

Исследование методов и систем искусственного интеллекта в области возобновляемой энергетики для Ирака: обзор

Х. Д. Мохаммед

*Институт энергетики
Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого
Санкт-Петербург, Россия*

*Кафедра машиностроения, Инженерный
Факультет, Майсан университет
Майсан, Аль-Амара, Ирак
hdr_jsm@uomisan.edu.iq*

Н. В. Коровкин

*Институт энергетики
Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого
Санкт-Петербург, Россия*

Nikolay.korovkin@gmail.com

Аннотация. Искусственный интеллект (ИИ) радикально преобразует энергетический сектор, повышая эффективность, надежность и устойчивость систем возобновляемой энергии, таких как солнечная, ветровая и гидроэнергетика. Инструменты ИИ, такие как машинное обучение и предиктивная аналитика, решают такие проблемы, как непредсказуемость и изменчивость этих источников, улучшают управление энергией и поддерживают интеграцию интеллектуальных сетей. Поскольку такие страны, как Ирак, стремятся развивать устойчивую энергетическую инфраструктуру, ИИ предлагает возможность оптимизировать использование возобновляемых ресурсов, снизить зависимость от ископаемого топлива, улучшить распределение энергии и добиться экономических и экологических выгод. Потенциал возобновляемой энергии Ирака значителен, учитывая его благоприятные условия для солнечной и ветровой энергии. Солнечная, ветровая и гидроэнергетика способствуют этой диверсификации для повышения энергетической безопасности, создания рабочих мест и решения экологических проблем, связанных с долгосрочной стабильностью Ирака и международными климатическими обязательствами. Методы ИИ, такие как машинное обучение, нейронные сети и нечеткая логика, предлагают новые способы повышения эффективности систем возобновляемой энергии. Эти методы прогнозируют производство энергии, улучшают планирование энергетических ресурсов, обрабатывают сложные наборы данных и оптимизируют проектирование и эксплуатацию системы. Эти инновации имеют решающее значение для устойчивого развития Ирака, улучшая доступ к энергии и способствуя более устойчивой электросети. Однако Ирак сталкивается с такими проблемами, как устаревшая инфраструктура и нехватка квалифицированной рабочей силы, которые препятствуют разрыву ИИ. Преодоление этих проблем требует обучения, образования и развития инфраструктуры. Несмотря на эти проблемы, ИИ предлагает возможности для повышения эффективности использования ресурсов и предоставления услуг, способствуя устойчивости и экономическому росту.

Ключевые слова: искусственный интеллект; энергетический сектор; Ирак; умная сеть; интеллектуальное измерение; возобновляемая энергия

I. ВВЕДЕНИЕ

Появление искусственного интеллекта (ИИ) как преобразующей силы в различных секторах, включая энергетический, имеет важное значение [1–7]. В своей исследовательской работе [8] он представляет всесторонний обзор новой модели, разработанной для улучшения процессов планирования и принятия решений для установок возобновляемой энергии ветра и солнца в масштабе района в Ираке. Она включает гибридные энергетические системы, которые фокусируются на потенциале объединения энергии ветра и солнца для создания недорогой и эффективной зеленой инфраструктуры. Этот гибридный подход является многообещающим решением для устойчивого производства энергии, подчеркивая необходимость всеобъемлющего и одновременного планирования по нескольким измерениям, что не удастся решить с помощью традиционных методов с одной перспективой. Это указывает на пробел в текущих методологиях, который его предлагаемая модель призвана заполнить. Он включает в себя пространственно-временную модель принятия решений (STDМ), которая использует геопространственный искусственный интеллект (GeoAI), специально разработанный для определения оптимальных мест для наземных гибридных ветровых и солнечных электростанций в национальном масштабе в Ираке. Кроме того, исследование включает в себя широкий спектр из 21 пространственного оценочного и ограничивающего критерия, что обеспечивает комплексную оценку потенциальных мест установки энергии. Он усиливает результаты их исследования надежными методологиями, включая алгоритм случайного леса (RF) и алгоритм интерпретации добавок Шепли (SHAP), для получения уникальных глобальных весов для факторов принятия решений на основе

глобального перечня ветровых и солнечных электростанций, как показано на рис. 1 и рис. 2.

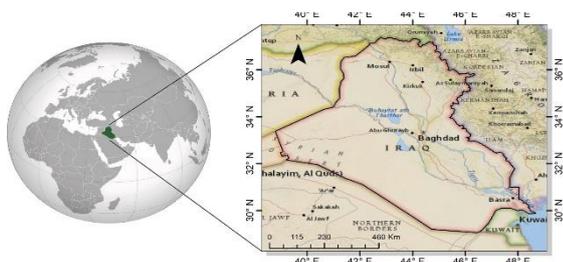


Рис. 1. Расположение Ирака [8]

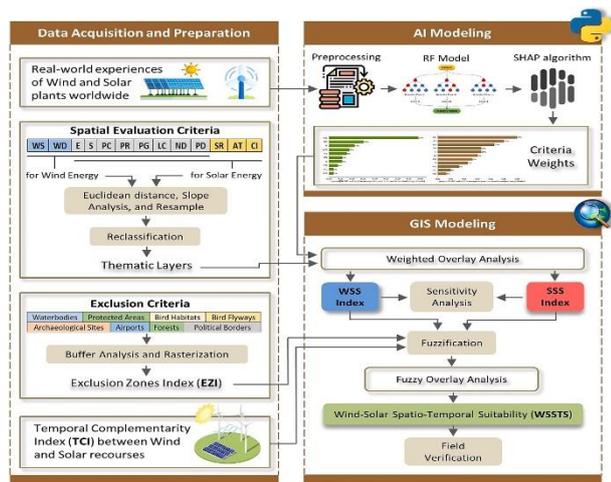


Рис. 2. Методологическая блок-схема модели STDM для размещения гибридной электростанции [8]

II. МЕТОДЫ И ТЕХНОЛОГИИ ИИ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В СИСТЕМАХ ВОЗОБНОВЛЯЕМОЙ ЭНЕРГЕТИКИ

Применение современных методов и методов искусственного интеллекта в системах возобновляемой энергии привлекло значительное внимание во всем мире, особенно в таких странах, как Ирак, где оптимизация возобновляемых ресурсов имеет решающее значение для достижения устойчивого развития. [1, 2, 7].

В своем исследовании [37] они подчеркнули применение алгоритмов машинного обучения, нейронных сетей и методов оптимизации, которые считаются перспективными методами в области искусственного интеллекта для оптимизации систем возобновляемой энергии. В своем подходе [38] они использовали многоцелевой алгоритм отрицательной оптимизации роя (MOISSA) для оптимизации гибридных систем возобновляемой энергии для города Басра, Ирак. MOISSA оказался эффективным в повышении надежности, достижении значительного снижения затрат на производство энергии и улучшении распределения энергии в приложениях микросетей. Их исследование [39] не рассматривает конкретные методы ИИ для оптимизации систем возобновляемой энергии в Ираке. Вместо этого оно фокусируется на определении оптимального размера гибридных систем возобновляемой энергии с использованием программного обеспечения для моделирования MATLAB, а также итеративного метода для баланса надежности и экономических ограничений.

Обсуждаются общие методы ИИ в системах возобновляемой энергии [40], представляющие более 100 исследований с 2020 по 2022 год. Выделяются несколько перспективных подходов ИИ для оптимизации систем возобновляемой энергии, включая искусственные нейронные сети (ANN), долгосрочную и краткосрочную память (LSTM), рекуррентные нейронные сети (RNN), генетические нейронные сети (CNN), генетические алгоритмы (GA) и оптимизацию роя частиц (PSO).

В своих выводах [41] они пришли к выводу, что ИИ улучшает производство, распределение и потребление энергии с помощью предиктивной аналитики, систем управления энергией, интеллектуальных сетей и алгоритмов оптимизации, как перспективных подходов ИИ для улучшения систем возобновляемой энергии. Такие технологии могут повысить эффективность производства, распределения и потребления энергии и применимы к различным источникам возобновляемой энергии в Ираке. В этом исследовании [42] они в первую очередь изучают методологию оптимизации роя частиц (PSO) как метод оптимизации гибридных систем возобновляемой энергии в сельских районах Ирака, уделяя особое внимание снижению стоимости энергии (COE) при обеспечении максимальной надежности системы. Они приходят к выводу, что можно интегрировать различные типы возобновляемых источников в гибридные системы возобновляемой энергии, снижая стоимость энергии (COE) и обеспечивая надежность в рамках доступного бюджета. PSO улучшает конфигурацию гибридных систем возобновляемой энергии для снижения стоимости энергии (COE) при сохранении надежности. Его исследовательская работа [43] посвящена машинному обучению и методам глубокого обучения, которые являются одними из самых многообещающих подходов ИИ для улучшения систем возобновляемой энергии, в частности, для прогнозирования спроса на энергию, прогнозирования производства энергии и повышения эффективности эксплуатации и обслуживания в приложениях возобновляемой энергии. Его исследование приходит к выводу, что машинное обучение и глубокое обучение для систем возобновляемой энергии могут улучшить и предсказать производительность, а также повысить прозрачность.

Исследование [44] опиралось на алгоритмы машинного обучения, в частности, глубокие нейронные сети и обучение с подкреплением, которые считаются перспективными методами искусственного интеллекта для оптимизации систем возобновляемой энергии. Эти технологии повышают эксплуатационную эффективность и адаптивность и применимы в различных условиях окружающей среды и разнообразных конфигурациях систем, в том числе в Ираке. Он пришел к выводу, что искусственный интеллект может предсказывать отказы оборудования с точностью до 92 %. Эта методология исследования улучшила рабочие параметры производства энергии до 8,5 %. В этой статье [45] основное внимание уделяется улучшенному алгоритму оптимизации хаотического электромагнитного поля (ICEFO) для оптимизации гибридной системы автономных солнечных фотоэлектрических систем/биомасса в Ираке.

Результаты демонстрируют его эффективность в снижении чистых текущих затрат и обеспечении надежного электроснабжения в сельских районах. Это исследование представляет собой техническое и экономическое исследование гибридной системы автономных солнечных фотоэлектрических систем/биомасса в Ираке. В этом исследовании [46] представлена система GREENIA, которая использует рекуррентные нейронные сети с гейтом, эволюционные алгоритмы оптимизации (Java) и аддитивные интерпретации Шепли (SHAP) для оптимизации систем возобновляемой энергии. Эти методы повышают точность прогнозирования и предоставляют интерпретируемые идеи, применимые к различным регионам, включая Ирак. Результаты исследования [47] пришли к выводу, что искусственный интеллект и исследовательская оптимизация могут улучшить управление возобновляемой энергией. Предложенные методы повышают эффективность производства и распределения энергии. Исследование [48] было специально сосредоточено на перспективных подходах ИИ для улучшения систем возобновляемой энергии в Ираке. Гибридная система, улучшенная ИИ, устойчиво удовлетворяет 74% потребностей в энергии. Результаты продемонстрировали снижение затрат на энергию и выбросов углекислого газа. В статье [49] обсуждаются алгоритмы машинного обучения как перспективные методы искусственного интеллекта для оптимизации систем возобновляемой энергии. Эти алгоритмы анализируют данные датчиков и прогнозы погоды для прогнозирования производства энергии и оптимизации ее хранения и распределения, что приводит к повышению эффективности и надежности управления возобновляемой энергией.

III. Выводы

Важность этой исследовательской работы заключается в освещении изучения методов и систем искусственного интеллекта в области возобновляемой энергии в Ираке. Это исследование представляет собой обзор и анализ предыдущих исследований и использует их результаты для подчеркивания важности развития энергетического сектора в Ираке посредством широкомасштабного применения ИИ в энергетическом секторе. Результаты показали, что искусственный интеллект может повысить эффективность, надежность и устойчивость систем возобновляемой энергии, что имеет решающее значение для перехода Ирака от ископаемого топлива к возобновляемым источникам энергии, таким как солнечная и ветровая энергия, при благоприятных условиях и привлечении международных инвестиций в этот жизненно важный сектор. Несмотря на проблемы, связанные с инфраструктурой и навыками, искусственный интеллект предлагает возможности для улучшения управления энергией и интеграции ее в сеть, повышая энергетическую безопасность, устойчивость и экономический рост Ирака. Будущий успех зависит от стратегической реализации, партнерских отношений и развития местного опыта. Такие исследования могут помочь лицам, принимающим решения, и политикам в Ираке сформулировать четкое видение и всеобъемлющий будущий план для решения плохой энергетической ситуации в стране и внедрения

современных методов для сокращения дефицита поставок, что положительно повлияет на экономическую стабильность страны.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Мы хотели бы выразить благодарность нашим коллегам из Института энергетики, Санкт-Петербургского политехнического университета Петра Великого и Мисанского университета за постоянную помощь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] AI in the Renewable Energy Sector: Applications, Benefits, and Real-World Impact | Enlitia. (2024, July 23). <https://www.enlitia.com/resources-blog-post/ai-in-the-renewable-energy-sector>.
- [2] AI to Optimize Renewable Energy Production. (2025, January 28). <https://www.xenonstack.com/blog/ai-renewable-energy-production>.
- [3] AI in renewable energy: Harnessing data-driven insights for sustainable power generation. (2023, May 25). <https://timesofindia.indiatimes.com/readersblog/aitalks/ai-in-renewable-energy-harnessing-data-driven-insights-for-sustainable-power-generation-54219/>.
- [4] Revolutionising Renewable Energy with Artificial Intelligence. (2023, June 16). <https://www.linkedin.com/pulse/revolutionising-renewable-energy-artificial-intelligence>.
- [5] Role of AI and ML in Renewable Energy Systems. (2024, August 17). <https://krce.ac.in/blog/infusion-of-artificial-intelligence-and-machine-learning-concepts-in-renewable-energy-systems/>.
- [6] Energy Sector: Revolutionizing the Energy Industry (artificial intelligence). (2024, March 01). <https://clients.stepup.one/blog/ai-in-the-energy-industry>
- [7] Online Car Sales - Navigating the Digital Shift in Auto Industry. (2023, December 05). <https://www.kyotutechnology.com/the-role-of-ai-in-optimizing-renewable-energy-production/>
- [8] Sachit, M. S., Shafri, H. Z. M., Abdullah, A. F., Rafie, A. S. M., & Gibril, M. B. A. (2024). A novel GeoAI-based multidisciplinary model for SpatioTemporal Decision-Making of utility-scale wind-solar installations: To promote green infrastructure in Iraq. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2024.02.001>
- [9] Mohammed, H. J., & Vladimirovich, K. N. (2024). Optimization Performance PV system by using Theoretical and Practical Methods to Improve Energy Sector of Iraq, The 7th International Conference on Renewable Energy and Environment Engineering (REEE 2024), Nantes, France, 28-30 August, 2024, In E3S Web of Conferences (Vol. 572, p. 01005). EDP Sciences, <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202457201005>.
- [10] H. J. Mohammed and K. N. Vladimirovich, "Development Energy System of Iraq Harnessing the Power of Molten Salt by CSP Plant With Thermal Storage Energy, 2024 9th International Youth Conference on Energy (IYCE), Colmar, France, 2024, pp. 1-6, doi: 10.1109/IYCE60333.2024.10634967.
- [11] Q. A. Ali, M. A. Al-Furaiji, H. J. Mohammed and N. Abdullah Mezaal, "Using Solar Systems for the Power Supply of Baghdad City in Iraq," 2023 Seminar on Electrical Engineering, Automation & Control Systems, Theory and Practical Applications (EEACS), Saint Petersburg, Russian Federation, 2023, pp. 24-30, doi: 10.1109/EEACS60421.2023.10397422.
- [12] H. J. Mohammed, M. A. Al-Furaiji, Q. A. Ali, A. M. Al-Antaki and H. A. Issa, "Study of the MPPT for PV Systems Using Simulation in MATLAB/Simulink," 2023 Seminar on Industrial Electronic Devices and Systems (IEDS), Saint Petersburg, Russian Federation, 2023, pp. 181-185, doi: 10.1109/IEDS60447.2023.10425824.
- [13] H. J. Mohammed, Q. A. Ali, M. A. Al-Furaiji, A. M. Al-Antaki and H. A. Issa, "Study of Using Solar Power Plants to Develop the Energy Complex in Iraq," 2023 Seminar on Industrial Electronic Devices and Systems (IEDS), Saint Petersburg, Russian Federation, 2023, pp. 186-191, doi: 10.1109/IEDS60447.2023.10425931.
- [14] B. M. Hussein, A. I. Jaber, M. W. Abdulwahhab, H. J. Mohammed and N. V. Korovkin, "Application of Intelligent Optimization

- Algorithms on Economic Dispatch Problem," 2024 XXVII International Conference on Soft Computing and Measurements (SCM), Saint Petersburg, Russian Federation, 2024, pp. 453-456, doi: 10.1109/SCM62608.2024.10554111.
- [15] H. J. Mohammed, Q. A. Ali, B. H. Rasool and A. H. Al-Denenawe, "Analysis of the Operating Mode for the Photovoltaic Module by Experimental Methods," 2024 Conference of Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EICon), Saint Petersburg, Russian Federation, 2024, pp. 831-834, doi: 10.1109/EICon61730.2024.10468463.
- [16] B. H. Rasool, H. J. Mohammed and Q. A. Ali, "Response of 100Kw Grid Connected PV System at Slava City –Iraq in the Event of Short Circuit and Loss of Grid," 2024 Conference of Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EICon), Saint Petersburg, Russian Federation, 2024, pp. 795-799, doi: 10.1109/EICon61730.2024.10468473.
- [17] H. J. Mohammed, M. S. Hasan, F. Mahdihadi and K. Nikolay V., "Study the Possibility of Application of Wind Turbine under the Climatic Conditions of Iraq," 2022 Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus), Saint Petersburg, Russian Federation, 2022, pp. 1234-1238, doi: 10.1109/EIConRus54750.2022.9755597.
- [18] Hayder J. Mohammed, Using Fuel Cells as an Additional Source of a Renewable Energy Hybrid System Connected to the Grid, 2025 Conference of Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering January 28 - 30, 2025, St. Petersburg, Russian Federation.
- [19] Energy market in Iraq. (2023, August 22). <https://www.tradecommissioner.gc.ca/iraq/market-reports-etudes-demarches/0007082.aspx?lang=eng>
- [20] The potential of wind energy in Iraq | REVE News of the wind sector in Spain and in the world. (2023, August 13). <https://www.evwind.es/2023/08/13/the-potential-of-wind-energy-in-iraq/93438>
- [21] Iraq's Renewable Energy Landscape | Our Insight. (2024, May 08). <https://marketresearchiraq.com/iraqs-renewable-energy-boom-opportunities-and-challenges-in-the-transition-to-sustainable-power/>
- [22] AI in the Renewable Energy Market [50+ Statistics]. (2025, January 13). <https://intelliarts.com/blog/ai-in-renewable-energy-market-statistics/>
- [23] The Logistic Management Strategy for Alternative Energy in Iraq. (2020, April 28). <https://www.scirp.org/journal/paperinformation?paperid=99894>
- [24] AI-Controlled Wind Turbine Systems: Integrating IoT and Machine Learning for Smart Grids | E3S Web of Conferences. (2024, June 21). https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/abs/2024/70/e3sconf_icpes2024_03008/e3sconf_icpes2024_03008.html
- [25] IoT and Analytics in Renewable Energy Systems, Volume I: Sustainable Smart Grids & Renewable Energy Systems 9781032362816, 9781032362823, 9781003331117 - DOKUMEN.PUB. (2024, January 01). <https://dokumen.pub/iot-and-analytics-in-renewable-energy-systems-volume-i-sustainable-smart-grids-amp-renewable-energy-systems-9781032362816-9781032362823-9781003331117.html>
- [26] Bishro H. Rasool, Hayder J. Mohammed, Qays A. ALI, Power System Stability Impact of 2 MW Grid-Connected Photovoltaic Generation in Iraq-Sulaymaniyah. December 2023 *Elektrichestvo* DOI: 10.24160/0013-5380-2023-12-54-59.
- [27] Джабер А.И., Самохвалов Д.В., Мохаммед Х.Д., & Ильин И.В. (2024). Математическое моделирование системы управления горизонтальной ветротурбиной в режиме поддержания максимума мощности // *Электричество*, (7), 81-88, DOI: <https://doi.org/10.24160/0013-5380-2024-7-81-88>.
- [28] GE Vernova: and Iraq's Ministry of Electricity propel key projects forward -February 05, 2025 at 04:39 am EST | MarketScreener. (2025, February 07). <https://www.marketscreener.com/quote/stock/GE-VERNOVA-INC-167654523/news/GE-Vernova-and-Iraq-s-Ministry-of-Electricity-propel-key-projects-forward-48963435/>
- [29] Transforming Renewable Energy Using Artificial Intelligence - EMRC. (2024, January 29). <https://www.energymrc.ng/transforming-renewable-energy-using-artificial-intelligence/>
- [30] Artificial intelligence (AI) in renewable energy: A review of predictive maintenance and energy optimization. (2024, January 29). <https://wjarr.com/content/artificial-intelligence-ai-renewable-energy-review-predictive-maintenance-and-energy>
- [31] How Artificial Intelligence and Big Data are Transforming the Energy Grid - Isa Digital Consulting. (2024, February 20). <https://isaitalia.it/how-artificial-intelligence-and-big-data-are-transforming-the-energy-grid/>
- [32] What is AI Energy: Breaking Down the Basics. (2024, December 17). <https://www.eweek.com/artificial-intelligence/ai-energy/>
- [33] Artificial Intelligence On Renewable Energy In India ans it's impact - Earth5R. (2024, December 12). <https://earth5r.org/assessing-the-impact-of-artificial-intelligence-on-renewable-energy-in-india/>
- [34] Artificial Intelligence for Renewable Energy Systems | Wiley. (2024, April 16). <https://www.wiley.com/en-us/Artificial+Intelligence+for+Renewable+Energy+Systems-p-9781119761716>
- [35] Questions about Artificial Intelligence in the energy sector - Good New Energy. (2024, August 09). <https://goodnewenergy.enagas.es/en/innovative/artificial-intelligence-energy/>
- [36] Optimize Efficiency With AI-Driven Energy Management | Pecan AI. (2024, September 05). <https://www.pecan.ai/blog/optimize-efficiency-with-ai-energy-management/>
- [37] Ukoba, K., Olatunji, K. O., Adeoye, E., Jen, T., & Madyira, D. M. (2024). Optimizing renewable energy systems through artificial intelligence: Review and future prospects. <https://doi.org/10.1177/0958305x241256293>.
- [38] Thajeel, A. M., Bani, N. A., Muhtazaruddin, M. N., & Muhammad-Sukki, F. (2024). Multi-Faceted Maximization of a Microgrid-Incorporated Hybrid Photovoltaic-Wind-Battery-Diesel System in Basra, Iraq. 1–6. <https://doi.org/10.1109/r10-htc59322.2024.10778754>.
- [39] Alshamri, H., Cockerill, T., Tomlin, A. S., Al-Damook, M., & Qubeissi, M. (2024). On-off-Grid Optimal Hybrid Renewable Energy Systems for House Units in Iraq. *Clean Technology*. <https://doi.org/10.3390/cleantechnol6020032>.
- [40] Shoaei, M., Noorollahi, Y., Hajinezhad, A., & Moosavian, S. F. (2024). A review of the applications of artificial intelligence in renewable energy systems: An approach-based study. *Energy Conversion and Management*. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2024.118207>.
- [41] Shrimali, V., & Shrimali, M. (2024). AI Applications in the Renewable Energy Sector. *International Journal of Innovative Science and Research Technology*. <https://doi.org/10.38124/ijisrt/ijisrt24nov828>.
- [42] Al-Shammari, Z. W. J., Algeboory, A. H., Al-Jebory, S. H., Taha, I. A., Almkhtar, H. M., Azizan, M. M., Fazil, R. A. S., & Hasikin, K. (2022). Optimal sizing of hybrid system through particle swarm optimization for rural areas in Iraq. *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, 28(2), 636. <https://doi.org/10.11591/ijeecs.v28.i2.pp636-643>.
- [43] Bishaw, F. G. (2024). Review Artificial Intelligence Applications in Renewable Energy Systems Integration. *Deleted Journal*, 20(3), 566–582. <https://doi.org/10.52783/jes.2983>.
- [44] Bello, S. F., Wada, I. U., Ige, O. B., Chianumba, E. C., & Adebayo, S. A. (2024). AI-driven predictive maintenance and optimization of renewable energy systems for enhanced operational efficiency and longevity. *International Journal of Science and Research Archive*. <https://doi.org/10.30574/ijrsra.2024.13.1.1992>.
- [45] Al-akayshee, A. S., Kuznetsov, O. N., Zubkova, I. S., & Sultan, H. M. (2022). Techno-economic study introduce an Off-Grid PV/Biomass System in Iraq using The Improved Chaotic Electromagnetic Field Optimization. 1–6. <https://doi.org/10.1109/REEPE53907.2022.9731497>.
- [46] Stergiou, K. I., & Karakasidis, T. E. (2024). Optimizing Renewable Energy Systems Placement Through Advanced Deep Learning and Evolutionary Algorithms. *Applied Sciences*, 14(23), 10795. <https://doi.org/10.3390/app142310795>.
- [47] Sankarananth, S., Karthiga, M., E., S., Sountharajan, S., & Bavisetti, D. P. (2023). AI-enabled metaheuristic optimization for predictive management of renewable energy production in smart grids. *Energy Reports*. <https://doi.org/10.1016/j.egyvr.2023.08.005>.

- [48] Soni, P., Dave, V., & Paliwal, H. (2023). Artificial Intelligence-Enabled Techno-Economic Analysis and Optimization of Grid-Tied Solar PV-Fuel Cell Hybrid Power Systems for Enhanced Performance (pp. 781–794). Soft Computing Research Society. <https://doi.org/10.56155/978-81-955020-2-8-67>.
- [49] Brahmane, A. V., & Deshmukh, S. R. (2023). Artificial Intelligence-Based Energy Management System for Renewable Energy Sources. <https://doi.org/10.1109/icesc57686.2023.10193623>.
- [50] Top 10 applications of AI in the energy sector | FDM Group UK. (2024, March 22). Retrieved from <https://www.fdmgroup.com/news-insights/ai-in-energy-sector/>
- [51] Facilitating a smoother transition to renewable energy with AI - PMC. (2022, June 10). Retrieved from <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9214339/>
- [52] Modern Applications of Machine Learning in Energy Sector. (2024, October 28). <https://www.projectpro.io/article/applications-of-machine-learning-in-energy-sector/770>
- [53] Powering Sustainability | AI in Renewable Energy Solutions. (2023, September 16). Retrieved from <https://saiwa.ai/blog/ai-in-renewable-energy/>
- [54] The Role of Artificial Intelligence in Renewable Energy: Smart Grids and Predictive Maintenance - WattCrop. (2024, January 10). Retrieved from <https://wattcrop.com/the-role-of-artificial-intelligence-in-renewable-energy-smart-grids-and-predictive-maintenance/>
- [55] Мохаммед Х.Д., Коровкин Н.В., Перспективы использования возобновляемых источников энергии в Ираке // Журнал Электричество, № 1 (2024): Выпуск № 1, DOI: <https://doi.org/10.24160/0013-5380-2024-1-63-68>.