

УДК 620.9:62-785

**Бриж П.Ю.**  
студент*Національного технічного університету України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»***Хринюк О.С.***кандидат економічних наук, доцент,  
Національний технічний університет України  
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»***Bryzh Pavlo**  
Student*National Technical University of Ukraine  
«Igor Sikorsky Kiev Polytechnic Institute»***Khryniuk Olexiy***Cand. economist Sciences, Associate Professor,  
National Technical University of Ukraine «Kyiv Polytechnic»*

## ВІДНОВЛЮВАЛЬНА ЕНЕРГЕТИКА – ЗАПОРУКА ЕНЕРГОНЕЗАЛЕЖНОСТІ УКРАЇНИ

### RENEWABLE ENERGY – ENERGY DEPENDENCE OF UKRAINE

#### АНОТАЦІЯ

Економічний та соціальний розвиток будь-якої країни тісно пов'язаний із рівнем розвитку енергетичного комплексу. Саме із цієї причини електроенергія розглядається як важливий ресурс, необхідний для розвитку суспільства. Виробництво «зеленої» електроенергії за дуже актуального імпорту викопних палив та проблем, які супроводжуються їх використанням, є необхідною частиною напряму розвитку країни, яка не сильно відрізняється своєю енергозалежністю від більшості європейських країн. Успішне вирішення проблеми відновлювальної енергетики визначить шляхи, можливості та темпи розвитку країни та суспільства у цілому. На жаль, сьогодні ми болісно відчуваємо, що роки зволікання і незважання на потреби пошуку альтернативних шляхів забезпечення енергетичних потреб обернулися енергетичною кризою. Для аналізу використовується детермінований підхід, який базується на причинно-наслідкових зв'язках.

**Ключові слова:** розвиток, енергетика, комплекс, паливо, енергозалежність.

#### АННОТАЦИЯ

Экономическое и социальное развитие любой страны тесно связано с уровнем развития энергетического комплекса. Именно по этой причине электроэнергия рассматривается как важный ресурс, необходимый для развития общества. Производство «зеленой» электроэнергии при очень актуальном импорте ископаемых топлив и проблемах, которые сопровождаются их использованием, является необходимой частью направления развития страны, которая не сильно отличается своей энергозависимостью от большинства европейских стран. Успешное решение проблемы возобновляемой энергетики определит пути, возможности и темпы развития страны и общества в целом. К сожалению, сегодня мы болезненно ощущаем, что годы промедления в поиске альтернативных путей обеспечения энергетических потребностей обернулись энергетическим кризисом. Для анализа используется детерминированный подход, основанный на причинно-следственных связях.

**Ключевые слова:** развитие, энергетика, комплекс, топливо, энергозависимость.

#### ANNOTATION

The economic and social development of any country is closely linked to the level of development of the energy complex. It is for this reason that electricity is considered an important re-

source necessary for the development of society. The production of "green" electricity during a very urgent fossil fuel boom and the problems associated with their use is a necessary part of the direction of development of a country that is not much different from its energy dependence from most European countries. A successful solution to the problem of renewable energy will determine the ways, opportunities and pace of development of the country and society as a whole. Unfortunately, today we feel painfully that the years of procrastination and disregard for the need to find alternative ways of securing energy needs turned into an energy crisis. At the same time, the rapid development of renewable energy in the world, cheaper solar and wind technologies, their higher environmental and social standards, as well as international consensus on the need to transition to renewable energy for the sake of emission reductions greenhouse gases and climate change mitigate which side to watch when it comes to updating energy sector of Ukraine. That is why we decided that the first step on the path of energy transition in Ukraine should become exactly conducting a study that would show that substitution Traditional energy sources for renewable are possible for Ukraine, and most importantly – would answer the question that we are must do this. Ukraine has chosen one of the priority directions of development – gaining energy independence. That's why today we move confidently by reducing and replacing gas consumption, increase of energy efficiency in various spheres of vital activity of the population, development renewable energy. The analysis uses a deterministic approach based on causal relationships. Ukraine is one of many countries that are so painfully experiencing all the problems identified above. The dependence of our energy industry on the import of extremely expensive resources generates significant socio-economic problems. Extremely high degree of wear and tear of domestic infrastructure, in particular energy and low level of efficiency of use of energy resources, are one of the factors, due to which our Ukraine has fallen to countries with rather high energy intensity indicators of the economy.

**Key words:** development, power engineering, complex, fuel, energy dependence.

**Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями.** Значне коливання цін на енергоресурси, зростання негативного впливу на навколишнє середовище, посилення екологічних вимог та прагнення до підвищення енер-

гетичної й економічної безпеки країни та інші чинники призвели до термінової потреби перегляду стану сучасного енергетичного комплексу і пошуку шляхів для його перезавантаження та можливостей його оновлення.

Враховуючи низьку забезпеченість нашої країни енергоресурсами власного виробництва, необхідна термінова зміна структури виробництва для впровадження сучасних наукових, технічних досягнень та енергозберігаючих технологій.

Україна – одна з багатьох країн, які так болісно відчувають усі визначені вище проблеми. Залежність нашої енергетичної галузі від імпорту надзвичайно дорогих ресурсів породжує значні соціально-економічні проблеми. Надзвичайно високий ступінь зношення вітчизняної інфраструктури, зокрема енергетичної, та низький рівень ефективності використання енергетичних ресурсів є одними з чинників, завдяки яким наша країна попала до країн із досить високими показниками енергоемності економіки.

Більше того, Україна внаслідок відсутності вимог до екологічно прийняттого функціонування енергетичної системи з дбайливим ставленням до навколишнього середовища та внаслідок енергетичного марнотратства має один із найвищих рівнів смертності через хвороби, пов'язані із забрудненням повітря [1, с. 25].

Подібні проблеми передових країн світу вирішувалися відомими ефективними методами. Одним із найбільш реальних та комплексних підходів до вирішення зазначених проблем є здійснення повного «енергетичного переходу» від викопних ресурсів енергетики до відновлювальних. Це дійсно можливо, оскільки сьогоdnішній розвиток наукоємних та високотехнологічних технологій уже відкрив реальні перспективи для відновлювальної енергетики.

Аналіз останніх досліджень і публікацій, в яких започатковано розв'язання даної проблеми і на які спираються автори. Раніше проблематику відновлювальної енергетики було розглянуто багатьма вітчизняними та зарубіжними вченими, серед яких – М.В. Голіцин, Н.В. Проніна, Свен Удел, А.І. Прохоров та ін.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми,** котрим присвячується означена стаття. Наукова новизна дослідження полягає у комплексному застосуванні методу детермінізму, який дає змогу відслідкувати причинно-наслідкові зв'язки. Зокрема, набув подальшого розвитку факторний детермінований підхід до аналізу стану в паливно-енергетичному секторі країни, що на відміну від підходу на основі причинного детермінізму базується на зв'язку «причина – подія», використано й інші структурні елементи для дослідження і метод представлено взаємозв'язком «причина – подія – наслідок», стан і розвиток яких зумовлюються іншими елементами впливу на них – «факторами», що збільшує можливості аналітичного вивчення суспільно-економічних явищ та процесів у суспільному житті.

Формулювання цілей статті (**постановка завдання**). Метою статті є аналіз проблем відновлювальної енергетики та комплексу енергетики у цілому, передумов та напрямів розвитку відновлювальної енергетики на основі ідеї забезпечення енергетичної безпеки нашої країни.

У процесі дослідження використано принцип детермінізму. Звернено увагу на пошук та аналіз причинно-наслідкових зв'язків, процесів та явищ, виникнення і розвиток цих зв'язків, а також умов, за яких вони виникають, та чинників, які впливають на них.

**Виклад основного матеріалу дослідження** з повним обґрунтуванням отриманих наукових результатів. Забезпечити країну енергетичними ресурсами та розвивати енергетичний комплекс є одними з основних завдань будь-якої країни. Без електроенергії неможливі процес виробництва, робота сільського господарства, промисловості та навіть транспорту.

Найважливішою проблемою для економічного розвитку України є паливно-енергетична. Її успішне вирішення визначить шляхи, можливості, темпи та напрями, насамперед, економічного та соціального розвитку. Для аналізу стану паливно-енергетичного комплексу України використаємо детермінований підхід, який базується на причинно-наслідкових зв'язках.

Пропонуємо використати методику використання детермінованого підходу, що включає послідовний аналіз внутрішніх елементів у секторі відновлювальної енергетики України: чинників впливу, причин, події та наслідків (рис. 1).

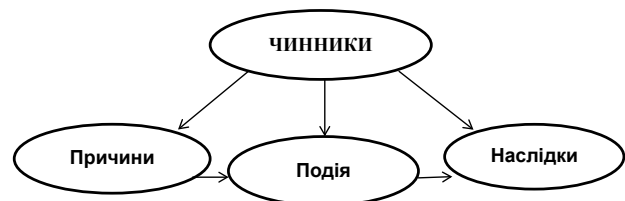


Рис. 1. Елементи детермінованого підходу

На основі такого підходу представимо комплекс елементів проблематики відновлювальної енергетики України, який має системно та змістовно аналізуватися у своїх проявах (рис. 2).

Основною особливістю сьогоdnішніх глобальних економічних процесів є швидке нарощення конкурентної боротьби між країнами за обмежені природні ресурси, головними з яких є енергетичні ресурси та продукти харчування. Практично жодна країна світу не в змозі забезпечити себе ними повністю.

Результати багатьох досліджень показують, що використання традиційних енергетичних ресурсів (вугілля, газ, нафта) наносить непоправну шкоду екологічній системі планети та спричиняє зміни клімату, що, своєю чергою, позначається на умовах життя населення та їхньому здоров'ї і, як наслідок, на світовій та національній економіках. Саме тому світова спільнота в останні роки активно розвиває за-

соби та заходи використання невичерпних та екологічно чистих джерел енергії, таких як вітер, сонячне випромінювання, відновлювальні біоенергетичні ресурси та ін.

Локальність визначених проблем не є винятковою, тому Україна повинна активно долучитися до ініціатив так званого низьковуглецевого економічного розвитку, дбаючи про сьогоднішнє та майбутні покоління. Завданням експертів та науковців у цьому сенсі є реалізація комплексного аналізу взаємозв'язків між умовами використання природних ресурсів та ризиками, яке воно несе для навколишнього середовища.

Державна установа «Інститут економіки та прогнозування НАН України» спільно з Представництвом Фонду ім. Г. Бюлля в Україні представили «Програму переходу України на відновлювальну енергетику до 2025 року» [2]. Дана програма полягає у проведенні наукового дослідження щодо можливостей переходу України на повне використання відновлювальних джерел енергії до 2025 р. Це може стати для України важливим чинником соціально-економічного розвитку, що призведе до поліпшення умов життя населення та підвищення конкурентоспроможності економіки.

Ця програма буде потребувати досить значних фінансових, людських та технологічних ресурсів, а також означатиме необхідність здійснення змін та реформ у галузі економіки нашої країни. Хоча даний аналіз може містити в собі досить складні трансформаційні процеси та, можливо, буде суперечити деяким підзаконним актам, ми певнені, що це дійсно шлях у правильному напрямі.

Утім, за даними центру екологічних ініціатив «Екодія» [2], останнім часом зафіксовано тенденцію зростання темпу приєднання до електричних мереж України об'єктів відновлювальної енергетики. Стрімке зростання темпів приросту зумовлене розвитком ринку відновлювальної енергетики в Україні та відповідними світовими тенденціями, наявністю перспективної підтримки нових об'єктів через так званій «зелений тариф», а також стратегічними державними програмами з розвитку відновлювальної енергетики: 11% до 2020 р. згідно з Національним планом дій із відновлювальної енергетики [3]; мінімум 25% до 2035 р. згідно з діючою Енергетичною стратегією України [4].

Отже, попри всі негаразди, можна зробити висновок, що зазначена тенденція є запланованою та очікуваною. Зростання темпів підключення об'єктів відновлювальної енергетики також відповідає міжнародним зобов'язанням України в рамках Енергетичного співробітництва та Угоди про асоціацію України та ЄС.

У вересні 2018 р. міжнародною природоохоронною організацією Greenpeace разом з Institute of Engineering Thermodynamics, System Analysis and Technology Assessment, Global Wind Energy Council було проведено оновлене моделювання процесу переходу на «зелену енергію» [5]. Цей процес передбачає поступовий перехід світових галузей індустрії на використання відновлювальних джерел енергії до 2050 р. Прогнози щодо збільшення кількості населення планети, зростання показників ВВП найбільших держав світу та показників енергоємності в майбутньому використано для моде-



Рис. 2. Фрагмент елементів проблеми зниження енергобезпеки в Україні

лювання базового сценарію розвитку енергосектору свідчить про значне підвищення попиту на електричну енергію у світі у цілому.

Відповідно до Базового сценарію розвитку, планується підвищення попиту на електричну енергію до 2050 р. на 56% від поточного рівня.

Провівши аналіз використання так званої «зеленої енергетики» у світі, можна стверджувати, що відновлювальні джерела енергії задовольняють 21% світового попиту на тепло переважно за рахунок біомаси. У майбутньому прогнозується зменшення ролі біомаси за рахунок розвитку інших технологій. Так, значно зросте роль

сонячних колекторів, геотермальної енергії та енергії водню, особливо після 2030 р. [6, с. 56].

Неможливо було б сказати, що сектор відновлювальної енергетики є потенційним джерелом великої кількості нових робочих місць. Нині, згідно з даними Асоціації працівників вугільної промисловості, сягає 10 млн робітників. За прогнозами, кількість робітників у сфері відновлювальної енергетики вже в 2030 р. сягатиме 18 млн, що значно більше, ніж в енергетиці викопних копалин.

Захопливі прогнози розвитку відновлювальної енергетики, згідно з глобальним сценарієм

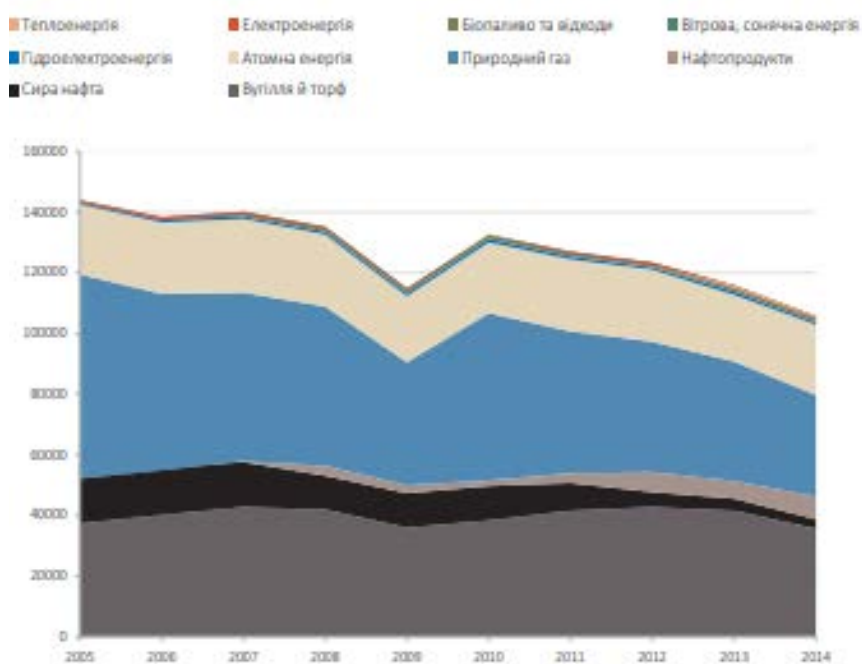


Рис. 3. Динаміка загального постачання первинної енергії в Україні

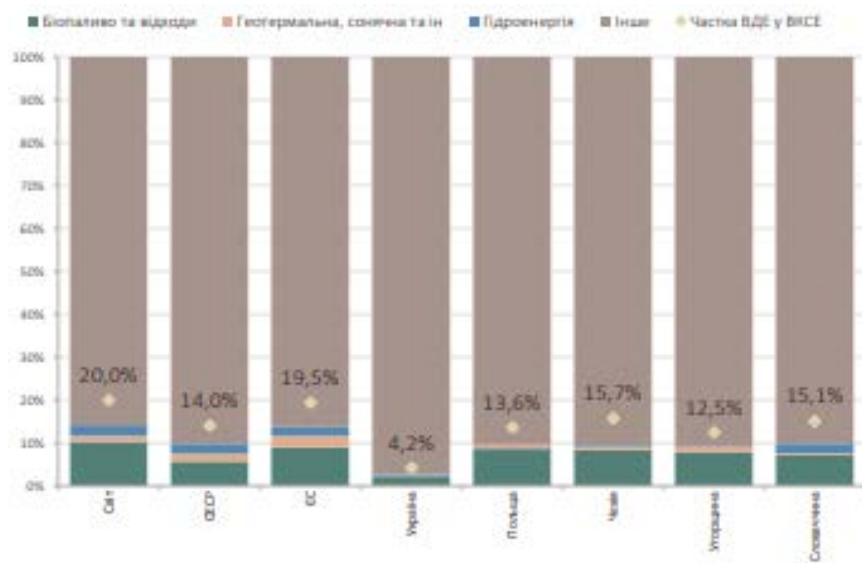


Рис. 4. Відновлювальні джерела енергії у кінцевому споживанні енергоресурсів у 2018 р.



Енергетичної революції, надихають дослідити подібний сценарій розвитку сектору енергетики в Україні. Разом із тим, насамперед, можна сказати декілька фактів про сучасний стан цього сектору нашої країни (рис. 3).

Варто відзначити, що використання вугілля в Україні значно перевищує відносні середні показники для світу. Натомість використання нафти і нафтопродуктів значно нижче, ніж у цілому світі. Це пов'язано з тим, що в Україні нафтопродукти використовуються здебільшого у транспортній сфері, а для виробництва електроенергії та тепла майже не використовуються на відміну від розвинутих країн світу. Як видно, Україна за останні роки значно знизила використання енергетичних ресурсів, зокрема природного газу. Ще з 2007 р. постачання нафти замінив імпорт нафтопродуктів. Це, насамперед, пов'язано із занепадом вітчизняної нафтопереробки.

Як видно з рис. 4, Україна не тільки відстає за рівнем використання відновлювальних джерел енергії від економічно розвинутих країн світу, а й від загальносвітового показника. Частка відновлювальної енергії у валовому кінцевому споживанні енергоресурсів у світі становила 20% у 2018 р., тоді як в Україні – лише 4,2%.

Незважаючи на скорочення енергоемності ВВП, економіка України залишається надзвичайно енергоемною порівняно не лише з розвинутими країнами, а й з європейськими сусідами, зокрема країнами пострадянського простору.

Якщо ж говорити про потенціал нашої країни, то вона володіє значними природними ресурсами для реалізації вітроенергетичних проектів, що визначає зацікавленість держави в розвитку цього напрямку і привертає значну кількість потенційних світових інвесторів. За останніми оцінками Української вітроенергетичної асоціації, 16 ГВт ВЕС – це реальний потенціал України. За забезпечення коефіцієнта використання встановленої потужності не менше 40%, який підтверджений на даний момент на працюючих ВЕС України, річні обсяги генерації електроенергії ВЕС можуть сягати позначки в 29% від загального виробництва електроенергії в Україні до окупації Російською Федерацією Автономної Республіки Крим, м. Севастополя та здійснення нею агресії на території Донецької та Луганської областей.

Також варто сказати, що, згідно з даними Держенергоефективності [7], теоретично-можливий потенціал енергії сонця на території України може покрити до 80% попиту на електроенергію. Однією з головних перешкод інтенсивному розвитку відновлювальної електроенергетики є погано розвинена мережа та її застаріла централізована концепція.

Використання сонячних панелей на дахах серед приватних володінь до 2050 р. може досягти 40–50%. Окрім того, використання сонячних колекторів для нагріву води буде ставати дедалі більше економічно вигідним.

Ці технології дадуть змогу забезпечити попит на гарчу воду в приватних домогосподарствах на 70–100% упродовж літа та на 15% узимку. Також існує перспектива використання сонячної енергії у сфері послуг, проте цей напрям недостатньо проаналізований та вивчений.

Більше того, за даними Біоенергетичної асоціації України, економічний доцільний потенціал біоенергетики до 2050 р. може становити 42 млн т н. е., що стане можливим за рахунок збільшення використання кукурудзи для виробництва біогазу, вирощування біоенергетичних культур та використання біогазу. На жаль, наявний в Україні потенціал відходів лісництва та сільського господарства практично не використовується: для уможливлення його використання потрібно розвивати логістичні точки зі збору, доставки та збереження біомаси, оскільки транспортування деревини малою напівною масою на великі відстані є економічно недоцільним.

За всіх наявних прогнозів розвиток великої гідроенергетики в Україні майже неможливий, оскільки цей тип генерації визначається як нестале відновлювальне джерело енергії. Відповідно до такого підходу, потенційно можливим є лише шлях добудови Каховської ГЕС-2 на основі існуючої греблі, оскільки серйозних екологічних наслідків не передбачається.

Щодо малих ГЕС, то, з одного боку, на думку громадських екологічних організацій, невідомий жоден приклад малої ГЕС в Україні, яка б відповідала екологічним критеріям; вони приносять значно більше екологічної шкоди, ніж можуть бути отримані потенційні вигоди, наприклад скорочення викидів парникових газів. Водночас в Австрії та Норвегії є приклади ГЕС, які цілком безпечні для довкілля. Тому у цій роботі вибрано компромісний варіант: використання 50% наявного потенціалу за умови дотримання найсуворіших екологічних критеріїв.

**Висновки** з цього дослідження і перспективи подальших розвідок у даному напрямку. У результаті аналізу перспектив та сучасного стану відновлювальної енергетики в Україні можна сказати, що за відсутності дієвої політики стимулювання енергоефективних заходів та розвитку відновлювальних джерел енергії кінцеве споживання енергоресурсів у 2050 р. буде більшим на 31%, аніж у 2018 р.

Це говорить про те, що заощаджений енергоресурс є найбільш дешевим «ресурсом», а інвестиції в його економію є більш доцільними порівняно з тими, які необхідні для виробництва додаткової електроенергії та тепла для задоволення потреб суспільства та економіки у цілому.

Виробництво електроенергії у найближчому майбутньому здійснюватиметься за наявними на даний момент технологіями та схемами відновлювальної енергії, оскільки вони стрімко вдосконалюються та дешевшають.

Атомна енергетика є неперспективною, що викликано високими капітальними витратами,

особливо під час будівництва нових атомних блоків. У зв'язку із цим частка АЕС України у структурі електрогенерації може знизитися до 13% у 2050 р.

Вугільна електроенергетика може зберегти свої обсяги виробництва лише за умови здійснення її повної модернізації. Це є досить дорогим заходом і може суттєво вплинути на конкурентоздатність вугільної генерації.

Практичне значення полягає у тому, що запропонований удосконалений детермінований підхід може бути використано для створення антикризового плану поліпшення ситуації в енергетичній галузі України під час формування енергетичної стратегії для альтернативних джерел енергії на подальші роки не тільки енергетичної, а й інших галузей промисловості.

Перспективними для подальших досліджень є питання розвитку електрогенеруючих можливостей «зеленої» енергетики для всіх підприємств енергетичної галузі з метою підвищення енергетичної безпеки країни залежно від ходу розвитку подій на території України та тимчасово окупованих територій.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Метеорологія і кліматологія / Державне управління екології та природних ресурсів в Кіровоградській області. Кіровоград : КНТУ, 2016. 88 с.
2. Перехід до відновлювальної енергетики до 2050 року. URL: [https://ua.boell.org/sites/default/files/perehid\\_ukraini\\_na\\_vidnovlyuvanu\\_energetiku\\_do\\_2050\\_roku.pdf](https://ua.boell.org/sites/default/files/perehid_ukraini_na_vidnovlyuvanu_energetiku_do_2050_roku.pdf) (дата звернення: 06.06.2019).
3. Національний план дій з відновлювальної енергетики. *Кабінет Міністрів України*. 2014. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80> (дата звернення: 04.06.2019).

4. Енергетична стратегія України до 2035 року. *Верховна Рада України*. 2017. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80> (дата звернення: 04.06.2019).
5. Greenpeace Global Energy Scenario. URL: [https://www.dlr.de/tt/en/desktopdefault.aspx/tabid-2885/4422\\_read-6602/](https://www.dlr.de/tt/en/desktopdefault.aspx/tabid-2885/4422_read-6602/) (дата звернення: 01.06.2019).
6. Кудря С.О. Стан та перспективи розвитку відновлюваної енергетики в Україні. Київ, 2015. 104 с.
7. Потенціал енергії сонця України. URL: <http://saee.gov.ua/> (дата звернення: 02.06.2019).

#### REFERENCES:

1. Meteorolohiia i klimatolohiia – Kirovohrad: KNTU, 2016. – 88 s. – (Derzhavne upravlinnia ekolohii ta pryrodnykh resursiv v Kirovohrads'kij oblasti).
2. Perehid do vidnovljuvalnoji energhetyky do 2050 roku [Elektronnyj resurs]. – 2017. – Rezhym dostupu do resursu: [https://ua.boell.org/sites/default/files/perehid\\_ukraini\\_na\\_vidnovlyuvanu\\_energetiku\\_do\\_2050\\_roku.pdf](https://ua.boell.org/sites/default/files/perehid_ukraini_na_vidnovlyuvanu_energetiku_do_2050_roku.pdf). (Data zvernennja: 06.06.2019 r).
3. Nacionalnyj plan dij z vidnovljuvalnoji energhetyky [Elektronnyj resurs] // Kabinet Ministriv Ukrainy. – 2014. – Rezhym dostupu do resursu: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/902-2014-%D1%80>. (Data zvernennja: 04.06.2019 r).
4. Energhetychna strateghija Ukrainy do 2035 roku [Elektronnyj resurs] // Verkhovna Rada Ukrainy. – 2017. – Rezhym dostupu do resursu: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/605-2017-%D1%80>. (Data zvernennja: 04.06.2019 r).
5. Greenpeace Global Energy Scenario [Elektronnyj resurs]. – 2016. – Rezhym dostupu do resursu: [https://www.dlr.de/tt/en/desktopdefault.aspx/tabid-2885/4422\\_read-6602/](https://www.dlr.de/tt/en/desktopdefault.aspx/tabid-2885/4422_read-6602/). (Data zvernennja: 01.06.2019 r.).
6. Kudrja S. O. Stan ta perspektyvy rozvytku vidnovljuvanoji energhetyky v Ukraini / S. O. Kudrja., 2015. – 104 s.
7. Potencial energhiji soncja Ukrainy [Elektronnyj resurs]. – 2017. – Rezhym dostupu do resursu: <http://saee.gov.ua/>. (Data zvernennja: 02.06.2019 r).