



Бабич М. І.

ОБҐРУНТУВАННЯ СИСТЕМНИХ ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОКАЗНИКІВ МАЛИХ ДЕРИВАЦІЙНИХ ГІДРОЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ

В статті обґрунтовано доцільність використання малих дериваційних гідроелектростанцій на малих річках Карпатського регіону та розкрито особливості їх роботи. Обґрунтовано системні функціональні показники роботи дериваційних гідроелектростанцій в системі «річка — МГЕС». Обґрунтовано критерії оптимізації показників дериваційної гідроелектростанції для конкретної ділянки річки.

Ключові слова: дериваційні гідроелектростанції, річки, система, гідротурбіна, потужність, напір, витрата води.

1. Вступ

Станом на 2015 рік в Україні діє 102 малі гідроелектростанції (МГЕС — гідроенергетичні об'єкти встановленою потужністю до 10 МВт), встановлена потужність яких — 80 МВт. Відповідно до Національного плану дій з відновлюваної енергетики (NREAP), за рахунок модернізації існуючих потужностей, будівництва та введення в експлуатацію нових МГЕС, в Україні можна довести виробництво електроенергії у 2020 році до 340 ГВт·год при їх загальній потужності у 150 МВт [1].

Для досягнення таких показників насамперед необхідно освоювати малі річки Карпатського регіону, де зосереджено близько 30 % гідроенергетичного потенціалу країни [1]. Під час освоєння малих річок, особливо в гірській та передгірській місцевості, є загроза порушення природного стану екологічної системи. Важливо обмежитись від застосування водосховищ великих дамб, гребель та інших об'єктів, які призводять до затоплення прибережних територій. Тому, оптимальною є дериваційна схема створення напору, за якої вода з річки на турбіну відводиться спеціальним каналом — деривацією [2, 3].

Щоби максимально можливо використати енергетичний потенціал річки необхідно узгодити її характеристики з характеристиками МГЕС. Для цього необхідне системне дослідження всіх складових системи «річка — МГЕС». Для оцінення ефективності такої системи користуються так званими системними функціональними показниками, які характеризують результати роботи МГЕС з визначеними характеристиками на ділянці річки. Отже, існує науково-технічне завдання, яке полягає в обґрунтуванні системних функціональних показників МГЕС в умовах малої річки.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Наукові дослідження в малій гідроенергетиці можна розділити на такі дві основні групи:

1) дослідження присвячені визначенню та освоєнню гідроенергетичного потенціалу річок, обґрунтуванню

перспективних ділянок річок для проектування МГЕС [4, 5];

2) дослідження щодо обґрунтування параметрів гідроенергетичного обладнання МГЕС [6–10].

Незважаючи на значні результати в цих двох наукових напрямках, відсоток використання гідроенергії в загальному балансі залишається на досить низькому рівні. Не в останню чергу це пов'язано з відсутністю розв'язання зазначених задач єдиним проектом. Крім цього, недостатньо уваги приділено освоєнню малих гірських річок, де немає можливості будівництва сховищ і гребель, тобто можна використати лише природний стік, який до того ж є стохастичним. Результати досліджень в умовах рівнинних річок можуть бути використані лише частково.

У роботі [3] виконано оцінку гідроенергетичних ресурсів малих річок Карпатського регіону та обґрунтовано перспективні ділянки для проектування МГЕС. Отримані результати можуть бути використані під час обґрунтування параметрів МГЕС на досліджуваних ділянках річок. Аналогічні дослідження проводились для зони Уралу [5], в результаті чого визначені гідроенергетичні ресурси малих річок та їх середня мінливість за місяцями. Обрано перспективні ділянки та наведено методику обґрунтування параметрів плотинних МГЕС для цих ділянок. Дана методика не враховує різні режими роботи МГЕС в залежності від кількості води в річці, а робота МГЕС є сезонною.

В роботі [6] дослідження спрямовані на визначення оптимального місця розташування, і потужності мікрогідроелектростанцій для умов Ірану. Дана робота є цікавою з позиції електрозабезпечення автономного споживача у важкодоступних районах. Основний напрямок наукових робіт [7, 9, 10], які досліджують і моделюють роботу МГЕС, пов'язано з оптимізацією окремих її вузлів (турбін, генераторів, гідроспоруд тощо). Зокрема в [7] запропонована модель узгодження технологічних та економічних параметрів турбінного обладнання малих ГЕС з експлуатаційними вимогами та сформульовані критерії вибору турбінного обладнання з параметричного ряду. Описана методика є дуже

загальною. Насамперед у моделі необхідно вирішити багатокритеріальність, а структура розв'язку багатокритеріальної задачі в роботі не наведена. У роботі [10] вивчені і систематизовані підходи до розробки проектів МГЕС. Хоча тут і виділено основні етапи проектів, намічені шляхи вирішення типових проблем, визначено критерії оптимізації параметрів МГЕС однак, відсутня конкретизація запропонованих шляхів оптимізації.

У роботі К. В. Баркова [8] розроблено метод обґрунтування параметрів МГЕС для електрозабезпечення віддалених споживачів, який здійснюється за критерієм мінімального значення приведених затрат на будівництво МГЕС. Знову ж таки дослідження проводились для умов рівнинної місцевості з використанням плотинної МГЕС, а відповідно і водосховища, і тому недостатньо розкриті взаємозв'язки в системі «річка – МГЕС».

Отже, для ефективного використання гідроенергетичного потенціалу малих річок необхідне застосування підходів, поєднаних єдиною методологією з використанням системного підходу, та визначення взаємовпливу складових системи «річка – МГЕС» на її загальну ефективність. Це уможливить об'єктивне оцінення ефективності роботи таких систем. Насамперед необхідно розкрити особливості роботи МГЕС в умовах малих гірських річок та обґрунтувати їх системні функціональні показники.

3. Об'єкт, ціль та задачі дослідження

Об'єкт дослідження – процес виробництва електричної енергії на малих річках.

Метою дослідження є розкриття та обґрунтування системних функціональних показників дериваційних МГЕС в умовах малих річок.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- означити основні складові системи «річка – МГЕС», їх характеристики та взаємовплив на загальну ефективність системи;
- розробити методику розрахунку функціональних показників дериваційних МГЕС;
- обґрунтувати критерії оптимізації параметрів дериваційної МГЕС для конкретної ділянки річки.

4. Результати обґрунтування системних функціональних показників малих дериваційних гідроелектростанцій та їх обговорення

В основі дослідження роботи системи «річка – МГЕС» лежить визначення взаємозв'язків між складовими цієї системи, тобто між характеристиками річки та основними параметрами складових дериваційної МГЕС. Основними складовими дериваційної МГЕС є гідротурбіна і дериваційний канал, характеристики яких в першу чергу залежать від умов її використання. На рис. 1 зображено схему взаємозв'язків системи «річка – МГЕС» [2, 11].

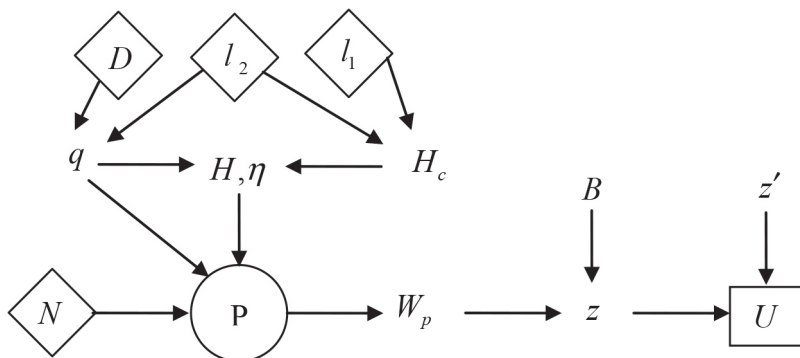


Рис. 1. Схема взаємозв'язків у системі «річка – МГЕС»: D – діаметр дериваційного каналу, м; l_1, l_2 – відповідно точки початку і кінця деривації, м; q – витрата води, м³/с; η – ККД турбіни; H_c, H – відповідно статичний та робочий напір, м; N, P – відповідно потужність турбіни та генерована системою потужність, кВт; W_p – річний виробіток, кВт·год/рік; z – собівартість електроенергії, грн/кВт·год; B – річні відрахування, грн/рік; z' – затверджений рівень зеленого тарифу, грн/кВт·год; U – річний прибуток, грн/рік

Як відомо, кожна гідротурбіна має характеристику «витрата-потужність» і працює найбільш ефективно, тобто з найкращим коефіцієнтом корисної дії, за визначеного співвідношення витрати, напору і потужності. Тоді змістом задачі обґрунтування системних функціональних показників дериваційної МГЕС є узгодження параметрів складових МГЕС між собою та характеристиками ділянки річки [2]:

$$\begin{cases} H_{\min} \leq H \leq H_{\max}; \\ q_{\min} \leq q \leq q_{\max}; \\ P \leq N_{\max}, \end{cases} \quad (1)$$

де H, H^{\min}, H^{\max} – відповідно робочий, мінімально і максимально допустимі напори для розглядуваного типу турбіни, м; q – розрахункова витрата води на турбіну, м³/с; q^{\min}, q^{\max} – мінімально і максимально допустимі витрати води для розглядуваного типу турбіни, м³/с; P, N_{\max} – відповідно вироблена і максимально можлива потужність, кВт.

МГЕС найефективніше працює в режимі безперервної подачі води на турбіну за постійного робочого напору, у межах допустимих діапазонів турбіни. Концентрований напір на гідроелектростанції створюється напірною деривацією. Повний напір, або напір бруто H_{br} – це різниця питомих енергій потоку в перерізі 1-1 (рис. 2) верхнього б'єфа $\nabla ВБ$ до входу в енергетичні водоводи (напірний резервуар) і в перерізі 2-2 нижнього б'єфа $\nabla НБ$ за відсмоктувальними трубами гідротурбін, без урахування втрат у самій турбінній камері [4]:

$$H_{br} = \left(z_1 + \frac{p_1}{\rho g} + \frac{\alpha_1 v_1^2}{2g} \right) - \left(z_2 + \frac{p_2}{\rho g} + \frac{\alpha_2 v_2^2}{2g} \right), \quad (2)$$

де ρ – густина рідини, кг/м³; g – прискорення вільного падіння, м/с²; z_1 – потенціальна енергія положення, м; $\frac{p_1}{\rho g}$ – енергія тиску, м (p_1 – тиск, Па); $\frac{\alpha_1 v_1^2}{2g}$ – енергія кінетична, м (α_1 – коефіцієнт кінетичності енергії, Коріоліса; v_1 – середня швидкість потоку, м/с).

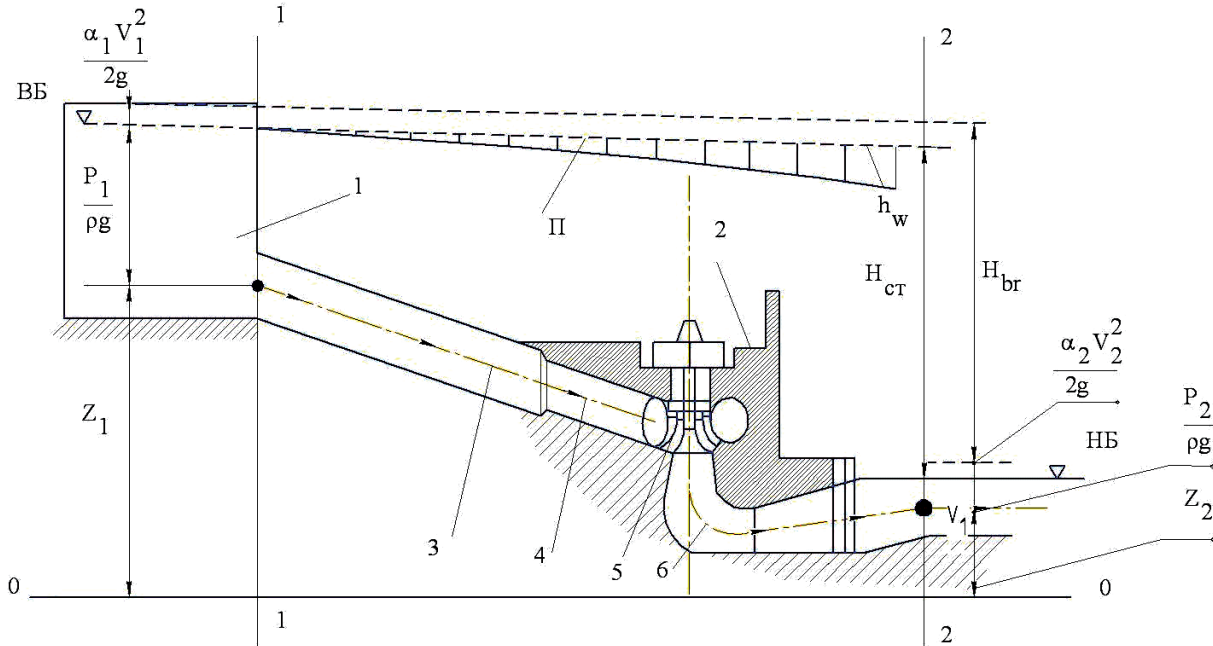


Рис. 2. Визначення напорів дериваційної МГЕС: 1 — напірний резервуар; 2 — будівля МГЕС; 3 — дериваційний канал; 4 — турбінний трубопровід; 5 — гідротурбіна; 6 — відсмоктувальна труба; II — п'езометрична лінія

Як видно з рис. 2, $z_1 + \frac{p_1}{\rho g} = \nabla_{\text{ВБ}}$ і $z_2 + \frac{p_2}{\rho g} = \nabla_{\text{НБ}}$,

відповідно різниця відміток верхнього і нижнього б'єфів є статистичним напором H_c .

У такому разі повний напір дорівнює:

$$H_{br} = \nabla_{\text{ВБ}} - \nabla_{\text{НБ}} + \frac{(\alpha_1 v_1^2 - \alpha_2 v_2^2)}{2g} = H_c + \frac{(\alpha_1 v_1^2 - \alpha_2 v_2^2)}{2g}. \quad (3)$$

Як відомо, не весь енергетичний потенціал може бути перетворений в механічну енергію, тому що частина його втрачається у водоводах гідроелектростанції. У гідроагрегати безпосередньо використовується лише робочий напір, або напір нетто H , м:

$$H = H_{br} - h_w = H_c + \frac{(\alpha_1 v_1^2 - \alpha_2 v_2^2)}{2g} - h_w, \quad (4)$$

де h_w — гідравлічні втрати напору у водоводах гідроелектростанції, м.

Різниця кінетичних енергій $\frac{(\alpha_1 v_1^2 - \alpha_2 v_2^2)}{2g}$ здебільшого є незначною, тому нею можна знехтувати. Робочий напір на турбіні визначають, м:

$$H = H_c - h_w. \quad (5)$$

Основні втрати напору відбуваються в напірному дериваційному трубопроводі, які записати:

$$h_w = h_l + h_c + h_m, \quad (6)$$

де h_l — втрати напору за довжиною, м; h_c — втрати напору на зварні стики в трубопроводах, м; h_m — місцеві втрати напору, м.

Втрати напору на зварних стиках трубопроводу знаходимо з виразу [12]:

$$h_c = \zeta_c \cdot \frac{v^2}{2g} \cdot k, \quad (7)$$

де k — кількість зварних стиків на ділянці трубопроводу, ζ_c — коефіцієнт опору зварного стику (визначається за

формулою $\zeta_c = 14 \cdot \left(\frac{\delta}{d}\right)^{1.5}$, де δ — еквівалентна висота зварного стику, мм.

Лінійні втрати напору за довжиною трубопроводу визначають за формулою Дарсі-Вейсбаха:

$$h_l = \lambda \cdot \frac{l}{D} \cdot \frac{v^2}{2g}, \quad (8)$$

де λ — коефіцієнт гідравлічного тертя трубопроводу; l і D — відповідно довжина і діаметр дериваційного трубопроводу, м; v — швидкість русла річки, м/с.

Оскільки швидкість води в турбінному трубопроводі V (м/с) буде вищою порівняно зі швидкістю в деривації v , тому що діаметр турбінного трубопроводу є меншим, то для визначення v скористаємось рівнянням нерозривності потоку:

$$q = v\omega = V\Omega = v \cdot \frac{\pi D^2}{4} = V \cdot \frac{\pi d^2}{4} = v \cdot D^2 = V \cdot d^2, \quad (9)$$

де ω , Ω — відповідно площа поперечного перерізу дериваційного та турбінного трубопроводів, м²; d — діаметр турбінного трубопроводу, м.

Таким чином, швидкість потоку v запишеться:

$$v = \frac{d^2}{D^2} \cdot V. \quad (10)$$

Враховуючи витрату води q , яка потрапляє на турбіну, і задаючись тим що діаметр турбінного трубопроводу відповідає діаметру робочого колеса турбіни (згідно з паспортними даними турбіни), швидкість потоку в турбінному трубопроводі можна визначити за формулою:

$$V = \frac{4 \cdot q}{\pi \cdot d^2}. \quad (11)$$

Для розрахунку коефіцієнта гідравлічного тертя дериваційного трубопроводу λ використовують формулу Альтшуля [12]:

$$\lambda = 0,11 \cdot \left(\frac{68}{Re} + \frac{k_e}{D} \right)^{0,25}, \quad (12)$$

де Re — число Рейнольдса; k_e — коефіцієнт еквівалентної шорсткості трубопроводу, м.

Окрім втрат напору в дериваційному каналі, є також втрати в турбінному трубопроводі. Оскільки довжина турбінного трубопроводу незначна і перехід дериваційного трубопроводу в турбінний є плавним, то втратами напору в турбінному трубопроводі можна знехтувати, тому що вони є малими.

Враховуючи те, що місцеві втрати напору для дериваційного трубопроводу можна прийняти в межах 10 % від загальних втрат, формулу для визначення робочого напору можна записати у такому вигляді:

$$H = H_{br} - 1,1 \cdot \left(0,11 \cdot \left(\frac{68}{Re} + \frac{k_e}{D} \right)^{0,25} \cdot \frac{l}{D} - 14 \cdot \left(\frac{\delta}{d} \right)^{1,5} \cdot k \right) \cdot \frac{v^2}{2g}. \quad (13)$$

Робочий напір H є сталим, що дає змогу дотримуватись постійної синхронної частоти обертання n_s .

Іншим важливим параметром турбіни є витрата води q . Оскільки в умовах гірської річки можливе використання лише природного стоку, витрата води, яка потрапляє на турбіну визначається:

$$q = \tilde{Q}_1 - Q_\alpha, \quad (14)$$

де \tilde{Q}_1 — витрати води у створі річки в певний момент часу, м³/с; Q_α — витрата води, яку необхідно пропускати руслом згідно з вимогами, м³/с [3, 4].

Оскільки за використання лише природного стоку турбіна працює при змінних витратах води, то й відповідно коефіцієнт корисної дії турбіни теж змінюється. Особливості функціонування гідротурбіни на різних режимах роботи визначаються за допомогою універсальної характеристики, отриманої на основі її випробування в організаціях, які мають відповідне обладнання. На універсальній характеристиці в координатах наведені показники витрати води Q'_i і частоти обертання n'_i (ха-

рактерної для гідротурбіни даної серії діаметром робочого колеса 1 м, яка працює за робочого напору 1 м), а також наносяться ізолінії коефіцієнта корисної дії при різних відкриттях направляючого апарату a_0 [13]. Щоб перейти від модельних турбін до заданих виробником, характеристики перераховують за формулами подібності [7, 13]. Приведене число обертів модельної гідротурбіни n'_i визначається, об/хв:

$$n'_i = \frac{n \cdot D}{\sqrt{H \cdot m}}, \quad (15)$$

де n — оптимальне число обертів заданої виробником турбіни, об./хв; D — діаметр робочого колеса, м; H — розрахунковий напір, м; m — поправковий коефіцієнт (відношення коефіцієнта корисної дії заданої турбіни до модельної).

Знайшовши на осі ординат універсальної характеристики розраховане значення числа обертів і провівши через нього горизонтальну пряму, яка в перетинах з кривими показує значення коефіцієнта корисної дії, а на осі абсцис — значення витрати води при різних відкриттях направляючого апарату a_0 .

Приведена витрата води Q'_i визначається за формулою [7, 13]:

$$Q'_i = \frac{q}{D^2 \cdot \sqrt{H \cdot m}}. \quad (16)$$

Для розрахунку коефіцієнта корисної дії гідротурбіни за наявності даних модельної характеристики, можна користуватися таким виразом:

$$\eta_t = \eta_m + \Delta\eta. \quad (17)$$

Для турбін з діаметром робочого колеса $D < 4$ м можна приймати $\Delta\eta = 1,5\%$, що значно спрощує розрахунки, без суттєвого впливу на точність результатів.

Таким чином, знаючи коефіцієнт корисної дії турбіни η_t , при різних значеннях q можна визначити потужність P МГЕС. Потужність P визначається на підставі залежності потужності турбіни N від витрати води q , формула функції якої матиме вигляд [2]:

$$P = \begin{cases} 0, & q < q^{\min}; \\ g \cdot q \cdot H \cdot \eta_t \cdot \eta_g, & q^{\min} \leq q \leq q^{\max}; \\ N_n, & q > q^{\max}, \end{cases} \quad (18)$$

де N_n — номінальна потужність турбіни, кВт; η_t, η_g — відповідно коефіцієнт корисної дії турбіни та генератора.

Як бачимо з формули (18), у разі, якщо витрата води, яка потрапляє на турбіну є меншою за мінімально допустиму, потужність дорівнює нулю, тобто МГЕС не працює. Коли витрата q перевищує робочий діапазон, тоді P дорівнює номінальній потужності розглядуваної турбіни N_n . Якщо витрата q є в межах допустимого діапазону, то потужність МГЕС розраховується, кВт:

$$P = g \cdot q \cdot H \cdot \eta_t \cdot \eta_g. \quad (19)$$

Отримавши генеровану системою потужність, можливо оцінити результати роботи МГЕС на досліджуваній ділянці річки за допомогою головного системного функціонального показника — річного виробітку електроенергії W_p протягом деякого часу T , кВт·год:

$$W_p = \frac{1}{T} \int_0^T P \cdot dt. \quad (20)$$

Зважаючи на стохастичний сезонний характер витрати води, а також необхідність забезпечення робочого діапазону турбіни, важливим є обґрунтування параметрів дериваційного каналу. Параметри дериваційного каналу повинні бути обґрунтовані таким чином, щоб обсяг води в річці дозволив максимально можливий час у році заповнювати канал водою для завантаження турбіни. Збільшення діаметра дериваційного трубопроводу призводить до збільшення його вартості, і навпаки, зі зменшенням — різко зростають втрати напору, зменшується виробіток електроенергії, але й зменшується вартість. Зрозуміло, що економічно найвигіднішим діаметром буде такий, при якому сума приведених затрат на будівництво трубопроводу та втрати напору будуть мінімальними, а виробіток електроенергії — якомога більший. Аналітичний розв'язок такої задачі є достатньо складним, тому обґрунтування основних параметрів системи дериваційної МГЕС можливе лише на підставі моделювання віртуальної системи «річка — МГЕС» [11].

Параметри МГЕС на річці залежатимуть також від способу використання виробленої енергії — робота на мережу, або для забезпечення автономного споживача. Задовольнити потреби споживача одним поновлюваним джерелом неможливо, оскільки внаслідок високої мінливості вихідних параметрів (витрати води в річці) відбувається значне коливання виробленої електроенергії протягом року. Виникає потреба у використанні дорогих акумуляторних пристроїв. А це підвищує початкові капіталовкладення, і як наслідок збільшується собівартість виробленої електроенергії. Перспективнішою є робота станцій на мережу, яка, до того ж, виконує функції акумуляуючого пристрою. Задаючись умовою, що вироблена електрична енергія подається безпосередньо в мережу, а також зважаючи на затверджений рівень «зеленого тарифу» z' , згідно якого держава зобов'язує закуповувати вироблену електроенергію (Постанова НКРЕ України № 857 від 23 липня 2009 р. «Про встановлення фіксованого мінімального розміру «зеленого» тарифу»), з одного боку, доцільним є освоєння економічного гідропотенціалу річки, а з іншого — мінімізація затрат на виробництво електроенергії. Для цього необхідне застосування комплексного критерію, який би враховував поставлені задачі. Таким критерієм може бути прибуток від отриманої електроенергії U , який дає змогу знайти оптимальне вирішення поставлених задач. Розрахувавши собівартість z як відношення річних амортизаційних відрахувань B до виробітку, можемо розрахувати прибуток U від виробленої електроенергії для того чи іншого обладнання МГЕС:

$$U = W_p \cdot (z' - z) \rightarrow \max_{l_1, l_2, D, N}. \quad (21)$$

На основі порівняння розрахованих показників ефективності роботи МГЕС в системі обґрунтовують оптимальні системні функціональні показники дериваційних МГЕС та здійснюють оптимізацію потужності турбіни N , діаметра D і довжини l_1, l_2 дериваційного каналу.

Здобутком проведених автором досліджень є обґрунтування системного функціонального показника — річного виробітку електроенергії, за допомогою якого можливо оцінити результати роботи МГЕС на досліджуваній ділянці річки. Розроблена методика обґрунтування системних функціональних показників МГЕС дає змогу означити складові системи «річка — МГЕС» та врахувати їх вплив на системну ефективність.

Використання прибутку від виробленої електроенергії як критерію, дозволяє оптимізувати параметри турбіни та дериваційного каналу МГЕС, а також знайти оптимальний варіант максимального освоєння гідропотенціалу річки та зменшення затрат на виробництво електроенергії.

Проведені автором роботи дослідження лягли в основу розробленого алгоритму імітаційного моделювання віртуальної системи «річка — МГЕС».

5. Висновки

1. Розроблена методика обґрунтування системних функціональних показників дериваційних гідроелектростанцій в системі «річка — МГЕС» дала змогу врахувати специфіку функціонування такої системи та причинно-наслідкові взаємозв'язки між її складовими.

2. Обґрунтований критерій оптимізації (21), який є поєднанням технологічного і економічного критеріїв, дозволяє не тільки оптимізувати основні параметри гідроенергетичного обладнання для конкретної ділянки річки, а й може бути використаний в подальших дослідженнях, зокрема, під час вибору тої чи іншої ділянки для формування каскаду МГЕС.

Література

1. Гідроенергетика [Електронний ресурс] // Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. — Режим доступу: \www/URL: <http://saee.gov.ua/uk/ae/hydroenergy>. — 20.09.2015.
2. Сидорчук, О. В. Науково-методичні засади узгодження параметрів конфігурації проектів малої гідроенергетики з характеристиками проектного середовища [Текст] / О. В. Сидорчук, В. М. Боярчук, М. І. Бабич, А. В. Татомир // Вісник Львівського національного аграрного університету. Агроінженерні дослідження. — 2010. — № 14. — С. 5–12.
3. Золотухін, В. І. Водноенергетичні розрахунки при проектуванні гідроелектростанцій [Текст]: навч. посіб. / В. І. Золотухін, В. В. Лутаєв; Нац. ун-т вод. госп-ва та природокористування. — Рівне: НУВГП, 2005. — 203 с.
4. Рудько, Г. І. Наукові основи екологічної оцінки та оптимального використання гідроресурсів Карпатського регіону України [Текст] / Г. І. Рудько, Л. М. Консевич; Укр. Будинок екон. та наук.-техн. знань т-ва «Знання» України. — К.: Знання, 1998. — 137 с.
5. Пташкина-Гиріна, О. С. Использование энергии малых рек для энергоснабжения сельскохозяйственных потребителей в зоне Южного Урала [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.20.02 / О. С. Пташкина-Гиріна; Челябинский государственный агроинженерный университет. — Челябинск, 1998. — 21 с.
6. Ghadimi, A. A. Determining optimum location and capacity for micro hydropower plants in Lorestan province in Iran [Text] / A. A. Ghadimi, F. Razavi, B. Mohammadian // Renewable and Sustainable Energy Reviews. — 2011. — Vol. 15, № 8. — P. 4125–4131. doi:10.1016/j.rser.2011.07.003

7. Голованов, И. Н. Формализация выбора оборудования для малых ГЭС с оптимальными характеристиками [Текст] / И. Н. Голованов // Відновлювальна енергетика. — 2006. — № 1. — С. 66–70.
8. Барков, К. В. Анализ и методика оценки параметров малых ГЭС [Текст]: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.14.08 / К. В. Барков; ГОУ ВПО «Санкт-Петербургский государственный политехнический университет». — СПб., 2008. — 21 с.
9. Тарасов, А. В. Обоснование оптимальных параметров гидроагрегатов малых ГЭС [Текст] / А. В. Тарасов, Г. И. Топаж // Гидротехническое строительство. — 2010. — № 1. — С. 27–31.
10. Пупасов-Максимов, А. М. Задача оптимизации местоположения и структуры малой ГЭС на стадии обоснования инвестиций [Электронный ресурс] / А. М. Пупасов-Максимов, А. В. Орлов, А. В. Федосеев // Интернет-журнал «Науковедение». — 2013. — № 5 (18). — Режим доступа: \www/URL: <http://naukovedenie.ru/PDF/67tvn513.pdf>. — 20.09.2015.
11. Бабич, М. І. Аналіз чинників ефективності проекту енергозабезпечення сільськогосподарських об'єктів за рахунок використання гідроенергії малих річок Карпат [Текст] / М. І. Бабич // Motorization and power industry in agriculture. MOTROL. — 2008. — Т. 10В. — С. 91–95.
12. Альтшуль, А. Д. Гидравлические потери на трение в водоводах электростанций [Текст] / А. Д. Альтшуль, Ю. А. Войтинская, В. В. Казеннов, Э. Н. Полякова. — М.: Энергоатомиздат, 1985. — 104 с.
13. Ковалев, Н. Н. Справочник конструктора гидротурбин [Текст] / Л. Я. Бронштейн, А. Н. Герман, В. Е. Гольдин и др.; под общ. ред. Н. Н. Ковалева. — М.: Машиностроение, 1971. — 304 с.

ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМНЫХ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАЛЫХ ДЕРИВАЦИОННЫХ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

В статье обоснована целесообразность использования малых деривационных гидроэлектростанций на малых реках Карпатского региона и раскрыты особенности их работы. Обоснованы системные функциональные показатели работы деривационных гидроэлектростанций в системе «река — МГЭС». Обоснованы критерии оптимизации показателей деривационной гидроэлектростанции для конкретного участка реки.

Ключевые слова: деривационные гидроэлектростанции, реки, система, гидротурбина, мощность, напор, расход воды.

Бабич Михайло Іванович, кандидат технічних наук, в. о. доцента, кафедра енергетики, Львівський національний аграрний університет, Дубляни, Львівська обл., Україна, e-mail: m.babych@ukr.net.

Бабич Михаил Иванович, кандидат технических наук, и. о. доцента, кафедра энергетики, Львовский национальный аграрный университет, Дубляны, Львовская обл., Украина.

Babych Mykhailo, Lviv National Agrarian University, Dublyany, Lviv region, Ukraine, e-mail: m.babych@ukr.net

УДК 621.371:621.311.4

DOI: 10.15587/2312-8372.2015.56641

**Дорошенко О. І.,
Песков С. А.,
Сергати́й А. М.,
Борисенко С. О.**

ВИЗНАЧЕННЯ РОЗДРІБНОЇ ЦІНИ НА ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЮ ДЛЯ ПРОМИСЛОВИХ СПОЖИВАЧІВ

Спираючись на фізику нормального режиму електропередачі, у статті пропонується новий, науково обґрунтований, підхід до визначення роздрібно́ї ціни на електроенергію для промислових і дорівнених, до них споживачів, за якого враховується вплив реактивного навантаження конкретного споживача електроенергії на економіку процесу передавання йому електроенергії.

Ключові слова: електроенергія, електропостачання, активна потужність, реактивна потужність, повна потужність, ціна на електроенергію.

1. Вступ

Незважаючи на велику кількість позитивних рис ринкової економіки, вона не в змозі автоматично регулювати геть усі економічні і соціальні процеси в інтересах усього людського загалу і кожного його громадянина. Вона не може забезпечити соціально справедливого розподілу національного доходу, не гарантує право на труд, не націлює на захист оточуючого середовища і не підтримує незахищені верстви населення.

Приватний бізнес не переймається вкладенням капіталу у такі галузі господарства і проекти, які не забезпечують достатньо високого прибутку, але для людського загалу і держави вони можуть бути дуже важливими.

Тому прерогативою держави є забезпечення належного правопорядку та національної безпеки, що, у свою

чергу, складає основу для розвитку підприємництва та економіки держави. Про все це повинна піклуватись держава і впливати на ринкову економіку за допомогою певних економічних важелів. Одним з таких важелів є ціноутворення.

Використовуючи цінову політику, держава впливає на попит-пропозицію, перерозподіл доходів і ресурсів, а також на антимонопольні, антиінфляційні та інші негативні процеси у бажаному для держави напрямку.

На частину найважливіших товарів і послуг першої необхідності ціни і тарифи регулюються державою. Незважаючи на те, що їх частка складає лише 10–15 % від загальної товарної маси, це має велике значення, перш за все для підтримки мінімального прожиткового рівня. Ціни регулюються державою також і на продукцію підприємств-монополістів, у тому числі підприємств електроенергетики.