

УДК 504.054

DOI <https://doi.org/10.32782/2786-5681-2025-1.04>

Олександр ПРОНЬ

аспірант кафедри екології, Державне некомерційне підприємство «Державний університет «Київський авіаційний інститут»

oleksandr.pron@npp.nau.edu.ua

ORCID: 0009-0000-5693-2630

ПОРІВНЯННЯ РІВНЯ ЗАБРУДНЕННЯ ПОВІТРЯ ВІД ГЕНЕРАТОРІВ З ІНШИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЕНЕРГІЇ

Анотація. Метою статті є порівняння рівня забруднення повітря від генераторів з іншими джерелами енергії. Для досягнення цієї мети необхідно: вивчити рівень забруднення повітря від генераторів різного типу; порівняти забруднення повітря від генераторів із викидами інших джерел енергії (вуглецева енергетика, атомні станції, відновлювальні джерела енергії); проаналізувати досвід європейських країн щодо зменшення забруднення повітря через використання більш екологічних технологій. **Актуальність теми.** Активне видобування енергетичної сировини з надр, а також техногенна дія джерел енергії, що базуються на традиційному паливі, призводять до незворотних екологічних наслідків. Для мінімізації цього впливу необхідно відштовхуватися від двох основних умов: пошук альтернативних джерел енергії, удосконалення існуючих. **Методологія дослідження.** У дослідженні були використані дані щодо викидів різних типів генераторів, а також статистичні дані про викиди з інших джерел енергії. Використовувались публікації, звіти міжнародних організацій (Міжнародне енергетичне агентство, Європейська агенція з охорони навколишнього середовища) та експериментальні дослідження викидів. **Наукова новизна роботи** полягає у порівняльному аналізі різних систем отримання енергії та відображає екологічну та економічну складову кожної. Як приклад розглянуті теплоелектростанція, атомна електростанція та вітроенергетична станція. **Висновки.** Вважається, що «зелена» енергетика здатна вирішити проблеми глобальної зміни клімату і є одним із основних напрямків зниження негативного впливу людини на природу. Вже зараз у низці країн вони здатні конкурувати з традиційними видами виробництва енергії. Україна лише на початку популяризації та впровадження відновлюваних джерел енергетики (ВДЕ) на державному рівні, проте вже зараз поступово зростає попит на встановлення сонячних батарей у приватних будинках.

Ключові слова: відновлювані джерела енергетики, вітрова енергія, довкілля, забруднення атмосфери, альтернативне джерело енергії, традиційна енергетика, зелена енергія, генератори, шкідливі викиди.

Oleksandr PRON

Postgraduate Student at the Department of Ecology, State Non-Commercial Company «State University «Kyiv Aviation Institute»

oleksandr.pron@npp.nau.edu.ua

ORCID: 0009-0000-5693-2630

COMPARISON OF AIR POLLUTION LEVELS FROM GENERATORS WITH OTHER ENERGY SOURCES

Abstract. The purpose of the article is to compare the level of air pollution from generators with other energy sources. To achieve this goal, it is necessary to: study the level of air pollution from generators of various types; compare air pollution from generators with emissions from other energy sources (carbon energy, nuclear power plants, renewable energy sources); analyze the experience of European countries in reducing air pollution through the use of more environmentally friendly technologies. **Relevance of the topic.** Active extraction of energy raw materials from the subsoil, as well as the man-made effect of energy sources based on traditional fuels, lead to irreversible environmental consequences. To minimize this impact, it is necessary to proceed from two main conditions: the search for alternative energy sources, the improvement of existing ones. **Research methodology.** The study used data on emissions from various types of generators, as well as statistical data on emissions from other energy sources. Publications, reports of international organizations (International Energy Agency, European Environment Agency) and experimental studies of emissions were used. **The scientific novelty** of the work lies in the comparative analysis of various energy production systems and reflects the environmental and economic component of each. A thermal power plant, a nuclear power plant and a wind power plant were considered as examples. **Conclusions.** It is believed that “green” energy is able to solve the problems of global climate change and is one of the main directions of reducing the negative impact of humans on nature. Already now in a number of countries they are able to compete with traditional types of energy production. Ukraine is only at the

beginning of the popularization and implementation of renewable energy sources (RES) at the state level, but the demand for installing solar panels in private homes is already gradually increasing.

Key words: *renewable energy sources, wind energy, environment, atmospheric pollution, alternative energy source, traditional energy, green energy, generators, harmful emissions.*

Постановка проблеми. Енергетика відіграє важливу роль у розвитку економіки країни, це зумовлено тим, що будь-який виробничий процес не може бути реалізований без застосування енергії. В даний час у сфері енергетики є дві основні проблеми: виснаження ресурсів та техногенний вплив на довкілля. Вичерпність або невідновлюваність природних ресурсів посилюється нерівномірністю їхнього розташування по всій планеті. Споживання ресурсів призводить до колосальних змін у біосфері. Вилучення природних ресурсів із земної кори порушує кругообіг речовин у природі.

Проблема, пов'язана з впливом підприємств енергетики на довкілля, зростає зі зростанням темпів виробництва енергії. Так, на сьогоднішній день техногенні викиди в атмосферу у вигляді парникових газів від енергетичної галузі становлять понад 50%. Більшість світової енергії, що виробляється, припадає на теплові електростанції. При спалюванні палива на ТЕС в атмосферне повітря виділяються забруднюючі його речовини. Потрапляючи в довкілля, вони завдають незворотної шкоди здоров'ю людей. Проникаючи у великих кількостях в організм людини, можуть викликати гострі отруєння, чинити подразнюючу дію на слизові оболонки органів дихання та зору. Окисли алюмінію та кремнію здатні руйнувати тканини легень, призводячи до такого захворювання, як силікоз. У місцях розташування об'єктів ТЕС зменшується кількість кисню в атмосфері, це пояснюється тим, що вагома його частка витрачається для спалювання палива [18].

Міжнародним агентством з атомної енергетики у 1988 році було розроблено семирівневу шкалу ядерних подій для одноманітності оцінки надзвичайних випадків, пов'язаних з аварійними радіаційними викидами у навколишнє середовище на атомних станціях. Згідно з нею, аварію на АЕС «Три-Майл-Айленд» у США та аварію у Віндскейлі (Великобританія) було віднесено до п'ятого рівня, а аварію на Чорнобильській АЕС – до сьомого рівня небезпеки (глобального). При порівнянні показників експлуатації ТЕС та АЕС однакової потужності

очевидно, що ступінь негативного впливу ТЕС на довкілля значно вищий [11].

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

За даними дослідження проведеного у європейських країнах: у Великій Британії середній дизельний генератор потужністю 20 кВт викидає близько 400 грам CO_2 на кіловат-годину ($\text{г/кВт}\cdot\text{год}$), що в 5–10 разів більше, ніж викиди від сонячної енергії чи вітрових турбін (International Energy Agency (IEA) [5]. Європейський Союз розробив строгі стандарти щодо викидів забруднюючих речовин для генераторів і інших джерел енергії. Наприклад, для дизельних генераторів існують норми Євро 5 та Євро 6, які обмежують кількість викидів CO , NO_x та сажі (European Environment Agency (EEA) [3]. В Європі активно розвиваються відновлювальні джерела енергії, що дозволяє значно знизити рівень забруднення. Наприклад, у Німеччині та Данії активно використовують вітрові та сонячні станції, які практично не мають викидів в атмосферу [4]. У країнах Європи розвиваються технології для зменшення забруднення від генераторів, такі як використання біопалива, модернізація двигунів для зниження рівня викидів, перехід на більш чисті альтернативні джерела енергії.

Метою даного дослідження є порівняльний аналіз джерел енергії з вибором об'єкта, який надає найбільше негативне навантаження на довкілля.

Забруднення повітря є однією з основних екологічних проблем сучасного світу. Оскільки зростає використання генераторів для забезпечення енергетичних потреб в умовах нестабільного енергопостачання або в районах, де відсутня централізована електрична мережа, значна частина викидів забруднюючих речовин припадає на ці джерела енергії. Тому важливо зрозуміти, який рівень забруднення вони спричиняють порівняно з іншими джерелами енергії.

Виклад основного матеріалу. Новим технологіям виробництва електроенергії з відновлюваних джерел (ВДЕ) налічується менше 50 років. Заснована на їх використанні «зелена» енергетика набула популярності у 70-х роках ХХ ст. як частина зростаючого екологічного руху. Але

лише на початку XXI ст. у цій галузі було зроблено справжній прорив, який, можливо, згодом дозволить ВДЕ витіснити викопне паливо (вугілля, нафту та природний газ) як основного енергоносія [14]. Виробництво електроенергії з ВДЕ зростає в різних країнах світу, і ця тенденція в перспективі збережеться. Так, за розрахунками Управління енергетичної інформації США (U.S. Energy Information Administration, EIA), у 2020 р. вже 40% енергії в країні вироблялося на основі не викопних джерел палива. У 2015 р. ВДЕ забезпечували менше 20% енергоспоживання в США [11]. У Європі виробництво сонячної електроенергії в 2020 р. збільшилося на 60% порівняно з 2019 р. В результаті використання вітряних електростанцій Великобританія вже має 67-денний період без використання вугілля і планує до 2025 р. поступово відмовитися від корисних копалин, а до 2030 заборонити виробництво нових автомобілів з бензиновим і дизельним двигуном [2].

За визначенням ЕІА, відновлювана енергія надходить із природних джерел, які практично невичерпні [13]. Однак це визначення потребує уточнення. По-перше, відновлювані та невичерпні джерела енергії – це не одне й те саме. По-друге, хоча, наприклад, енергія сонця невичерпна (у межах Землі), але рідкісноземельні метали, що використовуються для створення сонячних панелей, є обмеженими ресурсами, які необхідно видобувати [7]. Крім того, тут не враховується забруднення довкілля від використання ВДЕ. А з цього погляду далеко не всі вони відповідають принципам зеленої енергетики. Наприклад, традиційні відновлювані органічні матеріали (дрова, торф тощо), що спалюються для отримання енергії, не є екологічно чистими («зеленими») джерелами через утворення вуглекислого газу (CO_2) у цьому процесі [17]. До «зелених» енергетичних технологій відносять переробку органічних відходів, оскільки в цьому випадку збитки навколишнього середовища мінімізуються. Таким чином, «зелена» енергетика спирається на використання альтернативних у порівнянні з викопним паливом джерел – невичерпних або відновлюваних, – при виробництві енергії з яких завдається набагато меншої шкоди навколишньому середовищу (виділяється менше парникових газів та інших шкідливих речовин).

Різниця між «зеленою» та традиційною енергетикою найвиразніше проявляється за межами

домогосподарств, вважає С. Орландо. Орієнтуючись на викопне паливо, компанії повинні постійно шукати нові родовища, оскільки старі виснажуються. Установки, що спалюють викопне паливо для виробництва електроенергії та тепла, а також на різних видах транспорту, сумарно є найбільшим джерелом викидів парникових газів в атмосферу [7]. При спалюванні вугілля також виділяються токсичні гази, такі як окис вуглецю.

Забруднення повітря на селітебних територіях є глобальною екологічною проблемою, що загострюється в умовах міської урбанізації, збільшення кількості транспортних засобів та промислових об'єктів. Зростаюче використання енергетичних ресурсів та підвищене споживання палива призводять до накопичення в повітрі шкідливих речовин, які загрожують здоров'ю населення. Забруднення повітря може бути спричинене багатьма факторами, серед яких: 1. Автомобільний транспорт: основне джерело викидів вуглецю (CO_2), оксидів азоту, сажі та інших забруднювачів. 2. Промисловість: викиди CO_2 , сірчистих газів, токсичних речовин. 3. Генератори: як стаціонарні, так і мобільні генератори, що використовуються для забезпечення енергією в разі відсутності централізованого постачання. В умовах війни, коли централізовані системи енергопостачання стають нестабільними, потреба в автономних джерелах енергії, таких як електрогенератори, різко зростає. Так, генератори можуть використовувати різні види палива виробництва електричної енергії. Типи генераторів: 1. Дизельні генератори: викидають велику кількість CO_2 і сажі, оскільки дизельне паливо містить більше вуглецю порівняно з бензином. 2. Бензинові генератори: зазвичай мають менші викиди CO_2 , але також виділяють токсичні речовини. 3. Газові генератори: є більш екологічними у порівнянні з дизельними і бензиновими, оскільки природний газ є чистішим джерелом палива, однак все одно має викиди CO_2 . Різні типи палива можуть впливати на продуктивність генератора та мати різні переваги чи недоліки (табл. 1).

Наприклад, дизельний генератор потужністю 10 кВт протягом року (приблизно 2000 годин роботи) може викидати до 10 тонн CO_2 , в той час як бензиновий – близько 8 тонн CO_2 (табл. 2).

Порівнюючи генератори з іншими джерелами енергії, можна відзначити значні відмін-

Таблиця 1

Види палива для генераторів: їх переваги і недоліки

Види палива	Переваги	Недоліки
Бензин	Легко знайти, легко транспортувати та легко зберігати.	Вища вартість, низька енергоємність, короткий термін зберігання.
Дизпаливо	Висока щільність енергії, низьке споживання, більш тривалий термін зберігання.	Дизельне паливо часто буває дорожчим, є труднощі зі зберіганням та транспортуванням.
Природний газ	Чистіше згорання, низький рівень викидів, широка доступність.	Потрібна інфраструктура газопостачання, щільність енергії нижча, ніж в інших видів палива.
LPG (зріджений нафтовий газ)	Чистіше горіння, простота зберігання та транспортування, широка доступність.	Щільність енергії не така висока, як у бензину та дизельного палива.
Біопаливо	Екологічне, може бути отримано з відновлюваних ресурсів.	Щільність енергії може бути нижчою, ніж у інших традиційних видів палива, вартість виробництва вища.

Джерело: *The Environmental Impact of Natural Gas Generators. by React Power Team. Sep 4, 2020. Environmental Impact, Natural Gas Generators. <https://www.reactpower.com/blog/the-environmental-impact-of-natural-gas-generators/>*

Таблиця 2

Порівняння викидів CO₂ від генераторів і інших джерел енергії

Джерело енергії	Викиди CO ₂ (тонн на рік)	Викиди NOx (кг на рік)	Викиди PM (кг на рік)
Дизельний генератор	10	250	15
Бензиновий генератор	8	200	10
Природний газовий генератор	6	150	8
ТЕС	1000	2000	50
Вітрова енергетика	0	0	0
Сонячна енергетика	0	0	0

Джерело: *World Health Organization (WHO). (2021). Air Pollution and Child Health: Prescribing Clean Air. <https://www.who.int/publications/i/item/9789240065345>*

U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2021). Emission Factors for Greenhouse Gas Inventories. <https://www.epa.gov/ghgemissions/understanding-global-warming-potential>

ності у рівні викидів. Генератори, як правило, є значними джерелами забруднення, особливо дизельні та бензинові варіанти. Незважаючи на те, що ситуацію з електроенергією вперше за довгий час удалося стабілізувати, ймовірність нових блекаутів досі нависає над українцями. Генератори використовували у промисловості та господарських цілях до воєнного конфлікту, проте не в такій кількості. Однак використання тільки генераторів на викопному паливі має певні наслідки для довкілля. Вирішення цього питання лежить у площині використання:

1. Генератори природного газу. Такі генератори стоять десь посередині між генераторами на традиційному викопному паливі та відновлюваних джерелах енергії [15]. Генератори на природному газі мають більш високу енергоефективність і можуть виробляти достатньо електроенергії для будівель, лікарень і навіть електростанцій.

2. Портативні сонячні панелі або сонячні генератори. Це ще більш екологічна альтер-

натива традиційним генераторам [1]. Сонячні генератори складаються з двох ключових частин – набору сонячних панелей та внутрішньої системи зберігання, що складається з фотоелектричних елементів, які вловлюють сонячне світло, перетворюють його на електрику та зберігають. Вони не випускають викопне паливо, є чистішими, тихішими та безпечнішими, ніж газові генератори.

3. Вітрові генератори або вітрові турбіни. Порівняно з сонячними панелями, вітрові турбіни мають вищий рівень шуму, але повністю екологічні і не мають жодних викидів в атмосферу. Тому вони безпечніші для загального використання, ніж генератори на викопному паливі.

4. Портативні зарядні електростанції. Електростанції є більш екологічною та тихою альтернативою традиційним дизельним домашнім генераторам. Замість спалювання викопного палива, генератори, що живляться від батарей, підключаються до зовнішнього джерела жив-

лення (наприклад, електричної мережі, транспортного засобу або сонячної панелі) для збирання та зберігання електроенергії. Оскільки вони не використовують паливо, генератори, що живляться від батарей, не виділяють чадний газ чи інші викиди в атмосферу.

Для зменшення забруднення від генераторів необхідно впроваджувати технології, що знижують рівень викидів, а також використовувати біопаливо замість традиційних видів пального. Перехід на більш екологічні джерела енергії є основним напрямом розвитку енергетики в Європі та інших регіонах, що дозволяє значно зменшити рівень забруднення повітря [9].

Найпоширенішими видами «зеленої» енергетики, що швидко розвиваються, в даний час є наступні [10]:

– гідроенергетика – ґрунтується на найбільш широко використовуваному вигляді ВДЕ, частку якого припадає 54% від усіх генеруючих потужностей у світі, що працюють на цих джерелах. На сьогоднішній день у виробництві гідроелектроенергії лідирує Китай;

– вітроенергетика – посідає друге місце за масштабами виробництва. Технологічні досягнення та застосування нових композитних матеріалів сприяли збільшенню термінів служби та зниженню вартості вітряних турбін;

– сонячна енергетика – найшвидше зростаючий вид «зеленої» енергетики та третій за обсягом виробництва на основі ВДЕ у світі в 2021 р. [15]. Найбільша сонячна електростанція знаходиться в ОАЕ і виробляє електроенергію в кількості, достатній для того, щоб зменшити вуглецевий слід, еквівалентний ефект від усунення 200 тис. автомобілів [10];

– біоенергетика – четвертий за величиною вид зеленої енергетики. Виробництво електроенергії та тепла ґрунтується на інноваційному використанні традиційних джерел біомаси, таких як побічні продукти сільського господарства та побутові відходи. Китай, Великобританія та Індія в даний час є лідерами у виробництві біоенергії. Бразилія, Німеччина, США та Швеція також активно розвивають ці технології [16];

– геотермальна енергія також входить до списку ВДЕ, використання яких зростає швидкими темпами. Найбільшим виробником геотермальної електроенергії у світі є Ісландія.

Значного скорочення негативного на атмосферу можна домогтися переходом до альтер-

нативної енергії. Перспективи розвитку комплексу відновлюваних джерел енергії набирають темпи, зокрема це стосується вітроенергетики, яка є відносно молодого галуззю в нашій країні. Актуальність ВЕС у тому, що сировиною отримання електроенергії є вітер, невичерпне джерело, це колосально знижує споживання ресурсів планети. Характер та джерела забруднення атмосфери при будівництві ВЕС аналогічні стандартним об'єктам капітального будівництва. При експлуатації ВЕС спостерігається значне скорочення втрат теплоти. Так, наприклад, один генератор потужністю 1 МВт призводить до скорочення викидів CO₂ на 1800 тонн на рік, що в масштабах існуючих ВЕС становить близько 900 млн. тонн на рік. Забруднення на етапі експлуатації настільки малі, що їх не враховувати. Забруднюючі речовини виділяються тільки в процесі виробництва компонентів вітроустановки, до них відносяться оксид вуглецю, оксид та діоксид азоту, діоксид сірки, бензин, гас, сажа, неорганічний пил, оксиди заліза та марганцю, фтористі сполуки та інші речовини [10].

Очевидно, що будь-яка антропогенна діяльність негативно діє на навколишнє середовище, і неможливо досягти абсолютно екологічного способу отримання та реалізації енергії, тому необхідно постійно знаходитись у пошуку рішень щодо мінімізації цього впливу. Першим кроком у регулюванні шкідливих викидів є розробка екологічних стандартів, в ідеальному випадку як для концентрації забруднюючих речовин в атмосфері, так і для викидів з точкових джерел. Межі концентрацій забруднюючих речовин у навколишньому середовищі (атмосфері) встановлені урядами багатьох країн та ВООЗ для захисту здоров'я населення. У стандартах зазвичай встановлюються межі концентрації забруднюючих речовин, усереднених за певний період. Стандарти якості атмосферного повітря (AAQS) зазвичай застосовуються в усій країні чи її частині; їхня поширена назва – національні стандарти якості атмосферного повітря (NAAQS). Деякі країни не вводять NAAQS, натомість встановлюючи конкретні обмеження викидів для потенційно забруднюючих точкових джерел, таких як електростанції, що працюють на викопному паливі [12]. У всьому світі приблизно дві третини країн мають так чи інакше оформлений стандарт NAAQS [6].

У вересні 2021 року в рамках Програми ООН з навколишнього середовища (ЮНЕП) було опубліковано програмний документ під назвою «Регулювання якості повітря: перша глобальна оцінка законодавства про забруднення повітря (скорочено GAAPL) [12]. За даними цього дослідження законодавства з якості повітря в 194 країнах світу, 34 % держав не мали будь-яких законодавчо закріплених стандартів якості атмосферного повітря [8]. Згідно з GAAPL, з приблизно двох третин держав, які не закріпили NAAQS у своєму законодавстві, багато хто користується такими стандартами тільки у вигляді загальної політики/керівництва, підготовлених національним урядом [12]. Однак цінність таких документів обмежена, оскільки «AAQS у політиці/керівництві може бути практичним орієнтиром для національної політики в галузі якості повітря та галузевого регулю-

вання, але мало допомагає забезпечувати право громадян на якісне повітря та створювати нормативну визначеність для операторів» [12].

Висновки. Виходячи з усіх фактів та аргументів, представлених у статті, можна зробити висновок, що при детальному аналізі, обліку та мінімізації можливих факторів негативного впливу на навколишнє середовище, зокрема людину, ВЕС є найбезпечнішою станцією генерування енергії. Забруднення атмосфери під час експлуатації ВЕС є незначним, проти традиційної енергетики. Навіть з урахуванням емісії CO₂ під час виробництва матеріалів та обладнання для ВЕС їхня безпека в рази більша, ніж ТЕС. Зниження викидів в атмосферне повітря від експлуатації вітрових станцій підвищує якість життя населення. І якщо говорити у глобальних масштабах, то така енергетика зберігає ресурси нашої планети.

ЛІТЕРАТУРА:

1. ARCADIA. <https://blog.arcadia.com/three-green-alternatives-to-fossil-fuel-generators/>
2. Eckhous B., Mathis W., Mutaugh D. Ten renewable energy trends to watch in 2021. *World Oil*. 2021. 01.06. <https://www.worldoil.com/news/2021/1/6/ten-renewable-energy-trends-to-watch-in-2021>
3. European Environment Agency (EEA). *Air Quality in Europe – 2022 Report*. <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2022>
4. European Commission. The EU Green Deal: Climate Action and Energy. 2020. https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action_en
5. International Energy Agency (IEA). *Energy Technology Perspectives*. 2023. <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2023>
6. NAAQS Table. EPA: веб-сайт. <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table>
7. Orlando C. What's the difference between regular and green energy? *CHARIOT energy*. 2019.05.07. <https://chariotenergy.com/blog/whats-the-difference-between-regular-and-green-energy>
8. One in three countries in the world lack any legally mandated standards for outdoor air quality. UNEP: веб-сайт. 2021. <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/one-three-countries-world-lack-any-legally-mandated-standards/>
9. Pichai G. A basic difference between traditional and green energy sources. About Smart Cities. *Cities, Events, Journal*. 2018.22.02. <https://www.aboutsmartcities.com/difference-traditional-green-energy-sources-2/>
10. Top 5 Fastest-Growing renewable energy sources around the world. *Earth ORG*. 2021.10.05. <https://earth.org/fastest-growing-renewable-energy-sources/>
11. Renewable energy sources: energy trends shaping the future. *Just energy*. 2021. <https://justenergy.com/blog/renewable-energy-sources-energy-trends-future/>
12. Regulating Air Quality: The First Global Assessment of Air Pollution Legislation. UNEP: веб-сайт. 2021. <https://www.unep.org/resources/report/first-global-assessment-air-pollution-legislation>
13. Renewable energy statistics 2020. International Renewable Energy Agency. 2020. 391 p. <https://www.irena.org/publications/2020/Jul/Renewable-energy-statistics-2020>
14. The 5 different kinds of renewable energy sources. *CHARIOT Energy*. 2020. <https://chariotenergy.com/chariot-university/renewable-energy-sources/>
15. The Environmental Impact of Natural Gas Generators. by React Power Team. Sep 4. 2020. *Environmental Impact. Natural Gas Generators*. <https://www.reactpower.com/blog/the-environmental-impact-of-natural-gas-generators/>
16. The world's most used renewable power sources. *Power Technology*. 2020. 06.01. <https://www.power-technology.com/features/featurethe-worlds-most-used-renewable-power-sources-4160168/>
17. What is green energy? Definition, types and examples. TWI. 2021. <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-green-energy>
18. World Energy Council (2021). *World Energy Trilemma Index*: веб-сайт. <https://www.worldenergy.org>

REFERENCES:

1. ARCADIA. Retrieved from <https://blog.arcadia.com/three-green-alternatives-to-fossil-fuel-generators/> [in English].
2. Eckhous, B., Mathis, W., & Mutaugh, D. (2021). Ten renewable energy trends to watch in 2021. *World Oil*. Retrieved from <https://www.worldoil.com/news/2021/1/6/ten-renewable-energy-trends-to-watch-in-2021> [in English].
3. European Environment Agency (EEA). *Air Quality in Europe – 2022 Report*. Retrieved from <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2022> [in English].
4. European Commission. The EU Green Deal: Climate Action and Energy. 2020. Retrieved from https://ec.europa.eu/clima/policies/eu-climate-action_en [in English].
5. International Energy Agency (IEA). *Energy Technology Perspectives*. 2023. Retrieved from <https://www.iea.org/reports/energy-technology-perspectives-2023> [in English].
6. NAAQS Table. EPA: веб-сайт. Retrieved from <https://www.epa.gov/criteria-air-pollutants/naaqs-table> [in English].
7. Orlando, C. (2019). What's the difference between regular and green energy? *CHARIOT energy*. 2019.05.07. Retrieved from <https://chariotenergy.com/blog/whats-the-difference-between-regular-and-green-energy> [in English].
8. One in three countries in the world lack any legally mandated standards for outdoor air quality. UNEP: веб-сайт. 2021. Retrieved from <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/one-three-countries-world-lack-any-legally-mandated-standards/>
9. Pichai, G. (2018). A basic difference between traditional and green energy sources. About Smart Cities. *Cities, Events, Journal*. Retrieved from <https://www.aboutsmartcities.com/difference-traditional-green-energy-sources-2/> [in English].
10. Top 5 Fastest-Growing renewable energy sources around the world. *Earth ORG*. 2021.10.05. Retrieved from <https://earth.org/fastest-growing-renewable-energy-sources/> [in English].
11. Renewable energy sources: energy trends shaping the future. *Just energy*. 2021. Retrieved from <https://justenergy.com/blog/renewable-energy-sources-energy-trends-future/>
12. Regulating Air Quality: The First Global Assessment of Air Pollution Legislation. UNEP: веб-сайт. 2021. Retrieved from <https://www.unep.org/resources/report/first-global-assessment-air-pollution-legislation> [in English].
13. Renewable energy statistics 2020. International Renewable Energy Agency. 2020. 391 p. Retrieved from <https://www.irena.org/publications/2020/Jul/Renewable-energy-statistics-2020> [in English].
14. The 5 different kinds of renewable energy sources. *CHARIOT Energy*. 2020. Retrieved from <https://chariotenergy.com/chariot-university/renewable-energy-sources/>
15. The Environmental Impact of Natural Gas Generators. by React Power Team. Sep 4. 2020. *Environmental Impact. Natural Gas Generators*. Retrieved from <https://www.reactpower.com/blog/the-environmental-impact-of-natural-gas-generators/> [in English].
16. The world's most used renewable power sources. *Power Technology*. 2020. 06.01. Retrieved from <https://www.power-technology.com/features/featurethe-worlds-most-used-renewable-power-sources-4160168/> [in English].
17. What is green energy? Definition, types and examples. TWI. 2021. Retrieved from <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-green-energy> [in English].
18. World Energy Council (2021). *World Energy Trilemma Index*: веб-сайт. Retrieved from <https://www.worldenergy.org> [in English].