

УДК 330.5:338.3

Кузнєцова Г. О.¹

ПВНЗ «Міжнародний університет бізнесу і права»

ЕКОНОМІЧНЕ ОБґРУНТУВАННЯ ЗАСТОСОВУВАННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГОПОСТАЧАННЯ В РЕГІОНАХ НА БАЗІ ВІДНОВЛЮВАНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ

У статті досліджено теоретичні та практичні аспекти економічного обґрунтування застосування систем енергопостачання в регіонах на базі відновлюваних джерел енергії. Запропоновано методологічний підхід при виконанні оцінки техніко-економічної ефективності енергосистем на базі нетрадиційних відновлюваних джерел енергії. Обґрунтовано, що порівняння різних способів енергопостачання споживача і вибір кращого з них провадиться з використанням таких основних критеріїв, як дисконтовані витрати та термін окупності. Наведено результати чисельних досліджень доцільності одного з видів альтернативного енергопостачання споживача. На основі проведених чисельних досліджень доцільності альтернативного енергопостачання споживача, визначено можливість використання одного з популярних видів відновлюваних джерел енергії – сонячної енергії для різних регіонів України з метою теплопостачання і гарячого водопостачання.

Ключові слова: відновлювані джерела енергії, енергетична політика, регіональна економіка, сталий розвиток, паливно-енергетичний комплекс, сонячна енергетика, техніко-економічна ефективність, дисконтовані витрати, термін окупності.

Постановка проблеми. Питання використання відновлюваних джерел енергії в регіонах актуальні для всіх країн світу в силу різних обставин. Для промислово розвинених країн світу, що залежать від імпорту паливно-енергетичних ресурсів, – це, перш за все, енергетична безпека. Для промислово розвинених країн світу, багатих енергоресурсами – це екологічна безпека, завоювання ринків збуту обладнання. Для країн, що розвиваються – це найбільш швидкий шлях до поліпшення соціально-побутових умов населення, можливість розвитку промисловості на екологічно прийнятному шляху. А для всього світу в цілому це можливість зниження емісії парникових газів та уникнення глобальної енергетичної та економічної кризи в недалекому майбутньому. Риси цієї кризи вже стають очевидними для багатьох, так наприклад, сімнадцятий світовий нафтовий конгрес констатував наступне: світові балансові запаси нафти становлять понад 400 млрд. тонн нафти. Щорічний видобуток нафти у світі – близько 3 млрд. т. З урахуванням сучасних технологій розробки родовищ при існуючих цінах на нафту, цих запасів вистачить на 50-75 років. Аналогічна ситуація спостерігається по газу. І лише виснаження вугілля може статися лише через 400-500 років. Висновок очевидний: необхідно максимально швидкими темпами розвивати використання відновлюваних джерел енергії (ВДЕ). ВДЕ – це не альтернатива існуючій енергетиці регіонів, це енергетика не такого вже далекого майбутнього. Енергетикою не вичерпується роль ВДЕ. Вони найактивнішим і позитивним чином впливають на рішення трьох глобальних проблем людства: енергетика, екологія, продовольство. Усе зазначене вище і зумовило актуальність даного дослідження.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Важливі аспекти розвитку відновлюваної енергетики стали предметом дослідження низки зарубіжних науковців. Зокрема, слід відзначити Н. Вагнера, Д. Гілена, М. Делуччі, М. Джейкобсона, Д. Ергіна, І. Коссе, С. Круковську, А. Макрона, У. Мосленера, Дж. Радеке, Д. Сайгіна, Р. Титко, Е. Ушера, Г. Фелль та ін.

Вагомий внесок у розробку теоретико-методичних і науково-прикладних засад розвитку відновлюваної енергетики в Україні зробили вітчизняні дослідники І. Андрійчук, С. Боблях, В. Білодід, П. Васько, Г. Гелетука, М. Гнідий, Г. Денисенко,

О. Дроздова, С. Дубовський, Т. Железна, В. Калініченко, В. Ключ, А. Конеченков, С. Кудря, М. Кулик, П. Кучерук, Ю. Морозов, Н. Мхітарян, О. Новосельцев, Е. Олійник, Г. Півняк, В. Резцов, Ф. Шкрабець та ін.

Виділення не вирішених раніше частин загальної проблеми. Проведене автором економічне обґрунтування застосування систем енергопостачання в регіонах на базі відновлюваних джерел енергії, якісна оцінка впливу ВДЕ на вирішення зазначених проблем є безсумнівним доказом актуальності дослідження і пошуку рішень проблем використання ВДЕ.

Мета статті. Метою дослідження є аналіз теоретичних та практичних аспектів економічного обґрунтування застосування систем енергопостачання в регіонах на базі відновлюваних джерел енергії.

Виклад основного матеріалу. Способи енергопостачання будівель споживачів в регіонах можна умовно розділити на дві основні групи – традиційні (що використовують органічне паливо) і системи на основі нетрадиційних та відновлювальних джерел енергії (НВДЕ) (сонячної енергії, низькопотенційної енергії ґрунту, тощо). Оскільки кожен з варіантів має як переваги, так і неминучі недоліками, не можна з упевненістю сказати, що та чи інша система енергопостачання більш краща, ніж інша для забезпечення потреб в теплоті. Наприклад, традиційні системи енергопостачання характеризуються невеликими початковими капіталовкладеннями, але досить відчутними щорічними паливними витратами і витратами на підтримку працездатності установки в той же час, для систем на основі НВДЕ характерні високі початкові вартості обладнання, але незначні поточні витрати [3]. У зв'язку з цим вибір найбільш ефективною як в технічному, так і в економічному відношенні системи регіонального енергопостачання в кожному конкретному випадку повинен бути всебічно обґрунтованим. Він повинен базуватися на порівняльному техніко-економічному аналізі всіх переваг і недоліків різних варіантів (рис. 1).

Порівняння різних способів енергопостачання споживача і вибір кращого з них провадиться з використанням таких основних критеріїв: дисконтовані витрати (ДВ), термін окупності (Ток) [1]. Чисті дисконтовані витрати (ЧДВ) – це сума витрат за весь розрахунковий період, наведена до початкового кроку. ЧДВ визначають за формулою:

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8048-6631>

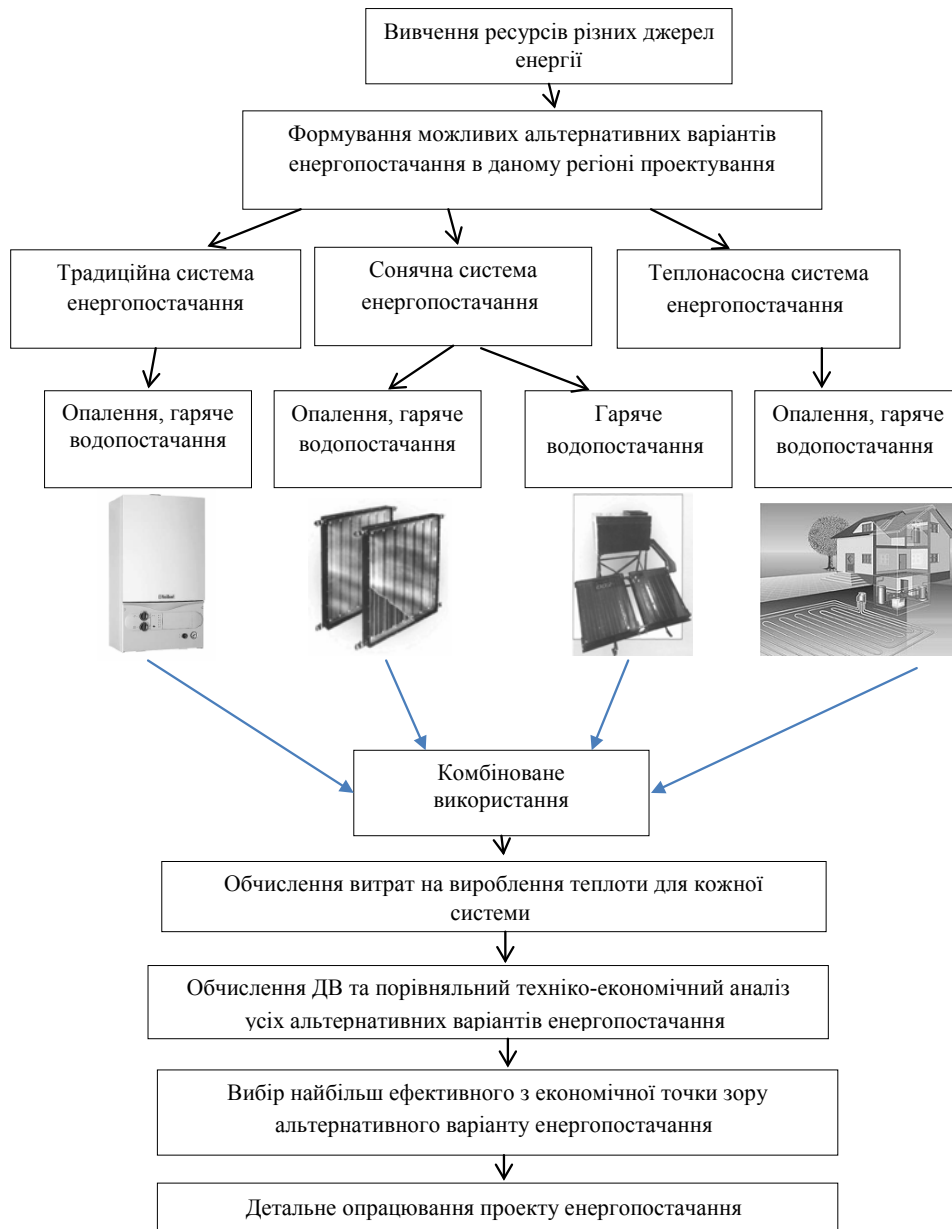


Рис. 1. Загальна схема розрахунку і вибору системи енергопостачання об'єкта

Джерело: складено автором

$$ДВ = \sum_{t=0}^T \frac{K_t}{(1+E)^t} + \sum_{t=0}^T \frac{B'_t}{(1+E)^t}, \quad (1)$$

де K_t – капітальні вкладення на етапі t ; B'_t – витрати на етапі t без врахування капітальних вкладень.

Термін окупності – це мінімальний часовий інтервал (від початку здійснення проекту) після закінчення якого результати проекту перевершують первинні капітальні вкладення. При виборі в якості критерію дисконтованих витрат (ДВ) термін окупності інвестицій в систему енергопостачання визначається інтерполяцією за формулою:

$$T_{ок} = t + \frac{ДВ_{II} + ДВ_{II}}{ДВ_{I(t+1)} - ДВ_{II} - ДВ_{II(t+1)} + ДВ_{II}}, \quad (2)$$

де $ДВ_{II} > ДВ_{II}$ за період від нульового року розрахункового періоду до року t ; $ДВ_{I(t+1)} < ДВ_{II(t+1)}$ за період від нульового року розрахункового періоду до року $(t+1)$.

Індекси відносяться: I – до варіанту з традиційним джерелом енергопостачання; II – до варіанту з альтернативним джерелом енергопостачання, що містить в якості дублера (довідника) традиційне джерело енергії. У загальному вигляді структура витрат на вироблення теплоти $V_{заг}$, може бути виражена наступною залежністю:

$$V_{заг} = V_{кап} + V_{екс} + V_{пал} + V_{рем} + V_{соц} - V_{зал}, \quad (3)$$

де $V_{кап}$ – загальні капіталовкладення; $V_{екс}$ – загальні витрати на експлуатацію та технічне обслуговування; $V_{пал}$ – загальні паливні витрати; $V_{рем}$ – повні витрати на капітальний ремонт або заміну великих компонентів системи енергопостачання; $V_{соц}$ – загальні соціальні та екологічні витрати; $V_{зал}$ – залишкова вартість обладнання в кінці розрахункового періоду дії проектів.

Величина загальних капіталовкладень (при фінансуванні проекту з власних коштів) визначається безпосередньо вартістю системи за варіантом I або II з урахуванням витрат на

придбання, доставку та встановлення технологічного обладнання:

$$B_{\text{кап}} = B_{\text{заг}} + B_{\text{дост}} + B_{\text{уст}}, \quad (4)$$

де $B_{\text{заг}}$ – загальна вартість енергетичного обладнання; $B_{\text{дост}}$ – витрати на доставку обладнання; $B_{\text{уст}}$ – витрати на установку системи.

Витрати на експлуатацію та обслуговування залежать від числа агрегатів і типу конкретної енергетичної установки, умов розміщення, режимів експлуатації і т. д.

Річні витрати на експлуатацію та технічне обслуговування визначаються у загальному вигляді за формулою:

$$B_{\text{екс}} = S_{\text{екс.осн}} + S_{\text{екс.пер}} + S_{\text{екс.аб}}, \quad (5)$$

де $S_{\text{екс.осн}}$ – вартість обслуговування та поточного ремонту основних вузлів системи;

$S_{\text{екс.пер}}$ – вартість обслуговування та поточного ремонту перетворювачів енергії;

$S_{\text{екс.аб}}$ – вартість обслуговування акумулятора.

Однією зі складових формули (3) є витрати на паливо – для варіанту I з традиційною системою енергоджерела; крім того, паливні витрати визначаються і для дублера-довідника у варіанті II альтернативної системи. Паливні витрати, включаючи доставку і зберігання протягом року, визначаються за такою формулою

$$B_{\text{пал}} = S_{\text{пал}} V_{\text{пал}}, \quad (6)$$

де $S_{\text{пал}}$ – річні витрати палива; $V_{\text{пал}}$ – вартість палива з урахуванням доставки.

Витрати на капітальний ремонт – дана складова загальної вартості відображає необхідність капітального ремонту або повної заміни компонентів системи енергопостачання споживача в різні проміжки часу протягом розрахункового періоду:

$$B_{\text{рем}} = S_{\text{рем.осн}} + S_{\text{рем.пер}} + S_{\text{рем.аб}}, \quad (7)$$

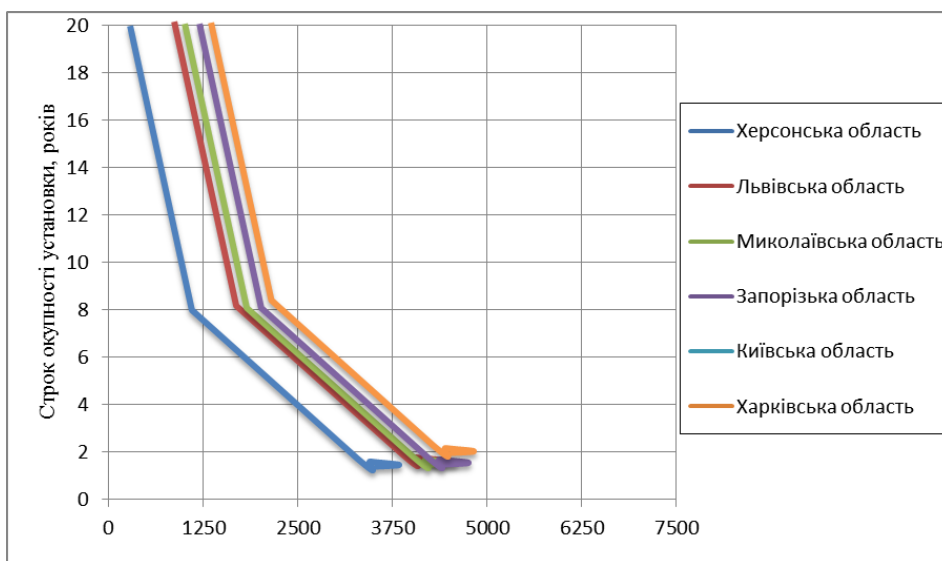
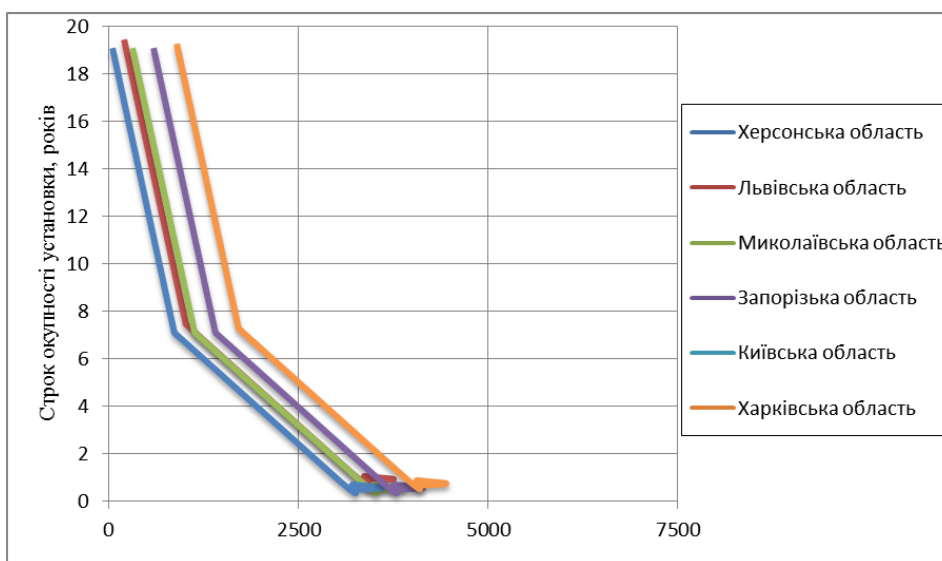


Рис. 2. Можливість використання сонячної енергії для різних регіонів України для теплопостачання

Джерело: побудовано автором на основі [4, 6]



Вартість 1 Гкал теплоти, грн./Гкал

Рис. 3. Можливість використання сонячної енергії для різних регіонів України для гарячого водопостачання

Джерело: побудовано автором на основі [4, 6]

де $S_{\text{рем.осн}}$ – витрати на ремонт або заміну основних компонентів систем; $S_{\text{рем.пер}}$ – витрати на ремонт або заміну перетворювачів енергії; $S_{\text{рем.аб}}$ – витрати на ремонт або заміну акумулятора.

При виробництві теплоти альтернативними системами енергопостачання соціальні та екологічні витрати – або є мінімальними, або взагалі відсутні.

Залишкову (балансову) вартість можна визначити як різницю між вартістю енергетичної установки та витратами на її переобладнання в кінці економічного терміну служби, прийнятого для аналізу, яка відображає повну вартість енергетичної установки після n років експлуатації.

На основі проведених чисельних досліджень доцільність альтернативного енергопостачання споживача, результати яких представлені на рисунках 2 і 3, визначено можливість використання одного з видів НВДЕ – сонячної енергії для різних регіонів України для тепlopостачання (рис. 2) і гарячого водопостачання (рис. 3). Виконаний техніко-економічний аналіз показав, що для розглянутих регіонів найбільш ефективними є установки сонячного гарячого водопостачання. Термін окупності складає від 3 до 7 років (при сучасних світових цінах на енергоносії). Проте за існуючої тенденції швидкого

зростання цін на паливні ресурси стає очевидною доцільність впровадження в подальшому геліоустановок для енергопостачання споруд на більшій частині території регіонів України.

Висновки і пропозиції. Вибір найбільш ефективною як в технічному, так і в економічному аспекті системи регіонального енергопостачання в кожному конкретному випадку повинен бути всебічно обґрунтованим. Він повинен базуватися на порівняльному техніко-економічному аналізі всіх переваг і недоліків різних варіантів. Порівняння різних способів енергопостачання споживача і вибір кращого з них провадиться з використанням таких основних критеріїв, як дисконтовані витрати та термін окупності. Виконаний техніко-економічний аналіз показав, що для розглянутих регіонів України найбільш ефективними є установки сонячного гарячого водопостачання, термін окупності яких складає від 3 до 7 років (при сучасних світових цінах на енергоносії). Проте за існуючої тенденції швидкого зростання цін на паливні ресурси стає очевидною доцільність впровадження в подальшому геліоустановок для енергопостачання споруд на більшій частині території регіонів України.

Список використаних джерел:

1. Праховник А. В. Бар'єри на шляху досягнення енергоефективності України та системна стратегія їх подолання. *Енергоінформ*. 2017. № 1. С. 6–12.
2. Суходоля О. М. Енергоефективність економіки в контексті національної безпеки: методологія дослідження та механізми реалізації: монографія. Київ: НАДУ, 2017. 424 с.
3. Товажнянський Л. Л. Енергозбереження. Проблеми енергетики на межі XXI століття: навч. посібник. Харків, 2018. 200 с.
4. Україна. Огляд енергетичної політики. OECD Publishing, 2018. 380 с.
5. Brunnschweiler C. Cursing the Blessings? Natural Resource Abundance, Institutions, and Economic Growth. *ETH Economics Working Paper*. 2017. № 51.
6. Energy Balances of Non-OECD Countries. 2018 Edition. Paris: IEA Publication, 2019. 538 с.

References:

1. Prakhovnik A. Barriers to achieving energy efficiency in Ukraine and a systematic strategy to overcome them. *Energoinform*. 2017. No. 1. Pp. 6–12.
2. Sukhodolya A. Energy efficiency of the economy in the context of national security: research methodology and implementation mechanisms: monograph. Kyiv: NADU, 2017. 424 p.
3. Tovazhnyansky L. Energy Saving. Energy problems on the verge of the XXI century: Studies. benefit. Kharkiv, 2018. 200 p.
4. Ukraine. A review of energy policy. OECD Publishing, 2018. 380 p.
5. Brunnschweiler C. Cursing the Blessings? Natural Resource Abundance, Institutions, and Economic Growth. *ETH Economics Working Paper*. 2017. № 51.
6. Energy Balances of Non-OECD Countries. 2018 Edition. Paris: IEA Publication, 2019. 538 p.

Кузнецова Г. А.

УВО «Международный университет бизнеса и права»

ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ В РЕГИОНАХ НА БАЗЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Резюме. В статье исследованы теоретические и практические аспекты экономического обоснования применения систем энергоснабжения в регионах на базе возобновляемых источников энергии. Предложен методологический подход при выполнении оценки технико-экономической эффективности энергосистем на базе нетрадиционных возобновляемых источников энергии. Обосновано, что сравнение различных способов энергоснабжения потребителя и выбор лучшего из них производится с использованием таких основных критериев, как дисконтированные затраты и срок окупаемости. Приведены результаты численных исследований целесообразности одного из видов альтернативного энергоснабжения потребителя. На основе проведенных количественных исследований целесообразности альтернативного энергоснабжения потребителя, определена возможность использования одного из популярных видов возобновляемых источников энергии – солнечной энергии для различных регионов Украины с целью теплоснабжения и горячего водоснабжения.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии, энергетическая политика, региональная экономика, устойчивое развитие, топливно-энергетический комплекс, солнечная энергетика, технико-экономическая эффективность, дисконтированные затраты, срок окупаемости.

Kuznyetsova Galyna

International University of Business and Law

ECONOMIC JUSTIFICATION OF APPLICATION ENERGY SUPPLY SYSTEMS IN THE REGIONS BASED ON RENEWABLE ENERGY SOURCES

Summary. In the article, theoretical and practical aspects of economic justification of application of power supply systems in regions based on renewable energy sources are investigated. A methodological approach is proposed to assess the technical and economic efficiency of energy systems based on non-traditional renewable energy sources. It is proved that the comparison of different methods of energy supply to the consumer and the choice of the best one is made using such basic criteria as discounted costs and payback period. Results of numerical researches of expediency of one of types of alternative power supply of the consumer are resulted. Based on numerical studies of the feasibility of alternative energy supply to the consumer, the possibility of using one of the popular types of renewable energy sources – solar energy for different regions of Ukraine for the purpose of heat supply and hot water supply is determined. The use of renewable energy sources in the regions is relevant for all countries of the world due to various circumstances. For the industrialized countries of the world, which depend on imports of fuel and energy resources, it is, first, energy security. For the industrialized countries of the world, rich in energy resources, it is environmental safety, the conquest of markets for equipment. For developing countries, this is the fastest way to improve the social and living conditions of the population, the possibility of developing industry in an environmentally acceptable way. In addition, for the world as a whole, this is an opportunity to reduce greenhouse gas emissions and avoid a global energy and economic crisis in the near future. The features of this crisis are already becoming obvious to many, for example, the seventeenth world oil Congress stated the following: the world's oil reserves are more than 400 billion tons of oil. Annual oil production in the world is about 3 billion tons. Taking into account modern technologies of field development at current oil prices, these reserves will last for 50-75 years. A similar situation is observed for gas. Only the depletion of coal can occur only after 400-500 years. The conclusion is obvious: it is necessary to develop the use of renewable energy sources (RES) as quickly as possible. RES is not an alternative to the existing energy of the regions; it is the energy of the not so distant future. The role of RES is not limited to energy. They actively and positively influence the solution of three global problems of humanity: energy, ecology, food.

Keywords: renewable energy sources, energy policy, regional economy, sustainable development, fuel and energy complex, solar energy, technical and economic efficiency, discounted costs, payback period.