, надрові, біотичні тощо). Крім цього в екологічну нішу енергетичного об’єкта входять фактори, що характеризують забруднюючу його дію на природне середовище. Природокористування і забруднююча дія не завжди вписуються в межі ніші об’єкта. Тоді вони враховуються як зовнішні зв’язки екосистеми. Також як зовнішні, слід враховувати фактори соціального, науково-технічного, політичного, юридичного характеру:

вимоги, обмеження, рекомендації, заборони, досягнення і тенденції, історичний досвід і традиції тощо.

Комплексна оцінка досконалості енергетичної установки виконується по залежності:

$$ФЦ = f(ЗВ; РН; ДН; ЗН; СП), \text{ де}$$

ФЦ – функція цілі; ЗВ – закони біосферні (відповідність); РН – рівень науково-технічний; ДН – дефіцитність нішова; ЗН – забруднюваність нішова; СП – соціально-політичні фактори.

2.2. Практичні аспекти

За багато віків розвитку енергетика накопичила значний досвід, аналіз якого дозволяє з одного боку отримати практичне підтвердження теоретичним посилкам, а з іншого, інтегруючи його з новими теоретичними розробками, обґрунтувати практичні рекомендації на майбутнє.

На рис. 3 приведені деякі дані по розвитку енергетичних установок від парової машини (1 на рис. 3а) до сучасних двигунів внутрішнього згоряння (2 і 2' на рис. 3а) та атомних електростанцій (2 на рис. 3б) і вітрових електростанцій (3 на рис. 3б).

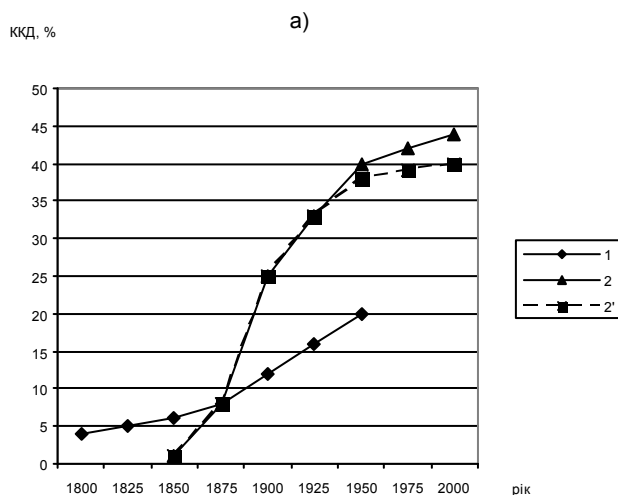
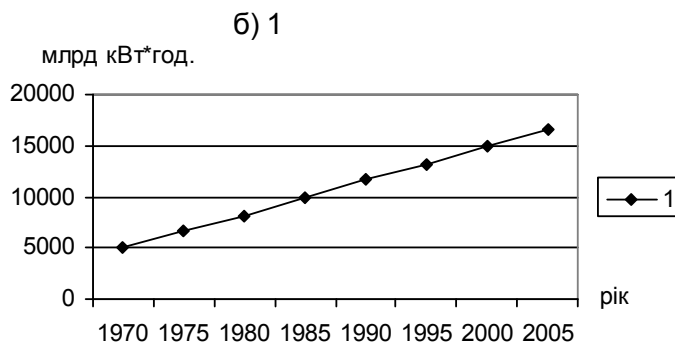


Рис. 3. Динаміка показників енергоустановок різних типів:
а) джерела механічної енергії: 1 – парова машина; 2 – ДВЗ; 2' – ДВЗ з наддувом



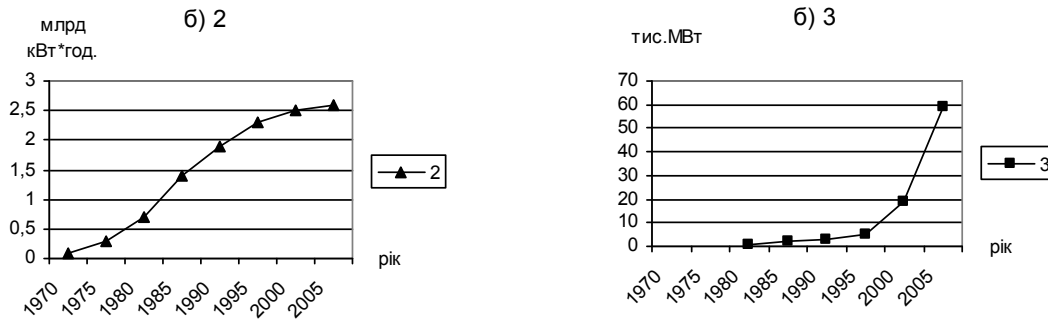


Рис. 3. Динаміка показників енергоустановок різних типів:

б) електроенергетика: 1 – кількість спожитої електроенергії; 2 – виробництво на АЕС; 3 – потужність ВЕС.

Перше, що впадає в очі при аналізі закономірностей на рис. 3, це повна відповідність закону еволюційно-біфуркаційного розвитку (крива 2 на рис. 2). Незалежно від того, чи це стосується якісних показників (ККД на рис. 3а) чи кількісних (потужність установок та виробництво електроенергії на рис. 3б) динаміка показників однакова – експоненційний сплеск на початку, уповільнення темпів у другій фазі з переходом у передбіфуркаційну зону в кінці.

Друге, на що треба звернути увагу, це те, що ні один вид енергоустановки не дійшов до крапки біфуркації. За 150 років завдяки науково-технічному прогресові ККД парової машини збільшився в декілька разів. І він міг би ще потроху збільшуватися, але парова машина, незважаючи на значні експлуатаційні переваги перед ДВЗ, не витримала конкуренції (дія закону різноманіття і конкуренції) по економічності і матеріалоемності. З 1950 року ДВЗ почав входити в передбіфуркаційну зону (крива 2 на рис. 3а). Щоб витримати конкуренцію з паротурбінними установками ДВЗ вдосконалили використанням газотурбінного наддуву – ККД підвищився на 5-10 пунктів. У свою чергу турбіни вдосконалюють свої установки, поєднавши переваги парової і газової турбін в єдиному комплексі – парогазотурбінній установці з ККД більше 40 %. Завдяки

закону різноманіття і конкуренції в цьому секторі енергетики спостерігається постійний прогрес.

З рис. 3б очевидно, що за тридцять років ядерна енергетика дійшла до передбіфуркаційної зони (з причин, мова про які велася в аналізі літератури). Чи повторить вона історію парової машини? Мабуть ні – людству дуже потрібні нові джерела енергії. Все залежить від вчених і інженерів, котрі працюють у галузі ядерної фізики. Бо, як стверджують українські авторитети: “Настали часи, коли подальший розвиток ядерної енергетики вимагає величезних витрат, і стало ясно, що АЕС далекі від досконалості і на них можливі аварії. Ядерна енергетика – принципово нова технологія, до оптимального використання якої людство поки ще не готове” [9].

Щодо вітрової електроенергетики (крива 3 на рис. 2б), то вона після довготривалої боротьби за визнання зараз знаходиться в стадії вибухово-експоненційній. Короткий період експлуатації вітряків виявив їх екологічні недоліки і зараз спостерігається перехід на наступне покоління установок – малооберткових.

Більш широке уявлення про будівництво і плани на будівництво енергетичних установок різного типу в розвинених країнах Європи дають дані таблиці.

Станції, що будуються (чи плануються) в Європі (стан на 2003 р.)

Держава	Тип станції							Σ МВт
	телові			гідро		вітро	атомні	
	газ	вугілля	торф	ГЕС	ГАЕС	ВЕС	АЕС	
Бельгія	529+525					(100)		1054+(100)
Велика Британія	1360+265+(1700)+(800)					(600)		1625+(3100)
Німеччина	(1470+2000)	1012			1056			2068+(3470)
Греція	(1766+440)							(2206)
Данія						160+(150)		160+(150)

Продовження таблиці

Ірландія	343		(250)			(520)		343+(770)
Іспанія	1200+ (7500+11580)							1200+(19080)
Італія	1300+ (4020+1368)	(6800)						1300+(6068)
Нідерланди						(519)		(519)
Норвегія	(1600)			100		40		140+(1600)
Португалія	780+(400)			428		30		1238+(400)
Фінляндія	(800)	(1140)	149				(800+1000)	149+(3740)
Франція	260+45					(40+80)		305+(120)
Швеція			45					45
Σ МВт	5307 (35444)	1012 (7940)	194 (250)	528	1056	230 (2009)	(1800)	
Σ станцій	23	3	3	2	1	10	(2)	

Продовжимо розгляд дії біосферних законів. Доволі широке використання акумулювання енергії протирічить закону екологічної піраміди внаслідок втрат під час прямого й зворотного перетворення енергії. Ці втрати сягають значних величин у потужних акумуляторах. Наприклад, на Ташлицькій ГАЕС кожен гідроагрегат має потужність 150 МВт у турбінному режимі і 210 МВт – у насосному. Якщо врахувати, що тривалість насосного режиму набагато перевищує турбінний, то вочевидь значні втрати енергії.

Відповідно до закону оптимальності недоцільно, а часто – шкідливо, створювати надпотужні енергоблоки і зверхцентралізовані енергомережі. Це, по-перше, затягує строки будівництва і заморожує фінансові ресурси. По-друге, гальмується можливість оперативного вдосконалення енергоблоку. І по-третє, не дає можливості використати енергію системи охолодження. Наприклад, від кожного блоку-мільонника АЕС відводиться теплової енергії в два рази більше, ніж виробляється електричної, але її викидають у повітря, бо відсутній споживач такої велетенської кількості низькопотенційного тепла. Саме тому в кінці минулого століття енергетики почали відмовлятися від “гігантманії” і централізованих систем теплозабезпечення і електропостачання. Потужність ядерних реакторів пропонується знизити в декілька разів [9, 14]. Слід також вказати ще на один недолік АЕС – все відведення енергетичних втрат здійснюється шляхом випаровування води в системі охолодження, що неприпустимо в умовах дефіциту води.

На завершення розглянемо деякі практичні зауваження по екологічній ніші. Для енергоустановки будь-якого типу необхідна

територія (чи акваторія), яка зайнята природними біологічними об’єктами. Це нішкове втручання необхідно провести з допустимими втратами для аборигенів. Майже всі енергоустановки споживають воду, цінність і дефіцитність якої залежить від природно-кліматичних умов регіону. Наприклад, для АЕС, які характеризуються найбільшими витратами води (а саме 1 м³/с при роботі одного блока-мільонника) це може стати перешкодою для розміщення в маловодних районах півдня України, де “водна ніша” повністю зайнята біооб’єктами, які мають узаконену перевагу перед технічними об’єктами. При використанні вітрової енергії, яка з “нішової” точки зору є вільною, треба виходити з більш широкого поняття ніші, а саме – “повітряна ніша”, яка безумовно має своїх природних хазяїв, інтереси яких треба враховувати.

3. Заключення

На основі дослідження перелічимо умови зведення до мінімуму екологічної небезпеки внаслідок розміщення в регіоні джерела енергії:

- вибір типу енергоустановки повинен робитися лише на альтернативній основі;
- показники енергоустановки повинні відповідати вимогам біосферних законів, перш за все законам оптимальності, еволюційно-біфуркаційного розвитку, екологічної піраміди;
- екологічна ніша енергоустановки мусить мати найменший вплив на екологічні ніші аборигенних біотичних об’єктів. Ніша енергоустановки не повинна залежати від факторів, які є лімітуючими в екологічних нішах біотичних компонентів екосистеми.

Алгоритм обґрунтування можливості і доцільності створення енергооб’єкту в регіоні представлено на рис. 4.

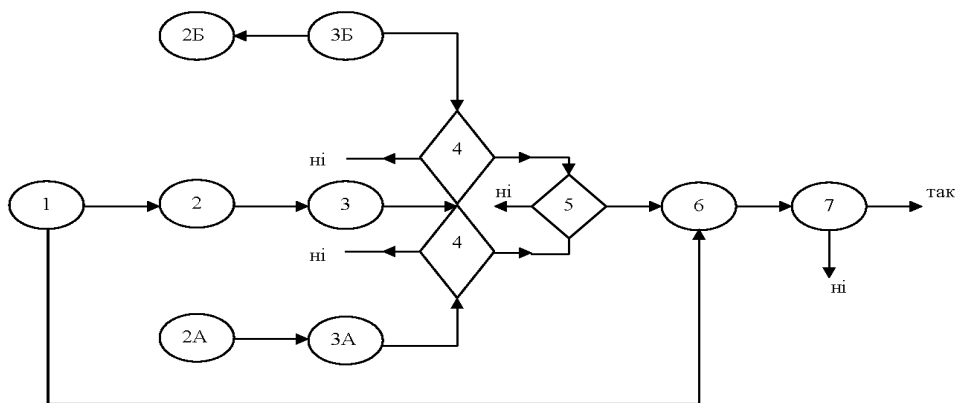


Рис. 4. Алгоритм пошуку рішення:

- А і Б** – варіанти енергоустановок (ЕУ);
1 – розробка структурно-ієрархічної схеми регіональної базової екосистеми (БЕС);
2 – виокремлення екологічних ніш складових БЕС (2) та ЕУ (2А, 2Б);
3 – аналіз і класифікація факторів та їх екологічних характеристик у нішах БЕС (3) та ЕУ (3А, 3Б);
4 – співставлення екологічних ніш БЕС і ЕУ;
5 – аналіз відповідності показників ЕУ біосферним законам;
6 – розробка структурно-ієрархічної схеми регіональної соціоекологічної системи (СЕС);
7 – аналіз соціоекологічних показників СЕС.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алексеев Г.Н. Энергия и энтропия. – М.: “Знание”, 1978. – 142 с.
2. Бондін Ю.М., Добровольський В.В. Покращення екологічних і економічних показників вітчизняної енергетики шляхом децентралізації генеруючих потужностей // Праці інституту електродинаміки НАНУ. – К., 2004. – С. 36-40.
3. Борисов Н.А. Проблемы реконструкции ТЭС Украины и пути их решения // Энергетика и электрификация. – № 12. – 2004. – С. 46-51.
4. Добровольський В.В. Основи теорії екологічних систем: Навчальний посібник. – К.: ВД “Професіонал”, 2005. – 272 с.
5. Добровольський В.В. Оцінка стратегії розвитку електроенергетики з допомогою біосферних законів // Наукові праці МДГУ ім. П. Могили. – Т. 31. Вип. 18. – Миколаїв, 2004. – С. 82-89.
6. Добровольський В.В. Поняття “екологічна ніша” в екосистемології // Наукові праці МДГУ ім. П. Могили. – Т. 78. Вип. 65. – Миколаїв, 2008.
7. Энергетичні ресурси та потоки. Під ред. А.К. Шидловського. – К.: Українські енциклопедичні знання, 2003. – 472 с.
8. Энергетична стратегія України на період до 2030 року.
9. Паливно-енергетичний комплекс України в контексті глобальних енергетичних перетворень. – К.: Українські енциклопедичні знання, 2004. – 468 с.
10. 5-та Пан-Європейська конференція Міністрів “Довкілля для Європи”.
11. Пономарев Л.И. Атомная энергия и человек // Энергия. – 2006. – № 7.
12. Стан світу 2000. Доповідь Інституту Всесвітнього Спостереження про прогрес до сталого суспільства. – К.: “Інтелсфера”, 2000. – 285 с.
13. Степанов А.В., Кухарь В.П. Достижения энергетики и защита окружающей среды. – К.: Наукова думка, 2004. – 206 с.
14. Стоффайо К. Єдине рішення – малі реактори // Кур’єр ЮНЕСКО. – 2001. – № 3, 4. – С. 61.
15. Шеберстов А.Н. Состояние тепловых электростанций Украины, перспективы их обновления и модернизации // Энергетика и электрификация. – № 12. – 2004. – С. 2-7.
16. Шульга Ю.І. Енергоефективність – проблема держави // Праці міжнародного енергоекологічного конгресу. – К., 2003. – С. 6-8.