

РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІКА ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ОХОРОНИ НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

ПРОБЛЕМА СУПУТНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ ВОДНОГО ТА ЕНЕРГЕТИЧНОГО РЕСУРСІВ В ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЦІ УКРАЇНИ THE PROBLEM OF WATER AND ENERGY RESOURCES NEXUS IN POWER UKRAINE

У статті розглянуто стан водної системи на даний час, що вимагає швидкого втручання держави щодо штучного встановлення обсягу водозабору та скиду на підприємствах, що надасть поштовх до впровадження нових технологій, які за висновками вчених надають такі переваги: збереження водного ресурсу, створення більш сприятливих екологічних умов, можливість відновлення рибного господарства, яке страждало від шкідливих викидів у водні об'єкти, підвищення рівня функціонування інфраструктури, скорочення споживання електроенергії. Якщо не змінити існуючий підхід до водозабезпечення в електроенергетиці України, то ми матимемо підвищення до 2050 року водозабору і, як наслідок, стрімке погіршення якості води. Задля зміни існуючої системи водозабезпечення електростанцій необхідно буде запровадити дієві економічні інструменти скорочення водозабору, що стимулюватимуть технологічну модернізацію.

Ключові слова: електроенергетика, водний ресурс, супутнє використання водного ресурсу, дефіцит води, водний слід, стратегія, модернізація

В статье рассмотрено состояние водной системы в настоящее время, что требует быстрого вмешательства государства, по искусственному установлению объема водозабора и сброса на предприятиях, что даст толчок к внедрению новых технологий, которые по результатам исследований позволяют следующее: сохранение водного ресурса, создание более благоприятных экологических условий, возможность восстановления рыбного хозяйства, пострадавшего от вредных выбросов в водные

объекты, повышение уровня функционирования инфраструктуры, сокращение потребления электроэнергии. Если не изменить существующий подход водоснабжения в электроэнергетике Украины, то мы будем иметь повышение к 2050 году водозабора и, как следствие, резкое ухудшение качества воды. Для изменения существующей системы водоснабжения электростанций необходимо применить действенные экономические инструменты сокращения водозабора, стимулировать технологическую модернизацию.

Ключевые слова: электроэнергетика, водный ресурс, сопутствующее использование водного ресурса, дефицит воды, водный след, стратегия, модернизация.

The article reviewed the status of the water system at the moment, which requires rapid intervention of the state, on the artificial establishment of the volume of water intake and discharge of the enterprises that will give impetus to the implementation of new technologies, which are based on the results of research allow the following: water conservation, the creation of more favorable environmental conditions, the ability to restore fisheries affected by harmful emissions into water bodies, improvement of infrastructure operation, reducing power consumption. If do not change the current approach in the electricity supply in Ukraine, we will be improving by 2050, water intake, and as a consequence of a sharp deterioration in water quality. To change an existing power supply system it is necessary to apply effective economic instruments to reduce water intake, promote technological upgrading.

Key words: electricity, water, concomitant use of water resources, water scarcity, water footprint, strategy, modernization.

УДК 330.4:504.06

Гальчинський Л.Ю.

к.т.н., доцент кафедри математичного моделювання економічних систем
Національний технічний
університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Вишневська А.О.

студентка
Національний технічний
університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»

Постановка проблеми. Вода і енергія – це два фундаментальні ресурси для існування будь-якого цивілізованого суспільства, які нероздільно пов'язані між собою. Вода необхідна для забезпечення виробництва електроенергії та палива в енергетичному секторі, а енергія використовується для очищення, опріснення та транспортування води. Таким чином, жодна економіка не може функціонувати без енергетичного ресурсу, який потребує використання води, як вирішального фактору виробництва, а водозабезпечення неможливе без використання електроенергії. Однак, довгий час панувала думка про те, що електроенергію необхідно добувати, тобто виробляти, а вода, як і повітря, – це один з необхідних

ресурсів, які можна просто взяти з навколишнього середовища, начебто цей ресурс є необмеженим. Проте негативні наслідки індустріалізації у світі, і в Україні зокрема, поставили під сумнів такий вульгарно спрощений підхід, бо якість життя вимірюється не тільки доходами населення, а також і якістю оточуючого середовища. Слід сказати, що розвинуті країни, зокрема Європейського союзу, не тільки усвідомили ці постулати, але давно виробили і втілюють стратегію системного вирішення енергетичних та екологічних проблем.

Структура електроенергетики України мало змінилася після розпаду Радянського Союзу і через застарілі технології виробництва електроенергії на електростанціях, в першу чергу теплових,

стали причиною погіршення екологічної ситуації в Україні, причому це торкнулося всіх сфер: повітря, землі та води.

Україна, як сторона Договору про Енергетичне Співтовариство взяла на себе зобов'язання імплементувати в національне законодавство протягом 2018-2027 років ряд директив ЄС, зокрема Директиву про великі спалювальні установки та Директиву про промислові викиди.

Через високі показники забрудненості повітря, зокрема токсичні викиди, які виробляють українські вугільні електростанції, що в середньому перевищують норми, встановлені Директивою ЄС, про великі спалювальні установки у 10 разів, а викиди твердих часток сьогодні в середньому до 45 разів перевищують ці обмеження, це питання не може бути малозначним.

Протягом ХХ ст., і особливо в останні 50 років, вплив людини на водний цикл планети досяг глобального масштабу. Дані про обсяг скидних вод, що наводяться в різних джерелах, значно розходяться (як і норми розведення забруднених вод). Це дуже ускладнює оцінку обсягу антропогенно-забруднених вод в самих природних об'єктах. Проте наближені оцінки за різними даними призводять до висновку, що щорічно в світі забруднюється від 12 до 17 тис. км³ поверхневих вод, тобто близько половини доступної прісної води. Саме забруднення водних об'єктів в даний час є основною причиною нестачі води, нестійкості водокористування [1, с. 1526].

Все це повністю стосується і України. Обсяг водних ресурсів України досить обмежений і складає 52 км³/рік, з них на поверхневі води припадає до 39 км³/рік, а на підземні – до 13 км³/рік. Величина водоспоживання в країні наблизилась до межі ресурсів і досягає 30-36 км³/рік. 88% основних рік мають екологічний стан басейнів, що оцінюються як «поганий», «дуже поганий» і «катастрофічний».

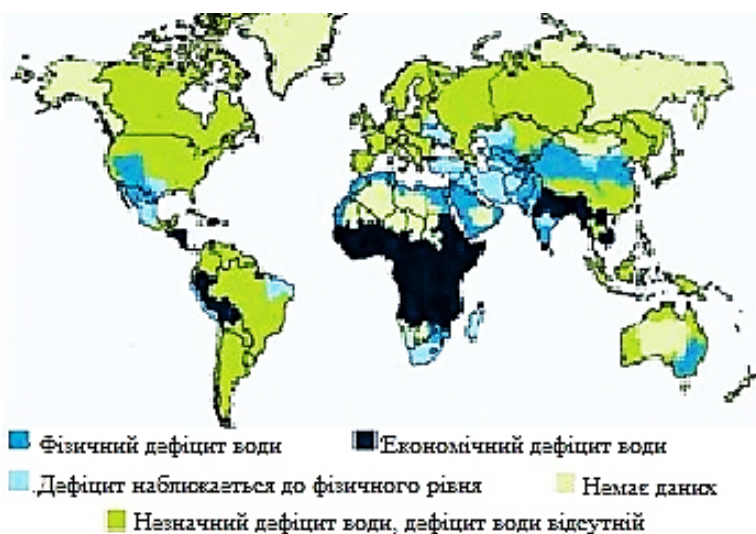


Рис. 1. Карта розподілу країн світу за водозабезпеченістю

Джерело: United Nations World Water Development Report 4¹ (2012) [2]

У 61% основних рік України оцінка якості води є «сильно забруднена», і тільки 3% рік мають воду задовільної чистоти і за експертними даними має стійку тенденцію до погіршення. При цьому електроенергетика України, зокрема теплова, вносить суттєвий вклад в цей сумний стан водного ресурсу. Тому постає питання про більш релевантне ставлення до проблеми використання води в енергетиці України.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За даними організації ФАО Україна займає 106 місце у світі за рівнем водозабезпеченості, і з кожним днем рівень якості прісної води невинно погіршується. Одним із основних важелів впливу на водний ресурс в Україні є забруднення саме електростанціями, тому що з установленням технологій прямого водозабезпечення ще за радянських часів практично нічого не було змінено.

Питання ефективного використання водного ресурсу при виробництві електроенергії на електростанціях в літературі досить добре розроблені в технологічному аспекті і вкрай недостатньо в економічному [3, с. 15; 4, с. 9]. Головне питання мало-витратного використання води для електростанцій лежить в площині організації забору і відведення води для використання в турбінах електростанцій. Для забезпечення нормального функціонування електростанцій потрібний певний обсяг питної та технічної води на інші потреби, проте цей обсяг значно менший технологічного і його витратами можна знехтувати. Проблеми сукупного використання енергетичного та водного ресурсів у електроенергетиці України полягають у застарілій схемі прямого забору і відведення води. Ця схема, незважаючи на різні варіанти схем водовідведення, зрештою зводиться до одного: вода для виробітку електроенергії відбирається з природного джерела (як правило, річки), а відпрацьована скидається нижче за течією. Така схема водоподачі й водовідведення довгі роки вважалась найкращою. Проте досить давно така схема була визнана застарілою та екологічно шкідливою.

Організації та експлуатації різних схем водопостачання та водовідведення на електростанціях присвячена низка робіт. Зокрема, в монографіях російських авторів Рижкина В.Я. [5, с. 121], Трухній А.Д., Макарова А.А., Клименко В.В. [6, с. 54] досить докладно виписані всі аспекти функціонування теплових електростанцій, в тому числі і різні схеми технічного водозабезпечення. А економічні аспекти супутнього використання енергетичного та водного ресурсів фактично не розроблені. Цікаво зазначити, що в цих монографіях, написаних порівняно давно і для

умов Російської Федерації, все ж зазначається необхідність будувати водопостачання з замкненим циклом, хоча, як відзначають автори, тільки у районах, де водний ресурс вичерпний.

Сучасним теоретико-методологічним підходам в економіці водокористування з урахуванням об'єкту комплексного (наразі негативного) впливу на навколишнє природне середовище в Україні присвячена робота Скрипчука П.М., Судука О.Ю. [7, с. 248].

Значно більшою мірою проблема водокористування, зокрема і в енергетичному секторі розроблена в працях західних дослідників. Треба відзначити, що такі організації, як ООН, ЮНЕСКО, ФАО невинно ставлять питання дефіциту водного ресурсу в світі.

Експерти Французького Гірничого інституту вивчали проблеми, пов'язані з дефіцитом водного ресурсу на Близькому Сході. Досліджуючи дане питання, вони визначили альтернативні технології до традиційних у водних системах, які б змогли певним чином зекономити водний ресурс, додали модуль води в модель енергетичної системи TIAM-FR. Сценарії, які вони розробили за допомогою даної моделі показали: якщо не впровадити альтернативні технології в існуючу водну систему до 2050 року, світ матиме не лише гострий дефіцит водного ресурсу, а й збільшення енергоспоживання втричі [8, с. 268]. Експерти з електроенергетики, зокрема Міністерства енергетики США, розглядають не тільки технологічний аспект альтернативних технологій, а й можливі варіанти коригування системи за рахунок державного управління [9, с. 34], [10, с. 23], [11, с. 52].

На наш погляд, найбільш фундаментальну основу для наукового підходу щодо водокористування взагалі і для електроенергетики зокрема закладено в працях дослідників університету Твене (Нідерланди) на чолі з професором Аріеном Хейкстра, в основі якого лежить поняття водного сліду [12, с. 13].

Водний слід (water footprint) є показником використання прісної води, з урахуванням як прямих, так і непрямих витрат води для споживача або виробника. Водний слід для окремої спільноти або для бізнесу визначається як загальний обсяг прісної води, що використовується для виробництва товарів і послуг, спожитих індивідом чи спільнотою або виробленою бізнесом. Використання води вимірюється з точки зору обсягів споживаної води (випаровується або включена в продукт) і/або забруднюють за одиницю часу.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Проект Енергетичної стратегії до 2035 року на замовлення Міністерства енергетики та вугільної промисловості [13, с. 127] має на меті інтегрувати до національного законодавства України Директиви ЄС та виконати вимоги, які взяла на себе Україна у рамках при-

єднання до Енергетичного Співтовариства та підписання Угоди про Асоціацію. Згідно з цим документом, Україна планує нарощувати споживання енергії та будувати нові вугільні та атомні станції. Даний проект несе за собою реформування структури електроенергетики, причому екологічні аспекти знайшли своє відображення, зокрема про поліпшення стану повітря, проте аспект супутнього використання водного та енергетичного ресурсів в даному документі взагалі не розглядається.

Відтак, стан водного ресурсу в Україні невинно погіршується, а дієвих заходів щодо боротьби з цією загрозою з боку держави поки що не вироблено. Це означає, що проблема супутнього використання водного та енергетичного ресурсів в принципі не вважається важливою, більше того – вся проблема раціонального використання водного ресурсу України, у якій супутнє використання водного та енергетичного ресурсів є однією з складових, теж не є в системі урядових пріоритетів.

Однак, цей стан речей суперечить як реальній ситуації зі станом водного ресурсу України, так і світовим тенденціям, які стосуються політики щодо цього питання у світі.

За даними ООН [1, с. 12], вже зараз понад 1,2 млрд людей живуть в умовах постійного дефіциту прісної води, близько 2 млрд страждають від нього регулярно (в сухий сезон тощо). За прогнозами ФАО, до середини третього десятиліття XXI ст. чисельність людей, що живуть при перманентній нестачі води перевищить 4 млрд осіб. Не треба думати, що це не стосується України та її громадян. У 2008 році агентство Геллапа провело опитування на тему задоволення якістю води. 1000 жителів з 145 країн поставили просте запитання: «В місті або районі, де ви живете, ви задоволені або не задоволені якістю води?» [1, с. 270]. У першу десятку незадоволених попали в основному громадяни країн аридної зони, а також, як не дивно, Росія та Україна. Причому Україна за рівнем незадоволеності якістю води пропустила вперед тільки країну Чад.

Для раціонального використання водного ресурсу у Європі, на рівні ЄС застосовуються різноманітні підходи. Зокрема законодавчі, ринкові інструменти, моніторинг, дослідження та підвищення рівня інформованості громадян – все, що може внести свій вклад.

У 2000 році ЄС ввів наймасштабнішу і всеосяжну частину законодавства ЄС, будь-коли затвердженої для політики водокористування. Використовуючи справді європейський підхід, воно унормовує систему управління, що базується на природних річкових басейнах, а не регіональних і національних кордонах. Мета полягає в тому, щоб об'єднати всіх менеджерів води – від урядів до місцевих громад та громадськості. У 2007 році ЄС висунув системне вирішення проблеми дефіциту води. Були визна-

чені сім ініціатив політики, які повинні були вирішені, щоб Європа рухалася до економіки з ефективним і економним використанням води. Щороку готується доповідь про прогрес у справі реалізації поставлених завдань. Політика ЄС, пов'язана з нестачею води і посухи, ґрунтується на принципі «ієрархії води». Це означає, що додаткові інфраструктури водопостачання, такі як переміщення мас води або застосування опріснювальних установок, слід розглядати тільки тоді, коли всі інші заходи, такі як водозберігаючі технології, підвищення ефективності використання води та її ціноутворення, будуть вичерпані. Треба відзначити, що вказані зусилля дали позитивний результат.

Безумовно, держава Україна має направити подібні цілеспрямовані зусилля. І на наш погляд

одним з перших питань має бути питання використання водного ресурсу в енергетиці, як одного з ключових.

Формулювання цілей статті. Мета даної статті якраз полягає в аналізі стану справ використання водного ресурсу в енергетиці, як критичного ресурсу всієї економіки України взагалі, та запропонувати науково обґрунтовані підходи до вирішення цієї проблеми.

Виклад основного матеріалу дослідження. Дотепер питання використання водного ресурсу в енергетиці, як критичного ресурсу, українськими дослідниками системно не вивчалось. Сьогоднішні проблеми сукупного використання енергетичного та водного ресурсів у електроенергетиці України виникли в результаті рішень, які були прийняті в

Таблиця 1

Структура енергогенеруючих потужностей електричних станцій України

Рік	Сумарна встановлена потужність, млн.кВт	АЕС		ТЕС і великі ТЕЦ		ГЕС і ГАЕС		Блок-станції та інші джерела	
		млн. кВт	%	млн. кВт	%	млн. кВт	%	млн. кВт	%
2005	52,0	13,8	26,5	30,2	58,1	4,7	9,1	3,3	6,3
2010	51,5	13,8	26,8	29,0	56,3	5,4	10,5	3,3	6,4
2011	53,2	13,8	26,0	28,9	54,3	5,5	10,3	5,0	9,4
2012	53,8	13,8	25,6	29,3	54,5	5,5	10,2	5,2*	9,7

Джерело: Перспективи впровадження чистих вугільних технологій в енергетику України [13]

Таблиця 2

Структура і обсяги виробництва електроенергії по АЕС України

	роки				
	2008	2009	2010	2011	2012
АЕС млн. кВт-год. %	89 841,2 46,9	82 923,5 48,0	89 151,3 47,4	90 247,7 46,5	90 137,4 45,5
ТЕС і ТЕЦ млн. кВт-год. %	82 347,3 43,0	71 068,1 41,1	77 976,7 41,5	84 775,2 43,7	88 557,5 44,7
ГЕС і ГАЕС млн. кВт-год. %	11 332,6 5,9	11 776,9 6,8	12 965,1 6,9	10 773,0 5,6	10 832,6 5,5
Блок-станції і комунальні ТЕЦ млн. кВт-год. %	8 150,7 4,2	7 137,1 4,1	7 811,8 4,2	8 094,7 4,2	7 953,3 4,0
Альтернативні джерела (ВЕС, СЕС, біомаса) млн. кВт-год. %			6,3 10 ⁻³	8,9 10 ⁻²	638,6 0,3
ВСЬОГО, млн. кВт-год.	191 676,1	172 907,4	187 910,1	193 899,1	198 119,4

Джерело: Перспективи впровадження чистих вугільних технологій в енергетику України [13]

попередні десятиліття ще за часів перебування України в складі ССРСР, які визначили інфраструктуру електроенергетики ще з 70-х років ХХ-го століття і яка по-суті ніяк не змінилась, крім того, що вона морально і фізично застаріла, оскільки за останні 30 років не було зроблено якихось суттєвих модернізацій. В таблицях 1 та 2 відображені дані про структуру енергетичних потужностей та обсягів виробництва відповідно. Простий аналіз таблиць показує структуру функціонування електроенергетичної системи України: незважаючи на те, що потенціал теплоенергетичних потужностей перевищує потужність атомних електростанцій більш, ніж у два рази, реально атомні електростанції генерують практично однакову частку виробництва електроенергії в Україні. Це обумовлено рядом факторів, зокрема тим, що атомні електростанції в силу своїх технологічних особливостей не можуть маневрувати своєю потужністю в штатному режимі. Натомість через технологічний регламент вони зобов'язані час від часу ставати на плановий ремонт. Трапляються і позапланові ремонти. Тому теплові електростанції беруть на себе роль регулюючого чинника у цих випадках, також, звичайно, для відповідного забезпечення сезонного та добового попиту у Об'єднаній енергетичній системі України. ГЕС України вносять незначний вклад в енергетичний баланс України і не грають роль самостійного джерела енергозабезпечення країни в цілому, проте відіграють роль додаткового регулятора при стрибках попиту в

Об'єднаній енергетичній системі України, а також запезпечують локальний попит на електроенергію в деяких районах України. Щодо джерел енергозабезпечення за рахунок альтернативних джерел, то з 2012 року їх вклад в енергетичний баланс вийшов за межі статистичної похибки, але наразі можна лише говорити, що в Україні відзначається певна позитивна тенденція, що відповідає світовим трендам, але не більше.

Як вже зазначалось, проект Енергетичної стратегії до 2035 року передбачає розвиток енергетики України на засадах традиційних джерел енергії, але з урахуванням зниження тиску на повітряне середовище. Передбачається також несуттєве збільшення ваги нетрадиційних відновлювальних джерел електроенергії. Однак, дефіцит водного ресурсу в даному проекті не розглядається. Нам видається, що це неприйнятна перспектива. Справа в тому, що економічне процвітання розвинених країн в значній мірі обумовлено дією ефекту масштабу, коли віддача кожної наступної одиниці витрат збільшується з ростом обсягів виробництва. Причини, що формують можливість ефекту масштабу, діють в обробній промисловості, особливо в масовому виробництві і високотехнологічних галузях. Натомість у водокористуванні та експлуатації інших природних ресурсів діють інші фактори, в результаті чого спостерігаємо дію закону спадної ефективності.

Теплоелектростанція потужністю 1 млн кВт споживає понад 1 км³ води в рік, АЕС тієї ж потуж-



Рис. 2. Водно-енергетичний зв'язок

Джерело: Розроблено авторами на основі [8]

ності – не менше 1,5 км³ води в рік. Імпорт 1 т зерна еквівалентний імпорту 1000 м³ води. Вирішальною обставиною для формування потоків сільськогосподарської продукції або збільшення виробництва електроенергії на світовому ринку стає дефіцит води. За водомісткістю виробництва експорт продуктів харчування в Північну Африку і на Близький Схід еквівалентний річному стоку річки Ніл. [14, с. 47]. Ці приклади свідчать про те, що умовах дефіциту водного ресурсу він може виступати як лімітуючий фактор для розвитку різних галузей економіки, зокрема і електроенергетики. Відтак, і енергетичну стратегію треба вибудовувати як на засадах енергозбереження, так і на засадах водозбереження. На Рис. 2 схематично показано взаємозв'язок водних та енергетичних потоків.

Відповідно, розглядати перспективу розвитку електроенергетики без врахування енергозбереження і водозбереження на наш погляд неправомірно.

Звичайно, формулювання довготривалої стратегії розвитку електроенергетики України – задача надзвичайно складна і апіорно стверджувати про один оптимальний план розвитку неможливо. Очевидно, гарний план можна виробити тільки на основі багатоваріантного аналізу з урахуванням всіх значимих факторів.

Основне джерело, що породжує дефіцит прісної води в енергетиці, полягає у застарілій схемі прямого забору і відведення води. Ця схема, незважаючи на різні варіанти схем водовідведення, зрештою зводиться до одного: вода для вироблення електроенергії відбирається з природнього джерела (як правило, річки), а відпрацьована скидається нижче за течією. Така схема водоподачі і водовідведення довгі роки вважалась найкращою, бо є дешевою і діє на більшості електростанцій України.

На противагу цьому, найбільш розповсюдженою технологією охолодження турбін електростанцій в Євросоюзі є технологія оборотного водопостачання. Оборотноє водопостачання – це багаторазове використання води в промисловості з метою запобігання нераціональному споживанню природних вод і їх забрудненню. Така технологія дозволить скоротити споживання води та створить умови для збереження водного ресурсу і підтримки екологічного фактора. Менш вживаною є технологія із сухим циклом, яка не використовує водний ресурс взагалі. За зарубіжним досвідом встановлення технологій, альтернативним технологіям прямого контуру водозабезпечення було оцінено вартість витрат на встановлення технологій оборотного водозабезпечення та технології з сухим циклом. Встановлено, що технологія з сухим контуром є дорожчою за прямооточну на 860%, а технологія оборотного водозабезпечення (із замкненим контуром) буде дорожчою лише на 47%. Таким чином можна було б розглядати сценарій модерні-

зації української електроенергетики шляхом заміни застарілих енергоблоків на нові, при цьому передбачаючи очисні технології для води і повітря, причому для теплових електростанцій віддати перевагу економному використанню води. Однак, цього може виявитись недостатньо як для енергозабезпечення, так і для водозбереження.

З урахуванням сучасних європейських тенденцій, що передбачають як жорсткі екологічні вимоги, так і зниження використання викопних вуглеводнів, стратегію модернізації електроенергетики треба розглянути у більш широкому контексті, з урахуванням альтернативних технологій генерації електроенергії (сонячна, тепла, геотермальна та інші), в якому попередній сценарій є тільки однією з можливих траєкторій.

Зрозуміло, що така масштабна модернізація потребує значних витрат і часу. До того ж, виходячи з умов забезпечення енергетичного балансу, її неможливо здійснити на всіх електростанціях України одночасно, без урахування географічного та часового аспектів.

Важливою також, є оцінка витрат на модернізацію за обраним сценарієм, а також оцінка цін на ринку електроенергії в результаті проведеної модернізації.

Ще один важливий аспект вибору правильного сценарію є знаходження чинників, які б стимулювали власників енергокомпаній до водозбереження. Одним з таких чинників є встановлення релевантних тарифів на воду для енергетичних потреб з врахуванням водного сліду тих чи інших варіантів генерації енергоресурсів.

Очевидним фактом є значна множина варіантів необхідної модернізації електроенергетики України і оцінка різних сценаріїв з точки зору величини бюджету та екологічних показників, зокрема витрат водних ресурсів на отримання визначених енергетичних потужностей. Саме тому постає актуальність задачі моделювання та оптимізації супутнього використання водних і енергетичних ресурсів в Україні.

Висновки. Дефіцит водних ресурсів України породжує питання дослідження сукупного використання водного та енергетичного ресурсів в електроенергетиці України. Нагальна потреба модернізації української електроенергетики в сучасних умовах потребує врахування цього питання при розробці Енергетичної стратегії України поряд іншими екологічними обмеженнями. В свою чергу це викликає необхідність в оцінці різноманітних сценаріїв модернізації електроенергетики, в тому числі і альтернативних технологій енергогенерації.

Необхідно також враховувати різні чинники, які мають сприяти заохоченню інвестицій у водозбереження та оцінювати соціально-економічні наслідки різних сценаріїв модернізації.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Gleick, P. H. Global freshwater resources: soft-path solutions for the 21st century // Science. – 2003. – 302, № 5650. – P. 1524–152.
2. Water for people, water for life. The World Water Development Report of the UN. Review (A program of the assessment of water resources of the world) [Електронний ресурс] /– Режим доступу до ресурсу: http://www.un.org/esa/sustdev/publications/WWDR_english_129556e.pdf.
3. Енергетика України: стан і тенденції розвитку (Доп. Центру Разумкова) // Національна безпека і оборона. – 2012. – № 6 (135). – С. 2-41.
4. Стогний Б. С. Проблемы развития и модернизации тепловой энергетики Украины / Б. С. Стогний, Ю. М. Мацевитый, А. Ю. Майстренко // Проблемы развития энергетики. Погляд громадськості. – К.: – 2010. – № 7. – С. 90–95.
5. Рыжкин В. Я. Тепловые электрические станции. М.: Энергоатомиздат, 1987. 328 с.
6. Трухний А. Д., Макаров А. А., Клименко В. В. Основы современной энергетики. Часть 1. Современная теплоэнергетика. М.: Изд-во МЭИ, 2002. 368 с.
7. Скрипчук П.М., Судук О.Ю., Водний слід: баланс, збитки, екологічна сертифікація // Економічні проблеми сталого розвитку: матеріали Міжнародної науково-практичної конференції, присвяченої пам'яті проф. Балацького О. Ф. (м. Суми, 24 -26 квітня 2013 р.): у 4 т. / за заг. ред. О. В. Прокопенко. – Суми: Сумський державний університет, 2013. – Т. 1. – С. 248-249
8. Aurelie Dubreuil, Edi Assoumou, Stephanie Bouckaert, Sandrine Selosse, Nadia Maizi / [Електронний ресурс] /– Режим доступу до ресурсу: Applied Energy, journalhomepage: <http://www.elsevier.com/locate/apenergy>
9. Department of Energy, NETL; Estimated Freshwater Needed to Meet 2025 Electricity Demand Projections; Draft Internal Report; March 2004. [Електронний ресурс] /– Режим доступу до ресурсу: <http://www.energy.gov U.S>.
10. United States General Accounting Office. Freshwater Supply, States'Views of How Federal Agencies Could Help Them Meet the Challenges of Expected Shortages; GAO Report No. GAO-03-514; July 2003.
11. Electric Power Research Institute. A Survey of Water Use and Sustainability in the United States With a Focus on Power Generation; EPRI Report No. 1005474; November 2003.
12. Hoekstra, A.Y. and Hung, P.Q. (2002) Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade, Value of Water Research Report Series No.11, UNESCOIHE, Delft, The Netherlands, [Електронний ресурс] /– Режим доступу до ресурсу: <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report11.pdf>
13. Перспективи впровадження чистих вугільних технологій в енергетику України/ [Вольчин І. А., Дунаєвська Н. І., Гапонич Л. С., Чернявський М. В., Топал О. І., Засядько Я. І.]– К.: ГНОЗІС, 2013. – 308 с.
14. Данилов-Данильян В. И. Глобальная проблема дефицита пресной воды // Век глобализации. – Выпуск № 1/2008, С. – 45-57.

REFERENCES:

1. Gleick, P. H. Global freshwater resources: soft-path solutions for the 21st century // Science. – 2003. – 302, # 5650. – P. 1524–152.
2. Water for people, water for life. The World Water Development Report of the UN. Review (A program of the assessment of water resources of the world) [Elektronnyi resurs] /– Rezhym dostupu do resursu: http://www.un.org/esa/sustdev/publications/WWDR_english_129556e.pdf.
3. Enerhetyka Ukrainy: stan i tendentsii rozvytku (Dop. Tsentru Razumkova) //Natsionalna bezpeka i oborona. – 2012. – #6 (135). – S. 2-41.
4. Stohnyi B. S. Problemy razvytyia y modernyzatsyy teplovoi enerhetyky Ukrainy / B. S. Stohnyi, Yu. M. Matsevytsii, A. Yu. Maistrenko // Problemy rozvytku enerhetyky. Pohliad hromadskosti. – K.: – 2010. – #7. – S. 90–95.
5. Ryzhkyn V. Ya. Teplovye elektrycheskye stantsyy. M.: Enerhoatomyzdat, 1987. 328 s.
6. Trukhnyi A. D., Makarov A. A., Klymenko V. V. Osnovy sovremennoi enerhetyky. Chast 1. Sovremennaia teploenerhetyka. M.: Yzd-vo MЭУ, 2002. 368 s.
7. Skrypchuk P.M., Suduk O.Yu., Vodnyi slid: balans, zbytky, ekolohichna sertyfikatsiia // Ekonomichni problemy staloho rozvytku : materialy Mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii, prysviachenoj pamiaty prof. Balatskoho O. F. (m. Sumy, 24 -26 kvitnia 2013 r.) : u 4 t. / za zah. red. O. V. Prokopenko. – Sumy : Sumskiy derzhavnyi universytet, 2013. – T. 1. – C. 248-249
8. Aurelie Dubreuil, Edi Assoumou, Stephanie Bouckaert, Sandrine Selosse, Nadia Maizi / [Elektronnyi resurs] /– Rezhym dostupu do resursu: Applied Energy, journalhomepage: <http://www.elsevier.com/locate/apenergy>
9. Department of Energy, NETL; Estimated Freshwater Needed to Meet 2025 Electricity Demand Projections; Draft Internal Report; March 2004. [Elektronnyi resurs] / – Rezhym dostupu do resursu: <http://www.energy.gov U.S>.
10. United States General Accounting Office. Freshwater Supply, StatesViews of How Federal Agencies Could Help Them Meet the Challenges of Expected Shortages; GAO Report No. GAO-03-514; July 2003.
11. Electric Power Research Institute. A Survey of Water Use and Sustainability in the United States With a Focus on Power Generation; EPRI Report No. 1005474; November 2003.
12. Hoekstra, A.Y. and Hung, P.Q. (2002) Virtual water trade: A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade, Value of Water Research Report Series No.11, UNESCOIHE, Delft, The Netherlands, [Elektronnyi resurs] – Rezhym dostupu do resursu: <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report11.pdf>
13. Perspektyvy vprovadzhenia chystykh vuhilnykh tekhnolohii v enerhetyku Ukrainy/[Volchyn I. A., Dunaievvska N. I., Haponych L. S., Cherniavskiy M. V., Topal O. I., Zasiadko Ya. I.]– K.: HNOZIS, 2013. – 308 s.
14. Hlobalnaia problema defytsyta presnoi vody Danylov-Danylian V. Y. Vek hlobalyzatsyy. Vypusk #1/2008 s. 45-57.