

**ANALIZA COMPORTĂRII TERMICE
A ANVELOPEI CLĂDIRILOR REZIDENȚIALE ȘI
PUBLICE ÎN PERIOADA DE TRANZIȚIE ȘI IMPAC-
TUL ASUPRA
PARAMETRILOR MICROCLIMATICI INTERIORI**

Student:

Draguțan Tatiana

Conducător:

Begleț Natalia
conf. univ. dr.

Consultant:

Colomieț Tatiana
asist. univ.

Chișinău, 2026

Rezumat

Draguțan Tatiana. Analiza comportării termice

a anvelopei clădirilor rezidențiale și publice în perioada de tranziție și impactul asupra parametrilor microclimatici interiori.

Teza pentru obtinerea titlului de master în inginerie, Chișinău 2026.

Teza include: rezumat în două limbi, introducere, patru capitole, concluzii și recomandări generale, 31 surse bibliografice, 66 de pagini text de bază, 27 figuri, și 8 tabele.

Cuvinte-cheie: perioada de tranziție, sistemul de încălzire, sursa de căldură, materialele de construcție, îmbătrânire, izolarea termică, polimeri, câmpul de temperatură, beton armat, perioada prognozată, beton autoclavizat, măsurarea parametrilor, temperatura, umiditatea, peretele exterior.

Domeniul de studiu: Tema: Analiza comportării termice a anvelopei clădirilor rezidențiale și publice în perioada de tranziție și impactul asupra parametrilor microclimatici interiori. Teza dată a fost axată pe importanța asigurării parametrilor aerului interior pentru clădiri publice și rezidențiale. Primul capitol are la baza sa studiul îmbătrânirii naturale a materialelor de construcție care poate duce la pierderea rezistenței în sistemele de izolație termică, precum și la o creștere a intensității pierderilor de căldură a îngrădirii de protecție. Capitolul doi și-a propus analiza problemelor de fizică termică a clădirilor, încălzire și ventilație a spațiilor, precum și gestionarea regimului termic al clădirilor, necesitatea construirii unui model matematic care să descrie dependența temperaturii interne de condițiile climatice externe, regimul de alimentare cu căldură și caracteristicile clădirii. În capitol trei se propune utilizarea betonului celular autoclavizat ca o măsură pasivă de eficiență energetică pentru clădiri publice și rezidențiale cu reducerea consumului de căldură și, în consecință, reducerea consumului de gaze naturale și a emisiilor de dioxid de carbon în atmosferă, care este scopul principal al Programului de eficiență energetică adoptat în RM. În capitol patru sunt prezentate calcule comparative termotehnice ale grosimii stratului de izolație termică din vată bazaltică și coeficientului de transfer termic global pentru pereții exteriori cu stratul de bază din beton armat, cărămidă obișnuită din argilă și calcar. Pe baza calculelor efectuate se dau recomandări, privind utilizarea betonului autoclavizat pentru clădirile publice de tip dat. Posibilele pierderi de căldură prin pereții exteriori în perioada rece și perioada de tranziție sunt analizate, atunci când se utilizează beton autoclavizat, beton armat, cărămidă obișnuită din argilă și calcar, ca strat principal. Se prevede calculul comparativ al consumului de căldură în perioada de încălzire de către un sistem de încălzire la utilizarea materialelor propuse.

Abstract

Draguțan Tatiana. Analysis of the thermal behavior of residential and public building envelopes during the transition period and the impact on indoor microclimatic parameters.

Thesis for the degree of Master of Engineering, Chișinău 2026.

Thesis includes: abstract in two languages, introduction, four chapters, conclusions and general recommendations, 31 bibliographic sources, 66 pages of basic text, 27 figures, and 8 tables.

Keywords: transition period, heating system, heat source, building materials, aging, thermal insulation, polymers, temperature field, reinforced concrete, forecast period, autoclaved concrete, parameter measurement, temperature, humidity, exterior wall.

Field of study: Topic: Analysis of the thermal behavior of the envelope of residential and public buildings during the transition period and the impact on indoor microclimatic parameters. This thesis was focused on the importance of ensuring indoor air parameters for public and residential buildings. The chapter I is based on the study of the natural aging of building materials, which can lead to loss of resistance in thermal insulation systems, as well as an increase in the intensity of heat losses of the protective enclosure. The chapter II aimed to analyze the problems of thermal physics of buildings, heating and ventilation of spaces, as well as the management of the thermal regime of buildings, the need to build a mathematical model that describes the dependence of internal temperature on external climatic conditions, the heat supply regime and the characteristics of the building. Chapter III proposes the use of autoclaved aerated concrete as a passive energy efficiency measure for public and residential buildings with reduced heat consumption and, consequently, reduced natural gas consumption and carbon dioxide emissions into the atmosphere, which is the main goal of the Energy Efficiency Program adopted in the RM. Chapter IV presents comparative thermotechnical calculations of the thickness of the thermal insulation layer of basalt wool and the global heat transfer coefficient for external walls with the base layer of reinforced concrete, ordinary clay brick and limestone. Based on the calculations performed, recommendations are given on the use of autoclaved concrete for public buildings of a given type. Possible heat losses through external walls in the cold period and the transition period are analyzed when using autoclaved concrete, reinforced concrete, ordinary clay brick and limestone as the main layer. It is provided for the comparative calculation of heat consumption during the heating period by a heating system when using the proposed materials.

CUPRINS

Rezumat.....	7
Introducere.....	9
1.Îmbătrânirea materialelor de construcții	12
1.1.Îmbătrânirea materialelor de izolație termică.....	12
1.2 Îmbătrânirea materialelor de construcție din beton și metale.....	22
1.2.1 Protecția împotriva coroziunii betonului.....	27
1.2.1.1 Protecția primară împotriva coroziunii betonului.....	27
1.2.1.2 Protecția secundară împotriva coroziunii betonului.....	27
1.3 Îmbătrânirea materialelor de construcție din polimere.....	29
1.4 Perioada de exploatare prognozată a peretelui exterior	30
1.5 Concluzii.....	32
2. Analiza comportării termice a anvelopei clădirilor rezidențiale și publice în perioada de tranziție	33
2.1 Studierea microclimei a blocului locativ din orașul Chișinău în perioada de tranziție	33
2.1.1 Descrierea obiectului de calcul.....	33
2.2 Calculul termotehnic al peretelui exterior.....	33
2.3 Câmpul de temperatură.....	35
2.4 Studierea microclimei a încăperii oficiului din orașul Chișinău în perioada de tranziție.....	44
2.4.1 Descrierea obiectului de calcul.....	44
2.5 Concluzii.....	49
3.Betonul celular autoclavizat	49
3.1 Istoria producerii betonului celular autoclavizat.....	49
3.2 Caracteristica și nomenclatura producției.....	49
3.2.1 Cerințele tehnice. Betoane celulare.....	50
3.2.2 Caracteristica materiei prime.....	52
3.3 Descrierea tehnologiei de producere.....	53

3.4 Descrierea secțiilor de producere.....	57
3.4.1. Secția de tăiere și profilare a betonului preîntărit.....	57
3.4.2 Secția de recuperare și valorificare a deșeurilor proaspete.....	57
3.4.3 Secția de tartare termică-autoclavizare.....	57
3.4.4 Secția de decofrare, ambalare și restituirea elementelor.....	58
3.5 Concluzii.....	59
4. Analiza soluțiilor de utilizare a betonului celular autoclavizat pentru centre comerciale.....	59
4.1 Calculul termotehnic al peretelui exterior.....	59
4.2 Calculul pierderilor de căldură.....	61
4.3 Concluzii.....	63
Concluzii și recomandări generale.....	63
Bibliografie.....	64

Introducere

Actualitatea temei. Perioada de tranziție în timpul funcționării unui de alimentare cu căldură (sistemului de încălzire) este o perioadă în care sistemul de încălzire trece de la o sursă la alta, care este cauzată de diverse motive, în primul rând schimbarea anotimpurilor, lucrările de reparații sau modificările politicii energetice [1]. În perioada de tranziție, mulți consumatori se confruntă cu probleme, asociate cu lipsa sau căldura insuficientă în clădirile rezidențiale și publice. Planificarea și pregătirea adecvată procesului de funcționare a sistemului de alimentare cu căldură (sistemului de încălzire) pot minimiza aceste probleme. Această perioadă este caracterizată de următoarele avantaje:

- costuri reduse pentru operarea sistemului de încălzire în perioadele de consumul redus de căldură;
- lucrări de reparații și întreținere a sistemului de încălzire fără întreruperea funcționării acestuia;
- capacitatea de a utiliza surse alternative de căldură cu alegerea celor mai eficiente și mai economice pentru condiții specifice;

și dezavantaje:

- utilizarea echipamentelor temporare de încălzire;
- înrăutățire temporară a condițiilor interioare confortabile din cauza absenței sursei principale de căldură din sistemul de încălzire;
- probleme apărute din cauza instalării incorecte și a utilizării unei surse alternative de căldură.

În perioada de tranziție apar probleme legate de menținerea microclimei în clădire:

- temperaturii a aerului interior într-o clădire rezidențială și publică. Schimbări ale temperaturii aerului exterior, o zi poate fi rece, iar următoarea destul de caldă, acest lucru necesită ca corpul uman să fie flexibil și adaptabil; necesitatea de a folosi diferite surse de căldură în perioada de tranziție, este imposibil să deconectați complet sistemul de încălzire, dar uneori este suficient să folosiți încălzitoare electrice pentru a menține temperatura necesară a aerului interior;
- umiditate ridicată a aerului interior, când sistemul de încălzire este oprit, în încăperea deservită pot apărea mușgai și diferite boli ale sistemului respirator.

Pentru a rezolva aceste probleme, ar trebui să acordați atenție izolației termice a îngrădirilor de protecție exterioare. O bună izolare termică va ajuta la reducerea pierderilor de căldură și la îmbunătățirea eficienței energetice a clădirii de locuit sau publică în ansamblu. De asemenea, pot fi folosite încălzitoare electrice, panouri cu infraroșu sau pardoseli calde. Organizarea corectă a ventilației încăperii deservite, constând într-un flux constant de aer proaspăt și eliminarea excesului de umiditate, va ajuta la evitarea apariției mușcăiului. Acest studiu își propune să evidențieze necesitatea unei izolații termice eficiente pentru reducerea pierderilor de căldură și creșterea eficienței energetice a clădirilor rezidențiale și publice.

Poluarea aerului atmosferic și în general mediului înconjurător se datorează aproape în exclusivitate produșelor diverselor procese de ardere a combustibililor organici. Din această cauză, studierea și reducerea mecanismelor de formare a substanțelor nocive constituie primul pas în elaborarea strategiilor de îmbunătățire a stării mediului înconjurător și creșterii performanței energetice a clădirilor rezidențiale și publice. Reducerea emisiilor de dioxid de carbon în atmosferă de la surse de căldură (centralele termice locale și centralizate) este unul dintre punctele repere de eficiența energetică a clădirilor la implementarea măsurilor pasive și active. Instalații ingineresti cu eficiență energetică sporită pot fi create în condiții necesare ale soluțiilor architectural-constructive și termotehnice, la micșorarea maximă a pierderilor și degajărilor de căldură, umiditate, praf și gaze. Utilizarea betonului celular autoclavizat pentru centre comerciale și clădiri de locuit se propune ca o măsură pasivă de eficiență energetică pentru reducerea consumului de căldură pentru instalații de alimentare cu căldură (sistemele de încălzire).

Scopul lucrării: A analiza îmbătrânirea materialelor de construcții – utilizate pentru pereți exteriori: betoane de diferite tipuri, incluziuni metalice din oțel, materiale de izolare termică, polimeri și perioada de exploatare fără schimbarea caracteristicilor termotehnice, a analiza caracterul schimbării temperaturilor a aerului exterior și interior și influențarea asupra microclimei în blocul locativ și clădire publică, caracterul schimbării temperaturilor pe suprafețe a peretelui exterior pentru diferite orientări față de puncte cardinale, studierea metodelor normative și experimentale la determinarea parametrilor de bază a microclimei interioare în perioada de tranziție, studierea betonului autoclavizat pentru reducerea pierderilor de căldură în perioada de tranziție în clădiri .

Scopul propus a fost atins prin soluționarea următoarelor **obiective:**

- analiza importanței asigurării durabilității materialelor de construcție pentru pereți exteriori;
- analiza soluțiilor naționale și internaționale de păstrare a caracteristicilor termotehnici a materialelor de construcție;
- analiza schimbării temperaturilor aerului, suprafețelor pereților exteriori reale pentru cladirea locativă și publică;
- analiza proprietăților betonului autoclavizat celular pentru micșorea pierderilor de căldură în perioada de tranziție;
- elaborarea concluziilor și recomandărilor generale.

Metodologia și motivația cercetării. Rezultatele măsurărilor prezentate în Teza de master se bazează pe analiză normativelor în vigoare în Republica Moldova, standardelor și cercetărilor experimentale la utilizarea materialelor de construcții de diferite tipuri pentru clădiri rezidențiale și publice reieșind din reducerea pierderilor de căldură în perioada de tranziție și îmbunătățirea microclimei în încăperea deservită.

Noutate științifică și practică:

- au fost analizate parametrii de bază a microclimei în perioada de tranziție pentru Republica Moldova în clădiri rezidențiale și publice;
- a fost analizat fenomenul de îmbătrânire a materialelor de construcții din beton, a izolației termice și polimerilor față de schimbarea proprietăților termotehnice pentru Republica Moldova;
- a fost analizată și argumentată folosirea materialelor de construcție cu reducerea consumului total de căldură pentru clădiri.

Bibliografie:

1. Perekhodnyi period chto eto takoe [citat 10 martie 2026]. Disponibil: <https://dat-sun-oskol.ru/perekhodnyi-period-otopleniia-chto-eto-takoe/>
2. Vliyanie dlitel'nogo estestvennogo stareniya materialov.[citat 27 martie 2026]. <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-dlitel'nogo-estestvennogo-stareniya-teploizolyatsionnykh-mineral-ovatykh-materialov-na-fiziko-himicheskie-i-termicheskie>
3. Вернигорова В.Н. Долговечность строительных материалов: учеб. пособие Пенза: ПГУАС, 2016.
4. Colomieț T. Studiarea microclimei încăperii în casa de locuit în perioada de tranziție „Probleme actuale în urbanism și arhitectură”, Conferința tehnico – științifică internațională, Ediția a XII-a, 15-16 noiembrie 2024, Chișinău ISBN 978-9975-64-476-1, p. 141-146.
5. Известия КГАСУ, 2014, №14(30) Строительные конструкции, здания и сооружения А.И.Иванцов, В.Н.Куприянов Прогнозирование срока службы наружных стен жилых зданий по критерию теплозащиты.
6. Vârlan P. Instalații de încălzire Chișinău, Editura:Tehnica-UTM, 1996.
7. NCM M.01.01:2025 Eficiența energetică a clădirilor rezidențiale. Performanța energetică a clădirilor. Cerințe minime de performanța energetică a clădirilor. Ministerul infrastructurii și dezvoltării regionale, Chișinău, 2025.
8. NCM E.04.01:2017 Protecția contra acțiunilor mediului ambiant. Protecția termică a clădirilor. Ministerul economiei și infrastructurii, Chișinău, 2017.
9. Павалюк Н., Коломиец Т., Цуляну С.; Изучение тепловлажностных характеристик помещения в переходный период. Conferința Tehnico-Științifică a colaboratorilor, doctoranzilor și studenților. 26-28.11.2015. Vol.2. Chișinău 2016 ISBN 978-9975-45-440-7.
10. Гайданин А.Н., Ефремова С.А. Применение полного факторного эксперимента при проведении исследований, Волгоград, 2008.
11. Beton autoclavizat [citat 10 martie 2026]. Disponibil: <https://shahti.bezformata.com/listnews/shahti-posetil/138509899/>
12. Бауман В. А., Лапира Ф. А. Строительные машины. Москва, 1977.
13. Сапожников М. Я., Дроздов Н. Е. Справочник по оборудованию завода строительных материалов. Москва, 1970.

14. Lăzărescu I. Utilaj și tehnologia materialelor de construcții. București, 2010.
15. Catalogul de prețuri medii pentru materiale de construcții Vol IV, 2018 INCERCOM, ÎS.
16. Ciutac M. Utilaj termic în industria materialelor de construcții. Chișinău, Editura: Tehnica-UTM, 2013.
17. Standard 250: 2004, Betoane celulare.
18. ГОСТ 8736-93. Песок для строительных работ.
19. ГОСТ 4013-82 от 1983-0-01. Камень гипсовый и гипсоангидритовый для производства вяжущих материалов.
20. ГОСТ 10178-85 Портландцемент и шлакопортландцемент
21. Guțul V.G., Zaițev O., Colomieț T., Guțul V.I., Calitatea aerului interior și eficiența energetică a clădirilor. Chișinău. 2020 ISBN 978-9975-3299-5-8.
22. Beglet N., Nicolaev E., Analiza confortului termic în clădirile publice. Studiu de caz, Romanian Journal of Civil Engineering / Revista Română de Inginerie Civilă, 2025, Vol 16, Issue 4, p363, ISSN 2068-3987
23. Beglet N., Nicolaev E., Leanca L., 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 a XXXV-a și Energie, Eficiență, Ecologie și Educație ediția a VIII-a, AIIR & AIIRM, Matrix Rom, 11-12 iulie 2025, Iași Romania, pag. 35-52, ISSN 2069-1211
24. Beglet N., Nicolaev E., Haiducova M., Leanca L., Evoluția cerințelor de performanță energetică a clădirilor în Republica Moldova: analiza comparativă și aplicații practice, Conferințele Instalații pentru construcții și economia de energie ediția a XXXV-a și Energie, Eficiență, Ecologie și Educație ediția a VIII-a, AIIR & AIIRM, Matrix Rom, 11-12 iulie 2025, Iași Romania, pag. 27-35, ISSN 2069-1211
25. Beglet N., Nicolaev E., Haiducova M., Harea O., Leanca L., Evaluarea indicatorilor energetici după implementarea măsurilor de eficiență energetică în Liceul Teoretic Mihai Eminescu, mun. Ungheni, repository.utm.md

26. Beglet N., Nicolaev E., Haiducova M., Leanca L., Analiza energetică a clădirii școlii sportive de înot și fotbal №11 din cadrul liceului teoretic cu profil sportiv №2, mun. Chișinău”, Conferințele Instalații pentru construcții și economia de energie ediția a XXXIII-a și Energie, eficiență, ecologie și educație ediția a VI-a, 6-7 iulie 2023, Iași, România, ISSN 2069-1211.
27. Beglet N., Nicolaev E., Haiducova M., Leanca L., Măsurile de eficientizare energetică a clădirii școlii sportive de înot și fotbal №11 din cadrul liceului teoretic cu profil sportiv №2, mun. Chișinău”, Conferințele Instalații pentru construcții și economia de energie ediția a XXXIII-a și Energie, eficiență, ecologie și educație ediția a VI-a, 6-7 iulie 2023, Iași, România, ISSN 2069-1211.
28. Beglet N., Ciutac-Nicolaev E., Promovarea și implementarea conceptelor legate de reciclarea deșeurilor din construcții și demolări, Conferinței tehnico-științifice cu participare internațională „Energie, Eficiență, Ecologie și Educație”, ediția a –VIIa și „Instalații pentru construcții și economia de energie”, ediția a XXXIV-a, 4-5 iulie 2024, organizat de Asociația inginerilor de instalații din R. Moldova și Asociația inginerilor de Instalații din România – filiala Moldova Iași, ISSN 2069-1211.
29. Beglet N., Colomieț T., Termotehnica construcțiilor: Îndrumar aplicativ pentru orele practice, Chișinău: UTM, 2024.
30. Beglet N., Nicolaev E., Haiducova M., Harea O., Leanca L., Evaluarea indicatorilor energetici după implementarea măsurilor de eficiență energetică în Liceul Teoretic Mihai Eminescu, mun. Ungheni, Conferinței tehnico-științifice cu participare internațională „Energie, Eficiență, Ecologie și Educație”, ediția a –VIIa și „Instalații pentru construcții și economia de energie”, ediția a XXXIV-a, 4-5 iulie 2024, organizat de Asociația inginerilor de instalații din R. Moldova și Asociația inginerilor de Instalații din România – filiala Moldova Iași., pag.49-60, ISSN 2069-1211.
31. Haiducova M., Șapovalov N., Beglet N., Contribuția reabilitării termice la dezvoltarea durabilă a instituțiilor preșcolare, Conferințele Instalații pentru construcții și economia de energie ediția a XXXV-a și Energie, Eficiență, Ecologie și Educație ediția a VIII-a, AIIR & AIIRM, Matrix Rom, 11-12 iulie 2025, Iași Romania, pag. 52-60, ISSN 2069-1211