

**ELABORAREA PROFILELOR  
STANDARDIZATE DE CONSUM PENTRU  
PROGNOZAREA CONSUMULUI ZILNIC DE  
GAZE NATURALE ÎN SECTORUL  
REZIDENȚIAL INDIVIDUAL,  
MUN. CHIȘINĂU**

**Student:**

**Groița Valentin**

**Conducător:**

**Tonu Valentin  
conf. dr. ing.**

**Chișinău 2023**

**Ministerul Educației, Culturii și Cercetării**  
**Universitatea Tehnică a Moldovei**  
**Programul de masterat: Ingineria Instalațiilor de Asigurare a**  
**Microclimei în Clădiri**

**Admis la susținere**  
**Șef de departament: conf. dr. ing. Guțu Vera**  
**”\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2023**

**ELABORAREA PROFILELOR  
STANDARDIZATE DE CONSUM PENTRU  
PROGNOZAREA CONSUMULUI ZILNIC DE  
GAZE NATURALE ÎN SECTORUL  
REZIDENȚIAL INDIVIDUAL,  
MUN. CHIȘINĂU**

**Teză de master**

**Student: \_\_\_\_\_ Groița Valentin**

**Conducător: \_\_\_\_\_ Tonu Valentin**

**Chișinau 2023**

## REZUMAT

**Groița Valentin. Elaborarea profilelor standardizate de consum pentru prognozarea consumului zilnic de gaze naturale în sectorul rezidențial individual, mun. Chișinău, Chișinău 2023.**

Teza include: introducere, trei capitole, concluzii și recomandări, bibliografie din 12 titluri, 64 de pagini text de bază, 37 figuri, 17 tabele.

Cuvinte-cheie: profil standardizat, prognozare, consum de gaze, sector rezidențial

Scopul acestui studiu este de a dezvolta o metodologie de analiză a arhivei consumurilor conectate de resurse de gaze naturale în viața de zi cu zi, care se bazează pe proceduri americane de prelucrare a datelor preprocesor, și de a pregăti o arhivă pentru sinteza ulterioară a modelelor de consum predictiv pe baza acesteia.

În lucrarea dată, pentru prima oară, au fost realizate studii ample pentru a dezvolta abordări generalizate ale problemelor de prognoză pe termen scurt și lung a utilizând instrumente matematice moderne. Alături de metodele tradiționale de prognoză (analiza de regresie; abordări statistice, teoretice și probabilistice), în lucrarea dată se utilizează metode de logică.

La rezolvarea problemelor de prognoză pe termen lung s-a aplicat pentru prima dată o clasificare internațională a consumatorilor pe categorii de cerere, în funcție de estimările probabilității implementării diverselor proiecte de utilizare a gazelor.

Au fost calculați coeficienții tipului de zip pentru consumatorii din sectorul rezidențial-individual care este legitatea variației consumului de gaze pe zilele săptămânii.

S-a realizat corectarea formulei de calcul a  $K_{ij}$  expusă în metodologia NARUK, s-a dedus formula de calcul a  $f(T)_{ij}$ .

S-a determinat funcția  $f(T)$  care ia în considerare inerția termică a îngrădirilor cladirilor din sectorul rezidențial-individual.

O caracteristică universală multi-parametrică expertă a prognozei consumurilor de gaze a fost construită pentru a forma prioritățile pentru implementarea lor sub forma unui set de variabile ca parte integrantă a sistemului expert.

## SUMMARY

**Groița Valentin. Development of standardized consumption profiles for forecasting the daily consumption of natural gas in the individual residential sector, Chisinau municipality, Chisinau 2023.**

The thesis includes: introduction, three chapters, conclusions and recommendations, bibliography of 12 titles, 64 pages of basic text, 37 figures, 17 tables.

Keywords: standardized profile, forecasting, gas consumption, residential sector

The purpose of this study is to develop a methodology for analyzing the archive of connected consumptions of natural gas resources in everyday life, which is based on American preprocessor data processing procedures, and to prepare an archive for the subsequent synthesis of models of predictive consumption based on it.

In this work, for the first time, extensive studies were carried out to develop generalized approaches to short- and long-term forecasting problems using modern mathematical tools. Along with traditional forecasting methods (regression analysis; statistical, theoretical and probabilistic approaches), logic methods are used in this paper.

When solving long-term forecasting problems, an international classification of consumers by demand categories was applied for the first time, depending on the probability estimates of the implementation of various gas utilization projects.

The coefficients of the type of zip for consumers in the residential-individual sector were calculated, which is the legality of the variation of gas consumption on the days of the week.

The correction of the formula for calculating  $K_{ij}$  exposed in the NARUK methodology was made, the formula for calculating  $f(T)_{ij}$  was deduced.

The function  $f(T)$  was determined, which takes into account the thermal inertia of the fences of buildings in the residential-individual sector.

A multi-parametric universal expert feature of the gas consumption forecast was built to form the priorities for their implementation in the form of a set of variables as an integral part of the expert system.

## Cuprins

	Introducere	1
1.	Studiu bibliografic. <u>Examinare metodelor</u> de prognozare cunoscute a consumului de gaze naturale. Prezentarea generală a metodelor cunoscute de prognozare a volumului consumului de gaze naturale	7
1.1	Metodologia Română pentru prognozarea, în baza profilurilor standartizate de consum, a consumului zilnic de gaze naturale pentru fiecare categorie de consumatori finali la care evidența consumului de gaze naturale nu este realizată în regim zilnic	11
1.2	Metodologia Slovenă pentru prognozarea, în baza profilurilor standardizate de consum (metoda PSC), a consumului zilnic pentru fiecare categorie de consumatori	12
1.3	Metodologia Poloneza pentru prognozarea, în baza profilurilor standardizate de consum (metoda PSC), a consumului zilnic pentru fiecare categorie de consumatori	14
1.4	Metoda NARUC pentru prognozarea a consumului zilnic pentru fiecare categorie de consumatori finali la care evidența consumului de gaze naturale nu este realizată în regim zilnic	15
1.5	Variația consumului de gaze pe tip de zi	17
1.6	Funcția $f(t)$ Raimund pentru prognozarea a consumului zilnic pentru fiecare categorie de consumatori finali	18
1.7	Metode de ansamblu pentru prognoza pe termen scurt a cererii de gaze la nivel național utilizată în Italia	19
1.8	Profiluri de prognozare a consumului de gaze Warsteiner Verbundgesellschaft	21
2.	Datele generale referitoare la metodologia pentru prognozarea, în baza profilurilor standartizate de consum (metoda PSC)	23
2.1	Caracteristica tipului de instalații și echipamente utilizate de consumatorii din sectorul rezidențial-individual	23
2.2	Analiza datelor inițiale pentru prognoza consumului de gaze naturale	26
2.3	Parametrizarea PSC	27
2.3.1	Determinarea variației coeficientului tipului de zi $K_{ij}$ pentru consumatorii din sectorul rezidențial-individual	27
3.1	Calculul funcției $f(T)$ pentru consumatorii din sectorul rezidențial-individual	32
3.2	Prognozele MNZ pentru utilizatorii sistemului de distribuție	55
3.3	Rectificarea cu ajutorul măsurărilor la punctele de intrare a rețelelor de distribuție	55
4.	Concluzii	56
	Bibliografie	58
	Anexa 1	60
	Anexa 2	68
	Anexa 3	72
	Anexa 4	80

Anexa 5	88
Anexa 6	96
Anexa 7	104
Anexa 8	112
Anexa 9	120
Anexa 10	128
Anexa 11	136
Anexa 12	144

## Introducere

*Relevanța temei.* Prognoza consumului de resurse energetice în viața cotidiană este una dintre cele mai greu realizabile sarcini în execuția bilanțurilor de combustibil și energie în regiuni. Dacă anterior nu se realizase o evidență a resurselor energetice ale căror volume, la o un preț redus, depășeau nevoile, astăzi, în condițiile creșterii puternice a prețurilor la gaze naturale și al crizei financiare și economice din țară, s-au introdus măsuri peste tot pentru a regla consumul de gaze, căldură și electricitate atât în industrie, cât și în viața cotidiană. Factorul principal care face ca prognoza consumului de gaze să fie greu realizabil este lipsa unei contabilizări automate sigure stabilite a consumului de gaze de către consumatorii de gaze naturale, detaliată în context teritorial, de exemplu, pe districtele administrative ale orașului, zonele rezidențiale individuale. Ca urmare, arhivele de consum de gaz, care sunt de obicei acumulate în mai multe exemplare, conțin numeroase discrepante și fragmente sincer nesigure. În ultimii ani, s-au încercat modelarea consumului de gaze în contextul modelării consumului conectat de energie electrică, gaze naturale și căldură pe marile zone rezidențiale.

Deși abordarea sistematică utilizată în mod activ în rezolvarea acestei probleme conduce la o serie de avantaje, deficiențele arhivelor sursă disponibile pentru utilizare ulterioară în procesul de sinteză a modelului reduc încă eficacitatea rezultatelor finale.

Scopul acestui studiu este de a dezvolta o metodologie de analiză a arhivei consumurilor conectate de resurse de gaze naturale în viața de zi cu zi, care se bazează pe proceduri americane de prelucrare a datelor preprocesor, și de a pregăti o arhivă pentru sinteza ulterioară a modelelor de consum predictiv pe baza acesteia.

Astfel, din motivele de mai sus, este nevoie de a dezvolta noi, precum și de a dezvolta și adapta modele și metode de prognoză existente în sarcinile de funcționare și dezvoltare a sistemelor de distribuție al gazelor.

### *Sarcinile lucrării:*

1. Studiul dinamicii consumului de gaze realizat pentru 70 consumatori din sectorul rezidențial-individual din mun. Chișinău a căror consumuri de gaze zilnice pentru anul 2021 vor fi utilizate drept datele inițiale pentru realizarea unei prognoze a consumului de gaze pe viitor.
2. Determinarea unei metode sau a unor combinații de metode, ce vor sta la baza realizării prognozei consumului de gaz natural de către consumatori din sectorul rezidențial-individual.

3. Realizarea unei metodologii și a unui algoritm de calcul al volumului prevăzut al consumului de gaze naturale de către consumatorii din sectorul rezidențial-individual folosind cele mai simple metode de calcul ingineresc.

*Obiectul de studiu* sunt consumurile de gaze zilnice pentru anul 2021 a consumatorilor din sectorul rezidențial-individual.

*Subiectul studiului* îl reprezintă studiul variației consumului de gaze care s-a realizat pentru 70 consumatori din sectorul rezidențial-individual din mun. Chișinău. La baza analizei au fost datele privind consumul zilnic de gaze naturale pe luni pentru perioada ianuarie 2021 – decembrie 2021.

*Metode de cercetare.* În această lucrare, modelarea și prognozarea consumului viitor de gaze au fost realizate folosind metode tehnico-matematice.

*Noutate științifică.* În lucrarea dată, pentru prima oară, au fost realizate studii ample pentru a dezvolta abordări generalizate ale problemelor de prognoză pe termen scurt și lung a utilizând instrumente matematice moderne. Alături de metodele tradiționale de prognoză (analiza de regresie; abordări statistice, teoretice și probabilistice), în lucrarea dată se utilizează metode de logică.

La rezolvarea problemelor de prognoză pe termen lung s-a aplicat pentru prima dată o clasificare internațională a consumatorilor pe categorii de cerere, în funcție de estimările probabilității implementării diverselor proiecte de utilizare a gazelor.

Au fost calculați coeficienții tipului de zip pentru consumatorii din sectorul rezidențial-individual care este legitatea variației consumului de gaze pe zilele săptămânii.

S-a realizat corectarea formulei de calcul a  $K_{ij}$  expusă în metodologia NARUK, s-a dedus formula de calcul a  $f(T)_{ij}$ .

S-a determinat funcția  $f(T)$  care ia în considerare inerția termică a îngrădirilor cladirilor din sectorul rezidențial-individual.

O caracteristică universală multi-parametrică expertă a prognozei consumurilor de gaze a fost construită pentru a forma prioritățile pentru implementarea lor sub forma unui set de variabile ca parte integrantă a sistemului expert.

✓ *Dezvoltării pieței gazelor naturale în situația economică actuală din Republica Moldova*

Dacă analizăm situația de pe piața gazelor naturale din Republica Moldova, constatăm că 99,9% dintre acestea sunt importate din Rusia, prin intermediul companiei Gazprom S.A., care, după toate



standardele, este un gigant economic și deține cea mai mare rezervă de gaze naturale din lume, rezervă estimată la 33,1 mii milioane m<sup>3</sup>. Atât pentru economia Republicii Moldova, cât și pentru fiecare cetățean în parte, costul gazelor importate joacă un rol decisiv. Micșorarea acestui cost favorizează creșterea economică, atragerea de investiții, creșterea concurenței produselor fabricate pentru piața internă și cea externă.

În anul 2022, concernul S.A.D. Gazprom din Federația Rusă a continuat să fie unica sursă de gaze naturale pe piața din Republica Moldova. Volumul total de gaze naturale achiziționate a constituit 1053,1 mil.m<sup>3</sup>. Comparativ cu anul 2021, acesta s-a micșorat cu 2,1%, fiind inversată tendința de diminuare, ce a persistat în ultimii nouă ani consecutiv, exceptând anul 2010, când s-a înregistrat o creștere de 5,5 la sută.

Referitor la dinamica livrărilor utile de gaze naturale consumatorilor în parte, pe întreprinderile de distribuție, în anul 2022, se cere menționat că majoritatea dintre acestea (9 din 12 întreprinderi) au înregistrat o creștere a volumelor de gaze livrate. Cele mai semnificative majorări, cu 5,7-9,4%, au înregistrat trei întreprinderi: S.R.L. „Bălți-gaz”, S.R.L. „Edineț-gaz” și S.R.L. „Ștefan Vodă-gaz”. Restul de 6 întreprinderi au obținut creșteri mai mici, cuprinse între 0,5 și 3,1%. Totodată, în zonele deservite de trei întreprinderi de distribuție, au avut loc diminuări ale consumului, dintre care cea mai relevantă descreștere, de 14,8%, i-a revenit S.R.L. „Orhei-gaz”, în timp ce, pentru celelalte două întreprinderi, S.R.L. „Cimișlia-gaz” și S.R.L. „Ungheni-gaz”, diminuarea a fost nesemnificativă, de 1,2% și, respectiv, 1,8%. Pentru ultimele două întreprinderi această tendință este caracteristică deja al patrulea an consecutiv.

Urmare a evoluției neuniforme a consumului pe zonele de deservire ale operatorilor rețelelor de distribuție, în anul 2022, au avut loc modificări ale ponderii acestora în livrările utile totale de gaze naturale. Astfel, grație majorării livrărilor de către S.R.L. „Bălți-gaz”, S.R.L. „Edineț-gaz” și S.R.L. „Ialoveni-gaz”, cota-parte a acestora în structura livrărilor utile totale s-a majorat cu 0,5, 0,3 și, corespunzător, 0,1%. În același timp, cel mai semnificativ a diminuat ponderea S.R.L. „Orhei-gaz”, cu 0,5%. S.A. „Moldovagaz” (ca furnizor de gaze naturale în zona de deservire a S.R.L. „Chișinău-gaz”), cu 0,4%, iar cota-parte a S.R.L. „Florești-gaz” și S.R.L. „Cimișlia-gaz” a descrescut cu câte 0,1% fiecare. În cazul celorlalte cinci întreprinderi, ponderea în livrările totale de gaze naturale a rămas la nivelul anului 2021.

Tendința de descreștere a consumului, la această categorie, se face simțită al patrulea an consecutiv, fenomen, care are loc în condițiile de continuare a procesului de gazificare și de majorare a numărului de consumatori casnici.

Ponderea consumatorilor casnici a constituit 28,9%, cu 0,5% mai puțin decât în anul 2013, iar ponderea instituțiilor publice a alcătuit 4,4%, cu 0,1 % mai puțin decât în anul 2013. În același timp, cota altor agenți economici (exceptându-i pe cei din sectorul energetic) a fost de 25,3 la sută, în creștere cu 0,8% față de anul 2013.

✓ *Studierea problemei de prognoză a volumului consumului de gaze naturale*

Variația consumului de energie în diverse sfere a activității umane conduce evident la mutații importante în structura consumului de gaze naturale, iar ca o consecință, și a emisiilor gazelor cu efect de seră, care dezechilibrează serios clima planetei.

Simplele extrapolări a ritmurilor actuale de modificare a necesităților populației în bunuri materiale, produse alimentare, energie electrică și termică etc., scot în evidență problemele complexe și dificile cu care se vor confrunta comunitățile în etapele viitoare.

În acest context, problemele determinării, monitorizării și dirijării consumului de gaze naturale, precum și estimarea posibilităților de acoperire a neuniformității acestuia, constituie o necesitate acută, o problemă care frământă specialiștii din domeniu atât la nivel mondial cât și pentru fiecare țară în parte. În această ordine de idei necesitatea corelării dezvoltării energeticii cu creșterea populației, nivelul de viață, structura alimentației în contextul actualelor rezerve de materii prime și energie din Republica Moldova, fac obiectul conceperii a numeroase cercetări de prognoză.

Acestea la rândul lor, trebuie bazate pe analize științifice a realității prezente în scopul desprinderii tendințelor viitoare a mutațiilor care pot interveni în tehnologii, în organizarea societății în raport dintre om și mediul înconjurător. Centrele științifice din lume în ultimii ani sunt preocupate tot mai mult de problemele viitorului, promovând tot mai activ abordarea complexă și completă a problemelor fundamentale care vor sta în fața omenirii. Importanța prognozei consumului de gaze pentru Republica Moldova este condiționată de multiplele probleme cu care se confruntă actualmente sectorul de aprovizionare cu gaze naturale.

Cele mai importante și globale deziderate care impun conceperea unei prognoze a consumului de gaze în Republica Moldova sunt:

1. Importul aproape în întregime a gazelor naturale din exteriorul țării;
2. Lipsa posibilităților de stocare a gazelor naturale pe teritoriul țării;
3. Impunerea de către furnizorii externi de gaze naturale a unor prevederi contractuale categorice, în ceea ce privește respectarea condițiilor contractuale;

4. Evoluția modificării consumului de gaze în ultima perioadă ca rezultat al schimbărilor climatice și modului de viață, folosirii tehnicii performante de ardere a gazelor naturale și tehnologiilor noi performante;

5. Influența conjuncturii pe piața purtătorilor de energie. În scopul inițierii unui studiu științific amplu de prognoză a consumului de gaze naturale, în prezenta lucrare pe lângă aspectele generale a activității de prognoză, se analizează evoluția consumului de gaze naturale la nivel de țară și pe sectoare de consum, optând simultan și pentru scoaterea în evidență a neuniformităților consumului și a factorilor care influențează neuniformitatea acestuia

✓ *Scopurile și obiectivele prognozării consumului de gaze*

Prognoza consumului de gaze este o activitate științifică a cărei sarcină principală este prognozarea consumului de gaze pe baza analizei calculelor și interpretărilor unui set divers de date, astfel încât în final să existe un acord cât mai mare între consumurile prognozate și cele reale.

Activitatea de prognozare a consumului de gaze presupune:

- ✓ Identificarea cauzelor care influențează consumul de gaze;
- ✓ Determinarea calitativă și apoi cantitativă a formei legii (corelația) dintre cauză și efect;
- ✓ Utilizarea corelației stabilite anterior pentru prognoza eficientă a consumului viitor;
- ✓ Verificarea prognozei cu valorile efective de consum în viitor pentru a corecta corelația dintre consumul de energie și cauzele care îl determină.

Aspectele de bază ale activității de prognoză sunt:

- ✓ alegerea metodei de prognoză;
- ✓ acuratețea prognozei;
- ✓ orizontul de prognoză.

Procesul activității de prognoză a consumului de gaze va permite determinarea nivelurilor de consum în contextul organizării societății, al structurii industriei și al indicatorilor economici rezultați pentru fiecare nivel de dezvoltare.

Astfel, este clar că prognoza trebuie să se bazeze pe analiza științifică a realităților prezente, pentru a determina tendințele viitoare ale consumului de gaze.

Consumul de gaz este influențat de o serie de parametri aleatori (cauze):

- ✓ factori climatici: temperatura medie a zilei, durata zilnică a soarelui, viteza vântului, cantitatea de precipitații;
- ✓ factori demografici: în această categorie intra ritmul de creștere a populației, numărul de locuitori dintr-o zonă sau dintr-o anumită țară, natalitatea, creșterea populației etc.;
- ✓ factori economici: produsul național brut, productivitatea muncii, venitul mediu pe locuitor, ritmul de dezvoltare economică, nivelul de dotare tehnologică, nivelul de trai și calitatea vieții; un element esențial este prețul de cost al gazelor, care este legat de raportul dintre cerere și ofertă, pe de o parte, și de mărimea rezervelor, inclusiv de politica economică adoptată, pe de altă parte;
- ✓ alți factori: regimul de consum sezonier și diurn, întreruperi temporare de alimentare cu gaze din sistemul principal de transport, în perioadele de lucrări de reparații, funcționarea sistemului sub acțiunea unor factori perturbatori.

Prognozele, în funcție de scopul lor, pot fi:

- ✓ previziuni teritoriale;
- ✓ previziuni pe industrii sau tipuri de consumatori;
- ✓ prognoze la nivel național.

Orizontul prognozei - sau intervalul de timp pentru care se face prognoza:

- ✓ prognoza pe termen scurt ( $t < 5$  ani);
- ✓ prognoza pe termen mediu ( $5 \text{ ani} < t < 15\text{-}20$  ani);
- ✓ prognoza pe termen lung ( $t > 15\text{-}20$  ani).

Principalele caracteristici ale activităților de prognoză sunt:

- ✓ caracter sistemic – se relevă prin evidențierea legăturilor dintre sectorul energetic și sistemul economic și social pe care îl deservește;
- ✓ natura dinamică - prognoza care se produce în timp să fie continuă, periodică;
- ✓ joacă un rol major în activitățile tehnice și economice în fundamentarea deciziilor, reglementarea consumurilor, fundamentarea alimentărilor cu gaze naturale etc.



## Bibliografie

1. Regulile pieței gazelor naturale, aprobate de ANRE pe 20.12.2019.
2. Tonu V. Concepția organizării și administrării pieței de gaze naturale a Republicii Moldova. Conferința Tehnico-științifică internațională, Culegere de articole: Problemele actuale ale urbanismului și amenajării teritoriului, Ediția X-a jubiliară, 27 noiembrie 2020, Chișinău 2021, pag. 323, 0,3 c.t.
3. Tonu V. Soluții de echilibrare a sistemelor de transport și distribuție a Republicii Moldova în spiritul Directivelor Uniunii Europene. Conferința tehnico-științifică internațională, Culegeri de articole: Problemele actuale ale urbanismului și amenajării teritoriului, Ediția X-a jubiliară. 27 noiembrie 2020, Chișinău 2021, pag. 317, 0,3 c.t.
4. Țuleanu C., Tonu V. Distribuția și utilizarea gazelor naturale combustibile. Tipografia Academiei de Științe a Moldovei. Chișinău, 2007. 34,5 c.t.
5. Metodologia pentru prognozarea, în baza profilurilor standardizate de consum (*metoda PSC*), a consumului zilnic pentru fiecare categorie de consumatori finali la care evidența consumului de gaze naturale nu este realizată în regim zilnic).
6. Ионин А.А. Газоснабжение. Москва.: Стройиздат, 1989г. 415с.
7. Енин П.М. и др. Газоснабжение жилищно-коммунальных объектов, Киев; Будивельник, 1981г.
8. Metodologia pentru prognozarea, în baza profilurilor standardizate de consum, a consumului zilnic pentru fiecare categorie de consumatori finali la care evidența consumului de gaze naturale nu este realizată în regim zilnic. NARUC, SUA, 2022.
9. Metodologie pentru prognozarea ieșirilor contorizate cu o frecvență care nu este zilnică ale utilizatorilor de rețea, București, România, noiembrie 2020.
10. Forecasting method measured less often than daily amounts of the network received by the user. Warszawa, September, 2016.
11. The methodology for forecasting is not measured daily acquisitions of network users natural gas in the area of balancing gas networks of the Republic of Slovenia, which was published on 16.11.2016 and came into force on 17.11.2016.
12. Ensembling methods for countrywide short term forecasting of gas demand, Andrea Marziali<sup>1</sup>, Emanuele Fabbiani<sup>1</sup>, and Giuseppe De Nicolao<sup>1</sup> <sup>1</sup>Department of Electrical, Computer and Biomedical Engineering, University of Pavia, 26th January 2021

