

DOI: <https://doi.org/10.31073/mivg201902-182>

Available at (PDF): <http://mivg.iwpim.com.ua/index.php/mivg/article/view/182>

УДК 621.311.25:620.92

АЛЬТЕРНАТИВНІ ДЖЕРЕЛА ЕНЕРГІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ ЗРОШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ

О.О. Дехтяр, канд. техн. наук

Інститут водних проблем і меліорації НААН, Київ, Україна

<https://orcid.org/0000-0002-0011-7124>; e-mail: oksana.dehtiar@gmail.com

***Анотація.** У статті розглянуто сучасний рівень використання альтернативних джерел електроенергії у світі. Встановлено основні напрями розвитку світової енергетики, проаналізовано статистичні дані провідних енергетичних компаній, аналітичних міжнародних організацій, фінансових установ. На сьогодні всі цивілізовані країни успішно переходять на альтернативні джерела енергії: вітру, сонця, біопалива тощо. При цьому застосування енергії сонця є одним із найбільш перспективних невичерпних відновлювальних джерел енергії. Використання відновлювальної енергетики на заміну традиційної, заснованої на видобувних технологіях, що забруднюють атмосферу шкідливими викидами та сприяють збільшенню парникового ефекту, надає можливість зменшити навантаження на ресурсну базу та енергосистему країн та покращити екологію. Сталій розвиток аграрного сектора економіки України, зокрема зрошувального землеробства потребує зниження залежності від енергоносіїв. У структурі собівартості води для зрошення вагому частку становить вартість електроенергії. Саме тому для підвищення ефективності зрошувального землеробства, забезпечення високих та сталих врожайів сільськогосподарської продукції в умовах змін клімату обов'язковим є зниження витрат на споживання електроенергії. Зазначено необхідність використання альтернативних джерел енергії у водогосподарсько-меліоративному комплексі України в рамках імплементації енергетичної стратегії України, основною метою якої є перехід до енергоефективного та енергоощадного використання і споживання енергоресурсів. В Інституті водних проблем і меліорації досліджують і розробляють заходи та технології з підвищення енергоефективності для зменшення питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними станціями та зменшення рівня втрат електроенергії на водозабір і транспортування води трактами подачі води. Одним із дієвих заходів зниження вартості електроенергії є впровадження альтернативних джерел енергії, зокрема сонячної енергетики. Проведено оцінку економічного потенціалу заходів з підвищення енергоефективності на зрошувальних системах. Розрахункова оцінка показала, що використання модулів сонячних електростанцій, встановлених над поверхнею відкритих зрошувальних каналів, дасть можливість знизити витрати на споживання електричної енергії в умовах постійного підвищення тарифів, тобто сприятиме підвищенню економічної ефективності зрошення, зменшенню частки водогосподарської галузі в загальнодержавному енергоспоживанні та позитивно вплине на навколишнє середовище. Збут надлишків електроенергії в енергосистему за «зеленими» тарифами може істотно зменшити терміни окупності модернізації інженерної інфраструктури зрошувальних систем.*

***Ключові слова:** альтернативні джерела електроенергії, енергоефективність, сонячні електростанції, зрошувальні системи.*

Постановка проблеми. В Україні вкрай незадовільно використовується потенціал наявних зрошувальних систем. Нарощування обсягів виробництва сільськогосподарської продукції потребує збільшення площ зрошуваних земель, що неможливо без модернізації та відновлення об'єктів інженерної інфраструктури зрошувальних систем.

Для підвищення ролі зрошення в аграрному секторі економіки країни, зменшення питомих витрат електроенергії на перекачування води насосними станціями, зменшення рівня втрат електроенергії на водозабір і транспортування води трактами водоподачі необхідно впроваджувати заходи та технології

з підвищення енергоефективності. Одним із дієвих заходів зниження вартості електроенергії є впровадження альтернативних джерел енергії, зокрема сонячної енергетики.

Мета досліджень. Аналіз основних світових тенденцій розвитку альтернативних видів електроенергії та обґрунтування використання сонячної енергетики для підвищення енергоефективності зрошувальних систем.

Методи дослідження. Дослідження базуються на систематизації статистичної та теоретичної інформаційної бази даних шляхом аналізу та оцінки їх складових. Було використано методичні підходи, які застосовуються у міжнародній практиці згідно з вимогами

міжнародних та європейських стандартів та чинних на сьогодні в Україні нормативних документів. Методологічною основою стали закони та законодавчі акти України, праці вітчизняних і зарубіжних учених із питань підвищення енергоефективності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженнями у сфері розвитку альтернативних джерел електроенергії, сонячної енергетики, впровадженням технологій енергозбереження займалися такі зарубіжні та вітчизняні вчені: Басок Б.І., Долінський А.А., Ільєсов В.А., Мисак Й.С., Возняк О.Т., Шаповал С.П., Войтюк С.Д., ТОВАЖНЯНСЬКИЙ Л.Л., Фризенко А.О., Діксон Д., Корбетта Дж., Шендлер Д., Мхітарян Н.М., Зінгер Ш., Pimentel D., Kumar S., Waqas A., Nirudh J, та інші. Проте в цій сфері залишилось ще багато питань, зокрема розробка та впровадження інноваційно-технічних рішень з підвищення енергоефективності водогосподарської галузі на шляху до сталого енергетичного розвитку країни.

Викладення основного матеріалу. У світі щорічно збільшується частка використання відновлюваної енергетики як обґрунтованої альтернативи традиційним видам палива та ефективного засобу декарбонізації економіки. Так, у період 2006–2016 рр. споживання енергії з використанням альтернативних джерел електроенергії у світі зросло з 93,2 млн. тонн нафтового еквівалента до 419,6 млн. тонн нафтового еквівалента, тобто у 4,5 рази.

Прогнози розвитку світової енергетики, основані на аналізі статистичних даних провідних енергетичних компаній, аналітичних міжнародних організацій, фінансових установ, свідчать, що у період 2015–2035 рр. частка використання альтернативних джерел електроенергії в глобальній структурі енер-

госпоживання зростатиме з 3% до 14% [1-4]. У таких розвинених країнах як США, Німеччина, Англія, Іспанія, Італія, Японія планують довести частку альтернативних джерел енергії в загальному енергобалансі до 20–50%. Темпи росту використання альтернативних джерел електроенергії в різних країнах наведено на рис. 1. Станом на 2017 р. їх частка в загальному обсязі виробництва електроенергії у світі збільшилася з 7,4% до 8,4%, а в Європі з 16,5% до 18,3%. Серед країн світу найбільший приріст спостерігається у Китаї – з 6,4 млн. тонн нафтового еквівалента у 2008 р. до 106,7 млн. тонн нафтового еквівалента у 2017 р.

До того ж слід зазначити, що енергія вітру забезпечує більше половини зростання відновлюваної енергії, а сонячна енергія – більше третини від загальної кількості.

Експертами Міжнародного енергетичного агентства наголошено, що до 2050 р. сонячна енергія може стати найбільш використовуваним джерелом вироблення електроенергії в світі, обійшовши не тільки вітрову і гідроенергію, а й викопне паливо, а також атомну енергію. І саме завдяки застосуванню сонячної енергії щорічні викиди вуглекислого газу скоротяться на більш ніж 6 мільярдів тонн, що перевищує усі нинішні викиди CO₂ в США.

В Україні також наявна стійка тенденція до зростання частки альтернативних джерел електроенергії. Обмеженість традиційних викопних ресурсів, постійне зростання вартості електроенергії та необхідність охорони навколишнього середовища вимагають активного впровадження енергозберігаючих технологій та переходу до використання відновлюваних джерел енергії [5].

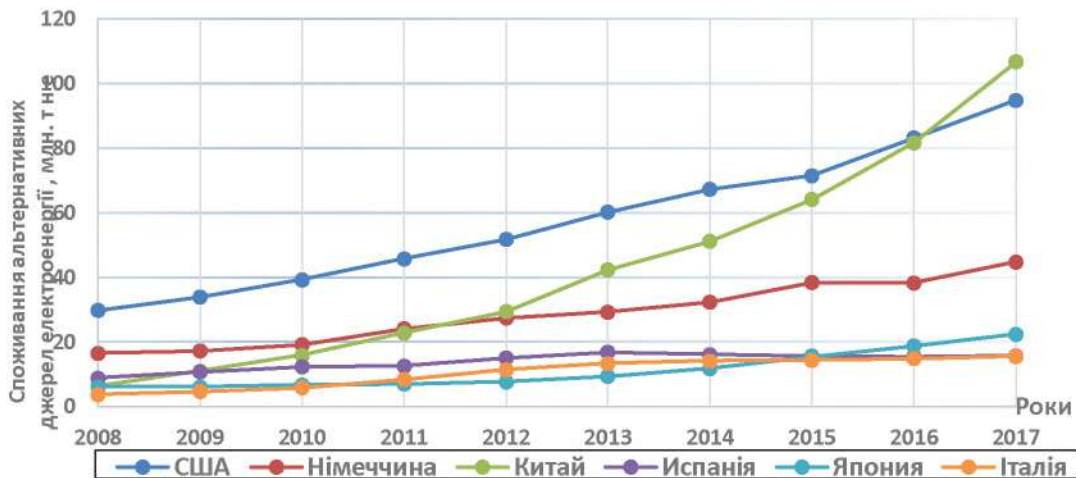


Рис. 1. Підвищення рівня використання альтернативних джерел енергії в різних країнах
Джерело: за даними BP Statistical Review of World Energy 2017

За аналізом статистичних метеорологічних даних середньорічна кількість сонячної енергії, що надходить на поверхню території України, на півночі складає 1070 кВт·год/м², а на півдні – 1400–1500 кВт·год/м² (рис. 2) [6]. Тобто в середньому по країні потенціал сонячної енергії досить високий, близько 1285 кВт год/м, і набагато вищий ніж у Німеччині – 1000 кВт·год/м, Польщі – 1080 кВт·год/м та в ряді інших країн. Це обумовлює перспективність ефективного використання сонячних електростанцій (СЕС) на території України.

Енергетичною стратегією України на період до 2035 р. «Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність», схваленою розпорядженням Кабінету Міністрів України від 18.08.2017 р. № 605-р, визначено мету і цілі розбудови енергетичного сектора відповідно до потреб економічного і соціального розвитку країни на період до 2035 р. [7].

Головною метою є забезпечення енергетичної та екологічної безпеки і перехід до енергоефективного та енергоощадного використання і споживання енергоресурсів із впровадженням інноваційних технологій. Як зазначив Голова Держенергоефективності Сергій Савчук, нова мета України – досягти 25% енергії з відновлюваних джерел у загальному енергоспоживанні країни до 2035 р., як однієї з важливих складових досягнення енергетичної незалежності.

За період з 2006 по 2016 рр. темпи зростання відновлюваної енергетики в Україні стано-

вили 46,4% від 0,1 до 0,4 млн. тонн нафтового еквівалента, проте до рівня розвинених країн ще далеко. На сьогодні альтернативна енергетика задовольняє лише 1–2% потреб України в енергоресурсах (рис. 3).

В останні роки в Україні активно розвивається сонячна енергетика. Використання енергії сонячного випромінювання найбільш доцільно в умовах півдня України, де сонячна активність найвища і становить близько 1300 кВт·год/м². Так, у Херсонській області в середньому 240 сонячних днів на рік, що є високим показником для успішного розвитку сонячної енергетики. Першу СЕС у Скадовському районі Херсонської області потужністю 9,8 МВт побудували ще у 2013 р. На сьогодні в області вже збудовано 24 СЕС загальною потужністю 208,02 МВт, що працюють у Херсоні, Білозерці, Каховці, Генічеську, Новотроїцьку, Олешках та біля інших міст та селищ області. Активно розвивається альтернативна енергетика і в інших регіонах України: Черкаській, Львівській, Київській, Хмельницькій, Дніпропетровській, Закарпатській та інших областях України [8-9].

У Нікопольському районі Дніпропетровської області компанія «Солар-Фарм-1» у січні 2019 р. ввела в експлуатацію найбільшу в Україні СЕС потужністю 200 МВт, що входить до трійки найбільших у Європі.

Завдяки розвитку інноваційних технологій та обладнання сонячна енергетика з кожним роком стає все більш дешевою та ефективною. Однак для розміщення СЕС потрібні



Рис. 2. Сумарний річний потенціал сонячної енергії в різних областях території України

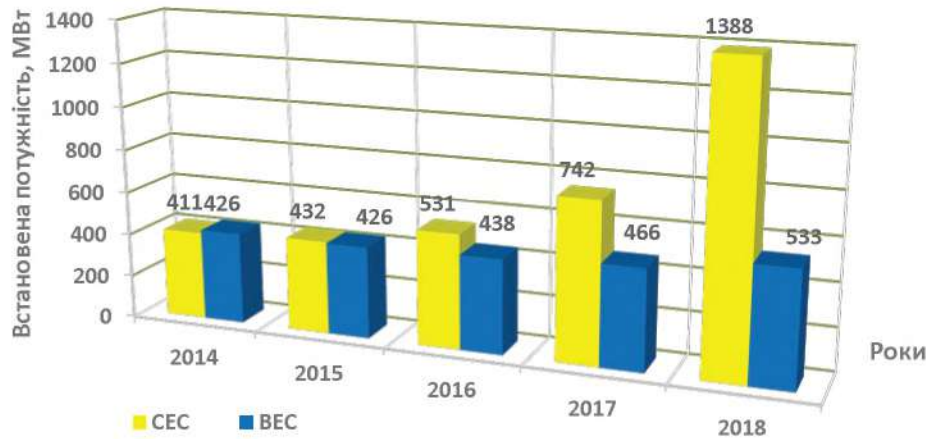


Рис. 3. Встановлена потужність об'єктів сонячної та вітроенергетики

Джерело: за даними звітів Держенергоефективності

значні площі. Для отримання 1 МВт електроенергії площа сонячної станції має бути приблизно 1,0–1,9 га землі, яка стає непридатною для суспільних потреб та сільськогосподарського використання. Наприклад, площа СЕС «Старокозаче» в Одеській області потужністю 42,95 МВт складає 80 га.

Саме тому в деяких країнах для будівництва сонячних електростанцій почали використовувати водні об'єкти. Так в Японії введено в експлуатацію сонячну електростанцію на воді, яка складається з більше 50 тис. сонячних панелей, що розташовані на 18 га площі озера над греблею. Річний обсяг виробництва електроенергії цієї СЕС – 16 мільйонів кВт·год, що відповідає споживанню електроенергії приблизно п'ятьма тисячами домогосподарств протягом року.

В Індії, у рамках проекту «Solar energy», на 15-метрових металевих конструкціях над зрошувальним каналом було облаштовано 750 метрів сонячних панелей, що виробляють 1 МВт електроенергії. На сьогодні близько 100 МВт сонячних станцій над каналами запроєктовано або будуються у восьми штатах Індії [10].

Таїланд планує побудувати найбільший у світі плавучий сонячний парк загальною потужністю понад 2,7 ГВт на дев'яти водосховищах ГЕС, що дозволить поліпшити продуктивність гідроелектростанцій, згладжуючи перепади напруги у періоди посухи та обміління річок.

Сталий розвиток аграрного сектора економіки України, і зокрема зрошувального землеробства, потребує зниження залежності від енергоносіїв. З огляду на те, що в структурі собівартості води для зрошення вартість електроенергії становить близько 75%, однією

з головних цілей ефективного функціонування зрошення для забезпечення високих та сталих врожаїв сільськогосподарської продукції в умовах змін клімату є значне зниження витрат на споживання електроенергії. Енергоспоживання зрошувальних систем можна скоротити при використанні власних джерел енергопостачання, включаючи відновлювані джерела енергії. До того ж максимальна ефективність сонячних електростанцій (СЕС) досягається саме протягом поливного сезону.

Зважаючи на те, що витрати на споживання електричної енергії в умовах постійного підвищення тарифів є вагомим статтею витрат на цілі зрошення в Інституті водних проблем і меліорації НААН проводяться дослідження по розробці енергоефективних заходів на об'єктах інженерної інфраструктури меліоративних систем, а саме: заходів з модернізації існуючого насосно-силового обладнання шляхом заміни на ефективні сучасні агрегати з можливістю максимального маневрування відповідно попиту; використання переваг зонних тарифів на електричну енергію; ефективного застосування додатково створених гідроакмулюючих систем для надійного і безперервного обслуговування водокористувачів на добовому інтервалі та для максимального збільшення долі більш дешевих тарифів або для створення балансуєної потужності для енергосистеми; створення конкурентноспроможних і ефективних енергосистем власних потреб на відновлюваних джерелах енергії.

Було проведено експертну оцінку економічного потенціалу впровадження перелічених вище заходів на відрізку довжиною 25 км від головної насосної споруди (ГНС) одного з магістральних каналів у Херсонській області. При оцінці враховано, що заміна

насосів на сучасні агрегати дасть підвищення їх енергоефективності на 40%. Крім цього, передбачено спорудження на 25-му кілометрі перегороджуючої споруди з засобами регулювання та обладнанням малої гідроелектростанції (ГЕС), що забезпечують збереження нижче цієї споруди за течією тих же самих умов (напору та витрат води), що і до встановлення цієї споруди. Зазначена перегороджуюча споруда своїм основним призначенням має накопичення за ніч надлишку води, достатнього для живлення системи водою протягом частини доби після зупинки насосів ГНС і до їх наступного включення.

Крім того, передбачено спорудження у «поді» каналу зовнішнього резервуару для накопичення протягом часу дії «нічного» тарифу додаткової кількості води для запобігання перевищенню проектного рівня води у каналі. Заповнення та спорожнення зовнішнього резервуару у добовому циклі відбувається за принципом гідроакумуючої станції (ГАЕС) із використанням реверсивної машини «насос-турбіна / двигун-генератор».

Для використання альтернативних джерел енергії при проведенні розрахункової оцінки запропоновано встановлення над дзеркалом води в магістральному каналі на відповідній висоті поперечних рамних конструкцій з точковими опорами на дно та (або) стінки каналу. Верхні частини цих конструкцій створюють площину, на якій монтуються панелі СЕС з трекерами, які автоматично підлаштовують площину сонячних панелей так, щоб в даний момент сонячне проміння потрапляло на них під прямим кутом для отримання максимальної потужності сонячних модулів та забезпечення більшої кількості згенерованої енергії (рис. 4, 5).

Встановлення сонячних модулів в зоні дії відкритого зрошувального каналу може вирішити такі питання:

- обмеженої наявності у регіоні вільних земель;
- невикористання сільськогосподарських площ для встановлення СЕС;
- затінення поверхні води для зниження її втрат на випаровування.



Рис. 4. Схема розміщення малої ГЕС, ГАЕС та різної кількості сонячних модулів на ділянці зрошувального каналу



Рис. 5. Сонячні панелі з трекерами

1. Дані розрахункової оцінки по використанню СЕС

Показники	Одиниці вимірювання	Значення
Ширина каналу(38+5+38)	м	81,00
Ширина площі відтинку СЕС	м	60,00
Загальна довжина відтінків	м	12 000
Загальна площа СЕС	тис. м ²	720,00
Площа для встановлення 40 модулів	тис. м ³	0,20
з 2-осьовим трекером	тис. м ³	0,25
Потужність 1 модуля	кВт	0,25
з 2-осьовим трекером +25%	кВт	0,31
Загальна кількість модулів СЕС з трекерами	шт.	115 200
Загальна потужність модулів СЕС з трекерами	кВт	36 000
Години максимальної генерації, літній період	год	6,00
зимовий період	год	2,00
Добове виробництво енергії, у літній період	кВт·год	216 000
у зимовий період	кВт·год	72 000
Загальне виробництво енергії згідно розрахунку (травень-вересень)	кВт·год	33 048 000

Слід відзначити також наявність та доступність ліній електропередач у зоні дії зрошувальних каналів для підключення. До того ж облаштування сонячних модулів посередині каналу має забезпечити певний їх захист від несанкціонованого втручання, а висота облаштування сонячного фотоелектричного обладнання дозволить проводити необхідні експлуатаційні та ремонтні роботи на зрошувальному каналі. Беручи до уваги, що осідання пилу на фотоелектричному обладнанні знижує його продуктивність на 15–20% і потребує періодичного промивання водою, у випадку облаштування сонячних панелей у зоні дії зрошувального каналу це також легко вирішується. У таблиці 1 наведено дані по розрахунковій оцінці використання СЕС у зоні дії магістрального каналу.

Розрахунки показали, що при використанні тризонного тарифу добовий економічний ефект порівняно з базою порівняння – простим тарифом – складає 2 259,762 тис. грн. До того ж досягається зменшення добових витрат електроенергії приблизно на 50%. Використання сонячних електростанцій для виробництва електроенергії на відкритих зрошувальних каналах та її продаж за діючим «зеленим» тарифом дозволить фінансово компенсувати

скорочені на 50% витрати на споживання електричної енергії. Впровадження комплексу цих заходів зможе забезпечити фінансову енергетичну нейтральність ГНС каналу. При цьому додаткова електрична енергія, вироблена ГЕС та ГАЕС, буде використовуватися для балансування власних джерел енергії.

Висновок. Широке використання альтернативних джерел енергії, і зокрема сонячної енергетики, разом із впровадженням комплексу енергозберігаючих заходів дасть змогу знизити витрати на споживання електричної енергії в умовах постійного підвищення тарифів, зменшити втрати електроенергії, а з екологічної точки зору сприятиме скороченню викидів парникових газів. Збут надлишків електроенергії в енергосистему за «зеленими» тарифами може істотно знизити терміни окупності модернізації гідротехнічних споруд зрошувальних систем. Розрахункова оцінка економічного потенціалу заходів із підвищення енергоефективності показала, що впровадження відновлюваних джерел енергії на зрошувальних системах сприятиме підвищенню економічної ефективності зрошення, зменшенню частки водогосподарської галузі в загальнодержавному енергоспоживанні та позитивно вплине на навколишнє середовище.

Бібліографія

1. FAO. (2011). «Energy-smart» agriculture needed to escape fossil fuel trap. Issue Paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 78 pages.: Retrieved from: <http://www.fao.org/news/story/en/item/95161/icode>.
2. UNCTD. (2011). Technology and innovation report Powering Development with Renewable Energy Technologies. United nations conference on trade and development. Retrieved from: https://unctad.org/en/Docs/tir2011overview_en.pdf.

3. BP. (2017). BR Statistical Review of World Energy. Retrieved from: https://www.bp.com/content/dam/bp-country/de_ch/PDF/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf.
4. НЕК «Укренерго». Огляд аналітичних робіт міжнародних енергетичних організацій щодо стану та сценаріїв розвитку світової енергетичної сфери з прогнозом інвестування в енергоефективність Київ. 2018. 94 с. URL: https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/06/2.-rozvyt_svit_energet_sfery.pdf.
5. Державне агентство з енергоефективності та енергозбереження України. (2018). Інформаційні матеріали. URL: <http://saee.gov.ua/uk/content/informatsiyini-materialy>.
6. World Bank Group. (2016). The Global Solar Atlas Retrieved from: <https://globalsolaratlas.info>.
7. Міністерство енергетики і вугільної промисловості. Енергетична стратегія України на період до 2035 року: безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність. 2017. URL: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245234085.
8. Сонячна енергетика-один із перспективних напрямів розвитку відновлюваної енергетики в Україні. Урядовий портал. 8.04.2016. URL: http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art_id=248970577.
9. Укренерго. Укренерго – за розвиток самодостатньої «зеленої» генерації. 2018. Режим доступу: <http://www.ukrenergo.energy.gov.ua/Pages/ua/DetailsNew.aspx?nID=3689>.
10. Федосенко Н. Над водними каналами Індії державна компанія встановить сонячні батареї потужністю 1250 МВт. 2016. URL: <https://ecotown.com.ua/news/Nad-vodnymy-kanalamy-Indiyi-derzhavna-kompaniya-vstanovyt-sonyachni-batareyi-potuzhnisty-1250-MVt>.

References

1. FAO. (2011). «Energy-smart» agriculture needed to escape fossil fuel trap. Issue Paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. 78 p.: Retrieved from: <http://www.fao.org/news/story/en/item/95161/icode>.
2. UNCTD. (2011). Technology and innovation report Powering Development with Renewable Energy Technologies. United Nations conference on trade and development. Retrieved from: https://unctad.org/en/Docs/tir2011overview_en.pdf.
3. BP. (2017). BR Statistical Review of World Energy. Retrieved from: https://www.bp.com/content/dam/bp-country/de_ch/PDF/bp-statistical-review-of-world-energy-2017-full-report.pdf.
4. Ukrenergo. (2018). Review of the analytical work of international energy organizations on the state and scenarios of development of the world energy sector with the forecast of investment in energy efficiency Kyiv: Ukrenergo. Retrieved from: https://ua.energy/wp-content/uploads/2018/06/2.-rozvyt_svit_energet_sfery.pdf. [in Ukrainian].
5. State Agency for Energy Efficiency and Energy Saving of Ukraine. (2018). Information materials. Retrieved from: <http://saee.gov.ua/uk/content/informatsiyini-materialy>. [in Ukrainian].
6. World Bank Group. (2016). The Global Solar Atlas Retrieved from: <https://globalsolaratlas.info>.
7. Ministry of Energy and Coal Industry. (2017). Ukraine's energy strategy for the period until 2035: security, energy efficiency, competitiveness. Retrieved from: http://mpe.kmu.gov.ua/minugol/control/publish/article?art_id=245234085. [in Ukrainian].
8. Government portal. (2016). Solar energy is one of the promising directions for the development of renewable energy in Ukraine. Retrieved from: http://www.kmu.gov.ua/control/publish/article?art_id=248970577. [in Ukrainian].
9. Ukrenergo. (2018). Ukrenergo – for the development of self-sufficient “green” generation. Retrieved from: <http://www.ukrenergo.energy.gov.ua/Pages/ua/DetailsNew.aspx?nID=3689> [in Ukrainian].
10. Fedosenko, N. (2016). Over a water channel in India, a state-owned company will install solar power 1250 MW. Retrieved from: <https://ecotown.com.ua/news/Nad-vodnymy-kanalamy-Indiyi-derzhavna-kompaniya-vstanovyt-sonyachni-batareyi-potuzhnisty> [in Ukrainian].

О.А Дехтяр

Альтернативные источники энергии

для повышения энергоэффективности оросительных систем

Аннотация. В статье рассматривается современный уровень использования альтернативных источников электроэнергии в мире. Установлены основные направления развития мировой энергетики, проанализированы статистические данные ведущих энергетических компаний, аналитических международных организаций, финансовых учреждений. Ныне все цивилизованные страны успешно переходят на альтернативные источники энергии: ветра, солнца, биотоплива и др.

При этом применение энергии солнца является одним из самых перспективных неисчерпаемых, возобновляемых источников энергии. Использование возобновляемой энергетики на замену традиционной, основанной на добывающих технологиях, загрязняющих атмосферу вредными выбросами и способствующих увеличению парникового эффекта, позволяет уменьшить нагрузку на ресурсную базу и энергосистему стран и улучшить экологию. Устойчивое развитие аграрного сектора экономики Украины, и в частности орошаемого земледелия, требует снижения зависимости от энергоносителей. В структуре себестоимости воды для орошения весомую долю составляет стоимость электроэнергии. Именно поэтому для повышения эффективности орошаемого земледелия, обеспечения высоких и устойчивых урожаев сельскохозяйственной продукции в условиях изменения климата обязательным является снижение затрат на потребление электроэнергии. Указана необходимость использования альтернативных источников энергии в водохозяйственно-мелиоративном комплексе Украины в рамках имплементации энергетической стратегии Украины, основной целью которой является переход к энергоэффективному и энергосберегающему использованию и потреблению энергоресурсов. В Институте водных проблем и мелиорации исследуют и разрабатывают мероприятия и технологии по повышению энергоэффективности для уменьшения удельных расходов электроэнергии на перекачку воды насосными станциями, снижения уровня потерь электроэнергии на водозабор и транспортировку воды трактами подачи воды. Одной из действенных мер снижения стоимости электроэнергии является использование альтернативных источников энергии, в частности солнечной энергетики. Проведена оценка экономического потенциала мероприятий по повышению энергоэффективности на оросительных системах. Расчетная оценка показала, что использование модулей солнечных электростанций, установленных над поверхностью открытых оросительных каналов, позволит снизить затраты на потребление электрической энергии в условиях постоянного повышения тарифов, то есть способствовать повышению экономической эффективности орошения, уменьшению доли водохозяйственной отрасли в общегосударственном энергопотреблении и положительно повлияет на окружающую среду. Сбыт излишков электроэнергии в энергосистему за «зелеными» тарифами может существенно уменьшить сроки окупаемости модернизации инженерной инфраструктуры оросительных систем.

Ключевые слова: альтернативные источники электроэнергии, энергоэффективность, солнечные электростанции, оросительные системы.

O.O. Dekhtiar

Alternative energy sources for increasing energy efficiency of irrigation systems

Abstract. The article discusses the current level of use of alternative sources of electrical power in the world. The main areas of the global power development were determined, the statistical data of leading energy companies, analytical international organizations and financial institutions were analysed. For today, all civilized countries successfully switch to alternative energy sources: wind, solar energy, biofuels, etc. In addition, the use of solar energy is one of the most promising inexhaustible, renewable energy sources. The use of renewable energy sources replaces the traditional one, based on extractive technologies polluting the atmosphere with harmful emissions, and enhances the greenhouse effect, reduces the burden on the resource base and energy systems of countries and improves the environment. Sustainable development of the agricultural sector of the economy of Ukraine and, in particular, irrigated agriculture requires a reduction in energy dependence. In the structure of the cost of irrigation water, a significant share accounts for electrical power. That is why to increase the efficiency of irrigated agriculture, to ensure high and sustainable yields in the context of climate change, it is extremely important to reduce the cost of power consumption. The need to use alternative energy sources in the drainage complex of Ukraine as part of the implementation of the energy strategy of Ukraine, aimed at the transition to efficient use and consumption of energy resources is highlighted. The Institute of Water Problems and Land Reclamation deals with the investigations of measures and technologies to improve power efficiency to reduce the specific energy consumption for pumping water by pumping stations and to reduce the rate of power losses for water intake and water transportation by water supply paths. One of the effective measures to reduce power cost is the use of alternative energy sources, in particular solar energy. The economic potential of the measures for improving energy efficiency in irrigation systems was estimated. The estimation showed that the use of modules of solar power plants installed above the surface of open irrigation canals will lead to lower energy costs in the face of a constant increase in tariffs, that is, it will help to increase the economic efficiency of irrigation, reduce the share of water resources in national energy consumption and have a positive environmental effect. The sale of surplus power to the energy system at "green" tariffs can significantly reduce the payback period for the modernization of the engineering infrastructure of irrigation systems.

Key words: alternative sources of energy, energy efficiency, solar power plants, irrigation systems