

УДК 621.311.21.004.12

## ЕКОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ РОЗВИТКУ ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ В УКРАЇНІ

**П.Ф. Васько**, доктор технічних наук, **А.В. Мороз**, кандидат технічних наук, **А.О. Бриль**, **М.Р. Ібрагімова**.

Інститут відновлюваної енергетики НАН України  
02094, м. Київ, вул. Гната Хоткевича, 20А.

*Зроблено аналіз екологічних аспектів розвитку великої та малої гідроенергетики в світлі положень чинної нормативно-правової бази в природоохоронній сфері. Бібл. 25, рис. 3.*

**Ключові слова:** гідроенергетика, довкілля, екологія, норматив, обмеження.

## ENVIRONMENTAL ASPECTS OF HYDROPOWER DEVELOPMENT IN UKRAINE

**P. Vasko**, doctor of technical sciences, **A. Moroz**, candidate of technical sciences, **A. Bryl**, **M. Ibragimova**.

Institute for Renewable Energy of the National Academy of Sciences of Ukraine  
02094, 20A Hnata Khotkevycha Street, Kyiv, Ukraine.

*Environmental aspects of large and small hydropower development in the context of the current regulatory framework in the environmental area have been analyzed. References 25, fig. 3.*

**Keywords:** hydropower, environment, ecology, regulations, constraints.



П.Ф. Васько  
P. Vasko

**Відомості про автора:** доктор технічних наук за спеціальністю «Перетворення відновлюваних видів енергії», завідувач відділом гідроенергетики Інституту відновлюваної енергетики Національної академії наук України.

**Освіта:** Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». Спеціальність «Електричні машини і апарати».

**Наукова діяльність:** альтернативна енергетика, енергозбереження, перетворення поновлюваних видів енергії та установки на їхній основі, мала гідроенергетика.

**Публікації:** 234.

ORCID: 0000-0001-8807-7173

**Контакти:** тел. /факс +38 (044) 206-28-09  
e-mail: hydro@ive.org.ua

**Information about the author:** doctor of technical sciences majoring in «Renewable Energy Transformation», Head of Hydropower Department of the Institute for Renewable Energy of the National Academy of Sciences of Ukraine.

**Education:** National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute». Has a degree on electric machines and devices.

**Research area:** alternative energy, energy saving, conversion of renewable energy types and installations based on them, small hydropower.

**Publications:** 234.

ORCID: 0000-0001-8807-7173

**Contacts:** phone /fax +38 (044) 206-28-09 e-mail: hydro@ive.org.ua



А.В. Мороз  
A. Moroz

**Відомості про автора:** кандидат технічних наук за спеціальністю «Перетворення відновлюваних видів енергії», старший науковий співробітник Інституту відновлюваної енергетики Національної академії наук України.

**Освіта:** Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». Спеціальність «Нетрадиційні джерела енергії».

**Наукова діяльність:** альтернативна енергетика, енергозбереження, перетворення поновлюваних видів енергії, мала гідроенергетика.

**Публікації:** 13.

ORCID: 0000-0002-9284-3624

**Information about the author:** candidate of technical sciences in the field of «Renewable Energy Transformation», research fellow in the Institute for Renewable Energy of the National Academy of Sciences of Ukraine.

**Education:** National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute». Has a degree on renewable sources of energy.

**Research area:** alternative energy, energy saving, renewable energy transformation, small hydropower.

**Publications:** 13.

ORCID: 0000-0002-9284-3624



А.О. Бриль  
A. Bryl

**Відомості про автора:** науковий співробітник відділу гідроенергетики Інституту відновлюваної енергетики Національної академії наук України.

**Освіта:** Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». Спеціальність «Електричні мережі і системи».

**Наукова діяльність:** перетворення поновлюваних видів енергії та установки на їх основі, мала гідроенергетика.

**Публікації:** 46.

ORCID: 0000-0002-5134-0393

**Information about the author:** research assistant at the Hydropower Department of the Institute for Renewable Energy of the National Academy of Sciences of Ukraine.

**Education:** National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute». Has a degree on electrical networks and systems.

**Research area:** conversion of renewable energy types and installations based on them, small hydropower.

**Publications:** 46.

ORCID: 0000-0002-5134-0393



М.Р. Ібрагімова  
M. Ibragimova

**Відомості про автора:** молодший науковий співробітник відділу гідроенергетики, Інститут відновлюваної енергетики Національної академії наук України.

**Освіта:** НТУУ «Київський політехнічний інститут». Спеціальність «Нетрадиційні і поновлювані джерела енергії».

**Наукова діяльність:** альтернативна енергетика, перетворення поновлюваних видів енергії, мала гідроенергетика, енергозбереження та енергоефективність.

**Публікації:** 15.

ORCID: 0000-0003-1732-4477

**Information about the author:** research assistant at Hydropower Department, Institute for Renewable Energy of the National Academy of Sciences of Ukraine.

**Education:** National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic Institute»;

Has a degree on non-traditional and renewable energy sources.

**Research area:** alternative energy, conversion of renewable energy, small hydropower, energy conservation and efficiency.

**Publications:** 15.

ORCID: 0000-0003-1732-4477

#### Перелік використаних позначень та скорочень:

ВЕС – вітроелектростанція

ВДЕ – відновлювані джерела енергії

ГАЕС – гідроакмулювальна електростанція

ГЕС – гідроелектростанція

ЄС – Європейський Союз

КМ – Кабінет Міністрів

ОВД – оцінка впливу на довкілля

ООН – Організація Об'єднаних Націй

ФЕС – фотоелектростанція

ІЕА – International Energy Agency

UN – United Nations

**Вступ.** Інтенсивне використання природних енергетичних ресурсів вже сьогодні викликає негативні наслідки, що полягають у їх виснаженні та зміні клімату місцевого й глобального масштабу. На національному та міжнародному рівнях особлива увага приділяється питанням енергозбереження, екологічності та надійності енергетики [1, 2]. У довгостроковій політиці розвитку енергетичної галузі провідних країн світу пріоритетним напрямком є використання поновлюваних джерел енергії, до яких належить і гідроенергетика (велика та мала).

У великій гідроенергетиці регулювання та акумулювання стоку річки виконують, в першу чергу, задачу енергетичного водокористування.

Важливе значення мають додаткові переваги: водопостачання населених пунктів та промислових підприємств, зрошення земель, водотранспортне сполучення, рекреаційний розвиток, реалізація заходів щодо запобігання повеней та інших природних непередбачених ситуацій небажаного характеру [3]. Однак слід зазначити, що створення потужних гідроенергетичних об'єктів з великими водосховищами є серйозним втручанням у функціонування природних екосистем і може призвести до негативних наслідків для навколишнього середовища, так як в значній мірі змінюються природні умови цілих регіонів [4].

Сучасний стан та перспективи розвитку гідроенергетики в нашій країні на наступне десяти-

ліття висвітлені в «Програмі розвитку гідроенергетики на період до 2026 року», схваленій Розпорядженням КМ України від 13 липня 2016 року № 552-р [5]. Програма не проходила екологічну експертизу, так як спрямована на розвиток лише окремого сектору електроенергетичної галузі, а не галузі в цілому. Така ситуація на той час не суперечила чинному законодавству, яке передбачало проведення екологічної експертизи лише галузевих програм розвитку та кожного окремого проекту будівництва електроенергетичних об'єктів і гідротехнічних споруд. Проте доцільно зазначити, що з 2018 року введено в дію новий закон про оцінку впливу на довкілля (ОВД), який підсилює роль громадського обговорення для отримання Висновку з екологічних питань [6]. Зокрема, у Висновку визначаються вимоги до роботи майбутнього об'єкта (або до майбутньої діяльності), встановлюються умови використання території та природних ресурсів, вимоги щодо охорони довкілля та заходи запобігання надзвичайним ситуаціям.

У цій статті розглянуті екологічні аспекти Програми розвитку гідроенергетики в світлі положень чинного закону про ОВД та положень Резолюції Генеральної асамблеї ООН 42/184 від 11 грудня 1987 року UN A/RES/42/184 [7], де оцінка впливу на навколишнє середовище полягає в проведенні аналізу позитивних та негативних впливів запропонованого проекту, плану чи діяльності.

**Позитивні впливи гідроенергетики на навколишнє середовище.** Гідроенергетика належить до перевіреної часом надійної технології виробництва електроенергії без використання викопного органічного та ядерного палива. Вона характеризується досить гарантованим відновлюваним енергоресурсом, значним терміном служби та високою надійністю експлуатації, передбачуваністю та забезпеченістю режимів роботи, високою маневреністю і коефіцієнтом готовності, та надає можливості вирішення інших важливих господарських задач: таких як водопостачання, ведення рибного господарства, керованого захисту прилеглих територій від повеней, переводу земель з категорії негарантованого землеробства в гарантоване, зокрема завдяки зро-

шенню. Необхідно окремо зазначити, що виробництво електроенергії на гідроелектростанції (ГЕС) відбувається без споживання робочого тіла, тобто води. Вода з верхнього водосховища тече через гідротурбіну до русла річки без зміни свого об'єму. Технологічні втрати води в процесі виробництва електроенергії на ГЕС відсутні.

Гідроенергетика використовує природне поновлюване джерело енергії, тому виробництво кожної кВт·години економить у нинішніх умовах України близько 410 грамів умовного палива. За рахунок використання гідроелектроенергії зменшуються обсяги викидів в атмосферу шкідливих речовин в результаті заміщення викопного органічного палива, зокрема парникових газів, найбільшу частку яких складає вуглекислий газ. Тому гідроенергетика не сприяє процесу глобального потепління та випаданню кислотних дощів. Емісія шкідливих речовин в оточуюче середовище в Україні при виробництві електроенергії на теплових станціях складає для оксидів сірки – 9,2 г/кВт·год, оксидів азоту – 2,1 г/кВт·год, твердих часток – 5,3 г/кВт·год. Обсяги викидів в атмосферу парникових газів в складі вуглекислого газу, водяної пари, озону, метану, оксиду азоту, гексафториду сірки та інших, дорівнюють 1000 г/кВт·год. Україна підписала і ратифікувала у 1998 році Договір до Енергетичної хартії з питань енергетичної ефективності та відповідних екологічних аспектів, підписані також Хельсінський і Софійський протоколи щодо викидів оксидів сірки і азоту, Кіотський протокол 1998 року щодо викидів парникових газів. В 2004 році був ратифікований протокол до Рамкової конвенції Організації Об'єднаних Націй про зміну клімату.

Гідроелектростанції та гідроакмулювальні електростанції (ГАЕС) є найбільш мобільною групою генерувальних потужностей для забезпечення стійкості функціонування та регулювання частоти й потужності Об'єднаної електроенергетичної системи України. В умовах дефіциту регульовальних потужностей ГЕС та ГАЕС використання потужностей теплових електростанцій для покриття пікового навантаження супроводжується застосуванням неекономічних та неефективних режимів роботи з завищеними витратами палива та викидами в атмосферу. За умови спору-

дження додаткових потужностей ГЕС та ГАЕС на вже побудованих і введених в експлуатацію водосховищах досягається мінімальний рівень впливу на довкілля з одночасним зменшенням в електросистемі маневрових теплових електростанцій та обсягів їхніх викидів.

Збільшення потужності ГЕС та ГАЕС у складі електроенергетичної системи надає перспективу використання енергії вітро- та фотоелектричних станцій (ВЕС та ФЕС) в промислових обсягах. Рішенням Ради Міністрів Енергетичного Співтовариства D/2012/04/МС-ЕпС [8] визначено, що в Україні обсяг використання енергії відновлюваних джерел (ВДЕ) в загальній структурі енергопостачання країни повинен складати 11% на кінець 2020 року. Національний план дій України з відновлюваної енергетики на період до 2020 року (затверджено Розпорядженням КМ України від 1 жовтня 2014 №902-р) передбачає в період 2014–2020 років збільшення потужності вітроенергетики з 497 МВт до 2280 МВт, а сонячної енергетики – з 819 МВт до 2300 МВт [9]. Інтегрування зазначених обсягів відновлюваної енергетики в діючі електроенергетичні системи потребує вирішення складних технологічних і організаційних завдань, зумовлених такими факторами:

- графік виробництва енергії ВЕС та ФЕС має імовірнісний характер і не збігається з графіком споживання енергії в електроенергетичній системі;
- процес виробництва енергії ВЕС та ФЕС характеризується нестабільністю параметрів електроенергії, зумовленою пульсаціями швидкості вітру та зміною інтенсивності сонячного випромінювання.

Найбільш ефективним регулятором для реалізації інтегрування ВЕС та ФЕС до складу електросистеми слугують ГЕС, проте їх потенціал в Україні практично вичерпано. Будівництво нових регуляторів для відновлюваної енергетики на органічному паливі є проблематичним (неприйнятним) у зв'язку з відсутністю вітчизняних паливних ресурсів в достатніх обсягах. Альтернативний підхід до вирішення проблеми інтеграції в електроенергетичну систему непередбачуваного надходження енергії відновлюваних джерел

полягає в її накопиченні з подальшим використанням за заданим графіком для сталого функціонування електроенергетичної системи. Міжнародне енергетичне агентство в своїй Дорожній карті з акумулювання енергії (ІЕА, 2014) [10] надає перевагу використанню ГАЕС як єдино можливого комерційного проекту за потреби акумулювання електроенергії в значних промислових обсягах з урахуванням вартості та ризиків технології.

Перспектива масштабної інтеграції ВЕС та ФЕС до складу електроенергетичної системи України полягає в застосуванні ГАЕС. Взаємоповнення випадкового переривчастого виробництва електроенергії станціями ВДЕ і можливості ГАЕС функціонувати в режимах навантаження-генерація дозволяє отримати необхідний графік потужності енергосистеми при зміні потенціалу енергії відновлюваних джерел та навантаження системи без використання викопного органічного палива. Проекти ГАЕС повинні відповідати вимогам чинної нормативно-технічної та правової бази України в енергетичній, будівельній, природоохоронній та соціальній сферах.

**Негативні впливи гідроенергетики на навколишнє середовище.** Водосховища ГЕС впливають на природний режим річок, оскільки змінюють їхній гідрологічний і температурний режим, затоплюють значні території, викликають зсувні процеси берегів. Будівництво гребель і водосховищ перешкоджають міграції риб, погіршується якість води внаслідок зменшення протоочності, дефіциту кисню, збільшення азоту і фосфору, появи синьо-зелених водоростей. Створення потужних гідроенергетичних об'єктів з великими водосховищами є серйозним втручанням у функціонування природних екосистем.

В той же час, водосховища малих гідроелектростанцій забезпечують регулювання природного стоку річки з метою найбільш повного використання водних ресурсів і діють на прилеглі території в межах зони впливу вже існуючих природних процесів паводкового затоплення, тому не вносять істотних змін у довкілля. Розміри їхнього впливу не перевищують, у більшості випадків, площ самих водосховищ [5]. Незважаючи на значно меншу шкоду від водосховищ малих ГЕС,

у порівнянні з великими об'єктами, питання охорони довкілля залишаються вкрай важливими. Вони повинні визначати екологічні обмеження на використання стоку річки з огляду на ключові проблеми, викликані експлуатацією малих ГЕС: зміна природного режиму річки в зоні водосховища і в нижньому б'єфі, умов здійснення процесів природного самоочищення і формування якості води, перекриття шляхів міграції риб, вплив на рослинний та тваринний світ і т.д. [4].

Сучасний етап розвитку гідроенергетики потребує реалізації організаційних та технологічних заходів з мінімізації екологічних ризиків.

**Екологічні аспекти Програми розвитку гідроенергетики України на період до 2026 року.** Реалізація завдань програми буде характеризуватися наявністю позитивних та негативних наслідків стосовно впливу на довкілля. В Програмі зазначені обсяги виробництва електроенергії без забруднення повітряного простору викидами, зроблена оцінка збільшення маневреності електроенергетичної системи України за введення в дію ГЕС та ГАЕС, проте відсутня інформація про екологічні наслідки її реалізації. Розглянемо екологічні аспекти реалізації основних завдань Програми, спрямованої на проведення таких видів планованої діяльності:

- реконструкція та технічне переоснащення 76 гідроагрегатів діючих ГЕС Дніпровського та Дністровського каскадів ПрАТ «Укргідроенерго», які будуть здійснюватися без додаткового впливу на довкілля;
- будівництво Дністровської ГАЕС до потужності 2268 МВт у генераторному режимі за вже виконаних робіт на верхньому та нижньому водосховищах, водоприймачі, водовипуску, нижньому майданчику (передбачено проведення екологічної експертизи проекту);
- будівництво Ташлицької ГАЕС до потужності 906 МВт у турбінному режимі з одночасним підняттям рівня нижнього водосховища на річці Південний Буг на 4 метра (передбачено проведення екологічної експертизи проекту);
- реконструкція гідротехнічного вузла Новокаховської ГЕС шляхом спорудження додаткової будівлі ГЕС-2 потужністю 250 МВт в

створі греблі (передбачено проведення екологічної експертизи проекту);

- будівництво Канівської ГАЕС потужністю 1000 МВт (передбачено проведення екологічної експертизи проекту);
- будівництво каскаду верхньодністровських гідроелектростанцій в кількості 6 станцій загальною потужністю 390 МВт (передбачено проведення екологічної експертизи проекту).

Зазначимо, що будова Дністровської та Ташлицької ГАЕС і будівництво Каховської ГЕС-2 та Канівської ГАЕС будуть здійснюватися вже за існуючих водосховищ, гідротехнічних споруд і розвинутої інфраструктури прилеглих територій. Тому існує велика ймовірність застосування апробованих в аналогічних випадках способів зменшення негативного впливу цих об'єктів і отримання позитивного висновку з оцінки впливу на довкілля. В ньому можуть бути визначені вимоги до роботи майбутнього об'єкта, зокрема, встановлені умови використання території та водних ресурсів, вимоги щодо охорони довкілля та заходи запобігання надзвичайним ситуаціям. Додатково на суб'єкт господарювання може бути покладений обов'язок здійснювати компенсаційні заходи, проводити додаткову оцінку впливу на навколишнє середовище, організувати післяпроектний моніторинг з метою виявлення будь-яких розбіжностей і відхилень у прогнозованих рівнях впливу. Окремо доцільно наголосити на необхідності проведення аналізу розповсюдження радіоактивних донних відкладень у річці Дніпро для Канівської ГАЕС. Дослідження процесів переносу відкладень у різних режимах роботи станції повинні бути виконані до проведення оцінки впливу на довкілля цього проекту.

Будівництво нових ГЕС у верхній течії Дністра зачіпає інтереси не лише України, але й Молдови, так як Дністер є транскордонною річкою. Тому відповідно до ст. 14 закону про ОВД [6] цей розділ Програми повинен відповідати положенням Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті [12] і не суперечити принципам Протоколу про стратегічну екологічну оцінку [13]. Проте, перш ніж розглядати транскордонні аспекти, зазначимо, що

проект на сьогодні не відповідає положенням чинної законодавчої бази України в природоохоронній сфері.

В Програмі відсутня інформація стосовно обсягів розвитку малої гідроенергетики.

**Екологічні аспекти розвитку малої гідроенергетики.** За останнє десятиліття в Україні суттєво змінилась нормативно-правова база малої гідроенергетики та соціально-екологічні вимоги стосовно впливу на навколишнє середовище [14, 15]. Зокрема, потужність малих ГЕС обмежено величиною 10 МВт (до 2009 року – 30 МВт), запроваджено «зелений» тариф на вироблену електроенергію [16], змінено нормативно-правову базу природоохоронної сфери, визначено межі нових національних парків та біосферних заповідників, ратифіковано міжнародні угоди екологічного спрямування. Технічний потенціал гідроенергетичних ресурсів малих річок України оцінюється за результатами досліджень, виконаних в Інституті відновлюваної енергетики (м. Київ), на рівні 375 МВт встановленої потужності з річним обсягом виробництвом електроенергії близько 1270 млн. кВт·годин на рік [17]. Кількісні результати отримані з урахуванням природоохоронних обмежень згідно з чинною нормативно-правовою базою України та міжнародними угодами стосовно використання територій для будівництва малих ГЕС та використання води стоку річки для виробництва електроенергії [18, 19].

Соціально-екологічні вимоги стосовно будівництва малих ГЕС докладно наведені у багатьох вітчизняних законах і програмах з охорони, збереження та розумного використання природних ресурсів, а також в міжнародних договорах, конвенціях і протоколах до них. До основних нормативних документів можна віднести закони України про охорону навколишнього середовища, про Червону книгу, про природно-заповідний фонд України, водний та земельний кодекси, Бернську Конвенцію про охорону дикої флори та фауни і природних середовищ існування в Європі [20], Рамкову конвенцію про охорону та сталий розвиток Карпат [21], Європейську ландшафтну конвенцію, директиви ЄС про збереження природного середовища. Також слід враховувати природоохоронні положення міжнародного документа

«Керівні принципи розвитку гідроенергетики» [22], затвердженого 18–19 червня 2013 року в м. Сараєво (Боснія і Герцеговина) на зустрічі Міжнародної комісії із захисту річки Дунай. Ці принципи ґрунтуються на критеріях екологічної цінності території. Керуючись цим документом, громадські та екологічні організації України розробили «Критерії і принципи вибору місць для будівництва малих ГЕС на гірських річках Карпат» [23], які пройшли апробацію на громадських слуханнях і обговореннях.

Природоохоронні обмеження на використання гідроенергетичного ресурсу річки під час будівництва малих ГЕС можуть бути зведені до двох типів, а саме [15, 19]:

- обмеження на використання територій для будівництва малих ГЕС (національні природні парки, заповідники, пам'ятки природи, місця покладів корисних копалин і мінеральних вод, історико-культурні території, земельні ділянки спеціального призначення, значні площі затоплення);
- обмеження на використання води для виробництва електроенергії малою ГЕС (санітарний попуск, безперервне функціонування рибоходів, межень, повені та паводки, оперативні заходи з регулювання водного потоку через гідроспоруди, регулювання потужності ГЕС по водотоку).

На сьогодні Національна система природоохоронних територій України складається з понад 8 тисяч захищених територій загальною площею 3,3 млн. га (6,05% національної території). Це зокрема 19 природних та 4 біосферних заповідника, 40 національних парків, 45 регіональних ландшафтних парків, 3078 пам'яток природи, 2729 заказників, 616 ботанічних, зоологічних садів, дендропарків та парків-пам'яток садово-паркового мистецтва, 793 заповідних урочища [24].

Кожна річка також повинна аналізуватися на відповідність вимогам екологічно-правової бази стосовно будівництва малої ГЕС. Наприклад, річка Лімниця, яка протікає територією Івано-Франківської області і є правою притокою Дністра, характеризується унікальною чистотою води, де у великих кількостях водиться форель та інші

види риб, занесені до Червоної книги. На деяких річках виключенню підлягають лише окремі ділянки. Наприклад, на річці Стрий біля смт. Верхнє Синьовидне під час інженерних вишукувань були знайдені поклади мінеральної води, що унеможливує використання цієї території для спорудження водосховища та станції.

Забезпечення реалізації державної політики в галузі використання та охорони земель при будівництві малих ГЕС входить до повноважень обласних адміністрацій.

Сформулюємо основні експлуатаційні вимоги до малих ГЕС у відповідності до обмежень на використання води для виробництва електроенергії:

- проект малої ГЕС повинен передбачати безперешкодну міграцію риб;
- гідротехнічна система малої ГЕС не повинна викликати будь-які довгострокові деградації біорізноманіття або спричиняти серйозної шкоди річковим біокомплексам;

- мала ГЕС повинна функціонувати із забезпеченням такого експлуатаційного режиму роботи, що максимально близько відповідає умовам природного стоку річки.

У міжнародній практиці спорудження малих ГЕС вдало себе зарекомендували рибоходи типу природний обвідний канал та вертикальний канал з басейнами. Природний обвідний канал імітує річку, яка обходить дамбу (рис. 1). Цей тип каналу створює вільний розподіл місць для проживання та розмноження риб. Такі обвідні канали можуть підтримувати екологічний стан річок у разі будівництва каскаду ГЕС. Вертикальний канал з басейнами представляє собою рибохід окремої ГЕС із послідовним розташуванням басейнів з отворами (рис. 2), який дозволяє зменшити кінетичну й потенційну енергію в межах кожного басейну [25]. Рибохід може виконуватися з бетону, каміння або інших матеріалів.



Рис. 1. Рибохід типу природний обвідний канал.

Fig. 1. Nature-like bypass fishway.



Рис. 2. Рибохід типу вертикальний канал з басейнами.

Fig. 2. Vertical slot fishway.

З технологічної точки зору виконання двох останніх вищенаведених експлуатаційних вимог можливо за режиму регулювання потужності малої ГЕС по водотоку. Цей режим роботи станції надає можливість практично не спотворювати природний гідрологічний режим та біологічний стан русла річки нижче створу станції. Експлуатаційний режим ГЕС, яка працює по водотоку, та її потужність повністю визначаються надходженням води до створу станції. Під час спорудження малих ГЕС на основі гідроагрегатів з постійною швидкістю обертання, вищезгаданий режим експлуатації станції може бути реалізований за традиційного компонування малої ГЕС декількома агрегатами. Принцип регулювання потужності малої ГЕС по водотоку річки реалізується шляхом пуску (зупинки) окремих гідроагрегатів у складі станції відповідно до наявної в певний момент часу витрати води стоку. Діаграма використання во-

ди стоку річки для виробництва електроенергії станцією з трьома гідроагрегатами, за зазначених вище природоохоронних обмежень, наведена на рис. 3. В діапазоні (90–100)% річної ймовірнісної забезпеченості витрат води, який враховує санітарний попуск і витрати в межень та безперервне функціонування рибоходів, станція не виробляє електроенергію. В діапазоні (0–10)% річної ймовірнісної забезпеченості витрат води, який враховує періоди наявності повеней і паводків з підтопленням нижнього б'єфу та оперативні заходи з регулювання водного потоку через гідроспоруди, гідроагрегати станції також не працюють. Процес генерування електроенергії відбувається в діапазоні (10–90)% забезпеченості витрат води шляхом регулювання потужності малої ГЕС за величиною стоку. Визначення проектних параметрів малих ГЕС за обмежень на використання стоку води річки розглянуто в [19].



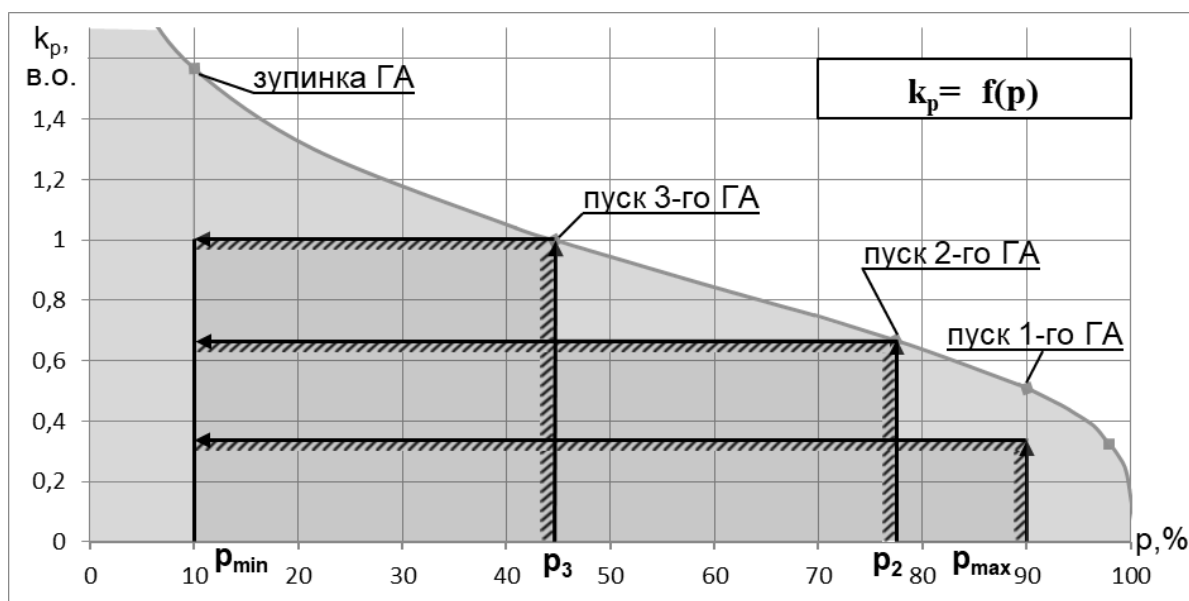


Рис. 3. Діаграма використання стоку води річки малою ГЕС в складі трьох гідроагрегатів:  $p$  – імовірна забезпеченість витрат води стоку річки;  $k_p$  – коефіцієнт витрат стоку відносно середньорічного значення.

Fig. 3. Use of river runoff by small hydroelectric power station consisting of three hydro units:  $p$  – probabilistic water availability;  $k_p$  – water discharge coefficient in relation to average annual value.

**Висновки.** 1. В Україні розроблено нормативно-правові акти та громадсько-політичні заходи міжнародного, державного та регіонального рівня, які спрямовані на захист природного навколишнього середовища від забруднення, посиленої експлуатації й іншого шкідливого впливу в результаті життєдіяльності людей. Вони стосуються, зокрема, і створення об'єктів гідроенергетики.

2. Згідно з програмою розвитку гідроенергетики країни, добудова Дністровської та Ташлицької ГАЕС і будівництво Каховської ГЕС-2 та Канівської ГАЕС будуть здійснюватися вже за існуючих водосховищ, гідротехнічних споруд і розвиненої інфраструктури прилеглих територій. Тому існує велика імовірність застосування апробованих в аналогічних випадках способів зменшення негативного впливу цих об'єктів і отримання позитивного висновку з оцінки впливу на довкілля. В ньому можуть бути визначені вимоги до роботи майбутнього об'єкта, зокрема, встановлені умови використання території та водних ресурсів, вимоги щодо охорони довкілля та заходи запобігання надзвичайним ситуаціям. Додатково на суб'єкт господарювання може бути покладений обов'язок здійснювати компенсаційні заходи, проводити додаткову оцінку впливу на навколишнє середовище, організувати післяпро-

ектний моніторинг з метою виявлення будь-яких розбіжностей і відхилень у прогнозованих рівнях впливу.

3. Будівництво нових ГЕС у верхній течії Дністра зачіпає інтереси не лише України, але й Молдови, так як Дністер є транскордонною річкою. Тому, відповідно до чинного закону про оцінку впливу на довкілля, проект спорудження каскаду із шести ГЕС на Дністрі повинен відповідати положенням Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті і не суперечити принципам Протоколу про стратегічну екологічну оцінку.

4. Подальше будівництво малих ГЕС з мінімальним впливом на довкілля потребує унормування кількісних значень екологічних критеріїв та технічних обмежень на використання стоку води річки для виробництва електроенергії (санітарний попуск, безперервне функціонування рибоходів, регулювання потужності ГЕС по водотоку).

5. Доцільно запровадити механізм призупинення права на продаж електроенергії малих ГЕС за «зеленим» тарифом суб'єктам господарювання, діяльність яких порушує норми природоохоронного законодавства України, до усунення відповідних порушень, повної сплати штрафних санкцій, а також відшкодування спричиненої шкоди довкіллю.

1. Доклад Всемирной встречи на высшем уровне по устойчивому развитию, Йоханнесбург, Южная Африка, 26 августа–4 сентября 2002 года [Электронный ресурс] // Организация Объединенных Наций, 2002. – Режим доступа: <http://www.preventionweb.net/files/resolutions/N0263695.pdf> (дата звернення: 24.04.2018).
2. Europe 2020. A European strategy for smart, sustainable and inclusive growth [Электронный ресурс] // European Commission, Brussels, 3.3.2010, COM (2010) 2020. – Режим доступа: <http://ec.europa.eu/eu2020/pdf/COMPLETE%20EN%20BARROSO%20%2020007%20-%20Europe%202020%20-%20EN%20version.pdf> (дата звернення: 24.04.2018).
3. Гидроэнергетика: Учебник для вузов / А.Ю. Александровский, М.И. Кнеллер, Д.Н. Коробова и др.; Под ред. В.И. Обрезкова. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 512 с.: ил.
4. Гидроэнергетика и окружающая среда / Под общ. ред. Ю. Ландау, Л. Сиренко: Монография. – К.: Либра, 2004. – 484 с.
5. Розпорядження КМ України № 552-р від 13.07.2016 «Програма розвитку гідроенергетики на період до 2026 року» [Электронный ресурс] // Верховна Рада України, 2016. – Режим доступа: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/552-2016-%D1%80/page> (дата звернення: 24.04.2018).
6. Закон України № 2059-VIII від 23.05.2017 «Про оцінку впливу на довкілля» [Электронный ресурс] // Верховна Рада України, 2017. – Режим доступа: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2059-19> (дата звернення: 24.04.2018).
7. Резолюция Генеральной Ассамблеи ООН 42/184 от 11 декабря 1987 року A/RES/42/184 Международное сотрудничество в области окружающей среды [Электронный ресурс] // Генеральная Ассамблея ООН, 1987.– Режим доступа: <http://www.un.org/ru/documents/ods.asp?m=A/RES/42/184> (дата звернення: 24.04.2018).
8. D/2012/04/MC-EnC: Decision on the implementation of Directive 2009/28/EC and amending Article 20 of the Energy Community Treaty [Электронный ресурс] // Energy Community, 2012. – Режим доступа: [https://www.energy-community.org/dam/jcr:f2d4b3b8-de85-41b2-aa28-142854b65903/Decision\\_2012\\_04\\_MC\\_RE.pdf](https://www.energy-community.org/dam/jcr:f2d4b3b8-de85-41b2-aa28-142854b65903/Decision_2012_04_MC_RE.pdf) (дата звернення: 24.04.2018).
9. Розпорядження КМ України № 902-р від 1.10.2014 «Національний план дій з відновлюваної енергетики на період до 2020 року» [Электронный ресурс] // Верховна Рада України, 2014. – Режим доступа: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80> (дата звернення: 24.04.2018).
10. Technology Roadmap. Energy storage [Электронный ресурс] // International Energy Agency, 2014.– Режим доступа: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TechnologyRoadmapEnergyStorage.pdf> (дата звернення: 24.04.2018).
11. Гидроэлектростанции малой мощности: Учеб. пособие / Под ред. В.В. Елистратова. – СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2005. – 432 с.
12. Закон України №534-XIV від 19.03.1999 «Про ратифікацію Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті» [Электронный ресурс] // Верховна Рада України, 1999. – Режим доступа: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/534-14> (дата звернення: 24.04.2018).
13. Закон України №562-VIII від 01.07.2015 «Про ратифікацію Протоколу про стратегічну екологічну оцінку до Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище у транскордонному контексті» [Электронный ресурс] // Верховна Рада України, 2015. – Режим доступа: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/562-19/paran2#n2> (дата звернення: 24.04.2018).
14. Васько П.Ф. Сучасний стан, потенційні можливості та передумови подальшого розвитку малої гідроенергетики в Україні // Відновлювана енергетика. – 2006. – №1. – С. 60–65.
15. Васько П.Ф., Мороз А.В. Законодательные стимулы и природоохранные ограничения использования гидроэнергетических ресурсов малых рек Украины // Альтернативная энергетика и экология (ISJAEE). – 2014. – №15. – С. 82–92. – ISSN 1608-8298.
16. Закон України № 575/97-ВР від 16.10.1997 «Про електроенергетику» [Электронный ресурс] // Верховна Рада України, 1998. – Режим доступа: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/575/97-%D0%B2%D1%80> (дата звернення: 24.04.2018).
17. Бриль А.О., Васько П.Ф., Мороз А.В. Оцінка технічного потенціалу гідроенергетичних ресурсів малих річок України // Матеріали XVIII міжнар. наук.-практ. конф. «Відновлювана енергетика та енергоефективність у XXI столітті», 27–29 вересня 2017 р., Київ, 2017.– С. 551–553.
18. Васько П.Ф., Бриль А.О., Мороз А.В., Озорин Д.Ф. Расчёт теоретического значения гидроэнергетического потенциала малых рек с учётом обеспеченности стока воды // Альтернативная энергетика и экология (ISJAEE). – 2012. – №7. – С. 126–132. – ISSN 1608-8298.
19. Васько П.Ф., Ибрагимова М.Р. Энергетическая эффективность малой гидроэлектростанции при экологических ограничениях на использование стока воды реки для производства электроэнергии // Альтернативная энергетика и экология (ISJAEE). – 2017 – №04–06 (216–218). – С. 103–115. – ISSN 1608-8298.
20. Міжнародний документ від 19.09.1979 (приєднання від 29.10.1996 на підставі ЗУ № 436/96-ВР) «Конвенція про охорону дикої флори та фауни і природних середовищ існування в Європі» [Электронный ресурс] // Верховна Рада України, 1996. – Режим доступа: [http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/995\\_032](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/995_032) (дата звернення: 24.04.2018).
21. Закон України №1572-IV від 07.04.2004 «Про ратифікацію Рамкової конвенції про охорону та сталий розви-

ток Карпат»[Електронний ресурс] // Верховна Рада України, 2004. – Режим доступу:  
<http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1672-15> (дата звернення: 24.04.2018)

22. Guiding Principles. Sustainable Hydropower Development in the Danube Basin [Електроннийресурс] // International Commission for the Protection of the Danube River, 2013. – Режим доступу:  
<http://www.icpdr.org/main/activities-projects/hydropower> (дата звернення: 24.04.2018).

23. Критерії й Принципи вибору місць для будівництва МГЕС на гірських річках Карпат [Електронний ресурс] // Асамблея громадських рад Закарпаття, 2013. – Режим доступу: <http://zakgromrada.org.ua/arhiv/materials/170713.pdf> (дата звернення: 24.04.2018).

24. Території та об'єкти ПЗФ України [Електронний ресурс] // Природно-заповідний фонд України, 2018. – Режим доступу: <http://pzf.menr.gov.ua/pzf-ukraini/teritorii-ta-ob-ekti-pzf-ukraini.html> (дата звернення: 24.04.2018).

25. Поп С.С., Ганзел А.В., Шароді І.С., Шароді Ю.В. Гідроенергетика Закарпаття. Стан та перспективи розвитку // Український географічний журнал. – 2015. – №4. – С. 65–71.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ РАЗВИТИЯ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ УКРАИНЫ

**П.Ф. Васько**, доктор технических наук, **А.В. Мороз**, кандидат технических наук, **А.А. Брыль**, **М.Р., Ибрагимова**.  
 Институт возобновляемой энергетики НАН Украины  
 02094 г. Киев, ул. Гната Хоткевича, 20А.

*Проведён анализ экологических аспектов развития большой и малой гидроэнергетики в свете положений действующей нормативно-правовой базы в природоохранной сфере. Библ. 25, рис. 3.*

**Ключевые слова:** гидроэнергетика, окружающая среда, экология, норматив, ограничения.

## REFERENCES

1. Report of the World Summit on Sustainable Development. (2002). [online] New York: United Nations. Available at: <http://www.preventionweb.net/files/resolutions/N0263695.pdf> [Accessed 24 Apr. 2018] (in Rus.).

2. Europe 2020. A European strategy for smart, sustainable and inclusive growth. (2010). [online] Brussels: European Commission. Available at: <http://ec.europa.eu/eu2020/pdf/COMPLET%20EN%20BARROSO%20%2020007%20-%20Europe%202020%20-%20EN%20version.pdf> [Accessed 24 Apr. 2018] (in Eng.).

3. Obrezkov V.I. (Ed.). (1988). Гидроэнергетика [Hydropower]. Moscow, Russia: Energoatomizdat (in Rus.).

4. Landau Yu., Sirenko L. (Ed.). (2004). Гидроэнергетика I okruzhayushchaya sreda [Hydropower and the environment]. Kyiv, Ukraine: Libra (in Rus.).

5. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 552-p 'On Approval of the Program of hydropower development for the period until 2026'. (2016). Available at: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/552-2016-%D1%80/page> [Accessed 24 Apr. 2018] (in Ukr.).

6. Law of Ukraine No.2059-VIII 'On Environmental Impact Assessment'. (2017). Available at: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/2059-19> [Accessed 24 Apr. 2018] (in Ukr.).

7. United Nations General Assembly Resolution 42/184. International co-operation in the field of the environment. (1987). Available at: <http://www.un.org/ru/documents/ods.asp?m=A/RES/42/184> [Accessed 24 Apr. 2018] (in Rus.).

8. D/2012/04/MC-EnC: Decision on the implementation of Directive 2009/28/EC and amending Article 20 of the Energy Community Treaty. (2012). [online] Energy Community. Available at: [https://www.energy-community.org/dam/jcr:f2d4b3b8-de85-41b2-aa28-142854b65903/Decision\\_2012\\_04\\_MC\\_RE.pdf](https://www.energy-community.org/dam/jcr:f2d4b3b8-de85-41b2-aa28-142854b65903/Decision_2012_04_MC_RE.pdf) [Accessed 24 Apr. 2018] (in Eng.).

9. Resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine No. 902-p 'On National Action Plan for Renewable Energy for the period until 2020'. (2014). Available at: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80> [Accessed 24 Apr. 2018]. (in Ukr.).

10. Technology Roadmap. Energy storage. (2014). [online] Paris: International Energy Agency. Available at: <https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/TechnologyRoadmapEnergyStorage.pdf> [Accessed 24 Apr. 2018] (in Eng.).

11. Yelistratov V.V. (Ed.). (2005). Gidroelektrostantsii maloy moshchnosti [Small-scale hydropower plants]. Saint Petersburg, Russia: Izdatelstvo politekhnicheskogo universiteta [Publishing house of the Polytechnic University] (in Rus.).

12. Law of Ukraine No. 534-XIV 'On Ratification of Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context'. (1999). Available at: <http://zakon3.rada.gov.ua/laws/show/534-14> [Accessed 24 Apr. 2018] (in Ukr.).

13. Law of Ukraine No. 562-VIII 'On Ratification of the Protocol on Strategic Environmental Assessment to the Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context'. (2015). Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/562-19/paran2#n2> [Accessed 24 Apr. 2018] (in Ukr.).

14. Vasko, P.F. (2006). Suchasnyi stan, potentsiini mozhlyvosti ta peredumovy podalshoho rozvytku maloi hidroenerhetyky v Ukraini [Current state, potential opportunities and prerequisites for the further development of small hydropower in Ukraine]. Vidnovluvana energetika [Renewable Energy], No.1, pp. 60–65 (in Ukr.).

15. Vasko P.F., Moroz A.V. (2014). Zakonodatelnye stimuly i prirodookhrannyye ogranicheniya ispolzovaniya gidroenergeticheskikh resursov malykh rek Ukrainy [Legislative Incentives and Environmental Restrictions on the Use of

Hydropower Resources of Small Rivers of Ukraine]. *Alternativnaya energetika i ekologiya* [Alternative Energy and Ecology], No.15, pp. 82–92 (in Rus.).

16. Law of Ukraine No.575/97-ВР ‘On Electricity’. (1998). Available at: <http://zakon.rada.gov.ua/laws/show/575/97-%D0%B2%D1%80> [Accessed 24 Apr. 2018] (in Ukr.).

17. Bryl A.O., Vasko P.F., Moroz A.V. (2017). Otsinka tekhnichnoho potentsialu hidroenerhetychnykh resursiv malykh richok Ukrainy [Estimation of technical potential of hydropower resources of small rivers of Ukraine]. Proceedings of the XVIII International Scientific-Practical Conference ‘Renewable Energy and Energy Efficiency in the 21st Century’, pp. 551–553 (in Ukr.).

18. Vasko P.F., Bryl A.O., Moroz A.V., Ozorin D.F. (2012). Raschet teoreticheskogo znacheniya gidroenergeticheskogo potentsiala malykh rek s uchetom obespechennosti stoka vody [Calculation of the theoretical value of the hydropower potential of small rivers, taking into account the availability of water flow]. *Alternativnaya energetika i ekologiya* [Alternative energy and ecology], No. 7, pp. 126–132 (in Rus.).

19. Vasko P.F., Ibragimova M.R. (2017). Energeticheskaya effektivnost maloy gidroelektrostantsii pri ekologicheskikh ogranicheniyakh na ispolzovanie stoka vody reki dlya proizvodstva elektroenergii [Energy efficiency of small hydropower plant through environmental restrictions on water use for power generation]. *Alternativnaya energetika i ekologiya* [Alternative energy and ecology], No. 04–06, pp. 103–115 (in Rus.).

20. International Document ‘Convention on the Conservation of European Wildlife and Natural Habitats’. (1979). Available at: [http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/995\\_032](http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/995_032) [Accessed 24 Apr. 2018] (in Ukr.).

21. Law of Ukraine No Framework Convention on the Protection and Sustainable Development of the Carpathians’. (2004). Available at: <http://zakon2.rada.gov.ua/laws/show/1672-15> [Accessed 24 Apr. 2018] (in Ukr.).

22. Guiding Principles. Sustainable Hydropower Development in the Danube Basin. (2013). [online] Vienna: International Commission for the Protection of the Danube River. Available at: <http://www.icpdr.org/main/activities-projects/hydropower> [Accessed 24 Apr. 2018] (in Eng.).

23. Criteria and Principles of selecting sites for construction of small hydropower plants on the Carpathian Mountain Rivers. (2013). Available at: <http://zakgromrada.org.ua/arhiv/materials/170713.pdf> [Accessed 24 Apr. 2018]. (in Ukr.).

24. Territories and objects of nature reserve fund of Ukraine. (2018). Available at: <http://pzf.menr.gov.ua/пзф-україни/території-та-об'єкти-пзф-україни.html> [Accessed 24 Apr. 2018] (in Ukr.).

25. Pop S.S., Hanzel A.V., Sharodi I.S., Sharodi Yu.V. (2015). Hidroenerhetyka Zakarpattia. Stan ta perspektyvy rozvytku [Hydropower of Transcarpathia. Status and development prospects]. *Ukrainskyi heohrafichnyi zhurnal* [Ukrainian Geographic Journal], No.4, pp. 65–71. (in Ukr.).

## SYNOPSIS

Nowadays, particular attention is paid to energy conservation, environmental friendliness and reliability of energy. The use of renewable energy sources, including both large and small hydropower, is a priority area in long-term energy development policy of the leading countries of the world.

The current state and prospects for hydropower development in Ukraine for the next decade are highlighted in the «Program of hydropower development for the period until 2026» (the Program), approved by the resolution of the Cabinet of Ministers of Ukraine on July 13, 2016.

The article considers the environmental aspects of the Program in the light of current law on Environmental Impact Assessment and UN Resolution A/RES/42/184 on International co-operation in the field of the environment. According to the documents, the environmental impact assessment is based on the analysis of the positive and negative impacts of the proposed project, plan or activity.

Hydropower is time-tested reliable technology for generating electricity without using fossil and nuclear fuel. It is characterized as guaranteed renewable energy technology as well as technology of significant service life and high operation reliability, predictability and security of operating modes, high mobility and availability. In addition, the International Energy Agency in its 2014 Energy Storage Roadmap advocates pumped-storage hydropower as the only possible commercial project for the purpose of accumulating electricity (stochastically generated by wind and solar power plants) on an industrial scale.

Yet against the background of obvious advantages, HPP reservoirs significantly affect the natural regime of rivers, as they change their hydrological and temperature regime, flood large areas, cause landslide processes on river banks. Construction of dams and reservoirs impedes fish migration, deteriorates water quality due to reduced flow, oxygen deficit, rise of blue-green algae etc. Hydropower facilities with large reservoirs are a serious intervention in the functioning of natural ecosystems. Therefore, implementation of the main tasks of the Program calls for environmental impact assessment of each hydropower project. The Program includes the reconstruction and technical upgrading of 76 existing hydro units of Dnieper and Dniester cascades that will be implemented without additional environmental impact.

The Program does not provide information on small hydropower development. Based on research carried out by the Institute for Renewable Energy, technical potential of small rivers of Ukraine is estimated at 375 MW with an annual electricity production of 1.27 TWh per year. These results take into account environmental constraints of current legislative framework of Ukraine and international agreements. Environmental restrictions on the use of water resource consider the key problems caused by the operation of small hydropower plants: change of the natural regime of the river in upstream and downstream areas, change in self-purification processes and water quality, blocking fish migration routes, impact on the flora and fauna, etc.

The current stage of hydropower development requires the implementation of a number of organizational and technological measures to minimize environmental risks.

#### РЕФЕРАТ

Сьогодні особлива увага приділяється питанням енергозбереження, екологічності та надійності енергетики. У довгостроковій політиці розвитку енергетичної галузі провідних країн світу пріоритетним напрямком є використання поновлюваних джерел енергії, до яких належить як велика, так і мала гідроенергетика.

Сучасний стан та перспективи розвитку гідроенергетики в Україні на наступне десятиліття висвітлені в «Програмі розвитку гідроенергетики на період до 2026 року», схвалений Розпорядженням КМ України від 13 липня 2016 року.

В статті розглянуті екологічні аспекти Програми розвитку гідроенергетики в світлі положень чинного закону про ОВД та положень Резолюції Генеральної асамблеї ООН 42/184 від 11 грудня 1987 року UN A/RES/42/184 [19], де оцінка впливу на навколишнє середовище полягає в проведенні аналізу позитивних та негативних впливів запропонованого проекту, плану чи діяльності.

Гідроенергетика належить до перевіреної часом надійної технології виробництва електроенергії без використання викопного органічного та ядерного палива. Вона характеризується досить гарантованим відновлюваним енергоресурсом, значним терміном служби та високою надійністю експлуатації, передбачуваністю та забезпеченістю режимів роботи, високою маневреністю і коефіцієнтом готовності.

Крім того, Міжнародне енергетичне агентство в своїй Дорожній карті з акумулювання енергії (2014) надає перевагу використанню ГАЕС як єдиному можливому комерційному проекту за потреби акумулювання електроенергії, частково генерованої об'єктами вітро- та фотоелектроенер-

гетики, в значних промислових обсягах.

На фоні очевидних переваг, водосховища ГЕС значно впливають на природний режим річок, оскільки змінюють їхній гідрологічний і температурний режим, затоплюють значні території, викликають зсувні процеси берегів. Будівництво гребель і водосховищ перешкоджають міграції риб, погіршується якість води внаслідок зменшення проточності, дефіциту кисню, появи синьо-зелених водоростей. Створення гідроенергетичних об'єктів з великими водосховищами є серйозним втручанням у функціонування природних екосистем. Тому реалізація основних завдань Програми розвитку гідроенергетики України передбачає проведення екологічної експертизи кожного окремого проекту. Програма передбачає реконструкцію та технічне переоснащення 76 гідроагрегатів діючих ГЕС Дніпровського та Дністровського каскадів ПрАТ «Укргідроенерго», що буде здійснюватися без додаткового впливу на довкілля.

В Програмі відсутня інформація стосовно обсягів розвитку малої гідроенергетики. Технічний потенціал гідроенергетичних ресурсів малих річок України оцінюється за результатами досліджень, виконаних в Інституті відновлюваної енергетики (м. Київ), на рівні 375 МВт встановленої потужності з річним обсягом виробництвом електроенергії близько 1270 млн. кВт-годин на рік. Результати отримані з урахуванням природоохоронних обмежень згідно з чинною нормативно-правовою базою України та міжнародними угодами. Екологічні обмеження на використання стоку річки враховують ключові проблеми, викликані експлуатацією малих ГЕС: зміна природного режиму річки в зоні водосховища і в нижньому б'єфі, умов здійснення процесів природного самоочищення і формування якості води, перекриття шляхів міграції риб, вплив на рослинний та тваринний світ і т.д.

Сучасний етап розвитку гідроенергетики потребує реалізації організаційних та технологічних заходів з мінімізації екологічних ризиків.

Стаття надійшла до редакції 14.05.18

Остаточна версія 05.06.18