



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**INTEGRAREA SURSEI EOLIENE DE ENERGIE ÎNTR-UN  
SISTEM DE DISTRIBUȚIE ÎNCHIS**

**Studentul:**

**Vineatinschi N.**

**Conducătorul:**

**Burduniuc M.  
lector universitar**

**Chișinău 2025**

**MINISTERUL EDUCAȚIEI ȘI CERCETĂRII AL REPUBLICII MOLDOVA**  
**Universitatea Tehnică a Moldovei**  
**Facultatea de Energetică și Inginerie Electrică**  
**Departamentul Inginerie Electrică**

**Admis la susținere**  
**Șef departament:**  
**V. Cazac, conf. univ., dr.**

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ **2025**

# **INTEGRAREA SURSEI EOLIENE DE ENERGIE ÎNTR-UN SISTEM DE DISTRIBUȚIE ÎNCHIS**

**Teză de master**

**Studentul:** **Vineatinschi N.**

**Conducător:** **Burduniuc M.**  
**lector universitar**

**Chișinău 2025**

## СОДЕРЖАНИЕ

**Целью исследования.** Разработка и обосновывание концепций автономной холодильной установки, использующей энергию ветра для питания, с акцентом на энергоэффективность, экологическую устойчивость и стабильность работы в условиях переменной выработки электроэнергии.

**Актуальность темы.** Глобальный переход на возобновляемые источники энергии требует инновационных решений в области энергоснабжения. Ветрогенераторы представляют собой один из самых перспективных источников экологически чистой энергии. Использование их для питания холодильных установок особенно актуально для удалённых регионов, где централизованное энергоснабжение либо отсутствует, либо крайне затруднено. Это касается сельских районов, исследовательских баз, медицинских учреждений и других объектов, требующих надёжного охлаждения.

### **Задачи исследования:**

1. **Изучение технических характеристик и особенностей работы холодильных установок при питании от нестабильных источников энергии, таких как ветрогенераторы.**
  - Анализ существующих решений в данной области.
  - Определение оптимальных конструктивных параметров установки.
2. **Разработка модели холодильной установки, интегрированной с ветрогенератором.**
  - Разработка системы управления, обеспечивающей стабильную работу холодильника в условиях переменной выработки энергии.
  - Использование аккумуляторных систем и устройств накопления холода для повышения надёжности.
3. **Оценка энергоэффективности и устойчивости работы системы.**
  - Исследование энергетических потерь.
  - Оптимизация распределения нагрузки между источником энергии и накопителями.
4. **Экологическое и экономическое обоснование предложенной системы.**
  - Сравнение экологических и экономических характеристик с традиционными холодильными установками.
  - Выявление преимуществ использования ветровой энергии для питания холодильников.

**Практическая значимость.** Результаты исследования могут быть применены в разработке автономных систем охлаждения, что особенно актуально для:

- сельского хозяйства (хранение скоропортящихся продуктов, молока, рыбы, мяса);
- медицины (сохранение вакцин, биоматериалов, лекарств);

- логистики (перевозка продуктов в условиях автономного энергоснабжения);
- научных станций в удалённых регионах.

**Ожидаемые результаты:**

1. Разработка оптимизированной конструкции холодильной установки, питающейся от ветрогенератора.
2. Создание алгоритмов управления, обеспечивающих стабильную работу в условиях переменной генерации.
3. Подтверждение энергетической, экологической и экономической эффективности системы в сравнении с традиционными решениями.

Исследование вносит вклад в развитие технологий устойчивого развития и демонстрирует перспективы использования возобновляемых источников энергии для автономного охлаждения.

## REZUMAT

**Scopul cercetării.** Dezvoltarea și fundamentarea conceptelor unei instalații frigorifice autonome, care utilizează energia eoliană pentru alimentare, cu accent pe eficiența energetică, sustenabilitatea ecologică și stabilitatea funcționării în condițiile unei producții variabile de energie electrică.

**Actualitatea temei.** Tranziția globală către surse de energie regenerabilă necesită soluții inovatoare în domeniul aprovizionării cu energie. Generatoarele eoliene reprezintă una dintre cele mai promițătoare surse de energie ecologică. Utilizarea acestora pentru alimentarea instalațiilor frigorifice este deosebit de relevantă pentru regiunile izolate, unde alimentarea centralizată cu energie fie lipsește, fie este extrem de dificilă. Acest aspect este important pentru zonele rurale, bazele de cercetare, instituțiile medicale și alte obiective care necesită o răcire fiabilă.

### **Obiectivele cercetării:**

**1. Studierea caracteristicilor tehnice și a particularităților de funcționare ale instalațiilor frigorifice alimentate de surse de energie instabile, precum generatoarele eoliene.**

- Analiza soluțiilor existente în acest domeniu.
- Determinarea parametrilor constructivi optimi ai instalației.

**2. Dezvoltarea unui model de instalație frigorifică integrată cu un generator eolian.**

- Elaborarea unui sistem de control care să asigure funcționarea stabilă a frigiderului în condițiile unei producții variabile de energie.
- Utilizarea sistemelor de acumulare și a dispozitivelor de stocare a frigului pentru creșterea fiabilității.

**3. Evaluarea eficienței energetice și a sustenabilității sistemului.**

- Studierea pierderilor energetice.
- Optimizarea distribuției sarcinii între sursa de energie și sistemele de stocare.

**4. Fundamentarea ecologică și economică a sistemului propus.**

- Compararea caracteristicilor ecologice și economice cu instalațiile frigorifice tradiționale.
- Identificarea avantajelor utilizării energiei eoliene pentru alimentarea frigiderelor.

**Semnificația practică.** Rezultatele cercetării pot fi aplicate în dezvoltarea sistemelor autonome de răcire, fiind deosebit de relevante pentru:

- agricultură (păstrarea produselor perisabile, laptelui, peștelui, cărnii);
- medicină (conservarea vaccinurilor, materialelor biologice, medicamentelor);
- logistică (transportul produselor în condiții de alimentare autonomă);
- stații de cercetare în regiuni izolate.

**Rezultate așteptate:**

1. Dezvoltarea unei construcții optimizate a instalației frigorifice alimentate de generatorul eolian.
2. Crearea algoritmilor de control care să asigure funcționarea stabilă în condițiile unei generări variabile.
3. Confirmarea eficienței energetice, ecologice și economice a sistemului în comparație cu soluțiile tradiționale.

Cercetarea contribuie la dezvoltarea tehnologiilor sustenabile și demonstrează perspectivele utilizării surselor de energie regenerabilă pentru răcirea autonomă.

## SUMMARY

**Research goal.** Development and justification of concepts for an autonomous refrigeration system powered by wind energy, focusing on energy efficiency, ecological sustainability, and operational stability under variable electricity production conditions.

**Relevance of the topic.** The global transition to renewable energy sources requires innovative solutions in energy supply. Wind turbines are among the most promising sources of environmentally friendly energy. Their use for powering refrigeration systems is especially relevant in remote areas where centralized power supply is either unavailable or extremely challenging. This is crucial for rural areas, research bases, medical facilities, and other sites requiring reliable cooling.

### **Research objectives:**

**1. Study the technical characteristics and operational features of refrigeration systems powered by unstable energy sources, such as wind turbines.**

- Analyze existing solutions in this field.
- Determine the optimal design parameters for the system.

**2. Develop a refrigeration system model integrated with a wind turbine.**

- Design a control system to ensure stable refrigerator operation under variable energy generation.

- Utilize battery systems and cold storage devices to enhance reliability.

**3. Evaluate the energy efficiency and operational sustainability of the system.**

- Investigate energy losses.
- Optimize load distribution between the energy source and storage systems.

**4. Provide ecological and economic justification for the proposed system.**

- Compare ecological and economic characteristics with traditional refrigeration systems.
- Identify the advantages of using wind energy for powering refrigeration units.

**Practical significance.** The research results can be applied to the development of autonomous cooling systems, which are particularly relevant for:

- Agriculture (storage of perishable products, milk, fish, meat);
- Medicine (preservation of vaccines, biological materials, medicines);
- Logistics (transportation of goods under autonomous energy supply conditions);
- Research stations in remote areas.

### **Expected outcomes:**

1. Development of an optimized design for a refrigeration system powered by a wind turbine.
2. Creation of control algorithms to ensure stable operation under variable energy generation.

3. Confirmation of the energy, ecological, and economic efficiency of the system compared to traditional solutions.

The research contributes to the development of sustainable technologies and demonstrates the potential of renewable energy sources for autonomous cooling.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	10
ГЛАВА 1. ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО КРИЗИСА НА СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО РЕГИОНА.....	13
1.1. Актуальность темы.....	13
1.2. Проблемы сельского хозяйства в условиях энергетического кризиса.....	14
1.3. Цели и задачи проекта.....	16
1.4. Перспективы внедрения проекта.....	17
1.4.1 Экономические перспективы.....	18
1.4.2 Экологические перспективы.....	18
1.4.3 Технические перспективы.....	18
1.4.4 Региональные перспективы.....	19
1.5. Влияние энергетического кризиса на экономику Молдовы.....	19
1.6 Значение проекта для сельского хозяйства.....	20
1.7 Обоснование выбора ветроэнергетики.....	21
1.8 Перспективы для региона.....	23
1.9 Вклад проекта в устойчивое развитие.....	23
ГЛАВА 2. ОБЩИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЕКТА.....	25
2.1 Холодильное помещение.....	25
2.2. Холодильные моноблоки .....	29
2.3 Дизельный генератор.....	31
2.4 Модульные аккумуляторные батареи .....	35
2.5 Электрический вилочный погрузчик.....	40
2.6 Трубчатые электрические нагреватели.....	42
2.7 Светодиодный светильник.....	45
ГЛАВА 3. РАСЧЕТ ДЛЯ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ.....	48
3.1 Расчет объема и мощности холодильной установки.....	48
3.2. Выбор освещения .....	52
3.3 Погрузчик вилочный электрический.....	53
3.4 Расчёт мощности зарядной станции для погрузчика.....	54
3.5 Мощность блока управления температурой и влажностью.....	56
3.5.1 Мощности исполнительных устройств.....	56
3.5.2 Пример расчёта общей мощности системы.....	57
3.6 Общее суммирование всех потребителей для холодильной установки.....	58

3.7 Расчет АКБ для холодильных установок.....	58
3.8 Выбор ветрогенератора.....	59
3.9 Линия мойки для перспективы.....	64
ВЫВОД.....	66
БИБЛЕОГРАФИЯ.....	68

## ВВЕДЕНИЕ

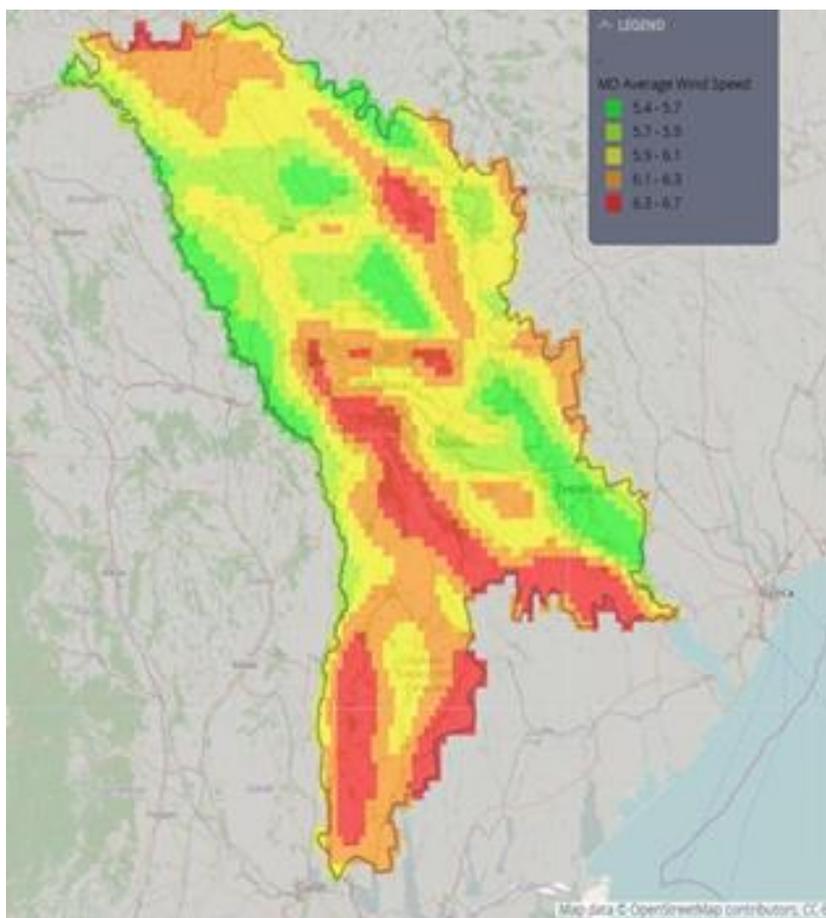
Молдова — небольшая страна, расположенная в Восточной Европе, между Украиной и Румынией. Несмотря на свою скромную территорию, она имеет богатый сельскохозяйственный потенциал и является одним из важнейших аграрных производителей в регионе. Агропромышленный комплекс занимает ключевое место в экономике страны, обеспечивая значительную часть валового внутреннего продукта (ВВП), а также создавая рабочие места для значительной доли населения.

Сельское хозяйство Молдовы традиционно ориентировано на выращивание культур, таких как виноград, пшеница, кукуруза, овощи и фрукты. Благодаря благоприятному климату и разнообразию природных ресурсов, страна успешно развивает виноделие, которое стало важной составляющей как внутренней, так и экспортной экономики.

Однако, несмотря на высокий аграрный потенциал, сельское хозяйство сталкивается с рядом вызовов, таких как ограниченность земельных ресурсов, старение сельского населения и необходимость модернизации инфраструктуры. Тем не менее, аграрный сектор продолжает оставаться основой экономической стабильности и роста, обеспечивая продовольственную безопасность и поддерживая важные экспортные связи.

В данном контексте, понимание роли сельского хозяйства в экономике Молдовы важно не только для анализа текущей ситуации, но и для разработки эффективных стратегий устойчивого развития этой отрасли в будущем.

В связи с растущими требованиями к эффективному и экологичному хранению сельскохозяйственной продукции, а также в целях снижения операционных затрат на энергопотребление, готов предложить уникальное решение — установку холодильного оборудования, работающего на энергии, вырабатываемой ветрогенератором.



**Рис.1** Ветровой потенциал РМ.

**Основные преимущества нашего решения:**

1. **Энергоэффективность и экологичность.** Мы предлагаем интеграцию холодильных систем с ветрогенератором, что позволит нам использовать возобновляемую энергию ветра для питания холодильных установок. Это решение значительно снизит зависимость от традиционных источников электроэнергии, таких как электрическая сеть, и поможет сократить затраты на энергию.
2. **Независимость от внешних источников энергии.** Установка ветрогенератора позволит обеспечить постоянную работу холодильного оборудования даже в удаленных или сельских районах, где доступ к стабильному энергоснабжению может быть ограничен. Это обеспечит надежное хранение продукции без перебоев.
3. **Снижение эксплуатационных затрат.** Использование бесплатной энергии ветра поможет существенно сократить расходы на электроэнергию, что в условиях аграрного производства имеет большое значение для улучшения общей экономической эффективности.
4. **Интеграция с современными холодильными системами.** Установку холодильных камер, морозильных установок и других типов оборудования, которые могут работать на энергии,

вырабатываемой ветрогенератором. Современные системы контроля температуры и влажности будут обеспечивать идеальные условия для хранения сельскохозяйственной продукции, а также минимизировать риски потерь.

5. **Гибкость в выборе оборудования.** В зависимости от потребностей бизнеса, мы можем предложить различные варианты установки — от малых мобильных холодильных установок для сезонного хранения до крупных стационарных решений для длительного хранения объемных партий продукции.

**Технические особенности предлагаемого решения:**

- **Ветрогенераторы** мощностью от 5 до 100 кВт в зависимости от потребности в энергии.
- **Холодильные установки** с возможностью интеграции с альтернативными источниками энергии.
- Современные системы управления для оптимизации работы оборудования в зависимости от вырабатываемой энергии.
- Энергоэффективные компрессоры и системы охлаждения.

**Преимущества для вашего бизнеса:**

- Снижение расходов на электроэнергию и повышение рентабельности.
- Устойчивость к колебаниям цен на энергоносители.
- Экологичность и использование возобновляемых источников энергии.
- Увеличение срока хранения сельскохозяйственной продукции без потерь.

Мы уверены, что наше решение позволит Республике Молдова не только значительно сократить расходы на электроэнергию, но и повысить конкурентоспособность на рынке. Интеграция ветрогенератора с холодильными системами является шагом к устойчивому развитию аграрной промышленности.

## ЛИТЕРАТУРА

1. RACHIER, Vasile, MANGOS, Octavian, SOBOR, Ion, CHICIUC, Andrei. „Potențialul Energetic Eolian al Republicii Moldova”, Universitatea Tehnică a Moldovei, Facultatea Energetică și Inginerie Electrică, Departamentul Inginerie Electrică. – Chișinău: S.n., 2023 (Bons Offices). – 275 p. ISBN 978-5-36241-124-4.  
Disponibil: <http://repository.utm.md/handle/5014/27772>
2. Sobor Ion. Atlasul Resurselor Energetice Eoliene al Republicii Moldova / Ion Sobor, Andrei Chiciuc, Vasile Rachier, Univ. Tehn. a Moldovei, AWS Truepower SL (Spania), Wind Power Energy SRL (România). – Chișinău: 176 p. Bibliogr.: p.175-176 (32 tit.). – ISBN 978-9975-87-215-7.
3. Sobor Ion, Diana Caraghiaur, Șota Nosadze. *Surse Regenerabile de Energie. Curs de prelegeri*. Ministerul Educației și Tineretului. Universitatea Tehnică a Moldovei. Chișinău – 2006. 380 p. ISBN – 978-9975-45-020-1.
4. Дьяченко В. Н. *Энергетика и устойчивое развитие сельского хозяйства*. Москва: Агропромиздат, 2019.
5. Ion Bostan, Valeriu Dulgheru, Ion Sobor, Viorel Bostan, Anatolie Sochirean. *Sistem de conversie a energiei regenerabile*. Universitatea Tehnică a Moldovei. „Tehnica-Info” Chișinău – 2006. 592 p. ISBN – 978-995-63-076-4.
6. Tudor Ambros, Valentin Arion, Aurel Guțu, Ion Sobor, Petru Todos, Dumitru Ungureanu. *Surse Regenerabile de Energie*. Editura „Tehnica-Info” Chișinău – 1999. 434 p. ISBN – 9975-910-79-3.
7. Petru Todos, Ion Sobor, Dumitru Ungureanu, Andrei Chiciuc, Mihai Pleșca. *Energia Regenerabilă. Studiu de fezabilitate*. Ministerul Ecologiei, Construcțiilor și Dezvoltării Teritoriului. PNUD Moldova. Chișinău – 2002. 158 p. ISBN – 997-9581-3-3.
8. MANGOS, Octavian, RACHIER, Vasile, SOBOR, Ion, CAZAC, Vadim. Regarding the characteristics of the wind in northern region districts of the Republic of Moldova. In: Journal of Engineering Sciences. 2022, vol. 29, nr. 1, pp. 121-129. ISSN 2587-3474. DOI: [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2022.29\(1\).11](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2022.29(1).11)
9. Власенко С. В. *Возобновляемые источники энергии в агропромышленном комплексе: возможности и перспективы*. Минск: Белорусская академия наук, 2021.
10. MANGOS, Octavian, RACHIER, Vasile, SOBOR, Ion, CAZAC, Vadim. Wind energy potential and wind characteristics for the districts of the central development region of the Republic of Moldova. In: Journal of Social Sciences. 2022, vol. 5, nr. 4, pp. 100-118. ISSN 2587-3490. DOI: [https://doi.org/10.52326/jss.utm.2022.5\(4\).08](https://doi.org/10.52326/jss.utm.2022.5(4).08)

11. RACHIER, Vasile, MANGOS, Octavian, SOBOR, Ion. The Southern Development Region of the Republic of Moldova in Context of the Wind Energy Potential. In: Sielmen 14 International Conference on Electromechanical and Energy Systems. Ediția 14, 11-13 octombrie 2023, Craiova. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.: Editura ALMA, 2023, pp. 1-6. ISBN 979-835031524-0.  
DOI: <https://doi.org/10.1109/SIELMEN59038.2023.10290790>
12. Закон Республики Молдова «О возобновляемых источниках энергии и их использовании в сельском хозяйстве», 2017.
13. Постановление правительства Республики Молдова № 123 «О государственной поддержке сельского хозяйства в условиях энергетического кризиса», 2021.
14. *Национальная стратегия по адаптации сельского хозяйства к климатическим изменениям в Республике Молдова*, 2023.
15. *Директива Европейского Союза по устойчивому энергетическому развитию сельских районов*, 2021.
16. MANGOS, Octavian, RACHIER, Vasile, SOBOR, Ion. Determination of Wind Characteristics for Different Heights Based on Digital Maps of the Wind Potential of the Republic of Moldova. In: Sielmen 14 International Conference on Electromechanical and Energy Systems. Ediția 14, 11-13 octombrie 2023, Craiova. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc.: Editura ALMA, 2023, pp. 1-4. ISBN 979-835031524-0. DOI: <https://doi.org/10.1109/SIELMEN59038.2023.10290830>
17. RACHIER Vasile, MANGOS Octavian and BUNESCU Gabriel, "Wind Energy Potential and Wind Characteristics for the Districts of the Northern Development Region of the Republic of Moldova," 2024 IEEE International Conference And Exposition On Electric And Power Engineering (EPEi), 17-19 October 2024, Iasi, Romania, pp. 501-506. DOI: <https://doi.org/10.1109/EPEi63510.2024.10758122>
18. GUȚU-CHETRUȘCA, C.; BRAGA, D. Energy Crises—Energy Transition Driving Force. In Proceedings of the 2023 International Conference on Electromechanical and Energy Systems (SIELMEN), Craiova, Romania, 11–13 October 2023; pp. 1–6. DOI: 10.1109/SIELMEN59038.2023.10290742
19. GUȚU-CHETRUȘCA CORINA, BRAGA DUMITRU. Integration of variable energy sources in energy systems. in Vol. XXIX, UTM, no. 2 (2022), pp. 54 - 61, Journal of Engineering Science. categoria B+, ISSN 2587-3474, eISSN 2587-3482, UDC 620.92:621.31, [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2022.29\(2\).05](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2022.29(2).05)

20. Андреева О. М. *Технологии переработки сельскохозяйственной продукции в условиях энергетического дефицита*. Санкт-Петербург: Научный мир, 2020.
21. Федоров А. И. *Адаптация сельского хозяйства к изменениям климата: проблемы и решения*. Москва: Агропресса, 2018.
22. Жукова И. И., Герасимов Р. Л. *Энергетическая безопасность сельского хозяйства: современные подходы*. Томск: Сибирское издательство, 2022.
23. Реброва Л. А. «Возобновляемая энергия в сельском хозяйстве: мировой опыт и практика внедрения» // *Экономика и экология сельского хозяйства*. 2021. Т. 31, № 2. С. 56-62.
24. Михайлова Е. С. «Энергетические технологии в агробизнесе: пути повышения эффективности» // *Журнал агрономии и энергетики*. 2020. Т. 49, № 4. С. 137-144.
25. Коваленко И. М. «Влияние энергетического кризиса на сельское хозяйство: проблемы и перспективы» // *Аграрная экономика и развитие*. 2022. № 9. С. 102-109.
26. Европейская комиссия. «Роль возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве ЕС: политика и перспективы» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://europa.eu/energy>, дата обращения: 14.01.2025.
27. Агроинфо. «Как энергетический кризис влияет на сельское хозяйство?» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.agroinfo.md>, дата обращения: 14.01.2025.
28. Молдэнерго. «Перспективы развития возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве Республики Молдова» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.moldenergo.md>, дата обращения: 14.01.2025.
29. DEACONU, Sorin Ioan, AUTOR, Nou, NUCA, Ilie, BURDUNIUC, Marcel. *Wind or Hydro Homo-Heteropolar Synchronous Generators: Equivalent Magnetic Circuit and FEM Analysis*. In: MATEC Web of Conferences. Vol. 210, Ediția 22-a, 14-17 iulie 2018, Majorca. Majorca, Spain: EDP Sciences, 2018, pp. 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201821002008>.
30. World Bank Group. «Energy and agriculture: Adapting to a changing climate» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.worldbank.org>, дата обращения: 14.01.2025.
31. Всемирный банк. *Адаптация сельского хозяйства к изменениям климата: роль возобновляемых источников энергии* // Отчет о климатических изменениях в сельском хозяйстве. Вашингтон, 2021.
32. NUCA, Ilie, CAZAC, Vadim et al. *A Hybrid Charging System Design for Electric Vehicles with Autonomous Power Source*. In: Sielmen Proceedings of the 11th International Conference on Electromechanical and Energy Systems. Ediția 11, 7-8 octombrie 2021, Iași. Chișinău: Pro

Libra, 2021, pp. 487-490. ISBN 978-166540078-7. DOI:  
<https://doi.org/10.1109/SIELMEN53755.2021.9600328>

33. FAO (Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН). *Энергетическая устойчивость и сельское хозяйство в условиях глобальных изменений* // Глобальный отчет. Рим, 2020.
34. AMBROS, Tudor, Ilie, NUCA, Marcel, BURDUNIUC, Ion, ISAC. *Development and Fabrication of Permanent Magnet Synchronous Machines based on Refurbished Materials*, The 18th National Conference on Electrical Drives "CNAE 2016", ACTA ELECTROTEHNICA, V. 57, Nr. 3-4, 2016, Special Issue, ISSN 2344-5637, p. 497-500.  
[https://ie.utcluj.ro/files/acta/2016/Number3-4/paper27\\_Ambros.pdf](https://ie.utcluj.ro/files/acta/2016/Number3-4/paper27_Ambros.pdf)
35. Международное агентство по возобновляемой энергии (IRENA). *Перспективы использования возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве* // Исследовательский отчет, 2022.
36. Международный комитет Красного Креста. *Сельское хозяйство и энергетика в условиях кризиса: решения для устойчивости* // Доклад о безопасности продовольствия и энергетической безопасности. Женева, 2021.
37. Петрова М. И. *Перспективы использования возобновляемых источников энергии в сельском хозяйстве России* // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата экономических наук, МГУ, 2020.
38. Черкасова И. А. *Энергетическая безопасность и устойчивое развитие сельского хозяйства: адаптация к изменениям климата* // Диссертация на соискание ученой степени кандидата сельскохозяйственных наук, Воронежский ГАУ, 2021.