



**Universitatea Tehnică a Moldovei**

**Cercetarea regimului hidrotermic din încăperi  
funcționale de tip birou dotate cu pompe de  
căldură „aer-apă”**

**Student:**

**Burlac Oleg**

**Conducător:**

**conf. dr. ing. Țuleanu Constantin**

**Chișinău - 2016**

**Ministerul Educației al Republicii Moldova**  
**Universitatea Tehnică a Moldovei**  
**Programul de master „Ingineria Instalațiilor de Asigurare a Microclimei în Clădiri”**

**Admis la susținere**  
**Șef departament ACAG și PM: conf.dr.ing. Țuleanu Constantin**  
**„22” Ianuarie 2016**

**Cercetarea regimului hidrotermic din încăperi  
funcționale de tip birou dotate cu pompe de căldură  
„aer-apă”**

**Teză de master**

**Masterand: Burlac Oleg**  
**Conducător: Țuleanu Constantin**

**Chișinău – 2016**

# 1 CUPRINS

2	REZUMAT .....	7
3	INTRODUCERE .....	9
4	CAPITOLUL I: ARGUMENTE ȘI OBIECTIVE.....	11
4.1	Argumente .....	11
4.1.1	Contextul energetic .....	11
4.1.2	Contextul climatic. ....	15
4.1.3	Contextul tehnologic. ....	17
4.1.4	Contextul economic.....	18
4.1.5	Contextul geografic. ....	18
4.1.6	Politici energetice privind conservarea energiei și utilizarea formelor regenerabile de energie. ....	19
4.1.7	Politici energetice în Uniunea Europeană. ....	19
4.2	Obiective.....	21
5	CAPITOLUL II: STUDIUL BIBLIOGRAFIC (BAZE TEORETICE) .....	22
5.1	Istoric. ....	22
5.2	Pompe de căldură. Definiție. ....	22
5.3	Pompe de căldură. Principiu de funcționare. ....	23
5.3.1	Pompe de căldură cu compresie mecanica. ....	23
5.3.2	Pompe de căldură cu absorbție. ....	25
5.4	Tipuri de pompe de căldură .....	28
5.5	Resurse energetice exploatabile de către pompele de căldură.....	29
5.6	Performanțele pompei de căldură .....	30
5.6.1	Indicatori economici.....	43
5.6.2	Eficiența ecologică. Emisia de bioxid de carbon.....	44
5.6.3	Evaluarea consumului de energie al unei pompe de căldură aer-apă .....	45
5.6.4	Metoda grade-zile .....	46
5.6.5	Metoda bin.....	47
5.7	Evaluarea performanțelor instalațiilor care înglobează pompe de căldură.....	48
5.8	Metode de prelucrare a rezultatelor măsurătorilor. ....	50
5.8.1	Analiza regresiei. ....	50
5.9	Laboratoare de cercetare virtuală. ....	53
5.9.1	Platforme de cercetare virtuală a clădirilor și sistemelor de instalații aferente. ....	54

5.9.2	Platforma de cercetare TRNSYS.....	55
5.9.3	Modele matematice pentru simularea clădirii și instalațiilor aferente acesteia. ....	57
6	CAPITOLUL III: CERCETĂRI EXPERIMENTALE PE MODELE FIZICE.....	58
6.1	Sinteză obiective cercetare. ....	58
6.2	Sistem analizat: Schema funcțională a instalației de laborator.....	60
6.2.1	Regimurile de funcționare ale sistemului analizat. ....	60
6.2.2	Parametrii mășurați.....	60
6.2.3	Metodologia de măsurare. ....	61
6.2.4	Programul măsurătorilor.....	63
6.2.5	Rezultatele obținute. Interpretări parțiale. ....	66
7	CAPITOLUL IV: CERCETĂRI NUMERICE PE PLATFORME VIRTUALE.....	71
7.1	Calculul consumului de energie pentru încălzirea clădirilor cu metode dinamice avansate în platforma Trnsys.....	71
7.2	Modelul clădirii realizat în TRNSYS.....	73
7.3	Modelul sistemului de încălzire al încăperii realizat în TRNSYS.....	76
8	CAPITOLUL V. CONCLUZII.....	81
9	BIBLIOGRAFIE.....	82
10	ANEXE.....	83
10.1	Anexa II. 1. 4.1.Modelul clădirii multi-zonă: subsistemul TYPE 56.....	83
10.2	Anexa II.2. Modelul pompei de căldură TYPE 665.....	103
10.3	ANEXA. III. Fișe tehnice echipamente.....	109
10.4	ANEXA. IV.1. DATE DE IEȘIRE TRNSYS (DESCRIERE CLADIRE).....	120
10.5	ANEXA. IV.2. FUNCȚII DE REGRESIE.....	127

## MULȚUMIRI

Doresc să mulțumesc din suflet tuturor profesorilor, care au contribuit în mod direct sau indirect, adesea chiar și fără să știe, la creșterea și formarea mea ca personalitate, dar și în direcție profesională. În mod special mulțumesc pentru răbdare, credință, susținere și direcționare spre o gândire limpede, logică inginerească și în general pentru toată energia consumată pentru luminarea minții mele - Domnului Constantin Țuleanu, Domnului Tonu Valentin, Domnului Goncearuc Valeriu, Domnului Vîrlan Pavel, Chilari Oleg, pentru concept de învățare logică, corectă – Doamnei Ciobanu Natalia. Pentru deprinderea de a fi ferm pe ideie, stăpîn pe situație, pentru deprinderea de a nu abandona cele începute, concept de perfecționism, ideie de activitate și funcționare la limite și iarăși, credință – Doamnei Gutul Vera Grigore, Doamnei Negară Iulia, Doamnei Colomieț Tatiana, Domnului Bînzari Andrei, Doamnei Cotorobai Victoria pentru ideie de lărgire a orizontului cunoașterii prin studiu. Doamnei Haiducova Mariana, Guțul Vera și tuturor celorlalți profesori care n-au fost indiferenți, care m-au tratat cu respect și bunăvoință. Nu în ultimul rînd, mulțumesc colegilor mei, alături de care am urmat vectorul ingineresc și care au crezut în mine în toți acești ani.

Mulțumesc !

## 2 REZUMAT

Problema dependenței de consumul energetic cu caracter fosil cît și criza ecologică, continuă să ne îngrijoreze tot mai mult la ora actuală. Aceasta ca urmare a două efecte simultane: creșterea demografică și creșterea cerințelor de calitate pentru soluțiile tehnice în instalații termice. La soluționarea acestor probleme, sunt antrenați tot mai mulți oameni de știință, preocupați de cercetare și construire a noilor tehnologii care să satisfacă necesarul energetic generațiilor viitoare, valorificînd în special resurse energetice net superioare celorlalte, tradiționale .

Nu e o noutate că, pe lîngă statele mari, dezvoltate, Republica Moldova tot mai mult tinde spre a-și moderniza și eficientiza sistemele termo-energetice prin implementarea sistemelor cu caracter regenerabil cum ar fi cele solare, pe biomasă, pompe de căldură, etc.

Deoarece este un subiect relativ nou, actual în dezbateri de soluții tehnice, pompele de căldură prezintă un interes deosebit pentru încălzirea clădirilor noi construite cît și modernizarea celor existente.

Lucrarea dată tinde să clarifice cîteva criterii, într-o analiză experimentală a evoluției regimului termic și asigurarea confortului, evaluarea și compararea coeficientului de performanță energetică experimental cu cel documentat dar și cercetarea evoluției masei de CO<sub>2</sub> degajată temporar de personalul aflat în spații închise, încălzite cu aer cald, fără aport de aer proaspat. Pentru aceasta s-a construit o instalație de încălzire constituită dintr-o pompă de căldură aer-apă (din motive investiționale inițiale), un ventiloconvector și alte elemente necesare pentru o funcționare sigură.

Obiectivul general al cercetării constă în studiul comportamentului pompei de căldură și al sistemului tehnic oameni-mediul interior (calitate aer și confort higro-termic) clădire-mediul exterior-resursă energetică primară. Derivatele din obiectivul general reprezintă:

- Monitorizarea parametrilor de interes în evaluarea:
  - eficienței energetice a pompei și sistemului tehnic pompă-clădire
  - calitate mediul interior (calitate aer, asigurare și menținere a parametrilor de confort)
- Analiza rezultatelor obținute, extragerea funcțiilor de variație multiparametrică a temperaturii interioare, acumulări de CO<sub>2</sub> pe durata de funcționare a pompei de căldură.
- Extinderea cercetărilor pe modele virtuale (realizate în TRNSYS) și simularea comportamentului pe perioada întregului an în scopul identificării valorii medii a coeficienților de performanță.

În decursul etapei finale de cercetare s-au format concluzii clar expuse, referitor la situația termotehnică a încăperii laboratorului, construcția sistemului de încălzire cît și valorile reale a performanței energetice a echipamentului vizat.

## SUMMARY

The problem of dependence on fossil energy use, as well as the ecological crisis, continues to worry us more today. This is due to two effects simultaneously: population growth and increasing quality requirements for technical solutions in thermal installations. To solve these problems, are involved more and more scientists interested in research and construction of new energy technologies to meet the needs of future generations in benefit of the energy resources, superior to the traditionals.

It's not a novelty that besides the more developed states, Moldova increasingly tends to modernize and streamline the thermal energy systems by implementing renewable nature systems such as solar, biomass, heat pumps, etc.

Since it is a relatively new topic, current debates of heating sistem solutions, Heat pumps are an particular interest to heat newly constructed buildings as well as upgrade existing ones.

This paper aims to clarify some criteria in an experimental analysis of the evolution of the thermal regime and the comfort, evaluation and comparison of experimental energy performance coefficient with the documented one, and research evolution of CO<sub>2</sub> mass, released from personnel, temporary enclosed in a room, heated with hot air, without fresh air supply. For that was builded a heating system consisting of an air-water heat pump (due to the initial investment), a fan coil and other elements necessary for safe operation.

The overall objective of the research is to study working regime of heat pump, technical system-people-indoor environment (air quality and thermal comfort) building-external environment-primary energy resource. Derivatives of general aim presents:

- Monitoring parameters of interest in the assessment:
  - Energy efficiency of heat pump and technical system heat pump-building
  - Indoor environmental quality (air quality, insurance and maintenance of comfort parameters)
- Analysis of results, extraction of multi parameter functions, interior temperature variation, the accumulation of CO<sub>2</sub> in time of heat pump testing.
- Expanding research on virtual models (made in TRNSYS) and simulation of the behavior during the whole year in order to identify the average value of the coefficient of performance.

During the final stage of research were formed clearly exposed conclusions on the termal situation of the laboratory space, construction of heating system, real values of energy performance of the equipment.