



Universitatea Tehnică a Moldovei

**PROIECTAREA SISTEMELOR DE ÎNCĂLZIRE
PENTRU CLĂDIRI MULTIFAMILIALE CU
IMPLEMENTAREA SURSELOR REGENERABILE DE
ENERGIE**

Student: Ciburciu Tamara, ISTGCC-211 f/r
Conducător: Begleț Natalia, conf. univ., dr.

Chișinău, 2026

Рецензирование

Название дипломной работы: “Proiectarea sistemelor de încălzire pentru clădiri multifamiliale cu implementarea surselor regenerabile de energie”

Студент: Ciburciu Tamara

Дипломная работа посвящена разработке и анализу современной системы теплоснабжения для жилого многоквартирного дома, расположенного в городе Дурлешты. Актуальность темы обусловлена высоким потреблением энергии в жилом секторе, ростом стоимости традиционных энергоресурсов и необходимостью внедрения более эффективных и экологически безопасных решений для отопления и подготовки горячей воды.

В качестве основного источника тепловой энергии в работе рассматривается тепловой насос воздух–вода. Данное оборудование позволяет использовать возобновляемую теплоту наружного воздуха и передавать её в систему отопления здания. Такое решение обеспечивает снижение потребления традиционных видов топлива, повышение энергетической эффективности и создание комфортных условий проживания.

В работе выполнен анализ тепловых потерь здания, рассмотрены климатические условия района проектирования, выбрано основное и вспомогательное оборудование, а также разработаны решения по системе распределения теплоносителя. Отдельное внимание уделено интеграции теплового насоса с другими возобновляемыми источниками энергии, в том числе с фотоэлектрическими панелями и солнечными коллекторами. Также рассмотрены роль буферных ёмкостей, накопление тепловой и электрической энергии и принципы интеллектуального управления системой.

Практическая часть работы включает подбор теплового насоса, расчёт элементов системы отопления, выбор циркуляционного оборудования и анализ условий эффективной эксплуатации.

Полученные результаты показывают, что применение теплового насоса воздух–вода в сочетании с возобновляемыми источниками энергии является технически обоснованным решением для жилых зданий. Такая система позволяет повысить энергетическую независимость объекта, снизить выбросы CO₂, уменьшить потребление традиционных энергоресурсов и обеспечить устойчивое теплоснабжение здания в современных условиях.

Abstract

Thesis title: Thermal Energy Supply of a Residential Apartment Building Located in Durlești with the Integration of Renewable Energy Sources

Student: Ciburciu Tamara

The bachelor's thesis is dedicated to the development and analysis of a modern thermal energy supply system for a residential apartment building located in the city of Durlești. The relevance of the topic is determined by the high energy consumption in the residential sector, the increasing cost of conventional energy resources, and the need to implement more efficient and environmentally friendly solutions for space heating and domestic hot water preparation.

The thesis considers an air-to-water heat pump as the main source of thermal energy. This equipment makes it possible to use the renewable heat contained in outdoor air and transfer it to the building's heating system. Such a solution contributes to reducing the consumption of conventional fuels, improving energy efficiency, and ensuring comfortable indoor conditions for residents.

The work includes an analysis of the building's heat losses, the climatic conditions of the design area, the selection of the main and auxiliary equipment, and the development of solutions for the heat carrier distribution system. Special attention is given to the integration of the heat pump with other renewable energy sources, including photovoltaic panels and solar collectors. The role of buffer tanks, the accumulation of thermal and electrical energy, and the principles of intelligent system control are also examined.

The practical part of the thesis includes the selection of the heat pump, the calculation of heating system elements, the choice of circulation equipment, and the analysis of conditions required for efficient operation.

The obtained results show that the use of an air-to-water heat pump in combination with renewable energy sources is a technically justified solution for residential buildings. This system makes it possible to increase the energy independence of the building, reduce CO₂ emissions, decrease the consumption of conventional energy resources, and ensure sustainable thermal energy supply under modern operating conditions.

Оглавление

ВВЕДЕНИЕ	6
1. ПРОФИЛЬНАЯ ТЕХНИЧЕСКАЯ ГЛАВА	2
1.1 Теплотехнический расчёт наружной стены.....	9
1.2 Расчёт температурного поля в наружной стене	10
1.3 Расчёт влажностного режима внутри стены	12
1.4 Теплотехнический расчёт пола над неотапливаемым подвалом.....	16
1.5 Теплотехнический расчёт перекрытия верхнего этажа.....	17
1.6 Теплотехнический расчёт окон и наружных дверей	17
1.10. Описание системы отопления.....	19
1.11. Подбор отопительного оборудования.....	23
1.12. Расчёт отопительных приборов для низкотемпературной радиаторной системы.....	25
1.13. Гидравлический расчёт системы отопления	29
1.14 Подбор циркуляционного насоса	35
2. ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ГЛАВА. ИНТЕГРАЦИЯ ТЕПЛООВОГО НАСОСА С ДРУГИМИ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫМИ ИСТОЧНИКАМИ ЭНЕРГИИ	39
2.1. Общие принципы интеграции теплового насоса с возобновляемыми источниками энергии	40
2.2. Интеграция теплового насоса с фотоэлектрическими панелями	46
2.3. Использование солнечных коллекторов для подготовки горячей воды.....	50
2.4. Роль буферных ёмкостей в интегрированной системе.....	54
2.5. Аккумуляция электрической и тепловой энергии	58
2.6. Интеллектуальное управление интегрированной системой.....	63
2.7. Преимущества и ограничения комбинированных решений	68
ВЫВОД	72
3. ОРГАНИЗАЦИЯ И ТЕХНОЛОГИИ ВЫПОЛНЕНИЯ ВНУТРЕННИХ СИСТЕМ ОВК	74
3.1. Введение	75
3.2. Общая характеристика системы отопления	75
3.3. Технология и организация процессов монтажа	77
3.4. Перечень объемов работ	80
3.5. Требования к качеству и приемка работ.....	81
3.6. Расчет затрат рабочего времени и заработной платы рабочих для монтажных работ системы отопления.....	83
3.8 Календарное планирование.....	85
3.6 Требования к качеству и приемка работ.....	87
3.7. Мероприятия по охране труда и пожарной безопасности при выполнении строительных работ.....	88
3.9 Основные технико-экономические показатели.....	90
БИБЛИОГРАФИЯ.....	91

Введение

В современных условиях энергетического перехода, роста стоимости энергетических ресурсов и ужесточения требований к снижению воздействия на окружающую среду жилой сектор играет важную роль в повышении энергоэффективности и использовании возобновляемых источников энергии. Жилые здания являются значительными потребителями энергии, при этом большая часть энергопотребления приходится на отопление помещений и подготовку горячей воды.

Тема данной дипломной работы - «Теплоснабжение жилого блока, расположенного в городе Дурлешты, с интеграцией технологий на основе возобновляемых источников энергии». Предлагаемое решение направлено на обеспечение теплового комфорта жильцов за счёт применения тепловых насосов типа воздух–вода, которые используют тепловую энергию наружного воздуха и передают её системе отопления квартир. Такое решение позволяет снизить зависимость от традиционных источников энергии, уменьшить эксплуатационные расходы и повысить энергетическую эффективность здания.

Основная цель работы заключается в разработке эффективного технико-экономического решения для теплоснабжения жилого здания с применением технологий, основанных на возобновляемых источниках энергии. В рамках проекта рассматривается возможность использования тепловых насосов воздух–вода CTC EcoAir C106 или CTC EcoAir C108, которые подбираются в зависимости от расчётных теплопотерь каждой квартиры. Тепловой насос работает совместно с внутренним модулем CTC EcoZenith i255, обеспечивающим передачу тепловой энергии в систему отопления, подготовку теплоносителя и автоматическое управление работой установки.

Предлагаемая система отопления является закрытой водяной системой с принудительной циркуляцией теплоносителя. В качестве отопительных приборов предусматриваются стальные панельные радиаторы, подобранные для работы при низкотемпературном режиме, характерном для тепловых насосов. В санитарных помещениях устанавливаются полотенцесушители KLM 700×450, а распределительная сеть теплоносителя выполняется из многослойных металлопластиковых труб Valsir. Выбор данных элементов позволяет создать компактную, надёжную и эффективную систему отопления, адаптированную к условиям эксплуатации квартир.

Важной особенностью проекта является адаптация радиаторной системы отопления к рабочему режиму теплового насоса. Поскольку эффективность тепловых насосов выше при более низкой температуре теплоносителя, в проекте принимается температурный график 50/45 °С. При таком режиме радиаторы подбираются с увеличенной площадью теплообмена, чтобы

обеспечить покрытие расчётных теплопотерь помещений и поддержание необходимой внутренней температуры воздуха.

Проект разработан с учётом действующих национальных технических норм и гармонизированных европейских требований, среди которых:

- СР Е.04.01-2006 — норматив по проектированию систем централизованного теплоснабжения;
- СР Е.04.03-2016 — норматив по проектированию систем отопления, вентиляции и кондиционирования воздуха;
- СР L.01.01-2012 — инструкция по составлению смет ресурсным методом;
- Закон № 128/2014 об энергетической эффективности зданий;
- Закон № 139/2010 о продвижении использования энергии из возобновляемых источников;
- гармонизированные европейские стандарты, применяемые для оборудования с тепловыми насосами и водяных систем отопления.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. NCM M.01.01. *Eficiența energetică a clădirilor rezidențiale. Performanța energetică a clădirilor. Cerințe minime de performanță energetică a clădirilor.*
2. NCM M.01.02. *Performanța energetică a clădirilor. Metodologia de calcul al performanței energetice a clădirilor.*
3. NCM E.04.01. *Protecția termică a clădirilor.* Chișinău, 2017.
4. NCM G.04.07:2014. *Instalații interioare de încălzire și ventilare.*
5. ASHRAE. *2025 ASHRAE Handbook — Fundamentals.* Atlanta: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, 2025.
6. OCHSNER, K. *Geothermal Heat Pumps: A Guide for Planning and Installing.* London: Routledge, 2012.
7. BANKS, D. *An Introduction to Thermogeology: Ground Source Heating and Cooling.* 2nd ed. Chichester: Wiley-Blackwell, 2012.
8. DINCER, I.; ROSEN, M. A. *Thermal Energy Storage: Systems and Applications.* 3rd ed. Hoboken: Wiley, 2021.
9. INCROPERA, F. P.; DEWITT, D. P.; BERGMAN, T. L.; LAVINE, A. S. *Fundamentals of Heat and Mass Transfer.* Hoboken: Wiley.
10. CENGEL, Y. A.; BOLES, M. A. *Thermodynamics: An Engineering Approach.* New York: McGraw-Hill Education.
11. European Commission. *Energy Performance of Buildings Directive — Directive 2010/31/EU and Directive (EU) 2024/1275.* Brussels.
12. International Energy Agency. *The Future of Heat Pumps.* Paris: IEA, 2022.
13. International Energy Agency. *Renewables 2023: Analysis and forecast to 2028.* Paris: IEA, 2023.
14. GUȚUL V. G., ZAIȚEV O., COLOMIETȚ T., GUȚUL V. I. *Calitatea aerului interior și eficiența energetică a clădirilor. Modul de curs pentru studii superioare de master și doctorat.* Chișinău, 2020. ISBN 978-9975-3299-5-8.
[Repository UTM – Calitatea aerului interior și eficiența energetică a clădirilor](#)
15. GUȚUL V. G., GUȚUL V. I. *Bazele aerodinamicii ventilării.* Chișinău, 2025. ISBN 978-9975-3686-9-8.
[Repository UTM – Bazele aerodinamicii ventilării](#)
16. GUȚUL V. G., LEU V., GUȚUL V. I. *Analysis of the possibility of reducing energy consumption through the bivalent heating scheme with heat pump intercalation.* Revista Ingineria Instalațiilor, Nr. 1, 2026, pp. 18–21. ISSN 2810-5303.
[Revista Ingineria Instalațiilor 1/2026](#)
17. DANICI-GUȚUL V., GUȚUL V. *Analysis of the use of geothermal heat pumps for heating and cooling of individual residential buildings.* Journal of Engineering Science, Vol. XXX, Nr. 1, 2023, pp. 118–127. ISSN 2587-3474.
[Journal of Engineering Science – geothermal heat pumps](#)
18. ADAM M., TOKAR A., DORCA A., TOKAR D., MUNTEAN D., GUȚUL V. *Solutions for optimizing the operation of energy recovery in ventilation systems.* Revista Română de Inginerie Civilă, Vol. 15, Nr. 2, 2024, pp. 123–132. DOI: 10.37789/rjce.2024.15.2.1.
[Revista Română de Inginerie Civilă – recuperare energie ventilare](#)
19. BEGLET, Natalia; NICOLAEV, Elena. *Analiza confortului termic în clădirile publice. Studiu de caz.* Romanian Journal of Civil Engineering / Revista Română de Inginerie Civilă, 2025, Vol. 16, Issue 4, p. 363. ISSN 2068-3987. DOI: 10.37789/rjce.2025.16.4.2.
[DOI – Analiza confortului termic în clădirile publice](#)
20. BEGLETȚ, Natalia; NICOLAEV, Elena; LEANCA, Livia. *Evaluarea eficienței energetice în instituțiile de învățământ din Republica Moldova: Studiu de caz pe baza rapoartelor de*

- audit energetic elaborate în cadrul proiectului GIZ. Conferințele „Instalații pentru construcții și economia de energie”, ediția XXXV și „Energie, Eficiență, Ecologie și Educație”, ediția VIII. Iași, România, 2025, pp. 35–52. ISSN 2069-1211.*
21. BEGLEȚ, Natalia; NICOLAEV, Elena; HAIDUCOVA, Mariana; LEANCA, Livia. *Evoluția cerințelor de performanță energetică a clădirilor în Republica Moldova: analiza comparativă și aplicații practice. Conferințele „Instalații pentru construcții și economia de energie”, ediția XXXV și „Energie, Eficiență, Ecologie și Educație”, ediția VIII. Iași, România, 2025, pp. 27–35. ISSN 2069-1211.*
 22. HAIDUCOVA, Mariana; BEGLEȚ, Natalia; NICOLAEV, Elena; LEANCA, Livia. *Analiza energetică a clădirii școlii sportive de înot și fotbal nr. 11 din cadrul liceului teoretic cu profil sportiv nr. 2, mun. Chișinău. Conferințele „Instalații pentru construcții și economia de energie”, ediția XXXIII și „Energie, eficiență, ecologie și educație”, ediția VI. Iași, România, 2023. ISSN 2069-1211.*
 23. HAIDUCOVA, Mariana; BEGLEȚ, Natalia; NICOLAEV, Elena; LEANCA, Livia. *Măsurile de eficientizare energetică a clădirii școlii sportive de înot și fotbal nr. 11 din cadrul liceului teoretic cu profil sportiv nr. 2, mun. Chișinău. Conferințele „Instalații pentru construcții și economia de energie”, ediția XXXIII și „Energie, eficiență, ecologie și educație”, ediția VI. Iași, România, 2023. ISSN 2069-1211.*
 24. BEGLEȚ, Natalia; COLOMIET, Tatiana. *Termotehnica construcțiilor: Îndrumar aplicativ pentru orele practice. Chișinău: UTM, 2024.*
 25. HAIDUCOVA, Mariana; ȘAPOVALOV, Nichita; BEGLEȚ, Natalia. *Contribuția reabilitării termice la dezvoltarea durabilă a instituțiilor preșcolare. Conferințele „Instalații pentru construcții și economia de energie”, ediția XXXV și „Energie, Eficiență, Ecologie și Educație”, ediția VIII. Iași, România, 2025, pp. 52–60. ISSN 2069-1211.*
 26. BRAGA D.; GUTU-CHETRUSCA C.; HLUSOV V. *Biomass Potential and Suitable Technologies for Valorifying Biomass in District Heating Systems in the Republic of Moldova. International Conference on Electromechanical and Energy Systems (SIELMEN), Craiova, Romania, 2025. DOI: 10.1109/SIELMEN67352.2025.11260674.*
 27. MATHIEU-MANN A.; GUTU-CHETRUSCA C. *Comparative Energy Approaches in France and Republic of Moldova. International Conference on Electromechanical and Energy Systems (SIELMEN), Craiova, Romania, 2025. DOI: 10.1109/SIELMEN67352.2025.11260741.*
 28. GUȚU-CHETRUSCA C.; BRAGA D. *Energy Crises—Energy Transition Driving Force. Proceedings of the International Conference on Electromechanical and Energy Systems (SIELMEN), Craiova, Romania, 2023, pp. 1–6. DOI: 10.1109/SIELMEN59038.2023.10290742.*
 29. GUȚU-CHETRUSCA C., GUȚU A. *Republic of Moldova Power Energy in the Pandemic. Journal of Engineering Science, Vol. XXVIII, no. 4, 2021, pp. 27–33. DOI: 10.52326/jes.utm.2021.28(4).02.*
 30. GUȚU-CHETRUSCA C., BRAGA D. *Integration of variable energy sources in energy systems. Journal of Engineering Science, Vol. XXIX, no. 2, 2022, pp. 54–61. DOI: 10.52326/jes.utm.2022.29(2).05.*
 31. DUFFIE, J. A.; BECKMAN, W. A. *Solar Engineering of Thermal Processes*. 5th ed. Hoboken: Wiley, 2020.
 32. KALOGIROU, S. A. *Solar Energy Engineering: Processes and Systems*. 2nd ed. London: Academic Press, 2014.
 33. RECKNAGEL, H.; SPRENGER, E.; SCHRAMEK, E.-R. *Taschenbuch für Heizung und Klimatechnik*. München: Oldenbourg Industrieverlag.
 34. McQUISTON, F. C.; PARKER, J. D.; SPITLER, J. D. *Heating, Ventilating, and Air Conditioning: Analysis and Design*. 6th ed. Hoboken: Wiley, 2005.
 35. MORAN, M. J.; SHAPIRO, H. N.; BOETTNER, D. D.; BAILEY, M. B. *Fundamentals of Engineering Thermodynamics*. Hoboken: Wiley.

