

# ВИКЛИКИ ТА ПРІОРИТЕТИ РОЗВИТКУ ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

Бегун Сергій Васильович,  
кандидат фізико-математичних наук

**Проаналізовано сучасний стан гідроенергетики та її внесок у забезпечення економічної та енергетичної безпеки України. Обґрунтовано напрями вирішення основних проблем у цій сфері. Надано рекомендації щодо стратегії сталого розвитку гідроенергетики України.**

**Ключові слова:** енергетична безпека, гідроенергетика, відновлювальна енергетика, сталий розвиток.

Потенціал відновлюваних джерел енергії є природною особливістю кожної країни світу. З метою забезпечення енергетичної безпеки на довгострокову перспективу та умов сталого розвитку завданням керівництва кожної країни має бути максимально можливе використання наявного потенціалу відновлювальних джерел енергії. Серед їх різних видів гідроенергетика характеризується найнижчою собівартістю виробленої енергії та досяжним найвищим коефіцієнтом корисної дії. Тому цей вид відновлювальної енергогенерації необхідно використовувати передусім і на максимально можливому з точки зору сталого розвитку країни рівні.

Енергія потоків води здавна використовується людством для виконання механічної роботи. Нині завдяки досяжному високому коефіцієнту корисної дії при перетворенні в електроенергію [1; 2] зручніше й вигідніше будувати гідроелектростанції та передавати вироблену електроенергію на будь-які відстані до споживачів.

У світі спостерігається стійка тенденція збільшення споживання електроенергії та частки гідроенергетики в електрогенерації [3; 4]. Згідно із прогнозами Міжнародного енергетичного агентства (МЕА) ці тенденції зберуться і в майбутньому [5]. В Україні також наявні передумови до збільшення споживання електроенергії, оскільки її споживання на душу населення в нашій державі майже у 2,5 разу нижче за відповідну величину у країнах – членах Організації економічного співробітництва та розвитку (ОЕСР) [6, с. 60].

Після спаду, спричиненого кризовими явищами в економіці внаслідок розпаду

СРСР, в Україні, починаючи з 2000 р., спостерігається тенденція зростання споживання електроенергії [6; 7], а також прогнозується збереження цієї тенденції у середньостроковій та довгостроковій перспективі [8; 9].

## Порівняння використання потенціалу гідроенергетики у світі та в Україні

*Традиційна гідроенергетика.* Внесок гідроенергетики у загальне первинне споживання енергії у світі станом на 2010 р. становить лише 2,3 % [4, с. 6; 5, с. 51] з тенденцією зростання за всіма сценаріями розвитку [5, с. 51]. В Україні станом на 2010 р., за даними Держстату України, цей показник становив 0,86 %.

Гідроенергетика залишиться основним виробником відновлювальної електроенергії у світі до 2035 р. [5, с. 192]. Але в дослідженні [3, с. 12] вказується, що використання енергії річкових потоків не може повністю задовольнити зростаючі потреби людства в електроенергії [5, с. 180]. Технічно досяжний потенціал традиційних ГЕС у світі становить 14576 ТВт год. за рік [3, с. 445], водночас, за прогнозом МЕА, станом на 2035 р. мінімальні потреби людства в електроенергії становитимуть 27944 ТВт год. за рік [5, с. 180]. Станом на 2010 р. внесок ГЕС і ГАЕС у виробництво електроенергії у світі становив 16,3 % [4, с. 19]. Для порівняння: за даними Держстату України, станом на 2010 р. внесок ГЕС і ГАЕС у виробництво електроенергії в Україні становив тільки 6,97 % власного виробництва електроенергії у країні при 10 % частці ГЕС і ГАЕС у встановленій потужності Об'єднаної енергосистеми (ОЕС) України.

Стратегічні пріоритети, №3 (28), 2013 р.

Ступінь освоєння потенціалу гідроенергетичних ресурсів у світі станом на 2009 р. у середньому становив лише 25 % з найкращим показником у Європі (53 %) та найгіршим – в Африці (8 %) [3, с. 445]. Потенційні гідроенергетичні ресурси України становлять приблизно 44,7 млрд кВт год. за рік (у тому числі малих ГЕС – близько 3,0 млрд кВт год. за рік), з яких економічно ефективний потенціал становить 17–18 млрд кВт год. за рік, з них уже використовується приблизно 11 млрд кВт год. за рік [10], або 61–64 %. При цьому відзначається, що гідропотенціал України не уточнювався з 1967 р. [10], тобто бажано зробити переоцінку гідропотенціалу України з урахуванням зміни у потребах щодо режиму експлуатації гідроелектростанцій в ОЕС України та досягнутого прогресу у розвитку технологій.

Середній коефіцієнт використання встановленої потужності (КВВП) гідроелектростанцій у світі станом на 2009 р. становив 44 % [3, с. 446]. В Україні станом на 2010 р., за даними Держстату України, середній КВВП гідроелектростанцій становив 27,5 %, у 2012 р. – 22,9 %, що пов'язано з використанням українських гідроелектростанцій у регулюванні роботи ОЕС України, кліматичними умовами та реконструкцією частини агрегатів.

У світі значну частку становлять гідроакумуючі електростанції (ГАЕС) через можливість тривалого зберігання значних обсягів електроенергії за прийняттого рівня втрат із можливістю подальшого використання шляхом закачування води у переважно штучно створені водосховища з подальшою подачею на електрогенеруючий агрегат [3; 11]. Ця технологія є найбільш економічно привабливою для зберігання великих обсягів електроенергії [3, с. 461]. Відмінність ГАЕС від ГЕС полягає в тому, що ГАЕС призначена для зберігання електроенергії як акумулятор, тому перед генерацією у верхній басейн ГАЕС необхідно закачати воду, витративши на це енергію, так само, як акумулятор перед використанням необхідно зарядити. Після цього можна переводити ГАЕС у генераторний режим, при цьому буде вироблена кількість електроенергії трохи менша за витрачену на закачування води, що пов'язано зі втратами під час зберігання та втратами на подолання гідравлічного опору під час закачування та генерації.

Найбільша частка ГАЕС у структурі електрогенеруючих потужностей досягнута в Австрії і становить 18,7 %, а країни, в яких геофізичні умови дозволяють будувати ГАЕС, розглядають подальше збільшення встановленої потужності ГАЕС [3, с. 460]. Частка ГАЕС

у структурі встановленої потужності ОЕС України станом на 2012 р. становила 1,57 %, або 860,5 МВт з перспективою розширення до приблизно 4,7 ГВт [9].

Потенціал малої гідроенергетики України зосереджений переважно за ступенем привабливості в таких областях: 1) Закарпатська; 2) Львівська; 3) Чернівецька; 4) Тернопільська; 5) Івано-Франківська [12; 13; 14]. Поточна встановлена потужність малих ГЕС сягає приблизно 100 МВт. У результаті відновлення вже збудованих та будівництва нових малих ГЕС до 2030 р. можна отримати 1,4–2,0 ГВт встановленої потужності малих ГЕС в ОЕС України [14].

Доцільність побудови ГЕС і ГАЕС в Україні визначається такими чинниками [1; 2; 10; 11; 12]:

- наявний значний невикористаний економічно ефективний потенціал гідроенергетики;
- гідроенергетика є низьковуглецевою технологією електрогенерації;
- гідроенергетика базується на використанні відновлювальних джерел енергії;
- відсутність паливного складника при виробництві електроенергії на ГЕС;
- висока маневреність щодо зміни потужності ГЕС і ГАЕС;
- можливість тривалого акумулювання на ГАЕС електроенергії, виробленої іншими електрогенеруючими потужностями, з прийнятним рівнем втрат;
- можливість гідроелектростанцій брати участь у регулюванні стоку річок.

### Умови сталого розвитку гідроенергетики в Україні

#### *Економіка традиційної гідроенергетики.*

Нині розвиток української гідроенергетики значною мірою здійснюється за рахунок кредитних запозичень, але загальновідомо, що будівництво в кредит завжди коштує дорожче, ніж будівництво за рахунок надбавки до тарифу через необхідність виплати відсотків за користування кредитами шляхом встановлення ще більшої надбавки до тарифу.

Через закритість фінансової інформації організацій, що експлуатують гідроелектростанції, насамперед це стосується ПАТ «Укргідроенерго», майже неможливо із задовільною точністю визначити достатність встановлених тарифів. Це пов'язано з широким розкидом витрат на експлуатацію та амортизацію і за одиницю встановленої потужності гідроелектростанції [13; 15; 16]. Згідно з інформацією Міністерства енергетики та вугільної промисловості України витрати на модернізацію

та продовження терміну експлуатації одиниці встановленої потужності становлять 282 дол. США за кВт встановленої потужності, будівництво нових ГАЕС коштуватиме 1100–1790 дол. США за кВт встановленої потужності, будівництво нових ГЕС коштуватиме приблизно 1920 дол. США за кВт встановленої потужності [16]. Витрати на експлуатацію та амортизацію в різних країнах світу, крім Японії, становлять 1,3–11 дол. США за МВт год. виробленої електроенергії [15]. Якщо всі гідроелектростанції підпорядковані єдиному власнику, встановлений термін повернення інвестицій у 10 років, кредит під 5 % річних, КВВП 22 %, середні витрати на експлуатацію та амортизацію, не враховуються податки та інфляція, тоді мінімальна величина тарифу для українських гідроелектростанцій становитиме 105 грн за МВт год. виробленої електроенергії після введення в експлуатацію нових гідроелектростанцій та 150 грн за МВт год. виробленої електроенергії під час будівництва нових гідроелектростанцій. Тобто при встановленні тарифу для українських гідроелектростанцій нижче цієї величини почнеться припинення розвитку галузі гідроенергетики України, а руйнування галузі почнеться при зниженні тарифу нижче 56 грн за МВт год. виробленої електроенергії. Відносно низька величина тарифу пояснюється в даних випадках можливістю повернення частини запозичень під час будівництва за рахунок підвищення тарифу на вже введені в експлуатацію гідроелектростанції цієї енергокомпанії.

Якщо при вказаних наближеннях забезпечувати функціонування та розвиток галузі за рахунок кредитних запозичень і всі кредити брати під 30 % річних, то мінімальний тариф для розвитку буде 187 грн за МВт год. виробленої електроенергії після введення в експлуатацію нових гідроелектростанцій та 300 грн за МВт год. виробленої електроенергії під час будівництва нових гідроелектростанцій, а руйнування галузі почнеться при зниженні тарифу нижче 66 грн за МВт год. виробленої електроенергії. Якщо брати 50 % суми кредитів під 30 % річних, а решту кредитів брати під 10 % річних, тоді розраховані аналогічні тарифи за МВт год. виробленої електроенергії становитимуть відповідно 153 грн, 237 грн і 62 грн.

Для окремої енергокомпанії становить інтерес будівництво та експлуатація одиничної ГЕС. Тобто коли певна компанія за власні кредитні кошти будуватиме ГЕС і повертатиме запозичення тільки за рахунок подальшої експлуатації тільки цієї ГЕС, тоді тариф буде вищим за рахунок відсутності повернення ін-

вестицій до моменту запуску в експлуатацію. Для такої гідроелектростанції встановленою потужністю 300 МВт із вартістю одиниці встановленої потужності 1890 дол. США за кВт встановленої потужності, терміну повернення інвестицій 10 років від початку експлуатації, кредити під 10 % річних, будівництві впродовж 5 років, подальшою експлуатацією з КВВП 33 %, середніми витратами на експлуатацію та амортизацію мінімальна величина тарифу буде 186 грн за МВт год. виробленої електроенергії. Якщо ж при цьому не дотриматися термінів будівництва і будувати 10 років, тоді мінімальна величина тарифу для цієї енергокомпанії має бути 270 грн за МВт год. виробленої електроенергії. Якщо в додачу до недотримання термінів будівництва брати кредит під 30 % річних замість 10 %, тоді тариф для цієї енергокомпанії має бути вище 488 грн за МВт год. виробленої електроенергії у поточних цінах.

*Економіка малої та альтернативної гідроенергетики.* За наявною інформацією, одиниця встановленої потужності річкової малої ГЕС може коштувати 500–9000 дол. США за кВт встановленої потужності у світі та в діапазоні 1500–7000 дол. США за кВт встановленої потужності в Україні [13]. Якщо встановити термін повернення інвестицій у 10 років, кредит під 30 % річних, КВВП 33 %, середні витрати на експлуатацію та амортизацію, встановлену потужність 1 МВт, термін будівництва 3 роки, не враховувати податки та інфляцію, тоді оцінка максимальної величини «зеленого» тарифу для малих ГЕС становитиме 1425 грн за МВт год. виробленої електроенергії. Якщо скоротити термін будівництва до 1 року, тоді максимальна величина «зеленого» тарифу для малих ГЕС становитиме 863 грн за МВт год. виробленої електроенергії. Для мікро-ГЕС величина тарифу буде більшою за наведену [13]. Тобто розвиток малих ГЕС в Україні може бути на межі рентабельності при поточному значенні величини «зеленого» тарифу, який станом на жовтень 2013 р. сягає 1262,7 грн за МВт год. виробленої електроенергії, а розвиток мікро-ГЕС може бути взагалі неможливий. Але для більшості ситуацій «зелений» тариф буде занадто надлишковим.

Крім традиційного будівництва ГЕС на річках, можливе використання енергії світового океану [3, с. 497]: енергія припливних потоків; енергія хвиль; енергія океанських течій; градієнт температури по глибині; енергія, що виділяється при взаємодії солоної та прісної вод. Але якщо річки наявні майже в кожній країні світу, то доступ до океанів та морів має обмежена кількість країн, а умови

для економічної привабливості цих проектів реалізуються ще у меншій кількості країн [3].

Станом на 2009 р. встановлена потужність альтернативних ГЕС сягала 300 МВт. Відчутний внесок альтернативних ГЕС у світову електроенергетику очікується після 2020 р. [3, с. 501]. Так, до 2050 р. у світі потенційно досяжний обсяг виробництва до 1900 ТВт год. електроенергії за рік за рахунок енергії світового океану [3, с. 502]. За прогнозом, встановлена потужність альтернативних ГЕС, що використовують енергію припливних потоків, зросте у світі до 43700 МВт до 2050 р. [3, с. 515] при зниженні вартості за 1 МВт год. виробленої електроенергії на цих ГЕС до рівня нижче 1170 грн у розцінках Великої Британії [17, с. 36]. Встановлена потужність альтернативних ГЕС, що використовують енергію морських хвиль, зросте у світі з 30 МВт у 2015 р. до 46500 МВт до 2050 р. при зниженні вартості за 1 МВт год. виробленої електроенергії на цих ГЕС до рівня нижче 1040 грн у розцінках британців [17, с. 36].

Прибережна зона Чорного моря характеризується повторюваністю висоти хвиль у діапазоні 0,6–1 м на рівні 20–35 % за часом [18]. Тобто, якщо оптимізувати електрогенеруючі установки до цієї висоти хвиль, тоді отримаємо КВВП на рівні 20–35 % залежно від місця розташування. В Україні є власні розробки електрогенеруючих установок, що використовують енергію морських хвиль [18; 19; 20], які вже пройшли випробування у зменшеному (1:10) вигляді [18], очікується фінансування для виготовлення дослідно-промислових зразків. До речі, у світі подібні установки розвиваються за такою ж схемою: від зменшених 1:15, 1:10 зразків до дослідно-промислових зразків натурних розмірів [3, с. 514]. Причому в Україні ціна виробленої електроенергії може бути нижчою за рахунок пропорційно нижчого рівня заробітної плати.

*Загальні економічні проблеми.* Додаткові труднощі для економіки проектів з розвитку гідроенергетики в Україні створюються внаслідок розташування перспективних для будівництва ГЕС і ГАЕС територій у районах із надлишком встановлених потужностей чи у районах, де відсутня необхідна інфраструктура (лінії електропередач чи навіть дороги) [8; 9; 10; 12; 13], що призводить до обмеженого попиту із впливом на зменшення КВВП чи до потреби у додаткових інвестиціях на розвиток інфраструктури. Крім того, для гідроенергетики характерними є сезонні максимуми та залежність від кліматичних і погодних умов.

Всі додаткові витрати гідроенергетики, наприклад внаслідок впровадження Закону

«Про засади функціонування ринку електричної енергії України», мають бути включені до тарифу як додатковий складник. При цьому актуальними є питання забезпечення справедливої конкуренції на ринку електричної енергії України.

*Соціальний складник.* Побудова ГЕС чи ГАЕС (меншою мірою) призводить до необхідності відчуження значних територій, які можуть мати історичну цінність і на яких можуть знаходитися пам'ятки культури, заповідники або поселення [3]. Крім того, будівництво гідроелектростанцій змінює екологію регіону, особливо за наявності водосховищ, що може впливати на стан здоров'я населення [3]. Можуть виникати конфлікти з певними групами населення щодо водокористування [3]. Часто населення цікавить можливість доступу до риболовства на водосховищах. В Україні вже наявний негативний досвід щодо конфліктів з населенням регіону, де відбуватиметься будівництво гідроелектростанцій [21].

Всі подібні конфлікти необхідно вирішувати до початку будівництва гідроелектростанцій, оскільки в рамках інтеграційних процесів до Європейського Союзу необхідно враховувати, що у багатьох країнах Європи населення має право вирішального голосу при наданні дозволу на будівництво та експлуатацію об'єктів енергетики на території громади. Крім того, численні локальні невдоволення розвитком гідроенергетики можуть суттєво стримати його темпи в Україні загалом [21].

Кадровий потенціал гідроенергетики знаходиться у критичному стані, але є важливою частиною забезпечення умов сталого розвитку галузі [22]: руйнуються профільні лабораторії та інститути; відбувається втрата знань через старіння та відплив спеціалістів із галузі. Все це вже впливає на якість проектування та забезпеченість кваліфікованим персоналом [21; 22], зокрема малих ГЕС [21]. Ситуація може бути скоректована створенням сприятливих умов праці в галузі та у профільних ВНЗ, підвищенням вимог до кваліфікації працівників проектувальних організацій шляхом вдосконалення галузевих стандартів (наприклад ліцензування).

*Екологічний складник.* Побудова об'єктів гідроенергетики змінює ландшафт і землекористування, екологічні ланцюги у відповідних річках, температуру та якість води, впливає на біорізноманіття, може призводити до збільшення викидів парникових газів у результаті інтенсифікації процесів розкладу органічних сполук [3, с. 461]. Водночас створення водосховищ дозволяє стабілізувати

водопостачання у посушливих регіонах, а впровадження компенсуючих заходів – досягти екологічної рівноваги та зменшити негативний вплив на екологію регіону [3, с. 462].

Розвиток гідроенергетики в Україні з екологічної точки зору має бути узгоджений з положеннями Водного кодексу України, Положенням про Державне агентство водних ресурсів України, затвердженим Указом Президента України від 13 квітня 2011 р. № 453/2011, Законом України «Про затвердження Загальнодержавної цільової програми розвитку водного господарства та екологічного оздоровлення басейну річки Дніпро на період до 2021 року», Концепцією розвитку водного господарства України, схваленою Постановою Верховної Ради України від 14 січня 2000 р. № 1390-XIV.

Додатково необхідно враховувати можливі сценарії зміни клімату, адже термін служби гідротехнічних споруд може бути понад 100 років [2, с. 421]. Енергія потоків води є відновлювальним видом енергії, що пов'язано з кругообігом води у природі. Якщо з глобальної точки зору це положення не викликає сумніву, то на локальному рівні у віддаленій перспективі відновлювальність стоку річок є дискусійним питанням. Це обумовлено поточною тенденцією глобального потепління [3, с. 447]. Згідно із прогнозом до 2099 р. значна частина території України зазнає скорочення щорічного надходження води в інтервалі від  $-40\%$  до  $-10\%$  [3, с. 448].

## Управління безпекою

Згідно з наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи «Про затвердження Методики ідентифікації потенційно небезпечних об'єктів» від 23 лютого 2006 р. № 98 ГЕС і ГАЕС є потенційно небезпечними об'єктами (ПНО). Аварії на ГЕС і ГАЕС відповідно до Класифікаційних ознак надзвичайних ситуацій, затверджених наказом МНС України від 12 грудня 2012 р. № 1400, можуть призводити до виникнення надзвичайних ситуацій техногенного характеру.

У ст. 7 Закону України «Про основи національної безпеки України» визначається, що в екологічній сфері загострення техногенного стану гідротехнічних споруд каскаду водосховищ на р. Дніпро становить загрозу національним інтересам і національній безпеці України.

Виконання Рекомендацій парламентських слухань «Підтоплення земель в Україні: про-

блема та шляхи подолання», схвалених Постановою Верховної Ради України від 6 березня 2003 р. № 609-I, було проігнороване.

Згідно із Законом України «Про Загальнодержавну цільову програму захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру на 2013–2017 роки» передбачається приведення дніпровських судноплавних гідротехнічних споруд (шлюзів) у безпечний стан.

Відповідно до наказу Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи «Про затвердження Положення про моніторинг потенційно небезпечних об'єктів» від 6 листопада 2003 р. № 425 на ГЕС і ГАЕС мають здійснюватися постійний моніторинг з метою отримання даних про поточний стан ПНО та актуалізація інформації для запобігання надзвичайним ситуаціям та мінімізації їх наслідків.

Тимчасова інструкція з перевірки й оцінки стану техногенної безпеки потенційно небезпечних об'єктів господарювання, затверджена наказом МНС України від 5 лютого 1999 р. № 39, так і залишилася тимчасовою з 1999 р. Текст цієї інструкції містить посилання на скасовані нормативно-правові акти, дозволяє суб'єктивні судження та висновки, не містить чітких кількісних показників, має якісний характер, не відповідає сучасній концепції забезпечення безпеки. Тому для заміни цієї інструкції необхідно розробити низку нормативно-правових актів, які базуватимуться на ризик-орієнтованому підході до забезпечення безпеки.

Наукові публікації вітчизняних фахівців [22; 23; 24] підтверджують той факт, що впровадження сучасних принципів управління безпекою на ГЕС і ГАЕС знаходиться у зародковому стані та не систематизовано обов'язковими до виконання нормативно-правовими актами. З-поміж найбільших проблем у цьому напрямі необхідно відзначити: 1) відсутність законодавчо закріпленого впровадження управління безпекою на основі ризик-орієнтованого підходу; 2) відсутність механізму компенсації шкоди, заподіяної третім особам внаслідок аварій на ГЕС і ГАЕС. Другий пункт становить найбільшу загрозу в разі приватної власності на ГЕС і ГАЕС шляхом сприяння безвідповідальному підходу до безпеки.

Останнє підтверджується нерідкими випадками неналежної експлуатації обладнання та неякісного проектування [21; 25; 26], що є ознакою низького рівня культури безпеки у галузі гідроенергетики [27]. Однак підвищен-

Стратегічні пріоритети, №3 (28), 2013 р.

ня рівня культури безпеки у галузі є поступовим процесом [24; 27].

Зважаючи на потенційно значну шкоду від тяжких аварій на гідроелектростанціях [24], можна рекомендувати класифікувати ГЕС і ГАЕС як об'єкти підвищеної небезпеки (ОПН) і поширити на них норми Закону України «Про об'єкти підвищеної небезпеки».

Для реалізації даної рекомендації до обов'язків служб моніторингу безпеки на ГЕС і ГАЕС необхідно додати здійснення ймовірного аналізу безпеки. Останній передбачає поглиблений аналіз безпеки з аналізом впливу людського чинника та дослідження ймовірних тяжких аварій, що дає змогу виявити приховані загрози та своєчасно вжити коригуючі заходи [24; 27]. Така переоцінка безпеки періодично має повторюватися з метою коригування параметрів обладнання у процесі модернізації та старіння і виявлення непомічених на попередніх стадіях аналізу загроз [24; 27].

Через значний вплив на безпеку ГЕС і ГАЕС сейсмічних явищ системи моніторингу безпеки та керування ними мають бути поєднані з національною системою сейсмічних спостережень для своєчасного вжиття коригуючих заходів у разі виникнення загроз землетрусів і катастрофічних геодинамічних явищ.

Класифікація ГЕС і ГАЕС як ОПН вирішує також проблему відшкодування завданої внаслідок аварії шкоди. Так, акціонер чи власник ОПН є співвласником (власником) цього ОПН і відповідно до ст. 16 Закону України «Про об'єкти підвищеної небезпеки» має відшкодувати фізичним чи юридичним особам шкоду, заподіяну внаслідок аварії на ОПН. Досвід тяжких аварій, які можливі на великих гідроелектростанціях, свідчить, що приватний власник неспроможний у таких випадках повністю відшкодувати заподіяну шкоду. Тому можливість такого відшкодування пропорційно частці кожного окремого власника у структурі власності об'єкта можна рекомендувати як фінансову умову при приватизації власності ГЕС чи ГАЕС. Відповідно до цієї умови можна рекомендувати встановлювати граничну потужність ГЕС чи ГАЕС, які можуть бути надані у 100 % приватну власність, чи встановлювати граничну кількість акцій підприємства, що експлуатує ГЕС чи ГАЕС, якими може володіти окремий приватний власник.

Відповідно до найкращої міжнародної практики для відшкодування заподіяної внаслідок аварії шкоди найчастіше використовуються механізми страхування, що вже запроваджено на практиці в атомній енергетиці

України та прописано у ст. 49 Кодексу цивільного захисту України.

## Реконструкція ГЕС і ГАЕС

Значна частина обладнання українських гідроелектростанцій експлуатується впродовж 30–55 років і більше у складних експлуатаційних умовах [25; 28], які не завжди відповідають оптимальним умовам, передбаченим у проектах під час будівництва [25]. Тому вкрай необхідною є їх реконструкція та модернізація. При цьому за можливості краще використовувати українських постачальників обладнання: ВАТ «Турбоатом» (гідротурбіни); ДП «Завод «Електроважмаш»» (генератори). Враховуючи переважну експлуатацію гідроелектростанцій у режимі маневрування, необхідно використовувати при заміні та при новому будівництві гідротурбіни, оптимізовані для таких режимів [1; 2; 3; 11]: 1) поворотно-лопатні; 2) радіально-осьові; 3) обернені радіально-осьові (ГАЕС); 4) турбіни Пелтона (малі ГЕС).

## Будівництво нових ГЕС і ГАЕС

У цій галузі будівництва відсутня єдина нормативно-правова база щодо проектування, зокрема щодо малих ГЕС. Відсутність генпланів з будівництва гідроелектростанцій на рівні областей призводить до хаотичного неоптимізованого будівництва.

Кожне будівництво гідроелектростанції є процесом оптимізації, важливість процесу оптимізації на етапі проектування підкреслюється можливим терміном експлуатації гідротехнічних споруд понад 100 років [1; 2; 3; 11]. Зважаючи на дефіцит маневрених потужностей в ОЕС України, необхідно обирати обладнання з передбаченням участі в регулюванні. У цьому напрямі необхідно максимально використати потенціал будівництва ГАЕС в Україні, у зв'язку з чим бажано здійснити переоцінку гідропотенціалу України [10]. При цьому можна врахувати будівництво альтернативних ГЕС і потенціал будівництва невеликих ГАЕС, що працюватимуть, використовуючи морську воду у прибережній зоні моря.

## Регулювання стоку річок

Можливою є участь ГЕС у регулюванні стоку річок, у тому числі під час паводків [13]. Найбільш небезпечні з точки зору виникнення паводків є Закарпаття та Прикарпаття [29]. Але саме для цих регіонів використання тільки ГЕС у регулюванні стоку річок може бути неоптимальним [13]. Тому вихід вбачається в

поєднанні в цих регіонах ГЕС із регулюючими водосховищами там, де вони вигідні з точки зору режиму роботи ГЕС та оптимальні з точки зору регулювання паводків, а також при паралельному будівництві спеціалізованих осушуваних водоприймачів великого об'єму для прийняття паводкових вод без виробництва електроенергії.

### Участь у регулюванні ОЕС України

Нині українські ГЕС беруть участь у вторинному регулюванні ОЕС, але за умови автоматизації управління можлива участь гідроелектростанцій у первинному регулюванні [30]. Найкращими за призначенням і параметрами маневрування для первинного регулювання ОЕС України є газотурбінні блоки та ГАЕС [11, с. 9]. Саме тому необхідно максимально використати потенціал будівництва ГАЕС в Україні. У міру зростання частки ГАЕС в ОЕС України більшість існуючих ГЕС необхідно перевести в базовий режим роботи з максимально досяжним КВВП з урахуванням обмежень терміну.

За даними ДП «Енергоринок», різниця між максимумом та мінімумом споживання в умовах України становить близько 30 %. Таким чином 4,7 ГВт встановленої потужності ГАЕС будуть здатні забезпечити регулювання

ОЕС України з максимумом споживання до 34,5 ГВт потужності.

### Висновки

Отже, виконаний аналіз дав змогу визначити найважливіші пріоритети стратегії розвитку української гідроенергетики.

1. Необхідно максимально збільшувати КВВП українських ГЕС, повністю використовуючи наявний в Україні потенціал будівництва ГАЕС.

2. При наявних альтернативних варіантах розвитку електроенергетики перевагу передусім надавати гідроенергетиці як найдешевшому із відновлювальних.

3. Необхідно розробити генплани на рівні областей щодо розвитку гідроенергетики та переоцінити гідропотенціал України.

4. Необхідно розробити єдину нормативно-правову базу щодо будівництва та проектування гідроелектростанцій та умови ліцензування проєктувальних організацій.

5. Потрібно впроваджувати ризик-орієнтований підхід в управлінні безпекою українських гідроелектростанцій та підвищувати рівень культури безпеки в галузі.

6. Потрібно забезпечити сприятливі умови для збереження кадрового потенціалу і знань у галузі.

### Список використаних джерел

1. *Гідроенергетика* : учеб. для студентов высш. учеб. заведений / [В. И. Обрезков, Н. К. Малинин, Л. А. Кароль и др.] ; под ред. В. И. Обрезкова. – М. : Энергоиздат, 1981. – 608 с.
2. *Лапицкий В. И.* Организация и планирование энергетики : учебник / В. И. Лапицкий. – 2-е изд. перераб. и доп. – М. : Высш. шк., 1975. – 488 с.
3. *Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation : Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* / [O. Edenhofer, R. P. Madruga, Y. Sokona et al.]. – Cambridge : Cambridge University Press, 2012. – 1076 p.
4. *Key World Energy Statistics*. – OECD/IEA : International Energy Agency, 2012. – 80 p.
5. *World Energy Outlook 2012*. – OECD/IEA : International Energy Agency, 2012. – 672 p.
6. *Ризики енергетичній безпеці України в умовах посилення конкуренції на глобальному і регіональному ринках енергетичних ресурсів : аналіз доп.* / [А. Ю. Сменковський, С. Б. Воронцов, С. В. Бегун, А. А. Сидоренко ; упорядн. А. А. Білуха] ; за заг. ред. А. Ю. Сменковського. – К. : НІСД, 2012. – 136 с.
7. *Звіт про результати діяльності Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики, у 2012 році : затверджений постановою НКРЕ України від 22.03.2013 р. № 282* [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.nerc.gov.ua/web/get\\_zip.php?fid=6326&lang=UA](http://www.nerc.gov.ua/web/get_zip.php?fid=6326&lang=UA)
8. *Енергетична стратегія України на період до 2030 року : схвалена розпорядженням Кабінету Міністрів України від 15.03.2006 р. № 145-р.* – 129 с.
9. *Оновлення Енергетичної стратегії України на період до 2030 р. : проєкт документа для громадських обговорень.* – К. : Мін-во енергетики та вугільної промисловості України, 2012. – 7 червня. – 148 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://mpe.kmu.gov.ua/fuel/doccatalog/document?id=222032>
10. *Поташник С. И.* О необходимости полного и эффективного освоения гидроэнергоресурсов Украины до 2030 г. / С. И. Поташник, Ю. А. Ландау, В. К. Рябошапка // *Гідроенергетика України.* – 2011. – № 3–4. – С. 4–6.
11. *Гидроаккумулирующие электростанции* / [Б. Л. Бабурин, М. Д. Глезин, М. Ф. Красильников, Л. Б. Шейнман] ; под ред. Л. Б. Шейнмана. – М. : Энергия, 1978. – 184 с.

12. *Атлас «Климат и водные ресурсы Украины»* / В. Н. Липинский, В. И. Осадчий, В. М. Шестопалов и др. // Матеріали міжнар. конф. «Глобальні та регіональні зміни клімату», 16–19 листопада 2010 р., м. Київ, Україна. – 2010. – 49 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [http://www.uhmi.org.ua/conf/climate\\_changes/presentation\\_pdf/plenary\\_session/Lipinskiy\\_et\\_al.pdf](http://www.uhmi.org.ua/conf/climate_changes/presentation_pdf/plenary_session/Lipinskiy_et_al.pdf)
13. *Рябенко О. А.* Сучасні тенденції в будівництві малих ГЕС в Україні / О. А. Рябенко, В. В. Лутаєв // Гідроенергетика України. – 2012. – № 2. – С. 45–49.
14. *Карамушка О. М.* Мала гідроенергетика України. Стратегія та поточні проблеми розвитку. Погляд асоціації «Укргідроенерго» / О. М. Карамушка // Гідроенергетика України. – 2012. – № 4. – С. 52–55.
15. *Projected Costs of Generating Electricity. 2010 Edition (with errata).* – OECD/IEA : International Energy Agency, 2010. – 216 p.
16. *The Projects Investment Priority in Fuel and Energy Complex of Ukraine.* – Kyiv : Ministry of Energy and Coal Industry of Ukraine, 2013. – 22 p.
17. *Accelerating marine energy. The potential for cost reduction – insights from the Carbon Trust Marine Energy Accelerator.* – Carbon Trust, 2011. – July. – 62 p.
18. *Осадчий С. Д.* Перспективы развития волновой энергетики / С. Д. Осадчий, А. В. Савченко // Гідроенергетика України. – 2012. – № 1. – С. 19–20.
19. *Слободюк В. О.* Энергоприёмач комбинированный / В. О. Слободюк, О. М. Слободюк. – Патент на корисну модель № 57415 : зареєстровано в Державному реєстрі патентів України 25.02.2011. – 4 с.
20. *Слободюк В. О.* Морська електростанція / В. О. Слободюк, О. М. Слободюк. – Патент на корисну модель № 92570 : зареєстровано в Державному реєстрі патентів України 10.11.2010. – 3 с.
21. *Шершова Н.* Большой скандал вокруг малых ГЭС / Н. Шершова // Энергобизнес. – 2013. – № 22/809. – С. 18–19.
22. *Чугунников В. С.* Управление безопасностью Днестровской ГАЭС путем проведения постоянного мониторинга / В. С. Чугунников // Гідроенергетика України. – 2012. – № 1. – С. 31–38.
23. *Вайнберг О. І.* Методика розрахунку ризику втрати стійкості гідротехнічних споруд проти зсуву / О. І. Вайнберг // Гідроенергетика України. – 2008. – № 2. – С. 16–21.
24. *Стефанишин Д. В.* Прогнозування аварій на греблях в задачах оцінки й забезпечення їх надійності / Д. В. Стефанишин // Гідроенергетика України. – 2011. – № 3–4. – С. 52–60.
25. *Кенцицький О. Г.* Гідрогенератори Дніпровської ГЕС-2: режими експлуатації, проблеми та перспективи / О. Г. Кенцицький, К. В. Воцинський, Г. М. Федоренко // Гідроенергетика України. – 2008. – № 2. – С. 11–15.
26. *Белаш И. Г.* Проблемы надежности и эффективности гидротурбинного оборудования ГЭС / И. Г. Белаш // Труды Всерос. науч.-практ. конф. «Повышение надежности и эффективности эксплуатации электрических станций и энергетических систем (Энерго-2010)», г. Москва, МЭИ (ТУ), 1–3 июня 2010 г. : в 2 т. – М. : Изд. дом МЭИ, 2010. – Т. 2. – 266 с.
27. *Культура безпеки в ядерній енергетиці : підручник* / [В. В. Бегун, С. В. Широков, С. В. Бегун та ін.]. – К., 2012. – 539 с.
28. *Субботин В. Г.* Оборудование ОАО «Турбоатом» для гидроэлектростанций Украины: модернизация, реабилитация и перспективы создания новых типов / В. Г. Субботин, Е. В. Левченко, В. Н. Ефименко // Гідроенергетика України. – 2012. – № 4. – С. 44–46.
29. *Сусідко М. М.* Районування території України за ступенем гідрологічної небезпеки / М. М. Сусідко, О. І. Лук'янець // Наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту. – 2004. – Вип. 253. – С. 196–204.
30. *Рассовський В. Л.* Новітні проекти ПАТ «Укргідроенерго» в оновленій енергетичній стратегії / В. Л. Рассовський, Ю. В. Литвиненко, С. В. Кучер // Гідроенергетика України. – 2012. – № 4. – С. 44–46.