УДК 620.9 (470.21)
DOI <https://doi.org/10.32838/2663-5941/2019.6-1/37>

Павлов Г.О.
АТ «МОТОР СІЧ»

Кулагін Д.О.
Національний університет «Запорізька політехніка»

ОЦІНКА ГІДРОЕНЕРГЕТИЧНОГО ПОТЕНЦІАЛУ МАЛИХ РІЧОК УКРАЇНИ ТА СТАНУ І ПЕРСПЕКТИВ РОЗВИТКУ МАЛОЇ ГІДРОЕНЕРГЕТИКИ

Метою статті є визначення гідроенергетичного потенціалу малих річок України, а також охарактеризування стану малої гідроенергетики та визначення перспективних напрямків її розвитку на підставі аналізу вітчизняної літератури присвяченій гідроенергетиці України.

Дослідження у роботі виконувалось морфологічним методом та методом експертних оцінок. У результаті проведеного дослідження було виявлено, що для переважної більшості мікро- та міні гідроелектростанцій, які експлуатуються на території України, характерний низький коефіцієнт використання, значення якого не перевищує 0,21, тому для таких малих та мікро гідроелектростанцій характерний піковий режим роботи.

Було проаналізовано прогнозні показники збільшення частки малої гідроенергетики у енергетичному балансі України, які наводились у літературі, в результаті чого встановлено, що станом на 2018 рік реальний приріст частки склав всього 6,05% від прогнозованого, із врахуванням, що середнє значення щорічного приросту частки малої гідроенергетики в енергетичному балансі України складає 2,33%. Також визначенні напрями розвитку малої гідроенергетики, одним із яких є використання гідроенергетичних ресурсів рідких відходів виробництва.

Новизна проведеного дослідження у роботі полягає у визначенні середнього значення щорічного темпу приросту частки малої гідроенергетики у енергетичному балансі України, який складає 2,33%, та у аналізі прогнозних показників, які характеризують загальний розвиток малої гідроенергетики. Також запропоновано методику виконання оцінки ефективності роботи міні та мікро гідроелектростанцій.

Практична значимість проведеного дослідження у роботі полягає в проведенні аналізу літературних джерел, за результатом яких було встановлено, що із врахуванням особливостей законодавства, та нерівномірності розподілу гідроенергетичного потенціалу по території України, єдиним перспективним напрямком розвитку малої гідроенергетики є використання гідроенергетичного потенціалу рідких відходів виробництва.

Ключові слова: потужність, мала річка, гідроенергетичний потенціал, гідроенергетика, генерація.

Постановка проблеми. Гідроенергетичний потенціал малих річок України використовується у межах 6%, а щорічний приріст частки малої гідроенергетики у енергетичному балансі України не більший за 3%. Відомо, що використання гідроенергетичного потенціалу малих річок у країнах Європи складає 95–98%. При порівнянні стану малої гідроенергетики країн Європи з її станом в Україні можна зробити висновок, що у першу чергу, щоб досягти європейських показників у освоєнні гідроенергетичного потенціалу, необхідно вдосконалювати законодавчу та нормативно-технічну бази у сфері розробки, виготовлення (будівництва) та експлуатації об'єктів, які використовують нетрадиційні джерела енергії, і об'єктів малої гідроенергетики зокрема [1, с. 6].

Із врахуванням нерівномірності розподілу гідроенергетичного потенціалу по території України, а також того, що процес законодавчого урегулювання достатньо тривалий, доречно шукати також і альтернативні шляхи розвитку малої гідроенергетики. Крім того, у літературних джерелах не була подана оцінка прогнозованими показникам розвитку малої гідроенергетики України, які обговорювалися у літературі раніше, аналіз яких у свою чергу дасть змогу оцінити достовірність тих чи інших прогнозів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблемою оцінки гідроенергетичного потенціалу малих річок України, аналізом стану та розгляду перспектив розвитку малої гідроенергетики займалися такі дослідники: Р.Б. Гаврилюк,

О.М. Суходоля, А. Карамушка, С.С. Поп, П.Ф. Васько, О.Г. Дегтяренко, Ю.С. Власюк, А.В. Мороз, Д.В. Стефанишин, О.Г. Ободовський та інші, у працях яких вищенаведені теми були розкриті у достатньому об'ємі, проте у працях цих авторів недостатньо висвітлена тема напрямів розвитку малої гідроенергетики, а також не приділена увага аналізу прогнозованих показників її темпу розвитку, аналізу режимів роботи гідротехнічного обладнання.

Постановка завдання полягає у визначенні гідроенергетичного потенціалу малих річок України; оцінці стану малої гідроенергетики України на сьогоднішній день на підставі аналізу прогнозованих показників за попередні роки та дослідження режиму роботи діючих МГЕС на території України та визначення перспективного напрямку розвитку малої гідроенергетики України.

Виклад основного матеріалу дослідження. В Україні налічується понад 63 029 тис. малих річок із загальною протяжністю 185,8 тис. км, які у своїй більшості відносяться до басейнів Вісли, Дунаю, Дністра, Південного Бугу та Дніпра [2, с. 81], серед яких 93% (60 тис.) є дуже малими [3, с. 59]. Економічно обґрунтований енергетичний потенціал річкової системи України складає близько 11 млрд. кВт [1, с. 1; 2, с. 2; 4, с. 7], серед якого 3,75 млрд кВт припадає на малі річки, освоєння яких дасть змогу економити до 1,3 млн ТУП [5 с. 105; 3, с. 94; 6, с. 81] із врахування того, що гідроенергетичний потенціал малих річок України станом на 2005 використовується лише на 3% [5, с. 106], проте у 2014 році використання гідроенергетичного потенціалу зросло до 5,6% [6, с. 113].

Крім того, за умови відновлення недіючих МГЕС, економічно обґрунтований гідроенергетичний потенціал малих річок України можна збільшити до 8,2 млрд кВт на рік, причому загальний енергетичний потенціал малих річок може складати до 12,501 млрд кВт на рік, з урахуванням тенденції до зниження гідроенергетичного потенціалу малих річок, яку пов'язують зі зміною клімату. Станом на 2070 рік в Україні очікується зниження гідроенергетичного потенціалу малих річок на 35% [2, с. 18; 7, с. 113; 3, с. 135].

Як один із шляхів збільшення гідроенергетичного потенціалу малих річок України можна розглядати можливість вбудови гідроенергетичних конструктив покинутих водяних млинів з метою використання їх у якості МГЕС тощо [3, с. 128], що дасть змогу зменшити негативний вплив глобального потепління на гідроенергетичний потенціал малих річок [6, с. 84]. Значна

розбіжність в оцінках гідроенергетичного потенціалу пояснюється відсутністю науково-практичних досліджень у сфері малої гідроенергетики, на що також акцентується увага у [3, с. 130].

Найбільша кількість малих річок сконцентрована в західній частині України, крім того для заходу України характерний більш вологий клімат, а із врахуванням систематичної вирубки лісу, більшість територій західної України кожного року потерпає від паводків, з якими у свою чергу можна боротися завдяки розробці гребель на річках та водосховищ поблизу них [2, с. 105]. Тому як варіант боротьби з паводками можна розглядати будівництво МГЕС греблевої конструкції на малих річках. Крім того, у західній Україні сконцентрована найбільша кількість малих річок (31 тис.), що відповідає 38% всього енергетичного потенціалу стоку малих річок в Україні [8, с. 73] із питомим значенням гідроенергетичного потенціалу у 0,11 млрд кВт годин, який припадає на один квадратний кілометр території [9, с. 5], який у свою чергу є найбільшим в Україні.

Про значний гідроенергетичний потенціал йшлося у [9, с. 75; 10, с. 5], з яких можна зробити висновок, що розвиток малої гідроенергетики більш важливий для західних регіонів України. Реалізація річкового гідроенергетичного потенціалу Закарпатської області дасть змогу забезпечити електропостачання віддалених гірських регіонів західних регіонів України, у яких проблематичне встановлювання мереж централізованого електропостачання, та будівництво і експлуатація устаткування, яке генерує електроенергію з традиційних джерел енергії (теплові електростанції, ГЕС тощо), що пов'язано із кліматичними та географічними умовами, які склалися у західній частині України.

Автор матеріалу, викладеного у [9, с. 75; 10, с. 75] наголошує, що попри низький розвиток виробничої промисловості Закарпатська область є на сьогодні повністю енергетично залежною, а саме 90% потреб у електричній енергії якої забезпечує Бурштинська ТЕС [3, с. 198], тобто у регіоні споживання електроенергії більш інтенсивне, ніж її генерація. Причому Закарпатська область споживає в середньому всього 1% від річної кількості електроенергії генерованої енергосистемою України [3, с. 201].

Сучасний стан малої гідроенергетики України. Для повного уявлення сучасного стану малої гідроенергетики варто зазначити, що використання МГЕС у якості централізованого джерела електричної енергії на території сучас-

ної України почалося ще на початку 20-х років ХХ сторіччя, на той період в Україні вже налічувалося 84 МГЕС із сталою потужністю у 4 МВт, наприкінці 20-х років – 150 МГЕС із сталою потужністю 8,4 МВт. Станом на початок 50-х років на території сучасної України знаходилися в експлуатації 956 МГЕС [2, с. 91; 6, с. 105; 9, с. 2; 12, с. 59]. Також в цей період існувало серійне виробництво близько 300 типорозмірів гідротурбін, розрахованих на потік потужністю у 30–250 кВт [16, с. 97], але у той період спостерігався розвиток теплової та атомної енергетики. Крім того у [2, с. 90] зазначалось, що тариф на електроенергію, вироблену на ТЕЦ, ТЕС АЕС, в той час зменшувався у зв'язку зі зниженням вартості первинних енергоресурсів для них, а тариф на електроенергію, вироблену з МГЕС, залишався незмінним, що стало одним із факторів, який сприяв зниженню вартості утримання складників електричної мережі (ЛЕП, підстанцій тощо), тому згодом почали відмовлятися від застосування МГЕС у якості централізованого джерела живлення. Як наслідок в Україні станом на початок 90-х років діючих МГЕС нараховувалось лише 19 станцій.

В Україні, починаючи з середини 90-х років, спостерігається щорічний приріст сталої потужності МГЕС в середньому на 2,33%, а загальна кількість МГЕС станом на 2015 рік складає 105 шт. із загальною сталою потужністю у 85 МВт [16, с. 91], з часткою генерації електроенергії у енергетичній системі України у 0,1% [24, с. 55; 25, с. 1], з урахуванням того, що станом на 2018 рік в Україні рівень використання гідроенергетичного потенціалу є найнижчим у світі [14, с. 6; 15, с. 7].

Загальна кількість МГЕС, які можуть бути відновлені, складає 131 шт., їх відновлення може збільшити сталу потужність МГЕС на 24 МВт [17, с. 46], тобто на 68,6% від існуючої. Гідроенергетичний потенціал малих річок обмежений, і необмежено збільшувати генерацію електроенергії з нього неможливо, тому частку МГЕС в енергосистемі України неможливо постійно збільшувати, і вона залишатиметься на певному рівні і буде незначною. Оскільки максимально можлива середня потужність діючої МГЕС в Україні може складати приблизно 998 кВт, а середня потужність одного блока АЕС, які експлуатуються в Україні, складає 1 ГВт, що вказує на мізерність частки малої гідроенергетики в енергетичній системі України та незамінність традиційних джерел енергії, але кожного року проводиться будівництво та реконструкція МГЕС, а також введення їх в експлуатацію завдяки розробленій державній

стратегії в Україні розвитку малої гідроенергетики, впровадження якої також пов'язане зі здоров'ям первинних енергоресурсів для теплових та атомних електростанцій [18, с. 77].

Згідно з [19, с. 62] у Вінницькій області у експлуатації знаходиться 17 МГЕС, що відповідає 26% від всієї сталої потужності МГЕС України. Позитивні тенденції у розвитку малої гідроенергетики тут пов'язані із рішенням керівництва «Вінницяобленерго» віддати, як діючі, так і виведені з експлуатації МГЕС в оренду енергопостачальним компаніям [20, с. 125]. 80% МГЕС залишаються виведеними з експлуатації, а їх технічний стан характеризується значним рівнем зношеності гідромеханічного та електротехнічного обладнання, наявністю пошкоджень у несучих конструкціях.

Крім того, в Україні конструкції МГЕС, що вийшли з експлуатації, повністю не демонтуються і можуть використовуватись не за призначенням, демонтується лише електротехнічне обладнання. Руйнування несучих конструкцій МГЕС призводить до порушення ландшафту берегів річок, а їх дериваційні канали засипаються сміттям або забудовуються [2, с. 91; 6, с. 84]. Крім того, на довкілля можуть мати негативний вплив також режими роботи МГЕС. З [15, с. 108], випливає, що для МГЕС, які експлуатуються на території України, характерний піковий та напівпіковий режими роботи (режим робіт генераторів більшості МГЕС наближений до холостого ходу), які мають негативний вплив не тільки на довкілля, але і на експлуатаційні характеристики самих МГЕС.

Станом на 2015 рік коефіцієнт завантаження МГЕС склав 0,207, який є найнижчим у світі та свідчить про низьку ефективність використання МГЕС. Крім того, загальні негативні тенденції у малій гідроенергетиці, окрім неефективного використання МГЕС, можуть бути пов'язані з тим, що на території України в останній час МГЕС будуються дериваційного типу з метою збільшення коефіцієнту використання МГЕС (для МГЕС дериваційного типу коефіцієнт завантаження може складати 0,57), оскільки у цьому випадку для експлуатації МГЕС будуються дренажні споруди, які у свою чергу можуть послабити потік річки і призвести до її обміління [15, с. 109]. З цього можна зробити висновок, що зусилля, які прикладають Міністерство вугільної промисловості, окремих ентузіастів забезпечують хоча і повільний, але впевнений розвиток малої гідроенергетики, тому діяльність асоціації «Укргідроенерго» одним із основних напрямів діяльності якої є координація

розвитку малої гідроенергетики в Україні згідно зі ст. 4 Закону України «Про альтернативні джерела енергії» на сьогодні є малоефективною [20, с. 125].

Згідно з [2, с. 92] причиною низького темпу розвитку малої гідроенергетики можна пов'язати з низькою ефективністю використання МГЕС у деяких секторах господарювання і з несприятливим інвестиційним кліматом у нашій державі, а також із відсутністю методик техніко-економічного обґрунтування, у яких могли враховуватись статистично значимі екологічні та соціальні фактори малої енергетики, які мають негативний або позитивний вплив на інвестиційну привабливість малої енергетики. Низький темп розвитку малої гідроенергетики можна пов'язати також із неефективністю розроблених та впроваджених програм Міністерством енергетики та вугільної промисловості, на яку законодавчо покладена відповідальність за розвиток малої гідроенергетики. Із вищесказаного випливає, що для розробки адекватної моделі необхідно детально розглянути напрями та перспективи розвитку малої гідроенергетики. Проте на сьогодні згідно з [21, с. 1] на законодавчому рівні врегульовано приватизацію МГЕС, значення зеленого тарифу для електроенергії виробленої МГЕС, пільгова політика стосовно оподаткування та приєднання до електричної мережі. Також законодавчо урегульована пільгова політика на розмитнення деяких конструктивних частин МГЕС [22, с. 1].

Перспективи розвитку малої гідроенергетики України. У [23, с. 96] йдеться про більшу економічну ефективність електричних мікро мереж, утворених шляхом об'єднання діючих МГЕС у єдину енергосистему порівняно з централізованою системою електропостачання. Це твердження можна обґрунтувати тим, що в енергосистемі, виконаній із МГЕС, можуть застосовуватись компоненти, які мають значну капіталоемність. Крім того, встановлення МГЕС потребує спорудження менших гідротехнічних споруд порівняно із ГЕС. Також у [17, с. 46; 24, с. 97] приведений аналіз розрахункових даних, який свідчить про можливість використання МГЕС у якості безперебійного джерела живлення. Незважаючи на переваги малої гідроенергетики, на сьогодні частка малої гідроенергетики в енергетичному балансі України є найменшою. Тому з урахуванням всіх переваг використання МГЕС у якості централізованого чи безперебійного джерела живлення та матеріалу, наведеного у [17, с. 47, 48; 25, с. 97] можна зробити висновок,

що розвиток малої гідроенергетики України повинен стимулюватися на законодавчому рівні, що в свою чергу повинно супроводжуватися значним доопрацюванням нормативно-правової бази в цій сфері, оскільки існуюче законодавство на сьогодні малоефективне, про що також говориться у [7, с. 114; 8, с. 73; 20, с. 125; 26, с. 89].

Згідно з [18, с. 76] одним із таких прикладів є Закон України «Про електроенергетику», у якому припускалося, що на розвиток нетрадиційної енергетики в Україні можна виділяти кошти з джерел сумісного фінансування, проте не були в ньому вказані механізми фінансування із сумісних джерел фінансування [27, с. 60]. Законодавчо можна врегулювати тільки деякі аспекти використання МГЕС, для забезпечення сталого розвитку малої енергетики в Україні необхідно розробити спеціальну соціально-економічну програму, яка буде орієнтована не тільки на фінансову підтримку зі сторони держави, але і на створення механізмів використання МГЕС, в яких будуть враховуватись всі переваги використання МГЕС у якості не тільки як автономного джерела електричної енергії, але і як джерела електричної енергії для локальної мережі, економічна ефективність і доцільність проведення реконструкції на недіючих МГЕС і введення їх в експлуатацію.

Розвинута мала гідроенергетика в Україні може забезпечити безперебійне електропостачання віддалених населених пунктів і частково вирішити проблему високого рівня безробіття у сільській місцевості, а також проблему постійних паводків у західних регіонах України і може забезпечити часткову режимну керуваність енергосистеми України, необхідну для паралельної роботи із європейською енергосистемою, з метою подальшої реалізації електроенергії європейським країнам. Мала гідроенергетика має вплив як на надійність електропостачання, так і на соціальний розвиток у сільських районах. Реконструкція діючих та відновлення недіючих МГЕС з подальшим введенням їх в експлуатацію, а також спорудження нових МГЕС, використання енергії водотоків централізованого водопостачання, та технічного водовідведення може частково забезпечити розвиток малої гідроенергетики. Також передбачалося і фондове фінансування для розвитку малої гідроенергетики. У листі від 22 липня 2003 року «Про фінансування будівництва малих електростанцій, джерел комбінованого виробництва електричної енергії» оговорювалося створення спеціального фонду для фінансування малої гідроенергетики, однак він не створений і

до сьогодні. Проте у [25, с. 94] зазначалось, що згідно з даними Державного комітету з питань енергозбереження, програма розвитку малої гідроенергетики передбачає, реконструкцію та оновлення виведених з експлуатації та діючих МГЕС, будівництво нових МГЕС у віддалених районах з децентралізованим електропостачанням та в регіонах з достатнім значенням напору водосховищ та водотоків, не залежно від типу електропостачання.

У праці [2, с. 95] в табличному вигляді наведені дані енергетичних показників оптимального сценарію відродження та розвитку малої гідроенергетики, згідно з якими протягом 2015–2020 років сумарна потужність всіх МГЕС повинна знаходитись в проміжку 1199–2258 МВт. Проте у [4, с. 6; 2, с. 49] передбачається, що до 2025 року буде введено в експлуатацію додатково як малих, так і великих ГЕС сумарною потужністю 3,3 ГВт, також планується будівництво низьконапірних та дериваційних високо напірних МГЕС на р. Дністрі та на верхів'ях р. Тиси. Заходи, про які сказано вище, теоретично повинні збільшити сталу потужність всіх гідроенергетичних об'єктів України до 13 ГВт [19, с. 2, 28, с. 1]. Проте, при виконанні інтерполяції даних, наведених у [2, с. 95], сумарна потужність МГЕС, які експлуатуватимуться на території України у 2018 році складатиме 1835 МВт. На сьогодні сумарна потужність МГЕС, які знаходяться в експлуатації, складає лише 111 МВт, що становить лише 6,05% від прогнозованого значення сумарної потужності, причому у 2005 році сумарна потужність діючих МГЕС складала 106 МВт, тобто протягом 2005 – 2017 років сумарна потужність МГЕС зросла на 4,51% [8, с. 72].

У [14, с. 106] зазначалось, що ключовими проблемами, які заважають сталому розвитку малої гідроенергетики України, є невеликий гідроенергетичний потенціал, який припадає на одиницю площі території України, так і висока капітало- та матеріалосємність МГЕС, які встановлюються або реконструюються, а також низький коефіцієнт завантаження МГЕС [15, с. 105, 106]. Збільшення кількості введених в експлуатацію МГЕС має менш відчутний вплив на їх сумарну потужність у порівнянні з країнами Європи, що вказує на низьку ефективність використання потоку водою і підтверджує припущення, що основною проблемою при проектуванні МГЕС є правильність вибору її конструктивного виконання, згідно з умовами, в яких вона буде експлуатуватися. З цього можна зробити висновок, що при складенні прогнозів розвитку гідроенергетики, наве-

дених у розглянутій літературі не було враховано необхідної кількості факторів, які мають вплив на розвиток малої гідроенергетики. Політична та економічна ситуація в Україні може кардинально змінюватись будь-якої миті, що в свою чергу може впливати не найкращим чином на інвестиційну привабливість багатьох галузей в Україні, тому скласти об'єктивний та наближений до реальності прогноз для будь-чого в Україні майже неможливо [25, с. 60]. Враховуючи результати прогнозу, наведені у [2, с. 95], можна зробити припущення, що розвиток малої гідроенергетики в Україні є, але він проходить дуже повільно і за найгіршим сценарієм.

У [29, с. 68] описується екологічний стан річки Рось та П. Буг, як основну характеристику якого приводять ці площі освоєних земельних ділянок під сільськогосподарські угіддя. Біля берегів річок Рось та П. Буг освоєність земель під сільськогосподарські угіддя складає 75% та 80% відповідно, з чого можна зробити висновок, що у регіонах України з розвинутим сільським господарством для реалізації проектів малої гідроенергетики доцільніше буде використовувати у якості ПДЕ не енергію руху річок, а інші типи водотоків із метою уникнення нецільового використання земель сільськогосподарського призначення, про що також говориться у [29, с. 70]. У [30, с. 57] йшлося про складнощі спорудження та експлуатації МГЕС, які пов'язані з існуючим законодавством, оскільки більшість берегів річок використовуються не тільки у якості угідь, але ще використовуються у рекреаційних цілях. Крім того, річки можуть протікати через заповідні або природоохоронні зони, використання яких законодавчо врегульовано, тому можна припустити, що біля більшої частини узбережжя річок в Україні встановлення та експлуатація МГЕС заборонена, що вкотре підтверджує ту думку, що МГЕС краще споруджувати біля промислового об'єкту.

Відомо, що станом на 2017 рік у річкову систему України підприємствами – забруднювачами було скинуто 3140 млн куб м. стічних вод [31, с. 1], гідроенергетичний потенціал яких, згідно із розрахунками, складатиме близько 1,228 млрд кВт на рік, що складає 37,21% від економічно обґрунтованого гідроенергетичного потенціалу малих річок України. Освоєння даного потенціалу дасть змогу щороку економити 483730 т.у.п. додатково та дасть змогу зменшити споживання електричної енергії на 1 кВт кожним виробничим підприємством на території України. При експлуатації МГЕС, яка використовує стічні води та рідкі викиди виробництва у якості первинного джерела

енергії, виключені наступні негативні чинники: 1) виключена можливість затоплення земель рекреаційного, заповідного і сільськогосподарського призначення, нецільове використання яких повинно бути узгоджено із місцевими органами влади; 2) необхідність використання гідроенергетичного потенціалу водойм, завдяки чому виключений вплив на їх гідробіологічний режим (вплив на флору та фауну); 3) менш виражена нерегульованість потоку робочого тіла порівняно з водоймами, а у деяких випадках його можна регулювати, завдяки чому можна досягти ще більшої маневреності роботи та збільшити коефіцієнт завантаження до 0,9; 4) виключені наслідки для довкілля при руйнуванні МГЕС, 5) виключення проведення капіталоемких підготовчих робіт для встановлення МГЕС, які використовують енергію потоку стічних вод порівняно з тими МГЕС, які встановлюються на водоймах. Тому освоєння гідроенергетичного потенціалу рідких відходів, які скидаються промисловими об'єктами, для забезпечення власних потреб цих об'єктів можна розглядати як перспективний напрям розвитку малої енергетики України.

Висновки. У статті виконаний короткий огляд літератури, присвяченої аналізу гідроенергетичного потенціалу малих річок України, сучасному стану та перспективам розвитку малої енергетики України.

При дослідженні літератури, присвяченій аналізу гідроенергетичного потенціалу малих річок, виявлено значні розбіжності в його оцінці, оскільки аналіз гідроенергетичного потенціалу виконувався аналітично, а практично майже ніяк не досліджувався, тому деякі фактори які мають суттєвий вплив на використання гідроенергетичного потенціалу малих річок могли не враховуватись. Причому ці фактори можуть вплинути на оцінку гідроенергетичного потенціалу малих річок як позитивно, так і негативно. При подальшому аналізі літератури виявлено, що гідроенергетичний потенціал малих річок рівнинних регіонів України досліджений недостатньо.

Стрімкий розвиток малої гідроенергетики в Україні розпочався у середині 90-х років 20-го століття із середнім приростом загальної встановленої потужності МГЕС у 2,33%, а відновлення виведених з ладу МГЕС дасть змогу збільшити

встановлену потужність МГЕС, які експлуатуються на території України, більш як у два рази.

На сьогодні стрімкий розвиток малої гідроенергетики спостерігається тільки на території Вінницької області, на якій експлуатується МГЕС зі сталою потужністю у 26% від сталої потужності загальної кількості МГЕС, які експлуатуються на території України, що на сам перед пов'язано із врегулюванням використання об'єктів малої гідроенергетики у Вінницькій області на законодавчому рівні.

Також аналіз джерел показав, що в Україні об'єкти малої гідроенергетики мають низькі експлуатаційні показники, які пов'язані з перевантаженістю під час їх роботи (переважна більшість МГЕС які експлуатуються на території України працюють у піковому та напівпіковому режимах, оскільки коефіцієнт завантаження МГЕС не перевищує 0,21), а також при будівництві чи реконструкції виведених з ладу МГЕС нерідко будівельні та експлуатаційні компанії нехтують будівельними та екологічними нормами. Також спостерігається недосконалість нормативно-технічної та нормативно-правової бази щодо впровадження та експлуатації об'єктів малої гідроенергетики.

Аналіз джерел показав, що в Україні мала гідроенергетика розвивається, проте дуже повільними темпами. Зростання частки малої гідроенергетики у енергетичному балансі України склало всього 6,05% від прогнозованого значення, про яке було сказано в літературі. Це можна пов'язати із недосконалістю законодавчо-правової та нормативно-технічної баз у цій сфері. Також було встановлено, що виконання локальної електричної мікро мережі, яку можна виконати при електричному з'єднанні МГЕС між собою, у віддаленій сільській місцевості і в гірській зокрема більш економічно вигідно, ніж виконувати електричне живлення споживачів цих регіонів від централізованої електромережі. Крім того, подальший аналіз літератури показав, що найбільшого ефекту як в економічному, так і в екологічному плані можна досягти при спорудженні МГЕС на водоймах поблизу промислових об'єктів або безпосередньо на них із подальшим використанням рідких відходів виробництва у якості робочого тіла для гідротехнічного обладнання МГЕС з метою генерації електроенергії.

Список літератури:

1. Електронна версія Національного атласу України. Інститут географії НАНУ // ТОВ «Інтелектуальні Системи ГЕО», українське відділення Світового центру даних при КПП. URL: <http://wdc.org.ua/atlas/default.html> (дата звернення 25.10.2019).

2. Суходоля О.М., Сидоренко А.А., Бегун С.В., Білуха А.А. Сучасний стан, проблеми та перспективи розвитку гідроенергетики України. Національний інститут стратегічних досліджень. Серія: «Національна безпека». 2014. Вип. 8., ДП «НВЦ «Пріоритети», 112 с.
3. Гаврилук Р.Б., Веремійчик Г.К., Гариленко О.П., Гулевець Д.В., Тарасова О.Г., Савченко С.А. Гідроенергетичний потенціал річок України: розвінчання міфів. Національний екологічний центр України. Видавництво «Фенікс», 2018. 32 с.
4. Енергетична стратегія України на період до 2035 року «безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність»: Схвалено розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18 серпня 2017 р. № 605/2017/ Кабінет Міністрів України. 2017. № 605. 66 с.
5. Вихраев Ю., Карамушка А., Никиторович А., Рябошапко В. Малые ГЭС: настоящее и будущее. Анализ состояния и перспективы развития малой гидроэнергетики в Украине. *Энергетическая политика Украины*. 2005. № 6. С. 90–96.
6. Васько П.Ф., Мороз А.В. Стан та потенціал малої гідроенергетики України. *Відновлювана енергетика*. Серія: *гідроенергетика*. 2014. № 3. С. 81–86.
7. Дегтяренко О.Г., Шашков С.В. Еколого-економічна доцільність реалізації проектів будівництва та відновлення об'єктів малої гідроенергетики. *Міжнародна та національна економічна безпека*. 2015. № 1(4). С. 112–117.
8. Карамушка А.О. Концепции государственной социально-экономической программы развития малой гидроэнергетики Украины. *Энергетическая политика Украины*. 2005. № 7-8. С. 71–75.
9. Атлас енергетичного потенціалу відновлюваних та нетрадиційних джерел енергії. URL: <http://saee.gov.ua/sites/default/files/Kudria.pdf> (дата звернення 25.10.2019).
10. Поп С.С. Гідроенергетичний потенціал Закарпаття: стан та перспективи його раціонального використання – URL: <https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui/bitstream/lib> (дана звернення 25.10.2019).
11. Цвєлих Є.М. Трансформація енергетичної системи Закарпатської області в умовах енергозалежності. *Економічна та соціальна географія*. 2014. вип. 2 (70). С. 196–205.
12. Власюк Ю.С., Стефанишин Д.В. Про проблеми та перспективи малої гідроенергетики в Україні. *Математичне моделювання в економіці*. 2018. № 1. С. 126–138.
13. Мороз А.В. Етапи становлення та сучасний стан малої гідроенергетики України. *Відновлювана енергетика*. 2013. № 4. С. 59–63.
14. Стефанишин Д.В. Проблеми та перспективи гідроакумуляції в контексті раціонального природокористування та екологізації гідроенергетики в Україні. *Математичне моделювання в економіці*. 2018. №3. С. 101–113.
15. Стефанишин Д.В. Деякі критичні зауваження та пропозиції щодо підтримки сталого розвитку гідроенергетики в Україні. *Гідроенергетика України*. 2018. № 1–2. С. 6–12.
16. Ободовський О.Г., Рахматулліна Е.Р., Тимуляк Л.М. Коротка історія та сучасний стан малої гідроенергетики на рівнинних річках України. *Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія*. 2016. Т. 4(43). С. 94–106.
17. Рябенко О.А., Лутаєв В.В. Сучасні тенденції в будівництві малих ГЕС в Україні. *Гідроенергетика України*. 2012. Вип. 2. С. 45–49.
18. Голикова С. Правовые аспекты развития малой гидроэнергетики Украины. *Энергетическая политика Украины*. 2005. № 6. С. 76–79.
19. Мороз А.В. Етапи становлення та сучасний стан малої гідроенергетики України. *Відновлювальна енергетика*. 2013. Вип. 4. С. 59–63.
20. Малош Б.В. Мала гідроенергетика як перспективний напрямок розвитку альтернативної енергетики на регіональному рівні. *Науковий вісник Ужгородського університету*: Серія: Економіка. УжНУ «Говерла». 2010. Вип. 30. С. 123–132.
21. Закон України «Про електроенергетику». *Верховна Рада України*. URL: <http://zakon1.rada.gov.ua/laws/show/575/97-%D0%B2%D1%80> (дата звернення 25. 10. 2019).
22. Постанова Кабінету Міністрів України №444 від 14.05.2008. *Верховна Рада України*. URL: <http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/444-2008-%D0%BF> (дата звернення 25. 10. 2019).
23. Неродик М.В. Перспективні напрямки розвитку гідроенергетики України. *Студентський вісник національного університету водного господарства та природокористування*. 2014. Вип. 2(2). С. 95–97.
24. Дегтяренко О.Г., Шашков С.В. Еколого-економічна доцільність реалізації проектів будівництва та відновлення об'єктів малої енергетики. *Науковий вісник МНУ імені В. О. Сухомлинського*. Серія: Економічні науки. 2016. № 1(4). С. 112–117.
25. Дегтяренко О.Г., Шашков С.В. Доцільність та перспективи розвитку малої гідроенергетики в Україні. *Вісник Сумського державного університету*. Серія: Економіка. 2010. № 1. С. 89–96.
26. Васько П.Ф., Васько В.П., Ібрагімова М.Р. Мала гідроенергетика в структурі електроенергетичної галузі України. *Відновлювана енергетика*. Серія: *Гідроенергетика*. 2015. № 3. С. 53–61.

27. Відновлювана енергетика, сучасний стан. *Держенергоефективності України*. URL: <http://saee.gov.ua/uk/activity/vidnovlyuvanaenerhetyka/suchasny-stan> (дата звернення 25. 10. 2019).

28. Аналітична довідка до засідання круглого столу на тему: «Проблеми будівництва малих ГЕС у гірській місцевості». *Природа України*. – Режим URL: <http://pryroda.in.ua/miniges/analytychna-dovidka-dozasidannya-kruhloho-stolu-na-temu-problemy-budivnytstvamalyh-hes-u-hirskiy-mistsevosti/> (дата звернення 25. 10. 2019).

29. Яцик А.В., Томільцева А.І., Пашенюк І.А. Екологічні аспекти вирішення розвитку малої гідроенергетики в умовах глобального потепління на прикладі річок південний Буг та Рось. *Гідроенергетика України*. 2016. Вип. 1(2). С. 67–70.

30. Тарасенко М.Г., Зінь М.М. Шляхи прискорення темпів розвитку малої гідроенергетики України. *Вісник КнНУ імені Михайла Остроградського*. 2014. Вип. 4(87). С. 56–61.

31. Про забруднення водних ресурсів зворотними водами у цифрах за останній період. *Екобизнес-груп*. URL: <http://ecolog-ua.com/news/pro-zabrudnennya-vodnyh-resursiv-zvrotnymy-vodamy-u-cyfrah-za-ostanni-period> (дата звернення 25. 10. 2019).

Pavlov H.O., Kulahin D.O. ASSESSMENT OF THE SMALL RIVER HYDRO-ENERGY POTENTIAL OF UKRAINE, ASSESSMENT OF THE POTENTIAL AND THE PROSPECTS OF SMALL HYDRO-ENERGY DEVELOPMENT

The purpose of the article is to determine the hydropower potential of small rivers in Ukraine, well as characterization of the state of small hydropower and definition of promising directions of its development on the basis of analysis of national literature on hydropower in Ukraine.

The studies in this work were conducted by morphological and peer review methods. The study found that, for the vast majority of micro and mini hydropower plants operating in Ukraine, characterized by low utilization rate, a value who not exceeding 0,21, therefore, small and micro hydropower plants are characterized by peak operating conditions. The estimates of the increase in the share of small hydropower in the energy balance of Ukraine, which have been reported in the literature, were analyzed, as a result, it was found that as of 2018, the real growth of the share was only 6.05% of the projected, given that the average value of the annual increase in the share of small hydropower in the energy balance of Ukraine is 2.33%. Directions for the development of small hydropower are also identified, one of which is the use of liquid waste hydropower resources.

The novelty of the conducted research in this work is to determine the average value of the annual growth rate of small hydropower in the energy balance of Ukraine, which is 2.33%, and in the analysis of forecasts characterizing the overall development of small hydropower. A method for evaluating the efficiency of mini and micro hydroelectric power plants is also proposed.

The practical significance of the research conducted in this paper is to analyze the literature, as a result of which it was found that, taking into account the peculiarities of the legislation, and uneven distribution of hydropower potential across the territory of Ukraine, the only promising direction for the development of small hydropower is to use the hydropower potential of liquid waste of production to generate electricity through mini and micro hydropower.

Key words: power, small river, hydropower potential, hydropower, generation.