

NR 1 (47) 2026

METROLOGIE

REVISTA INSTITUTULUI NAȚIONAL DE METROLOGIE DIN REPUBLICA MOLDOVA



Institutul
Național
de Metrologie

ISSN 2345-1289

E-ISSN 3082-1622

**20 mai –
Ziua Mondială
a Metrologiei**



PREZENTĂRI
ȘI SINTEZE

METROLOGIE
GENERALĂ

CERCETĂRI
ȘI REZULTATE

COLABORARE
INTERNAȚIONALĂ

METROLOGIE
LEGALĂ



www.inm.md

COLEGIUL DE REDACȚIE

Diana Bejenaru, redactor șef

Director, INM

Teodor Bîrsa, redactor șef adjunct

Specialist principal Secția Aprobări de Model
a Mijloacelor de Măsurare
Direcție Metrologie Legală, INM

Diana Gaina, redactor

Specialistă principală Secție Metrologie
Interdisciplinară, INM

Ecaterina Chemenciji, redactor-editor

Șefă Secție Metrologie Interdisciplinară, INM

MEMBRII CONSILIULUI ȘTIINȚIFIC EDITORIAL

Fănel Iacobescu,

Președinte de onoare al CȘE al INM
Prof. univ., dr. ing., dr. h.c., Președinte RENAR

Leonid Culiuc

Academician, al Academiei de Științe
din Moldova

Ilie Nucă,

Conferențiar universitar, doctor în științe tehnice
Universitatea Tehnică din Moldova

Andrei Chiciuc,

Conferențiar universitar, doctor în științe tehnice
Universitatea Tehnică din Moldova

Alexandru Tarlajan,

Doctor în științe tehnice Universitatea Tehnică din Moldova

Adresa redacției:

Institutul Național de Metrologie,
Str. E. Coca, nr. 28, or. Chișinău, MD-2064
Republica Moldova,
Tel.: /+373/ 22 903 100
e-mail: revista@inm.gov.md

Toate drepturile asupra materialelor publicate în revistă sunt rezervate INM. Punctele de vedere exprimate în articolele publicate aparțin autorilor. Redacția își rezervă dreptul de a prezenta și alte opinii.

Cererile pentru procurarea revistei și pentru abonamente vor fi adresate la INM, la adresa de e-mail: revista@inm.gov.md sau la tel. (+373) 22 903 117, (+373) 22 903 104.

Publicația periodică de specialitate – revista „Metrologie”, editată de Institutul Național de Metrologie, este destinată reflectării realizărilor și perspectivelor cercetărilor științifice în domeniul metrologiei în Republica Moldova, familiarizării comunității metrologice din țară cu realizări internaționale din domeniu, promovării noilor tehnici de măsurare, dezvoltate în laboratoarele de încercări și etalonări autohtone, publicării rezultatelor comparărilor interlaborator naționale și internaționale.

Reguli de prezentare a articolelor pentru revista „Metrologie”:

Generalități

Lucrările trimise spre publicare trebuie să reprezinte contribuții originale ale autorului. Responsabilitatea pentru veridicitatea informațiilor prezentate revine autorului. Redacția își rezervă dreptul de a nu publica lucrările pe care le consideră necorespunzătoare. Manuscrisele articolelor nu se înapoiază autorilor.

Reguli de redactare

- ✓ Articolele vor avea minim 2 și maxim 10 pagini, vor fi redactate la calculator cu utilizarea editorului de texte MICROSOFT WORD sub WINDOWS, cu caractere Times New Roman, corp de literă 11, și vor fi trimise la redacție pe suport electronic (CD, e-mail, Flash) însoțite de un exemplar tipărit. Desenele și imaginile vor fi alb-negru, încorporate în articol și pe un fișier separat (format jpg).
- ✓ Articolele vor fi prezentate în limbile română/rusă (cu traducere în engleză) sau engleză.
- ✓ Articolele trebuie să fie însoțite de un rezumat de maximum 100 cuvinte, în limbile română/rusă sau engleză, și de o listă de cuvinte cheie.
- ✓ Autorii vor indica numele și prenumele, titlurile științifice, funcția, locul de muncă, adresa (inclusiv electronică) și telefonul de contact.
- ✓ Nu se admit prescurtări, în afară de cele recunoscute și de largă utilizare.
- ✓ Indicarea materialului bibliografic se va face complet: autor, titlu în limba originală, ediția, numărul volumului, locul publicării, editura, anul apariției.
- ✓ Referințele bibliografice vor fi marcate în text prin indicarea numărului de ordine al lucrării, încadrat în paranteze drepte.



ISSN 2345-1289

CUPRINS

METROLOGIE GENERALĂ. CERCETĂRI ȘI REZULTATE

E. CHEMENCII

Metrologia interdisciplinară în cadrul TC-IM: Rezultate și perspective 6

T. POPA

Analizoare de gaze, inclusiv cu funcție de semnalizare – Rolul metrologiei în asigurarea măsurărilor corecte ale concentrației gazelor 10

N. FURNICA

Timpul este o dimensiune fizică fundamentală ce măsoară existența și transformările universului 15

A. GHERLIH, T. APOSTOL, C. TONU, D. MARCO

Metrologia legală a stațiilor de încărcare pentru vehicule electrice – provocări și perspective pentru Republica Moldova în contextul proiectului Met4EVCS 19

L. CROITOR

Analiza stabilității și a derivei în timp a filtrelor neutre utilizând indicatori metrologici și metode statistice 26

METROLOGIE LEGALĂ

Ordinele Ministerul Dezvoltării Economice și Digitalizării 36

Hotărârile INM 37

20 Mai 2026

Ziua Mondială a Metrologiei

Metrologia: Consolidarea Încrederii în
Elaborarea Politicilor



s m kg A K cd mol

Când deciziile sunt măsurate, încrederea urmează

ZIUA MONDIALĂ A METROLOGIEI – 20 Mai 2026

Tematica pentru acest an – „Metrologia: Consolidarea încrederii în elaborarea politicilor”

Conform unei bune tradiții deja formate, anual la 20 mai sărbătorim Ziua Mondială a Metrologiei. O sărbătoare celebrată încă din 20 mai 1875, când a avut loc semnarea Convenției Metrului, primul tratat diplomatic internațional.

Ziua Mondială a Metrologiei evidențiază rolul vital al științei măsurărilor fiind coloana vertebrală a economiei și științei, oferind cadrul necesar pentru comerț echitabil, sănătate și inovație.

Ziua Mondială a Metrologiei din acest an se desfășoară sub genericul „**Metrologia: Consolidarea încrederii în elaborarea politicilor**”.

Importanța politicilor în metrologie constă în stabilirea unui cadru legal și normativ care garantează fiabilitatea măsurărilor. Institutul Național de Metrologie sprijină și promovează politicile naționale de metrologie prin asigurarea uniformității, legalității și trasabilității măsurărilor pe teritoriul Republicii Moldova.

Cu toții trebuie să avem un moment de reflecție și să ne gândim cum contribuim la crearea unei lumi mai sigure, mai eficiente și mai sustenabile prin intermediul standardelor și politicilor.

Este important să se înțeleagă și să se aprecieze continuu importanța politicilor în domeniul metrologiei și contribuția lor la corectitudinea măsurărilor. Cu măsurări precise, putem construi un viitor mai sigur și mai eficient în toate aspectele vieții noastre.

Institutul Național de Metrologie oferă încredere în rezultatele măsurărilor, o încredere indispensabilă pentru funcționarea eficientă și sigură a societății moderne.

Cu prilejul Zilei Mondiale a Metrologiei și cei 21 ani de când Republica Moldova a aderat în calitate de membru asociat al Conferinței Generale de Măsuri și Greutăți (CGPM) a Organizației Internaționale de Metrologie la “Convenția Metrului”, Institutul Național de Metrologie transmite un mesaj de apreciere și respect tuturor celor care activează în domeniul metrologiei.

Vă mulțumim pentru precizia și acuratețea măsurărilor pe care le efectuați zi de zi!

La mulți ani, stimați colegi!

METROLOGIA INTERDISCIPLINARĂ ÎN CADRUL TC-IM: REZULTATE ȘI PERSPECTIVE



Institutul Național de Metrologie
Ecaterina CHEMENCII, șefă,
Secția Metrologie Interdisciplinară
e-mail: ecaterina.chemenciji@inm.gov.md

Rezumat: *Metrologia Interdisciplinară reprezintă un domeniu strategic în dezvoltarea infrastructurii moderne de măsurare, având rolul de a integra principiile trasabilității și asigurării calității măsurărilor în aplicații complexe, multidisciplinare și intens digitalizate. În cadrul EURAMET, Comitetul Tehnic pentru Metrologie Interdisciplinară (TC-IM) coordonează activități orientate spre dezvoltarea și armonizarea abordărilor metrologice aplicabile în domenii emergente, precum digitalizarea, managementul datelor, rețelele de senzori, măsurările dinamice, monitorizarea climatică și sistemele autonome.*

Articolul prezintă principalele teme abordate în cadrul ședinței anuale TC-IM 2026, organizată de Laboratoire National de Métrologie et d'Essais (LNE), Paris, Franța, evidențiind direcțiile strategice discutate, proiectele aflate în desfășurare și perspectivele privind consolidarea cooperării europene în domeniul metrologiei interdisciplinare. Sunt analizate inițiativele privind certificarea digitală a etalonărilor, infrastructurile de date metrologice, dezvoltarea competențelor profesionale și susținerea domeniilor emergente prin soluții metrologice avansate.

Cuvinte-cheie: *metrologie interdisciplinară, EURAMET, TC-IM, digitalizare, trasabilitate, managementul datelor, certificate digitale de etalonare.*

INTRODUCERE

Transformările tehnologice din ultimele decenii au determinat extinderea semnificativă a rolului metrologiei în domenii care depășesc cadrul tradițional al măsurărilor fizice clasice. Dezvoltarea sistemelor inteligente, digitalizarea proceselor industriale, in-

tegrarea tehnologiilor informaționale și necesitatea monitorizării parametrilor de mediu au generat cerințe noi privind acuratețea, comparabilitatea și interoperabilitatea măsurărilor. În acest context, metrologia interdisciplinară capătă o importanță strategică,

deoarece asigură cadrul necesar dezvoltării unor soluții de măsurare adaptate aplicațiilor complexe și multidisciplinare. Domenii precum monitorizarea climatică, rețelele distribuite de senzori, infrastructurile digitale, vehiculele autonome sau cercetările privind fuziunea nucleară necesită abordări metrologice integrate, capabile să combine expertiza din mai multe sectoare științifice și tehnologice.

La nivel european, activitățile în acest domeniu sunt coordonate prin intermediul Comitetului Tehnic EURAMET pentru Metrologie Interdisciplinară (TC-IM), structură care facilitează colaborarea între institutele naționale de metrologie și promovează

dezvoltarea unor direcții comune de cercetare și standardizare.

Sedința anuală TC-IM 2026, desfășurată la Laboratoire National de Métrologie et d'Essais (LNE), Paris, Franța, a reunit reprezentanți ai institutelor naționale de metrologie, coordonatori de proiecte și experți implicați în dezvoltarea infrastructurii metrologice europene. Reuniunea a avut ca obiectiv principal evaluarea progresului proiectelor aflate în derulare și identificarea direcțiilor strategice necesare consolidării metrologiei interdisciplinare în contextul transformării digitale și al provocărilor tehnologice actuale.



Figura 1. Participanți ai CT-IM, LNE – Paris

ROLUL TC-IM ÎN CADRUL EURAMET

Comitetul Tehnic pentru Metrologie Interdisciplinară are rolul de a coordona activitățile metrologice care implică domenii emergente sau aplicații cu caracter transversal, unde abordările convenționale nu sunt suficiente pentru a răspunde cerințelor actuale privind trasabilitatea și validarea măsurărilor.

Activitatea TC-IM este orientată spre:

- facilitarea colaborării între institutele naționale de metrologie;
- dezvoltarea și armonizarea metodologiilor de măsurare;
- promovarea digitalizării infrastructurilor metrologice;
- susținerea schimbului de bune practici și expertiză;
- dezvoltarea competențelor profesionale în domenii interdisciplinare;
- integrarea tehnologiilor emergente în procesele metrologice.

Prin activitățile desfășurate, TC-IM contribuie la consolidarea infrastructurii europene de măsurare și la dezvoltarea unor soluții adaptate noilor cerințe tehnologice și industriale.

PRINCIPALELE TEME ABORDATE ÎN CADRUL ȘEDINȚEI TC-IM 2026

➤ Digitalizarea proceselor metrologice

Unul dintre subiectele centrale ale reuniunii a fost accelerarea procesului de digitalizare a infrastructurii metrologice europene. În acest context, proiectul IM1448 – *Digital Calibration Certificates (DCC)* ocupă un rol esențial în dezvoltarea unor sisteme interoperabile pentru emiterea și gestionarea certificatelor digitale de etalonare.

Participanții au evidențiat faptul că implementarea DCC va contribui la:

- creșterea eficienței proceselor de etalonare;
- reducerea riscurilor asociate transferului manual de date;
- facilitarea schimbului automatizat de informații;
- îmbunătățirea trasabilității și integrității datelor metrologice.

Totodată, s-a subliniat necesitatea armonizării structurilor de date și a standardelor utilizate la nivel european, pentru a asigura compatibilitatea între diferitele sisteme informatice utilizate de institutele naționale de metrologie și laboratoarele acreditate.

➤ Managementul datelor metrologice

În contextul extinderii proceselor digitale, gestionarea eficientă și securizată a datelor metrologice reprezintă o prioritate strategică. În cadrul proiectului IM1449 – *Data Management* au fost analizate aspecte privind:

- structurile standardizate pentru schimbul de date;
- interoperabilitatea platformelor digitale;
- securitatea și integritatea informațiilor;
- utilizarea infrastructurilor cloud;
- integrarea tehnologiilor bazate pe inteligență artificială.

Participanții au evidențiat faptul că dezvoltarea unor cadre comune pentru managementul datelor este esențială pentru funcționarea eficientă a infrastructurii metrologice europene și pentru susținerea proceselor de transformare digitală.

➤ Metrologia rețelelor de senzori

În cadrul proiectului IM1551 – *Sensor Network Metrology* au fost discutate provocările asociate utilizării sistemelor distribuite de măsurare și rețelelor inteligente de senzori.

Extinderea aplicațiilor bazate pe senzori în industrie, monitorizarea mediului și infrastructurile inteli-

gente generează necesitatea dezvoltării unor metode de validare și evaluare a performanței acestor sisteme.

Discuțiile au vizat în special:

- asigurarea trasabilității în rețele distribuite;
- sincronizarea și validarea datelor;
- evaluarea incertitudinii în sisteme complexe;
- interoperabilitatea senzorilor și platformelor digitale.

➤ Metrologie pentru acțiuni climatice

Proiectul IM1673 – *Metrology for Climate Actions* reflectă importanța crescândă a metrologiei în susținerea politicilor privind schimbările climatice și monitorizarea mediului.

În cadrul reuniunii s-a evidențiat faptul că dezvoltarea unor metode de măsurare trasabile și comparabile este esențială pentru:

- monitorizarea parametrilor climatici;
- evaluarea emisiilor și poluanților;
- validarea modelelor climatice;
- susținerea deciziilor bazate pe date științifice fiabile.

Participanții au subliniat necesitatea intensificării colaborării între institutele de metrologie și organizațiile implicate în monitorizarea mediului și dezvoltarea politicilor climatice.

➤ Măsurări dinamice

Dezvoltarea de metode și standarde pentru măsurări în condiții dinamice, unde variațiile rapide ale parametrilor impun cerințe ridicate de acuratețe și trasabilitate. Acest domeniu este esențial pentru aplicații industriale avansate și sisteme complexe.

Vehicule autonome

Participanții au analizat provocările metrologice asociate sistemelor autonome, inclusiv evaluarea performanței senzorilor, validarea algoritmilor și asigurarea siguranței funcționale.

Fuziune nucleară

De asemenea, au fost discutate perspectivele privind contribuția metrologiei la cercetările în domeniul fuziunii nucleare, unde măsurările precise în condiții extreme reprezintă un element critic pentru dezvoltarea tehnologiilor experimentale.

Metrologie pentru acțiuni climatice

Intensificarea contribuției metrologiei la monitorizarea mediului și susținerea politicilor privind schimbările climatice, inclusiv dezvoltarea de metode și indicatori specifici.

➤ Dezvoltarea capacităților metrologice – BoDWG Capacity Building

Un subiect important al reuniunii a fost reprezentat de activitățile desfășurate în cadrul programelor de *Capacity Building* coordonate de EURAMET prin intermediul *Board of Directors Working Group (BoDWG)*.

Aceste inițiative urmăresc consolidarea infrastructurii metrologice în statele aflate în proces de dezvoltare a capacităților metrologice, prin:

- programe de instruire și formare profesională;
- proiecte colaborative;
- activități de mentoring și twinning;
- schimburi de experți și vizite tehnice;
- sprijin pentru participarea la comparații internaționale.

În cadrul TC-IM, aceste activități contribuie la facilitarea accesului institutelor la tehnologii moderne și la creșterea gradului de implicare în proiectele europene dedicate digitalizării și domeniilor interdisciplinare.

➤ Activitatea grupului WGM4D

În cadrul reuniunii a fost prezentată activitatea grupului *Working Group on Metrology for Digitalisation (WGM4D)*, care coordonează inițiativele EURAMET dedicate transformării digitale în metrologie.

Au fost evidențiate următoarele direcții principale:

- dezvoltarea și implementarea certificatelor digitale de etalonare;
- standardizarea formatelor de date;
- dezvoltarea infrastructurilor digitale interoperabile;
- promovarea utilizării tehnologiilor moderne în procesele metrologice;
- coordonarea colaborării dintre comitetele tehnice EURAMET.

Participanții au subliniat rolul strategic al WGM4D în modernizarea infrastructurii europene de măsurare și în susținerea interoperabilității între institutele naționale de metrologie.

CONCLUZII

Ședința anuală TC-IM 2026 a evidențiat importanța consolidării colaborării europene în domeniul metrologiei interdisciplinare și necesitatea adaptării infrastructurii metrologice la cerințele generate de transformarea digitală și dezvoltarea tehnologiilor noi.

Discuțiile desfășurate au confirmat faptul că digitalizarea proceselor metrologice, managementul avansat al datelor, dezvoltarea rețelelor inteligente de senzori și susținerea domeniilor emergente reprezintă direcții prioritare pentru activitatea viitoare a TC-IM.

Totodată, reuniunea a subliniat importanța dezvoltării competențelor profesionale și a implicării active a institutelor naționale de metrologie în proiectele europene dedicate inovării și armonizării infrastructurilor de măsurare.

Prin activitățile sale, TC-IM contribuie la dezvoltarea unui sistem metrologic european modern, interoperabil și adaptat provocărilor actuale, consolidând încrederea în rezultatele măsurărilor și susținând progresul științific, tehnologic și industrial.



Figura 2. LNE (Laboratoire national de métrologie et d'essais)

ANALIZOARE DE GAZE, INCLUSIV CU FUNCȚIE DE SEMNALIZARE – ROLUL METROLOGIEI ÎN ASIGURAREA MĂSURĂRILOR CORECTE ALE CONCENTRAȚIEI GAZELOR



Institutul Național de Metrologie
Tudor Popa, Șef adjunct
Direcția Metrologie Legală
e-mail: tudor.popa@inm.gov.md
tel: (+373 22) 903 133

Rezumat: *Articolul prezintă principalele caracteristici constructive ale analizoarelor de gaze, principiile de măsurare utilizate pentru determinarea concentrației componentelor gazoase și rolul metrologiei în asigurarea corectitudinii măsurărilor. De asemenea, este analizată diferența dintre analizoarele de gaze cu funcție de semnalizare și dispozitivele simple de avertizare, care nu efectuează măsurări cantitative. Sunt evidențiate cerințele metrologice și importanța verificării acestor mijloace de măsurare pentru asigurarea fiabilității rezultatelor.*

Cuvinte cheie: *metrologia legală, mijloace de măsurare, legalizarea mijloacelor de măsurare, analizoare de gaze, inclusiv cu funcție de semnalizare, aprobare de model, verificare metrologică, control metrologic legal, precizie metrologică, măsurători comerciale.*

INTRODUCERE

Analizoarele de gaze reprezintă mijloace de măsurare utilizate pentru determinarea concentrației diferitelor componente gazoase prezente în aer sau în gazele de ardere. Aceste echipamente sunt utilizate pe scară largă în domenii precum monitorizarea mediului, controlul proceselor industriale, verificarea instalațiilor de ardere și asigurarea securității muncii. Spre deosebire de simplele semnalizatoare de gaze, analizoarele determină cantitativ concentrația gazelor și oferă rezultate de măsurare exprimate în unități metrologice definite.

Determinarea concentrației gazelor reprezintă un element important în numeroase domenii tehnice și industriale. În procesele de ardere, de exemplu, monitorizarea compoziției gazelor evacuate permite optimizarea eficienței energetice, reducerea emisiilor poluante și asigurarea funcționării sigure a instalațiilor.

În acest context, analizoarele de gaze sunt utilizate pentru determinarea concentrației unor componente precum oxigenul (O_2), monoxidul de carbon (CO), dioxidul de carbon (CO_2), oxizii de azot (NO,

NO₂), metanul (CH₄) sau alți compuși combustibili. În funcție de domeniul de utilizare, aceste instrumente pot avea și funcție de avertizare, semnalizând depășirea anumitor praguri de concentrație.

Din punct de vedere metrologic, analizoarele de gaze sunt considerate mijloace de măsurare, deoarece furnizează rezultate cantitative ale măsurării, exprimate în unități specifice precum ppm (părți per milion), % volum sau mg/m³.

DOMENII DE UTILIZARE ALE ANALIZOARELOR DE GAZE

Analizoarele de gaze sunt utilizate într-o gamă largă de aplicații, printre care:

- monitorizarea gazelor de ardere în centrale termice și cazane;
- controlul proceselor industriale;
- evaluarea emisiilor poluante în atmosferă;
- verificarea sistemelor de ventilație și combustie;
- monitorizarea siguranței în spații industriale sau în medii cu risc de acumulare a gazelor combustibile sau toxice.

În cazul instalațiilor de ardere, analizoarele sunt utilizate pentru determinarea compoziției gazelor rezultate în urma procesului de combustie, ceea ce permite evaluarea eficienței arderii și reglarea parametrilor de funcționare ai echipamentelor.

CONSTRUCȚIA ȘI CLASIFICAREA ANALIZOARELOR DE GAZE

Analizoarele de gaze sunt sisteme de măsurare relativ complexe, proiectate pentru determinarea cantitativă a concentrației unor componente gazoase în amestecuri de gaze. Din punct de vedere constructiv, aceste dispozitive includ mai multe module funcționale care permit prelevarea probei, detectarea gazului analizat, procesarea semnalului și afișarea rezultatului măsurării.

În mod general, structura unui analizor de gaze cuprinde următoarele componente principale:

- **sistemul de prelevare a probei**, format din sondă de aspirare, conducte de transport, filtre de particule și eventual sisteme de eliminare a condensului;
- **sistemul de condiționare a gazului**, care poate include răcirea probei, uscarea acesteia sau stabilizarea temperaturii;
- **modulul de detecție (senzorul de gaz)**, responsabil de conversia fenomenului fizic sau chimic într-un semnal electric;
- **unitatea electronică de procesare**, care amplifică și procesează semnalul provenit de la senzor;
- **unitatea de afișare și interfață utilizator**, unde sunt prezentate rezultatele măsurării;
- **sistemul de semnalizare**, care poate genera alarme vizuale sau acustice în cazul depășirii anumitor praguri de concentrație.



Figura 1. Structura unui analizor de gaze (model)

Tipuri de senzori utilizați în analizoarele de gaze:

Performanța metrologică a analizorului depinde în mod direct de tipul sensorului utilizat. În practică sunt utilizate mai multe tehnologii de detecție, fiecare fiind optimizată pentru anumite tipuri de gaze.

➤ Senzori electrochimici

Acești senzori sunt printre cei mai utilizați pentru determinarea gazelor toxice precum:

- monoxidul de carbon (CO)
- oxizii de azot (NO, NO₂)
- hidrogenul sulfurat (H₂S)

Principiul lor de funcționare se bazează pe o reacție electrochimică care are loc între gazul analizat și electrozii sensorului. Această reacție generează un curent electric proporțional cu concentrația gazului.

Avantajele principale ale acestor senzori sunt:

- sensibilitate ridicată
- selectivitate bună pentru anumite gaze
- consum redus de energie

Din aceste motive, ei sunt utilizați frecvent în analizoarele portabile de gaze de ardere.

➤ Senzori NDIR (infraroșu nedispersiv)

Acești senzori sunt utilizați pentru măsurarea gazelor care absorb radiație infraroșie, cum ar fi:

- CO₂
- CH₄
- hidrocarburi

Metoda NDIR se bazează pe absorbția radiației infraroșii la lungimi de undă specifice fiecărui gaz. Intensitatea radiației detectate după trecerea prin proba de gaz este corelată cu concentrația acestuia.

Această tehnologie este preferată în multe aplicații datorită:

- stabilității ridicate în timp
- selectivității bune
- duratei mari de viață a sensorului

➤ Senzori catalitici

Aceștia sunt utilizați în principal pentru detectarea gazelor combustibile. Gazul reacționează pe suprafața unui element catalitic încălzit, iar reacția produce o variație a temperaturii și implicit a rezistenței electrice.

➤ Senzori paramagnetici

Această tehnologie este utilizată pentru măsurarea concentrației de oxigen. Oxigenul este un gaz

paramagnetic, iar variația proprietăților magnetice poate fi utilizată pentru determinarea concentrației acestuia.

Clasificarea analizoarelor de gaze:

Analizoarele de gaze pot fi clasificate după mai multe criterii.

❖ După principiul de măsurare

- analizoare electrochimice
- analizoare infraroșu (NDIR)
- analizoare paramagnetice
- analizoare catalitice
- analizoare cu spectrometrie

❖ După modul de utilizare

- analizoare portabile
- analizoare fixe pentru monitorizare continuă
- analizoare industriale de proces

❖ După numărul componentelor analizate

- analizoare monogaz
- analizoare multigaz

DIFERENȚA DINTRE ANALIZOARELE DE GAZE ȘI SEMNALIZATOARELE DE GAZE

În practică, există adesea confuzii între analizoarele de gaze și semnalizatoarele simple de gaze. Această confuzie apare deoarece ambele tipuri de dispozitive sunt utilizate pentru detectarea gazelor și pot include sisteme de alarmă.

Totuși, din punct de vedere metrologic, cele două categorii de echipamente au funcții fundamentale diferite.

Analizoarele de gaze sunt mijloace de măsurare care determină cantitativ concentrația gazelor și furnizează rezultate numerice exprimate în unități de măsură, precum:

- ppm
- % volum
- mg/m³

Aceste instrumente sunt caracterizate prin parametri metrologici specifici, cum ar fi eroarea maximă admisă, repetabilitatea sau stabilitatea în timp.

În schimb, semnalizatoarele simple de gaze sunt dispozitive de avertizare care reacționează doar la depășirea unui prag prestabilit de concentrație. Ele nu determină valoarea concentrației și nu furnizează rezultate de măsurare.

Semnalizatoarele sunt utilizate în principal pentru:

- detectarea scurgerilor de gaz

- avertizarea în cazul acumulării gazelor combustibile
 - sisteme de siguranță domestice sau industriale
- Aceste dispozitive nu sunt considerate mijloace de măsurare deoarece:
- nu furnizează valori cantitative ale concentrației;

- nu au caracteristici metrologice definite (eroare, incertitudine, domeniu de măsurare);
- funcționează doar pe baza unui prag de declanșare.

Din aceste motive, semnalizatoarele nu necesită verificare metrologică, fiind tratate ca dispozitive de siguranță și nu ca instrumente de măsurare.

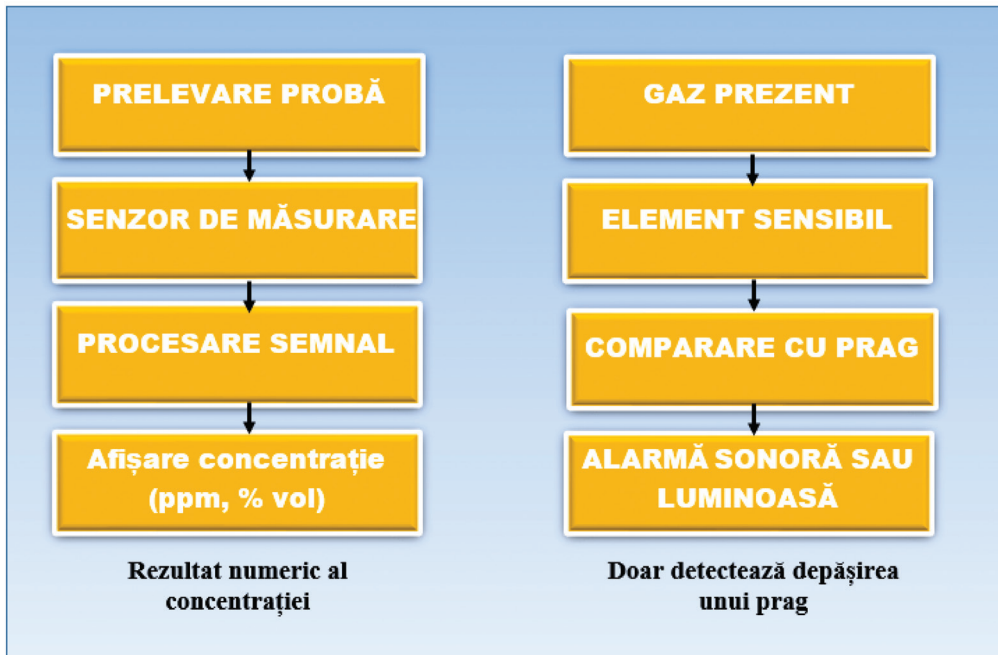


Figura 2. Diferența funcțională dintre analizorul de gaze și semnalizatorul de gaz

CARACTERISTICI TEHNICE ȘI METROLOGICE ALE ANALIZOARELOR DE GAZE

Performanța unui analizor de gaze este definită printr-un set de caracteristici tehnice și metrologice.

Cele mai importante caracteristici sunt:

✓ **Domeniul de măsurare**

Reprezintă intervalul de concentrații în care analizorul poate determina valorile gazului analizat cu precizia specificată. Alegerea corectă a domeniului este esențială pentru utilizarea adecvată a instrumentului.

✓ **Eroarea maximă admisă**

Aceasta reprezintă diferența maximă permisă între valoarea măsurată și valoarea reală a concentrației gazului. Este unul dintre cei mai importanți parametri metrologici și este verificat în cadrul procedurilor de calibrare.

✓ **Repetabilitatea**

Reprezintă capacitatea instrumentului de a produce rezultate similare atunci când aceeași probă

este măsurată în condiții identice.

✓ **Stabilitatea în timp**

Această caracteristică descrie capacitatea analizorului de a menține performanțele metrologice pe perioade îndelungate de utilizare.

✓ **Timpul de răspuns**

Reprezintă intervalul de timp necesar pentru ca analizorul să atingă un anumit procent din valoarea finală a măsurării după expunerea la gazul analizat.

În cadrul verificărilor metrologice sunt evaluate în special:

- eroarea de măsurare
- stabilitatea indicațiilor
- funcționalitatea
- funcționarea corectă a sistemului de detecție

ROLUL METROLOGIEI ÎN UTILIZAREA ANALIZOARELOR DE GAZE

Metrologia joacă un rol esențial în asigurarea fiabilității măsurărilor realizate cu analizoare de gaze. Prin aplicarea principiilor metrologice se asigură trasabilitatea rezultatelor de măsurare la etaloane de referință și comparabilitatea rezultatelor între diferite instrumente și laboratoare.

În practică, evaluarea performanței metrologice a analizoarelor de gaze se realizează prin calibrarea acestora utilizând amestecuri de gaze etalon cu concentrații cunoscute. Aceste materiale de referință sunt produse și certificate astfel încât compoziția lor să fie trasabilă la standarde internaționale.

Prin utilizarea gazelor etalon și prin aplicarea procedurilor de calibrare se pot determina:

- eroarea de măsurare a analizorului
- stabilitatea senzorilor
- deviațiile în timp ale indicațiilor

Trasabilitatea metrologică este esențială pentru ca rezultatele măsurărilor să fie acceptate în domenii precum controlul emisiilor industriale, monitorizarea mediului sau verificarea instalațiilor energetice.

În contextul actual, în care monitorizarea emisiilor poluante și eficiența energetică devin priorități majore, analizoarele de gaze reprezintă instrumente esențiale pentru obținerea unor date fiabile privind compoziția gazelor de ardere.

Prin aplicarea cerințelor metrologice și a procedurilor de verificare și calibrare, se asigură că aceste instrumente furnizează rezultate corecte și comparabile, contribuind astfel la creșterea încrederii în datele utilizate în procese tehnice, industriale și de reglementare.

PLASAREA PE PIAȚĂ ȘI CONTROLUL METROLOGIC AL ANALIZOARELOR DE GAZE ÎN REPUBLICA MOLDOVA

În Republica Moldova, analizoarele de gaze utilizate în domenii reglementate pot fi considerate mijloace de măsurare supuse controlului metrologic legal, în conformitate cu prevederile Legii metrologiei nr. 19 din 4 martie 2016. Scopul acestui control este de a asigura corectitudinea măsurărilor și comparabilitatea rezultatelor obținute cu aceste instrumente.

Introducerea pe piață a analizoarelor de gaze utilizate în domeniul metrologiei legale se realizează prin procedura de aprobare de model. Această procedură

are rolul de a confirma că tipul de mijloc de măsurare îndeplinește cerințele tehnice și metrologice stabilite prin documentele normative aplicabile.

Procedura de aprobare de model presupune evaluarea caracteristicilor constructive și metrologice ale analizorului de gaze, inclusiv:

- domeniul de măsurare;
- eroarea maximă admisă;
- stabilitatea indicațiilor;
- influența factorilor de mediu;
- funcționarea corectă a sistemului de detecție.

În cadrul acestei proceduri sunt analizate documentația tehnică a producătorului, principiul de funcționare al instrumentului, precum și rezultatele încercărilor metrologice efectuate în laboratoare competente.

În cazul în care rezultatele evaluării demonstrează conformitatea cu cerințele stabilite, tipul de analizor este inclus în Registrul de stat al mijloacelor de măsurare admise pentru utilizare în Republica Moldova, iar utilizarea acestuia devine permisă în domeniile reglementate.

După introducerea în exploatare, analizoarele de gaze sunt supuse verificării metrologice, care are rolul de a confirma menținerea caracteristicilor metrologice în timpul utilizării.

În practică se disting două tipuri principale de verificări metrologice:

- Verificarea metrologică inițială

Aceasta se efectuează înainte de punerea în exploatare a mijlocului de măsurare. Scopul verificării inițiale este de a confirma faptul că instrumentul corespunde cerințelor metrologice stabilite pentru tipul respectiv.

- Verificarea metrologică periodică

Verificarea periodică se efectuează la intervale de timp stabilite prin reglementările metrologice sau prin documentația tehnică a instrumentului. Aceasta are rolul de a confirma că analizorul continuă să furnizeze rezultate corecte în timpul exploatarei.

Procedurile de verificare metrologică sunt realizate de către laboratoare de verificări metrologice acreditate, utilizând gaze etalon sau amestecuri de referință cu concentrații cunoscute și trasabile la etaloane metrologice.

Aplicarea acestor proceduri contribuie la menținerea trasabilității metrologice a măsurărilor și la asigurarea încrederii în rezultatele furnizate de analizoarele de gaze utilizate în diferite domenii tehnice și industriale.

TIMPUL ESTE O DIMENSIUNE FIZICĂ FUNDAMENTALĂ CE MĂSOARĂ EXISTENȚA ȘI TRANSFORMĂRILE UNIVERSULUI



Institutul Național de Metrologie
Nadejda FURNICA, șefă
 Secție Documente Normative
e-mail: nadejda.furnica@inm.gov.md
tel.: (+373) 22 903 113

Rezumat: *Măsurarea timpului a devenit o preocupare importantă a omului din cele mai vechi timpuri. De-a lungul secolelor, oamenii au venit cu diverse metode creative de măsurare a timpului, de la mișcarea soarelui, a stelelor, curgerea apei sau a nisipului până la ceasurile atomice cu cesiu, ribidiu și stronțiu de astăzi. Timpul este progresul indefinit continuu al existenței și al evenimentelor care apar în succesiune aparent ireversibilă din trecut, prin prezent și spre viitor.*

Cuvinte cheie: *măsurări, timp, secundă, oră, zi, ceas, univers, clepsidră*

Timpul este omnipresent. Îl măsurăm, îl simțim, îl pierdem și îl câștigăm. Dar ce este cu adevărat timpul? Deși ținem ochii pe ceas în fiecare zi, suntem oare conștienți de puterea pe care au dat-o ceasurile

și cum ne-au modelat ele viețile și lumea? De-a lungul secolelor, oamenii au dezvoltat tot felul de mașinării pentru a indica ora. În continuare vă prezint primele ceasuri ale umaniității.



Figura 1.



Figura 2.

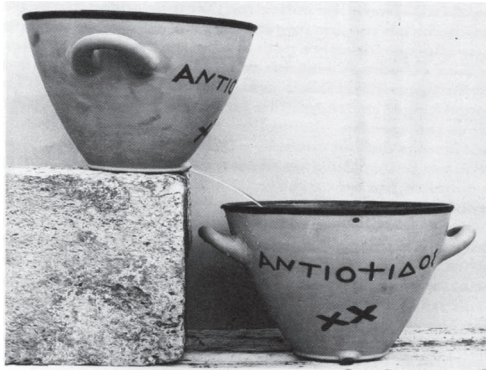


Figura 3.

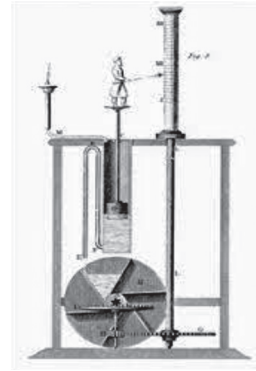


Figura 4.



Figura 5.



Figura 6.

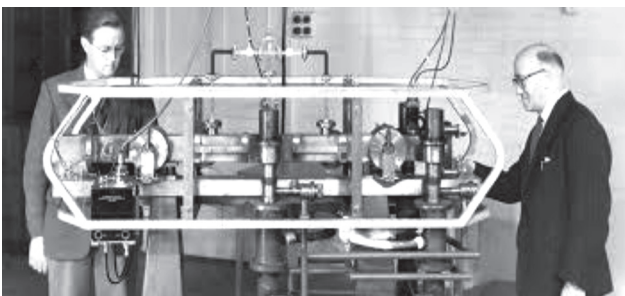


Figura 7.



Figura 8.

Fig. 1 Mecanismul Antikythera – este considerat un calculator mecanic antic realizat pentru calculul pozițiilor astronomice datând din jurul anilor 150-100 î.Hr., descoperit într-o epavă lângă insula grecească Antikythera în 1900-1901. Considerat cel mai vechi calculator analogic din lume, acesta era utilizat pentru a prezice pozițiile astronomice, eclipsele folosind un sistem elaborat de roți dințate din bronz.

Fig. 2 Cadran solar sau ceas solar – un mijloc de măsurare a timpului în funcție de poziția Soarelui. Pe o suprafață plană în forma de cerc, se înfigea un băț în centru, iar umbra acestuia indica mișcarea soarelui. Acest mod de măsurare a timpului avea o precizie limitată, deoarece zilele de vară erau mai lungi decât cele de iarnă. În plus, au existat și alte dezavantaje destul de evidente în a afla timpul folosind cadranele

solare. În primul rând, ceasul trebuia să rămână mereu în aceeași locație, altfel se produceau lungimi de umbră diferite. În al doilea rând, aceste ceasuri solare nu mai funcționau odată cu apusul soarelui.

Fig. 3 Ceas cu apă egiptean – este unul dintre cele mai vechi instrumente de măsurare a timpului, utilizat încă din antichitate. Acesta funcționa prin scurgerea controlată a apei dintr-un vas de piatră în altul, marcând trecerea orelor prin nivelul apei. Era esențial pentru măsurarea timpului pe timp de noapte. Dar, și aceste ceasuri s-au dovedit inutile pe timp de iarnă deoarece apa îngheța.

Fig. 4 Clepsidra cu apă – excesul de apă declanșează un mecanism de viteze, facilitând rotirea unui cilindru pentru a regla duratele orelor în funcție de data prezentă. Grecii și românii antici aveau douăsprezece ore de la răsărit până la apus. Datorită variației duratei zile între anotimpuri, orele de vară au fost prelungite în comparație cu orele de iarnă.

Fig. 5 Clepsidra – unul dintre cele mai vechi instrumente de măsurat timpul se numea mai demult și nisiparniță. Clepsidrele erau folosite ca să măsoare timpul de gătit, timpul de lucru sau slujba de la biserică. Știați că în loc de nisip se folosea și pudra de ouă sau pudra de marmură?

Fig. 6 Primul ceas mecanic portabil din lume creat în 1505 cunoscut sub numele de „mărul din Nürenberg-L”. Aceste ceasuri timpurii, de dimensiuni mici, erau purtate la gât sau pe haine și funcționau pe bază de arc, marcând o inovație majoră în istoria măsurării timpului.

Fig. 7 Primul ceas atomic cu cesiu inventat în 1955 de către Louis Essen – stabilind un standard de timp bazat pe frecvența de rezonanță a atomului de cesiu, ceea ce a dus la definirea secunde moderne.

Fig. 8 Orologiul astronomic din Praga – este al treilea cel mai vechi ceas astronomic din lume și cel mai vechi ceas care încă funcționează. Ceasul Astronomic este plin de simboluri masonice și astronomice.

Timpul a fost un subiect important de studiu în religie, filosofie și știință, dar definirea acestuia într-un mod aplicabil tuturor domeniilor fără circularitate a fost evitat, în mod constant, de savanți. Cu toate acestea, diverse domenii, cum ar fi afacerile, industria, sportul, științele au o anumită noțiune de timp în sistemele de măsurare.

Timpul în fizică este definit în mod clar ca fiind „ceea ce citește un ceas”. Timpul este una dintre cele șapte cantități fizice fundamentale atât în Sistemul Internațional de Unități, cât și în Sistemul

Internațional al Cantităților.

În prezent, unitatea internațională de timp, secunda, este definită prin măsurarea frecvenței de tranziție electronică a atomilor de cesiu. Timpul este, de asemenea, de importanță socială semnificativă, având valoare economică („timpul costă bani”), precum și valoare personală, datorită conștientizării timpului limitat în fiecare zi.

Metrologia, deși adesea percepută ca o disciplină tehnică rigidă, ascunde fapte surprinzătoare despre modul în care omenirea a încercat să măsoare universul. În continuare vă prezint câteva din cele mai interesante curiozități:

1. Secunda nu mai este „astonomică”. Inițial secunda era definită ca o fracțiune din rotația pământului, din 1967, conform Sistemului Internațional de Unități, ea este definită prin oscilațiile atomului de cesiu peste 9 miliarde de oscilații pe secundă;
2. „Secunda de bisect”. Pământul nu se rotește uniform, așa că metrologii trebuie să adauge ocazional o „secundă de salt” timpului atomic pentru a-l menține sincronizat cu timpul astronomic bazat pe rotația planetei;
3. Cel mai precis ceas se presupune că este cel din stronțiu, care are o eroare de o secundă la 15 miliarde de ani;
4. Pe Mercur o zi durează doi ani sau 176 de zile de pe Pământ.
5. Timp de secole, orele nu aveau o durată fixă. În Roma Antică, orele de zi erau mai lungi vara și mai scurte iarna, fiind raportate la răsărit și apus.
6. Ziua nu are exact 24 de ore. Rotația completă a pământului în raport cu stelele (zi siderală) durează de fapt 23 de ore, 56 de minute și 4 secunde.
7. Un meșter popular rus, a executat un ceas în dimensiunile unui ou de găscă, care include 427 de piese. Executarea ceasului a durat 3 ani. Ceasul este expus în muzeul Ermitaj din Sankt Petersburg.



8. Cel mai scump ceas din lume a fost executat timp de 44 de ani de către inventatorul A.L.Breguet pentru regina Marie-Antoinette. Însă în 2019 un ceas Patek Philippe s-a vândut cu peste 31 de milioane de dolari, doborând recordul lui Breguet.



9. În România există un sat unde ceasurile se opresc mai repede decât în restul lumii. Este vorba despre Sarmizegetusa Regia. Aici, cercetătorii au descoperit că structura solului bogat în minerale și anomiile magnetice locale pot afecta ușor măsurătorile de timp ale ceasurilor mecanice sensibile.

10. În secolul al 16-lea ceasurile portabile nu funcționau pe mare. În 1659 Huygens a construit un ceas special pentru mare, cu pendul, care funcționa corespunzător în larg când marea era calmă, dar pe timp de furtună acesta se dereglă.

CONCLUZIE:

Lumea în care trăim se mișcă în acord cu simbolurile mecanice și matematice ale orologiului. La ora actuală, mișcarea ceasului reglează ritmul vieții tuturor. Timpul este o convenție acceptată și împărtășită de toți. El e compus din trecut, prezent și viitor. Trecutul e considerat ca fiind ceva deja întâmplat și nu poate fi schimbat. Viitorul, în schimb, e considerat ca fiind disponibil unei multitudini de posibilități.

METROLOGIA LEGALĂ A STAȚIILOR DE ÎNCĂRCARE PENTRU VEHICULE ELECTRICE – PROVOCĂRI ȘI PERSPECTIVE PENTRU REPUBLICA MOLDOVA ÎN CONTEXTUL PROIECTULUI Met4EVCS



Andrei GHERLIH,
Șef Laborator Mărimi
Electromagnetice,
Frecvență și Timp
marimi.electrice@inm.
gov.md



Tatiana APOSTOL,
Șefă Laborator Presiuni
și Forțe
tatiana.apostol@inm.
gov.md



Corina TONU,
Șefă Direcția
Metrologie Aplicată
corina.tonu@inm.gov.
md



Denis MARCO,
Inginer coordonator
Laborator Mărimi
termice și Umiditate
denis.marco@inm.gov.
md

Rezumat: Creșterea accelerată a numărului de vehicule electrice în Republica Moldova și dezvoltarea infrastructurii de încărcare generează noi provocări din perspectiva metrologiei legale. Stațiile de încărcare pentru vehicule electrice nu reprezintă doar echipamente tehnice, ci sisteme complexe utilizate în tranzacții comerciale, unde corectitudinea măsurării energiei electrice devine esențială pentru protecția consumatorilor și pentru asigurarea concurenței loiale între operatori. Particularitățile acestor sisteme, precum regimurile dinamice de funcționare, integrarea funcției de măsurare în electronica stației și utilizarea în condiții reale de mediu, impun dezvoltarea unor metode și proceduri metrologice dedicate. Proiectul european 23IND06 Met4EVCS contribuie la consolidarea infrastructurii metrologice necesare pentru verificarea stațiilor de încărcare AC și DC, prin dezvoltarea de standuri de testare trasabile, proceduri de verificare on-site și suport pentru standardizare. Participarea Institutului Național de Metrologie din Republica Moldova la acest proiect creează premisele alinierii cadrului național la practicile europene și sprijină dezvoltarea unui sistem de control metrologic adecvat pentru infrastructura de mobilitate electrică.

Cuvinte cheie: metrologie legală; stații de încărcare; vehicule electrice; verificare metrologică; conformitate MID; trasabilitate; standardizare; mobilitate electrică; eficiență energetică; MET4EVCS; protecția consumatorului.

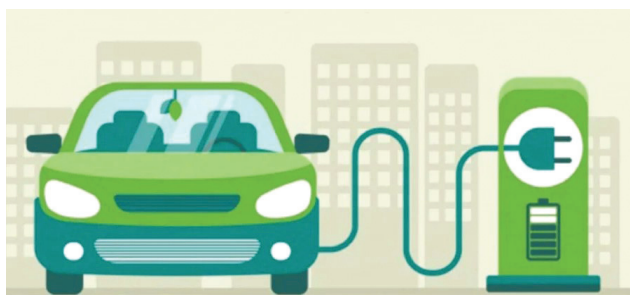
INTRODUCERE

În ultimii ani, vehiculele electrice au devenit tot mai prezente pe drumurile din întreaga lume. Tranziția către mobilitatea electrică este determinată de necesitatea reducerii emisiilor poluante, creșterii eficienței energetice și alinierii la politicile europene de mediu. La nivel european, Pactul Verde (European Green Deal), lansat în 2019, stabilește

obiective ambițioase de reducere a emisiilor de gaze cu efect de seră în sectorul transporturilor până în 2050, iar electrificarea parcului auto reprezintă un pilon strategic în atingerea acestora. În acest context, și Republica Moldova urmează direcția de armonizare cu normele europene în domeniul mobilității sustenabile.

Succesul acestei transformări la nivel național nu depinde doar de inovația tehnologică, ci și de stabilitatea cadrului de reglementare. Extinderea infrastructurii de alimentare ridică o provocare tehnică și legală majoră: asigurarea preciziei măsurărilor de energie. În acest scenariu, metrologia legală devine garantul echității economice, oferind certitudinea că instrumentele utilizate în facturare respectă standardele de exactitate și fiabilitate.

Această schimbare de paradigmă transformă stația de încărcare pentru vehicule electrice (EVCS) dintr-un simplu punct de alimentare într-un instrument de măsură complex. Deoarece funcționarea rețelei se bazează pe încrederea consumatorilor, unitățile de măsură ale energiei (kWh) livrate trebuie să fie trasabile și corect determinate prin proceduri riguroase. Acest factor este esențial pentru protejarea drepturilor beneficiarilor finali și pentru asigurarea unui cadru competitiv corect pentru toți furnizorii de servicii de încărcare.

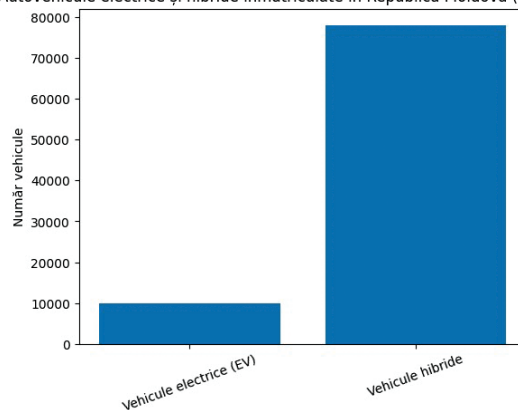


Stația de reîncărcare reprezintă interfața critică a acestui ecosistem, fiind elementul care materializează relația directă între furnizorul de energie și utilizatorul final. Această interacțiune este fundamentată pe măsurarea energiei electrice livrate, transformând actul încărcării într-o tranzacție de piață ce necesită rigoare absolută. În acest context, imperativul ca utilizatorul să achite exact cantitatea de energie recepționată, iar operatorul să factureze serviciul cu acuratețe, nu este doar o opțiune comercială, ci o cerință de bază a protecției consumatorului. Acest principiu al corectitudinii și transparenței poate fi susținut exclusiv prin măsurări exacte, fiabile și trasabile către etaloanele naționale.

Până în prezent, Republica Moldova înregistrează o creștere vizibilă a numărului de vehicule electrice. Conform datelor procesate de Centrul Național pentru Energie Durabilă (CNED), pe baza informațiilor furnizate de Agenția Servicii Publice, perioada 2018-2025 a marcat o evoluție semnificativă: peste 87 de

mii de autovehicule electrice și hibride au fost înmatriculate în Republica Moldova. Din acest total, aproximativ 9 850 sunt vehicule complet electrice, iar circa 78 de mii sunt hibride, majoritatea fiind deținute de persoane fizice. Această creștere accelerată este evidențiată de faptul că, din 2020 până în 2025, numărul mașinilor electrice a crescut de peste 16 ori. La sfârșitul anului 2025, ponderea acestor vehicule a atins aproape 7% din totalul autoturismelor, parcurgând jumătate din drumul către obiectivul de 15% stabilit pentru anul 2030 în Strategia de mobilitate.

Autovehicule electrice și hibride înmatriculate în Republica Moldova (2018-2025)



Odată cu susținerea electromobilității, dezvoltarea infrastructurii de încărcare a devenit o prioritate. În prezent, rețeaua națională numără peste 250 de puncte de încărcare. Spre deosebire de alimentarea clasică a locuințelor, serviciile de încărcare pot fi tarificate în funcție de energia consumată (kWh), de durata sesiunii sau prin formule combinate. Această diversitate a modelelor de tarificare accentuează necesitatea unor măsurări exacte și transparente.

Asigurarea corectitudinii și comparabilității rezultatelor măsurărilor revine metrologiei, aceasta fiind instrumentul care protejează interesele consumatorilor și garantează o concurență loială între operatorii de piață.



În lipsa unui cadru metrologic clar, utilizatorii pot întâmpina dificultăți în verificarea corectitudinii sumelor achitate pentru serviciile de încărcare, iar operatorii pot fi expuși unor dispute comerciale și riscuri de imagine. Astfel, metrologia joacă un rol esențial în protecția consumatorului și în creșterea încrederii publicului în mobilitatea electrică.

Totuși, stațiile de încărcare pentru vehicule electrice prezintă particularități specifice, diferite de sistemele clasice de măsurare a energiei. Procesele de încărcare sunt dinamice, implică variații rapide ale curentului și tensiunii, iar condițiile de utilizare pot fi foarte diverse. Aceste aspecte ridică noi provocări din punct de vedere metrologic și necesită dezvoltarea unor metode adecvate de evaluare și control.

În acest context, proiectul de cercetare 23IND06 Met4EVCS – "Metrology for electric vehicle charging systems" are ca obiectiv sprijinirea dezvoltării infrastructurii metrologice necesare pentru aceste sisteme. Prin colaborarea institutelor naționale de metrologie din EURAMET și a altor părți interesate, proiectul contribuie la crearea unor baze tehnice și științifice solide pentru asigurarea măsurărilor corecte în acest domeniu emergent.

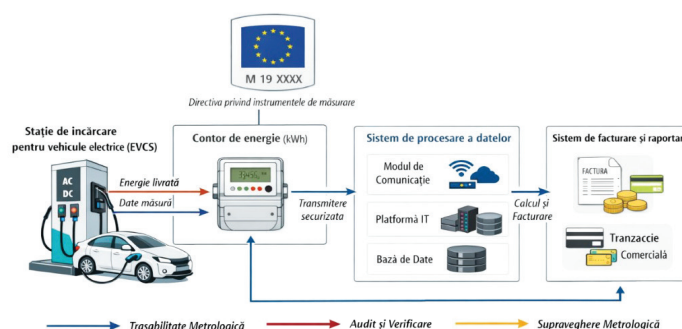
Prezentul articol își propune să evidențieze importanța metrologiei în domeniul stațiilor de încărcare pentru vehicule electrice, să descrie pe scurt provocările existente și să sublinieze rolul proiectului Met4EVCS în sprijinirea dezvoltării acestui domeniu, cu accent pe relevanța sa pentru Republica Moldova.

PARTICULARITĂȚI METROLOGICE ALE STAȚIILOR DE ÎNCĂRCARE EV

Deși la prima vedere o stație de încărcare poate fi percepută ca o simplă sursă de energie electrică, aceasta reprezintă un sistem complex care integrează funcții de măsurare, control, comunicare și facturare. Corectitudinea funcționării acestor sisteme este strâns legată de calitatea și fiabilitatea măsurărilor efectuate.

Deși mărimea măsurată în stațiile de încărcare pentru vehicule electrice este aceeași ca în aplicațiile clasice din domeniul energetic – și anume energia electrică activă, modul de utilizare al acestor stații diferă semnificativ de cel al contoarelor tradiționale folosite în rețelele de utilități. Din acest motiv, este mai adecvat ca aceste particularități să fie tratate într-un cadru normativ distinct. Principalele diferențe pot fi sintetizate astfel:

- Operațiunile realizate la stații sunt similare vânzărilor directe de retail (ca la pompele de combustibil), impunând o transparență imediată a măsurării pentru consumator.
- Încărcarea vehiculelor electrice implică regimuri dinamice cu variații rapide ale curentului (în special la stațiile de mare putere), spre deosebire de consumul relativ stabil al unei locuințe.
- Stațiile de încărcare sunt proiectate pentru condiții de operare foarte specifice; în timpul utilizării, acestea sunt întotdeauna conectate la un vehicul printr-o interfață standardizată.
- Spre deosebire de contoarele de utilități instalate în tablouri protejate, stațiile sunt expuse direct factorilor de mediu (radiații solare, umiditate, variații termice extreme), care pot influența precizia componentelor electronice.
- Toate contoarele utilizate în aplicațiile de utilități pot fi verificate individual, pe când, în cazul stațiilor de încărcare, funcția de măsurare este adesea integrată în electronica stației, ceea ce poate îngreuna verificarea separată a acesteia.
- Funcția de măsurare este adesea o componentă electronică integrată în arhitectura stației. Lipsa unui afișaj fizic vizibil direct pe contorul intern (rezultatul fiind preluat de interfața digitală a stației) face ca verificarea metrologică să fie mai complexă, necesitând testarea întregului lanț de măsurare, nu doar a unității individuale.
- Eficiența testării poate fi sporită prin utilizarea puterii simulate (phantom power), însă acest lucru necesită o proiectare specifică a stațiilor, detaliu de care nu toți producătorii sunt încă conștienți.



CADRUL NORMATIV ȘI REGLEMENTĂRILE EXISTENTE

La nivel internațional, referințele de bază sunt constituite de standardele europene și documentele emise de organizațiile de profil. Un rol central îl ocupă Ghidul OIML G 22 – „Electric vehicle charging stations”, care oferă directive clare privind cerințele tehnice și metrologice, procedurile de testare și controlul software-ului pentru aceste sisteme. De asemenea, se are în vedere alinierea la OIML R 46 („Active electrical energy meters”), adaptată pentru condițiile specifice ale stațiilor de încărcare. Aceste documente stabilesc fundamentul pentru conformitatea Measuring Instruments Directive (MID) și procedurile riguroase de examinare de tip.

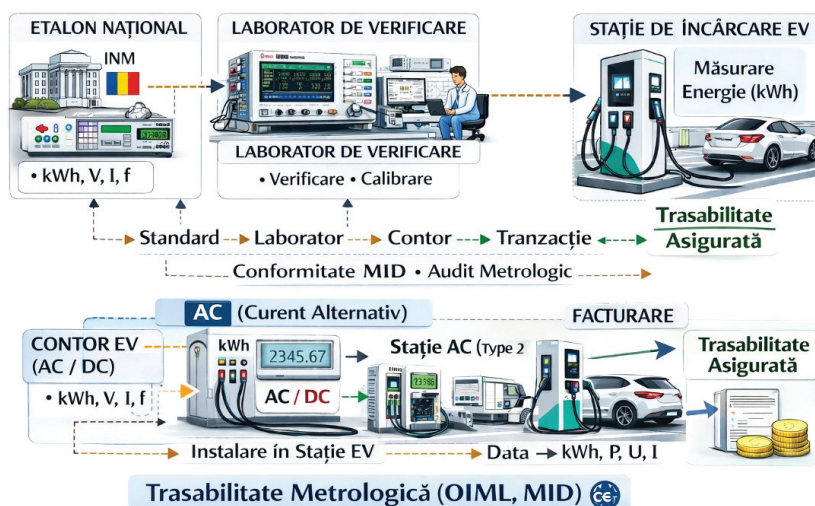
DIRECȚII STRATEGICE PENTRU REGLEMENTAREA INFRASTRUCTURII ÎN REPUBLICA MOLDOVA

Pentru a asigura o tranziție sustenabilă, parcursul către o infrastructură calitativă ale stațiilor de încărcare necesită implementarea următoarelor etape critice de reglementare:

1. Actualizarea Listei Oficiale a Mijloacelor de Măsurare: Este imperativă includerea explicită a stațiilor de încărcare (EVCS) în „Lista oficială a mijloacelor de măsurare supuse controlului metrologic legal”. Această măsură va oferi organismelor de verificare metrologic - baza juridică necesară pentru efectuarea verificărilor metrologice oficiale (inițiale, periodice și după reparație). Fără această includere, stația rămâne un simplu aparat electronic, nu un instrument de facturare recunoscut legal.

2. Implementarea Procedurilor de Verificare Metrologică (NML): Dincolo de legislația primară, este necesară elaborarea unor Norme de Metrologie Legală (NML) specifice. Acestea trebuie să definească clar procedurile de testare în teren, utilizând echipamente etalon mobile care să simuleze sarcina unui vehicul electric. Astfel, se poate verifica dacă energia contorizată de stație corespunde cu energia reală transferată în bateria vehiculului, luând în calcul și pierderile prin cablu.
3. Transparența și Securitatea Datelor: Reglementarea trebuie să vizeze nu doar precizia hardware, ci și integritatea software-ului. Consumatorul trebuie să aibă garanția că datele despre consum nu sunt alterate între momentul măsurării și cel al emiterii facturii digitale în aplicația mobilă a operatorului. Această „trasabilitate digitală” este esențială pentru eliminarea „zonei gri” și prevenirea disputelor comerciale.
4. Echitate și Concurență Loială: Stabilirea unui cadru normativ unitar va asigura reguli de joc egale pentru toți operatorii prezenți pe piață. Aceasta va încuraja investițiile pe termen lung, oferind operatorilor certitudinea că respectarea standardelor de calitate este o normă obligatorie, nu un cost opțional, protejând astfel investițiile corecte.

Republica Moldova trebuie să adopte un model hibrid inteligent. Pe de o parte, recunoașterea evaluărilor de conformitate (MID) pentru stațiile produse în UE, pentru a nu bloca importurile tehnologice, iar pe de altă parte, aplicarea recomandărilor OIML G 22 pentru verificarea periodică. Acest lucru garantează că o stație care a fost precisă la instalare își menține acuratețea și după ani de expunere la condiții climatice variabile.



PROIECTUL 23IND06 Met4EVCS – OBIECTIVE ȘI ABORDARE

Proiectul 23IND06 Met4EVCS – "Metrology for electric vehicle charging systems" a primit finanțare din cadrul European Partnership on Metrology, cofinanțat de Uniunea Europeană prin Programul Horizon Europe pentru Cercetare și Inovare și de către Statele Participante. Proiectul este realizat în cadrul European Partnership on Metrology, cu participarea unui consorțiu larg de institute naționale de metrologie, institute

de cercetare și organizații specializate, provenind din diverse țări cum ar fi: Olanda, Austria, Ungaria, Spania, Cehia, Norvegia, Franța, Slovenia, Suedia, Finlanda, Italia, Argentina, Marea Britanie și Turcia. Această structură de colaborare asigură o abordare coerentă și armonizată a provocărilor metrologice asociate stațiilor de încărcare pentru vehiculele electrice, atât din perspectiva cercetării, cât și a aplicabilității practice.



Coordonarea proiectului este asigurată de către Institutul Național de Metrologie din Olanda – VSL – instituție cu experiență recunoscută în domeniul metrologiei, care gestionează activitățile tehnice și facilitează cooperarea între participanți. Prin această coordonare, rezultatele proiectului sunt aliniate cu necesitățile reale ale metrologiei legale, ale standardizării și ale autorităților de reglementare.

Proiectul 23IND06 Met4EVCS a fost inițiat ca răspuns la dezvoltarea rapidă a stațiilor de încărcare

pentru vehiculele electrice, utilizate tot mai frecvent în tranzacții comerciale, pentru care metodele metrologice existente nu mai erau pe deplin adecvate. Particularitățile acestor sisteme, precum regimurile dinamice de funcționare, integrarea funcției de măsurare în electronica stației și utilizarea în condiții reale de teren, au evidențiat necesitatea dezvoltării unor metode, proceduri și infrastructuri metrologice dedicate, capabile să asigure corectitudinea și trasa-bilitatea măsurărilor.



O primă direcție majoră a proiectului vizează caracterizarea condițiilor reale de operare ale stațiilor de încărcare, prin măsurări efectuate direct în teren (on-site). Sunt analizate perturbațiile rețelei electrice, impedanța locală a rețelei și interacțiunea dintre stația de încărcare și vehicul în timpul procesului de încărcare sau descărcare. Aceste activități permit identificarea factorilor care pot influența exactitatea măsurărilor de energie electrică și care nu sunt luați în considerare în mod adecvat de metodele clasice de testare.

Proiectul include dezvoltarea unor standuri de testare trasabile pentru stații de încărcare în curent alternativ (AC) și curent continuu (DC), capabile să reproducă condiții reprezentative de funcționare, inclusiv regimuri de putere redusă, medie și mare. Aceste standuri permit evaluarea exactității măsurării energiei, a eficienței transferului de energie și a pierderilor asociate procesului de încărcare. O atenție deosebită este acordată noilor moduri de funcționare, precum încărcarea inteligentă și transferul bidirecțional de energie (V2G), pentru care metodele existente sunt insuficiente sau inexistente.

Un rezultat central al proiectului îl reprezintă dezvoltarea procedurilor de verificare metrologică on-site, adaptate stațiilor de încărcare în care funcția de măsurare este integrată în electronica echipamentului. Aceste proceduri sunt concepute pentru a fi aplicate direct la locul de instalare a stației, utilizând echipamente de referință portabile, calibrate și trasabile. Accentul este pus pe reducerea duratei testelor, a costurilor și a complexității, fără a compromite cerințele de exactitate impuse de metrologia legală.

O componentă importantă a proiectului este suportul pentru standardizare, rezultatele obținute fiind utilizate ca bază tehnică pentru actualizarea și îmbunătățirea documentelor internaționale relevante. În acest sens, proiectul furnizează contribuții către organisme precum OIML TC 12, WELMEC WG 11 și grupurile de lucru ale Comisiei Europene, sprijinind elaborarea unor cerințe armonizate pentru evaluarea metrologică a stațiilor de încărcare. Prin analiza comparativă a documentelor OIML G 22, WELMEC WG 11 și a proiectelor de acte europene, proiectul a reușit să identifice și să structureze clar acele aspecte care rămân la latitudinea autorităților naționale, precum periodicitatea verificărilor, metodele de testare, condițiile de mediu sau cerințele administrative. Această clarificare reprezintă un succes important, deoarece oferă autorităților un cadru coerent pentru luarea deciziilor informate și armonizate.

Un succes major al proiectului este definirea unor protocoale de verificare metrologică on-site pentru stațiile de încărcare DC, într-un domeniu în care, anterior, verificările erau considerate dificil sau chiar imposibil de realizat în condiții reale de teren. Verificarea metrologică a stațiilor DC nu mai este doar un exercițiu de laborator, ci devine aplicabilă în teren. Proiectul a reușit să definească și să justifice o țintă de incertitudine de $\leq 0,5\%$ pentru verificările on-site, valoare compatibilă cu cerințele metrologiei legale și suficient de robustă pentru utilizarea comercială. Această realizare este esențială deoarece demonstrează că procedurile simplificate pot respecta cerințele de calitate, chiar și în prezența factorilor perturbatori specifici stațiilor DC (zgomot, offset, variații rapide de sarcină).

Un alt succes strategic al proiectului este dezvoltarea și integrarea unor standuri de testare de referință pentru stațiile DC, capabile să reproducă condiții reale de funcționare, inclusiv:

- distorsiuni ale rețelei,
- sarcini dinamice,
- încărcare inteligentă,
- funcționare bidirecțională (G2V și V2G).

Aceste standuri ating o incertitudine țintă de $0,1\%$, devenind repere de înalt nivel pentru validarea procedurilor on-site și pentru sprijinirea viitoarelor reglementări europene.

CONTRIBUȚIA REPUBLICII MOLDOVA ȘI BENEFICIILE PENTRU METROLOGIA NAȚIONALĂ

Republica Moldova, prin Institutul Național de Metrologie, participă activ la proiect în domeniul dezvoltării infrastructurii metrologice pentru verificarea stațiilor de încărcare AC. Contribuția INM-MD se bazează pe experiența existentă în domeniul metrologiei legale și pe necesitatea adaptării recomandărilor internaționale la condițiile și capacitățile naționale.

Un domeniu central al implicării INM-MD îl reprezintă elaborarea și analiza procedurilor de verificare metrologică on-site, aplicabile stațiilor de încărcare în care funcția de măsurare a energiei este integrată direct în electronica echipamentului. Aceste proceduri sunt concepute pentru a permite efectuarea verificărilor direct la locul de instalare, cu utilizarea echipamentelor de referință portabile, asigurând în același timp trasabilitatea măsurărilor și respectarea limitelor maxime admisibile de eroare.

INM-MD a participat, împreună cu alți parteneri ai proiectului, la analiza documentelor internaționale relevante, precum OIML G 22 și ghidurile WELMEC WG 11, cu scopul de a identifica acele aspecte care sunt lăsate la latitudinea autorităților naționale. Această analiză a vizat, în special, elemente precum periodicitatea verificărilor, metodele de testare, condițiile de mediu acceptabile, cerințele privind documentația și măsurile de protecție împotriva manipulării.

Prin această activitate, INM-MD a contribuit la propunerea unor soluții practice de simplificare a procedurilor de verificare, fără a compromite cerințele fundamentale ale metrologiei legale. Printre acestea se numără reducerea timpului de testare prin metode alternative de măsurare, utilizarea echipamentelor digitale pentru colectarea automată a datelor și promovarea unor abordări bazate pe risc în stabilirea intervalelor de verificare periodică

Participarea INM-MD în proiectul Met4EVCS aduce beneficii semnificative pentru dezvoltarea metrologiei naționale. În primul rând, proiectul contribuie la consolidarea competențelor tehnice ale specialiștilor INM-MD în domeniul emergent al măsurării energiei electrice la stațiile de încărcare pentru vehicule electrice, inclusiv în contextul noilor funcționalități precum încărcarea inteligentă și fluxul bidirecțional de energie (V2G).

În al doilea rând, rezultatele proiectului oferă o bază tehnică solidă pentru dezvoltarea cadrului normativ național privind controlul metrologic al stațiilor de încărcare. Experiența acumulată permite INM-MD să sprijine autoritățile competente în procesul de elaborare a actelor normative, în actualizarea Listei Oficiale a mijloacelor de măsurare supuse controlului metrologic și în definirea cerințelor pentru verificarea periodică a acestor sisteme.

Un alt beneficiu important constă în alinierea practicilor naționale la cele europene, facilitând in-

tegrarea Republicii Moldova în spațiul metrologic european. Prin participarea la Met4EVCS, INM-MD dobândește acces direct la bune practici, metodologii moderne și soluții aplicate deja în alte state, reducând astfel riscul dezvoltării unor reglementări izolate sau nearmonizate.

Nu în ultimul rând, proiectul consolidează rolul INM-MD ca instituție de referință în domeniul metrologiei legale, capabilă să răspundă provocărilor generate de tranziția energetică și de digitalizarea serviciilor. Implementarea rezultatelor proiectului va contribui la creșterea încrederii consumatorilor, la protecția intereselor economice și la dezvoltarea sustenabilă a infrastructurii de mobilitate electrică din Republica Moldova.

CONCLUZII

Tranziția către mobilitatea electrică în Republica Moldova nu reprezintă doar o provocare de infrastructură, ci și o responsabilitate majoră din perspectiva metrologiei legale. Pe măsură ce numărul vehiculelor electrice și al stațiilor de încărcare crește, asigurarea unui sistem de măsurare trasabil și reglementat pentru toate tipurile de stații (AC și DC) devine esențială pentru protejarea consumatorilor și pentru garantarea corectitudinii tranzacțiilor comerciale.

Participarea Institutului Național de Metrologie în cadrul proiectului Met4EVCS oferă suportul tehnic și științific necesar pentru dezvoltarea unui cadru național aliniat la practicile europene și pentru implementarea unor proceduri moderne de verificare metrologică. În acest context, metrologia nu este doar un instrument tehnic, ci un pilon al încrederii publice, asigurând că dezvoltarea mobilității electrice în Republica Moldova se bazează pe măsurări exacte, transparente și comparabile la nivel internațional.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Parlamentul European și Consiliul Uniunii Europene. Directiva 2014/32/UE privind instrumentele de măsurare (MID). Jurnalul Oficial al Uniunii Europene, 2014.
- [2] Comisia Europeană. Pactul Verde European (The European Green Deal). Comunicarea Comisiei către Parlamentul European, Consiliu, Comitetul Economic și Social European și Comitetul Regiunilor. Bruxelles, 2019.
- [3] Organizația Internațională de Metrologie Legală (OIML). OIML G 22 – Stații de încărcare pentru vehicule electrice. Paris, ediția în vigoare.
- [4] OIML TC 12 – Instrumente pentru măsurarea mărimilor electrice. Documente tehnice și recomandări relevante. Paris, OIML.
- [5] WELMEC. Ghidul WELMEC 11 – Aplicarea Directivei privind instrumentele de măsurare la contoarele de utilități și instrumentele conexe. Ediția în vigoare.
- [6] Parteneriatul European pentru Metrologie. Proiectul 23IND06 Met4EVCS – Metrology for Electric Vehicle Charging Systems. Documentație tehnică și rapoarte publice ale proiectului.
- [7] EURAMET. Publicații și documente tehnice privind metrologia stațiilor de încărcare pentru vehicule electrice.
- [8] Guvernul Republicii Moldova. Strategia de mobilitate și transport sustenabil până în anul 2030. Chișinău, ediția aprobată prin act normativ în vigoare.
- [9] Centrul Național pentru Energie Durabilă (CNED) și Agenția Servicii Publice (ASP). Date statistice privind înmatricularea vehiculelor electrice și hibride în Republica Moldova, perioada 2018–2025.

ANALIZA STABILITĂȚII ȘI A DERIVEI ÎN TIMP A FILTRELOR NEUTRE UTILIZÂND INDICATORI METROLOGICI ȘI METODE STATISTICE



Institutul Național de Metrologie
Lucia CROITOR, Inginer categoria II
Laborator Mărimi Fizico-Chimice
e-mail: lucia.croitor@inm.gov.md
tel.: (+373) 22 903 141

Rezumat: *Articolul prezentat analizează stabilitatea și deriva în timp a filtrelor neutre de transmitanță și densitate optică tip KCC-04, Nr. 260 (Nr. filtre C1 și C3), producător ЗАО "Спектроскопия, оптика, лазеры – авангардные разработки", Republica Belarus, utilizând indicatori metrologici și metode statistice specifice. Interpretarea rezultatelor evidențiază particularitățile comportamentului acestora și permite aprecierea performanței metrologice în condiții de utilizare.*

Cuvinte cheie: *filtre neutre de transmitanță și densitate optică, spectrofotometrie, indicatori metrologici, metode statistice, studiu de caz/cercetare, trasabilitate metrologică.*

INTRODUCERE

Filtrele neutre de transmitanță și densitate optică (neutral density filters) sunt etaloane optice utilizate în mod curent în spectrofotometrie pentru verificarea și calibrarea instrumentelor de măsurare. Acestea permit atenuarea controlată a radiației incidente, menținând o transmitanță relativ constantă pe domenii largi de lungimi de undă, fiind astfel esențiale pentru asigurarea corectitudinii rezultatelor experimentale.

În timp, caracteristicile metrologice ale acestor filtre pot suferi modificări, ca urmare a proceselor

de îmbătrânire, a condițiilor de mediu sau a utilizării repetate. Aceste variații pot conduce la abateri ale densității optice față de valorile de referință și, implicit, la erori în măsurători, motiv pentru care monitorizarea comportamentului lor în timp este importantă.

Lucrarea de față are ca obiectiv evaluarea comportamentului în timp ale filtrelor respective utilizând indicatori metrologici și metode statistice în vederea identificării eventualelor tendințe de degradare și a caracterizării stabilității lor pe termen scurt și lung.

DATE EXPERIMENTALE UTILIZATE ÎN CERCETARE

Pentru articolul dat au fost selectate filtrele neutre de transmitanță și densitate optică tip KCC-04, Nr. 260 (Nr. filtre C1 și C3), producător ЗАО "Спектроскопия, оптика, лазеры - авангардные разработки", Republica Belarus, a căror imagine este prezentată mai jos (Fig.1).

În vederea evaluării comportamentului metrologic în timp, au fost determinați o serie de indicatori specifici, precum abaterea față de valoarea de

referință, deriva între etalonări, factorul de compatibilitate En, deviația relativă absolută și parametrii regresiei liniare.

Pentru cercetarea studiului de caz, toate datele experimentale au fost centralizate în Tabelul 1, care cuprinde valorile de referință și rezultatele obținute la etalonările succesive ale filtrelor C1 și C3. Pe baza acestor date au fost calculați indicatorii metrologici menționați anterior.

Tabelul 1. Centralizarea datelor generale

Numărul filtrului	Etalonare în anul	Valoarea pe scala coeficientului de densitate optică												Incertitudinea extinsă, A
		λ (nm) =												
		250	340	405	500	520	540	570	600	620	670	850	960	
C1	Valoarea de referință	0,0670	0,0360	0,0350	0,0330	0,0330	0,0310	0,0320	0,0320	0,0330	0,0330	0,0320	0,0320	-
	2022	0,0705	0,0347	0,0319	0,0310	0,0308	0,0306	0,0305	0,0303	0,0303	0,0300	0,0295	0,0270	0,0027
	2023	0,0715	0,0353	0,0340	0,0327	0,0324	0,0323	0,0324	0,0324	0,0324	0,0322	0,0317	0,0302	0,0025
	2024	0,0693	0,0350	0,0317	0,0309	0,0308	0,0307	0,0305	0,0304	0,0303	0,0303	0,0300	0,0273	0,0050
	2025	0,0698	0,0346	0,0322	0,0312	0,0312	0,0311	0,0310	0,0308	0,0307	0,0304	0,0300	0,0280	0,0050
C3	Valoarea de referință	0,5700	0,5260	0,5170	0,4900	0,4820	0,4710	0,4600	0,4480	0,4410	0,4230	0,3690	0,3460	-
	2022	0,5702	0,5244	0,5134	0,4874	0,4793	0,4708	0,4583	0,4458	0,4380	0,4198	0,3671	0,3371	0,0027
	2023	0,5685	0,5223	0,5120	0,4856	0,4775	0,4692	0,4569	0,4447	0,4369	0,4189	0,3669	0,3373	0,0025
	2024	0,5636	0,5241	0,5109	0,4859	0,4783	0,4700	0,4570	0,4446	0,4367	0,4187	0,3669	0,3384	0,0050
	2025	0,5641	0,5218	0,5121	0,4872	0,4795	0,4712	0,4586	0,4462	0,4384	0,4204	0,3687	0,3413	0,0050



Figura 1. Filtrele C1 și C3 analizate în cadrul studiului

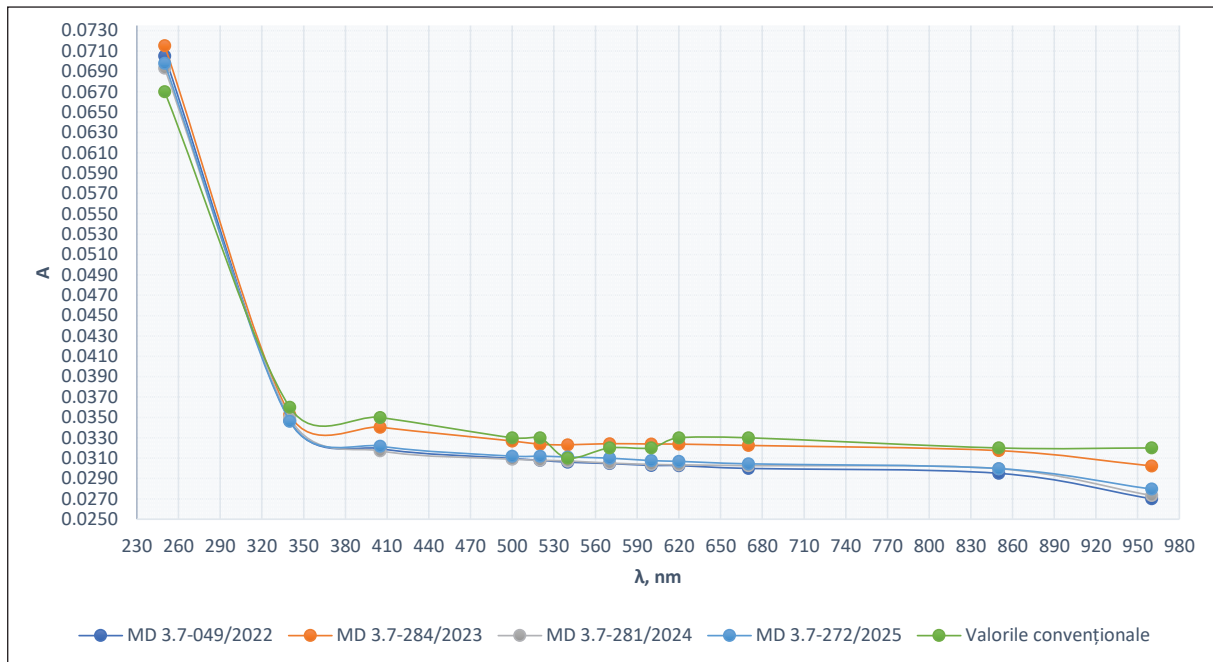


Figura 2. Reprezentarea grafică a $A = f(\lambda)$ pentru filtrul C1

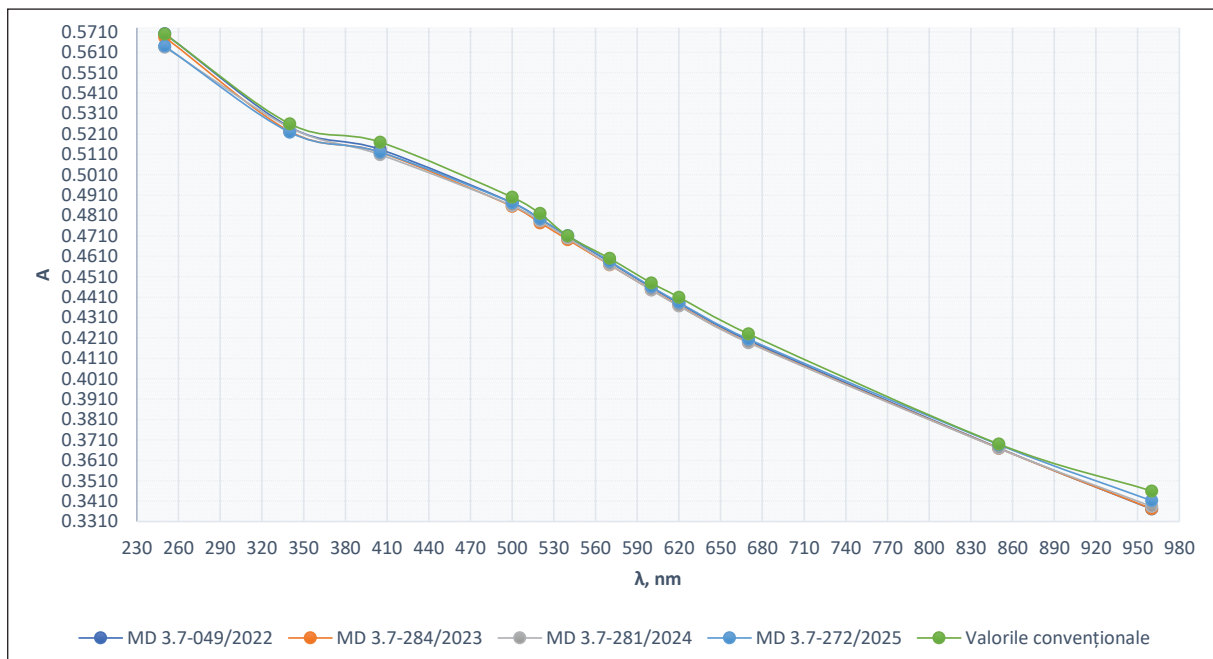


Figura 3. Reprezentarea grafică a $A = f(\lambda)$ pentru filtrul C3

ANALIZA DEGRADĂRII

Analiza degradării a fost realizată pe baza abaterii absolute a valorilor măsurate față de valoarea de referință.

Alegerea acestei mărimi este justificată de faptul că incertitudinea de măsurare este exprimată în aceleași unități, permițând o evaluare directă a semnificației metrologice a abaterilor.

$$Dx, \lambda = X_{an, \lambda} - X_{ref, \lambda} \quad (1)$$

unde,

$X_{an, \lambda}$ – valoarea determinată la etalonarea din anul respectiv

$X_{ref, \lambda}$ – valoarea de referință

Tabelul 2. Valorile abaterilor față de valoarea de referință pentru filtrele C1 și C3

Δ față de valorile convenționale		λ (nm) =											
		250	340	405	500	520	540	570	600	620	670	850	960
C1	Δ_{2022}	0,0035	-0,0013	-0,0031	-0,0020	-0,0022	-0,0004	-0,0015	-0,0017	-0,0027	-0,0030	-0,0025	-0,0050
	Δ_{2023}	0,0045	-0,0007	-0,0010	-0,0003	-0,0006	0,0013	0,0004	0,0004	-0,0006	-0,0008	-0,0003	-0,0018
	Δ_{2024}	0,0023	-0,0010	-0,0033	-0,0021	-0,0022	-0,0003	-0,0015	-0,0016	-0,0027	-0,0027	-0,0020	-0,0047
	Δ_{2025}	0,0028	-0,0014	-0,0028	-0,0018	-0,0018	0,0001	-0,0010	-0,0012	-0,0023	-0,0026	-0,0020	-0,0040
C3	Δ_{2022}	0,0002	-0,0016	-0,0036	-0,0026	-0,0027	-0,0002	-0,0017	-0,0022	-0,0030	-0,0032	-0,0019	-0,0089
	Δ_{2023}	-0,0015	-0,0037	-0,0050	-0,0044	-0,0045	-0,0018	-0,0031	-0,0033	-0,0041	-0,0041	-0,0021	-0,0087
	Δ_{2024}	-0,0064	-0,0019	-0,0061	-0,0041	-0,0037	-0,0010	-0,0030	-0,0034	-0,0043	-0,0043	-0,0021	-0,0076
	Δ_{2025}	-0,0059	-0,0042	-0,0049	-0,0028	-0,0025	0,0002	-0,0014	-0,0018	-0,0026	-0,0026	-0,0003	-0,0047

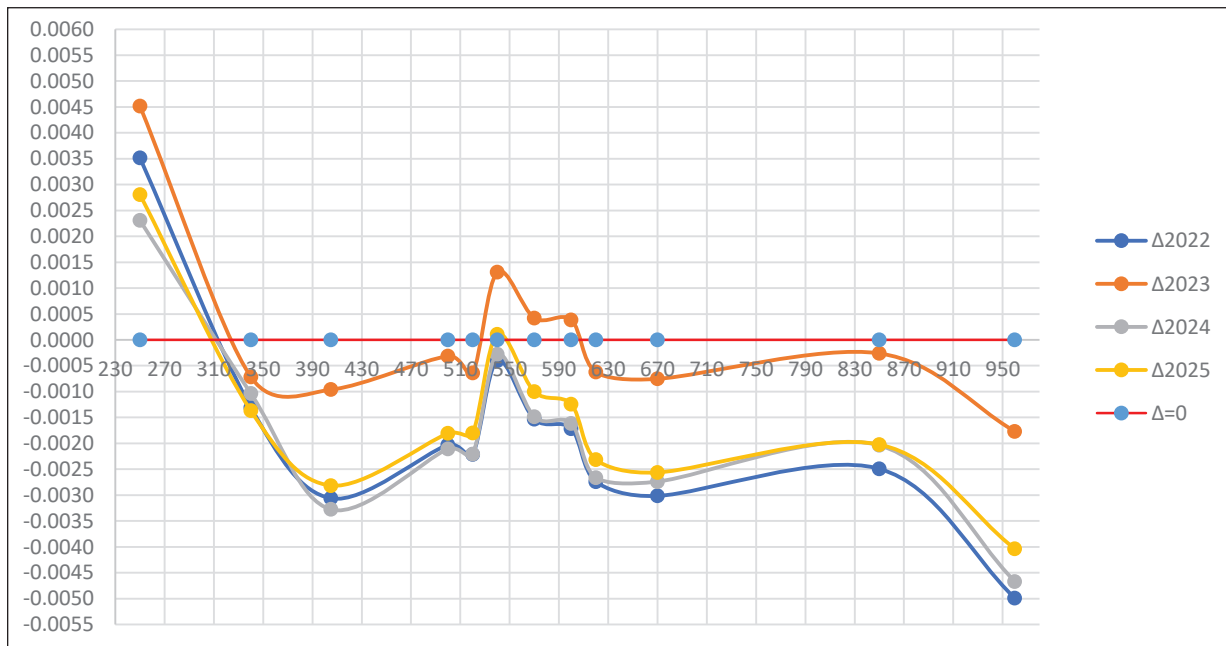


Figura 4. Reprezentarea grafică a Δ față de valorile convenționale pentru filtrul C1

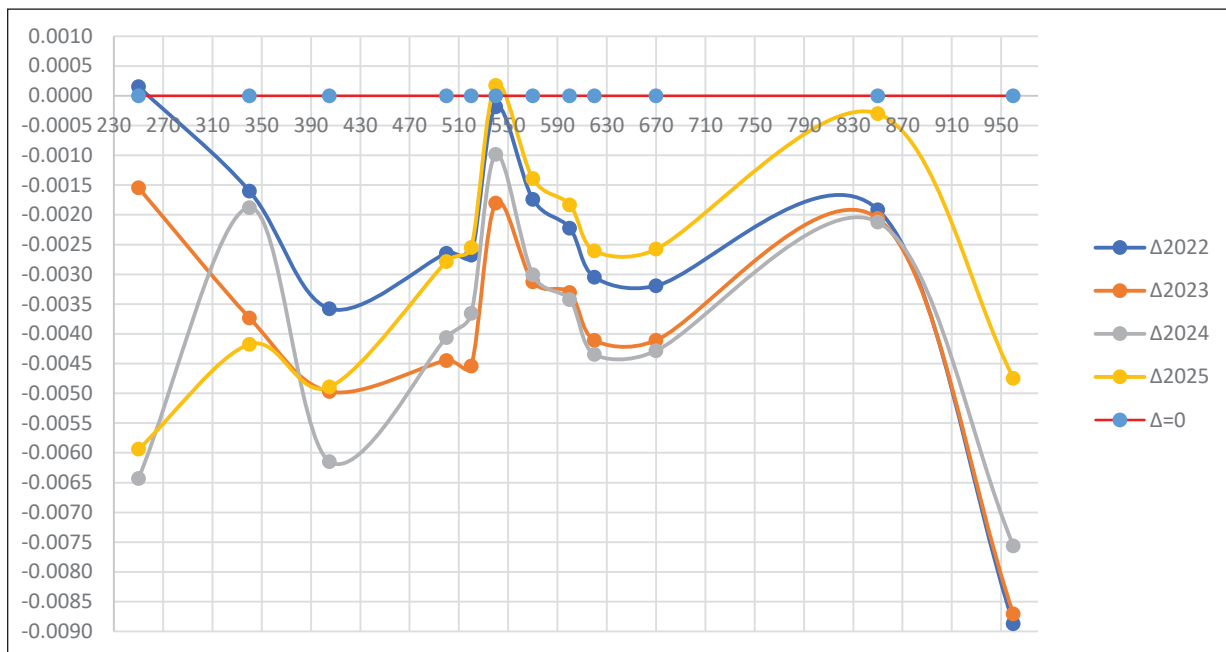


Figura 5. Reprezentarea grafică a Δ față de valorile convenționale pentru filtrul C3

Filtrul C1 prezintă abateri reduse față de valorile convenționale, distribuite relativ uniform pe întreg domeniul spectral. Valorile Δ sunt mici și nu indică deviații sistematice semnificative, ceea ce evidențiază o bună concordanță cu valorile de referință și un comportament metrologic stabil.

Filtrul C3 prezintă abateri mai pronunțate față de valorile convenționale, în special la lungimi de undă în domeniul ultraviolet și infraroșu (UV și IR). Aceste deviații indică o sensibilitate spectrală mai ridicată și o dependență mai accentuată de lungimea de undă, comparativ cu filtrul C1.

STABILITATEA/DERIVA ÎNTRE ETALONĂRI SUCCESIVE

Stabilitatea pe termen scurt a fost evaluată prin determinarea derivei dintre etalonări succesive, calculată ca diferența dintre valorile coeficientului de densitate optică obținute în doi ani consecutivi.

$$\Delta X, \lambda = X_{an, \lambda} - X_{an-1, \lambda} \tag{2}$$

unde,

$X_{an, \lambda}$ – valoarea determinată la etalonarea din anul respectiv

$X_{an-1, \lambda}$ – valoarea determinată la etalonarea precedentă

Tabelul 3. Deriva între etalonări succesive pentru filtrele C1 și C3

Δ față de anii precedenți		λ (nm) =											
		250	340	405	500	520	540	570	600	620	670	850	960
C1	Δ_{2022}	0,0035	-0,0013	-0,0031	-0,0020	-0,0022	-0,0004	-0,0015	-0,0017	-0,0027	-0,0030	-0,0025	-0,0050
	Δ_{2023}	0,0010	0,0006	0,0021	0,0017	0,0016	0,0017	0,0020	0,0021	0,0021	0,0023	0,0022	0,0032
	Δ_{2024}	-0,0022	-0,0003	-0,0023	-0,0018	-0,0016	-0,0016	-0,0019	-0,0020	-0,0020	-0,0020	-0,0018	-0,0029
	Δ_{2025}	0,0005	-0,0003	0,0005	0,0003	0,0004	0,0004	0,0005	0,0004	0,0003	0,0002	0,0000	0,0006
C3	Δ_{2022}	0,0002	-0,0016	-0,0036	-0,0026	-0,0027	-0,0002	-0,0017	-0,0022	-0,0030	-0,0032	-0,0019	-0,0089
	Δ_{2023}	-0,0017	-0,0021	-0,0014	-0,0018	-0,0019	-0,0016	-0,0014	-0,0011	-0,0011	-0,0009	-0,0001	0,0002
	Δ_{2024}	-0,0049	0,0019	-0,0012	0,0004	0,0009	0,0008	0,0001	-0,0001	-0,0002	-0,0002	-0,0001	0,0011
	Δ_{2025}	0,0005	-0,0023	0,0013	0,0013	0,0011	0,0012	0,0016	0,0016	0,0017	0,0017	0,0018	0,0028

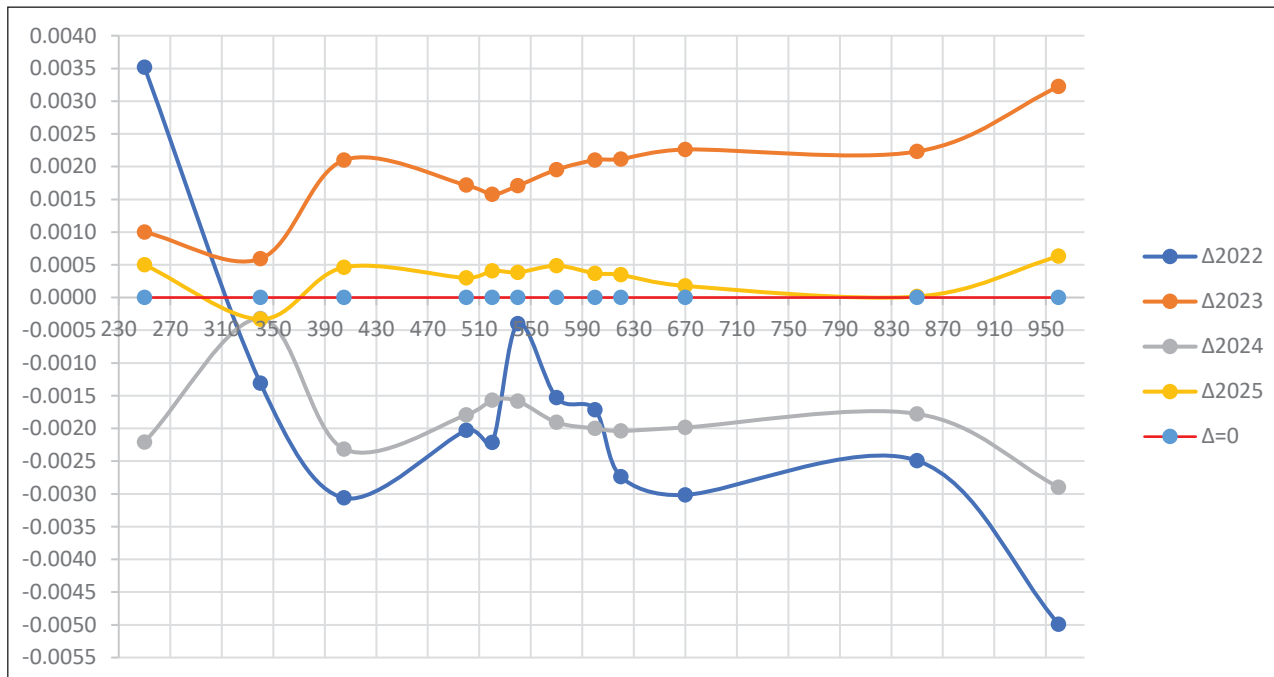


Figura 6. Reprezentarea grafică a variației față de etalonarea precedentă pentru filtrul C1

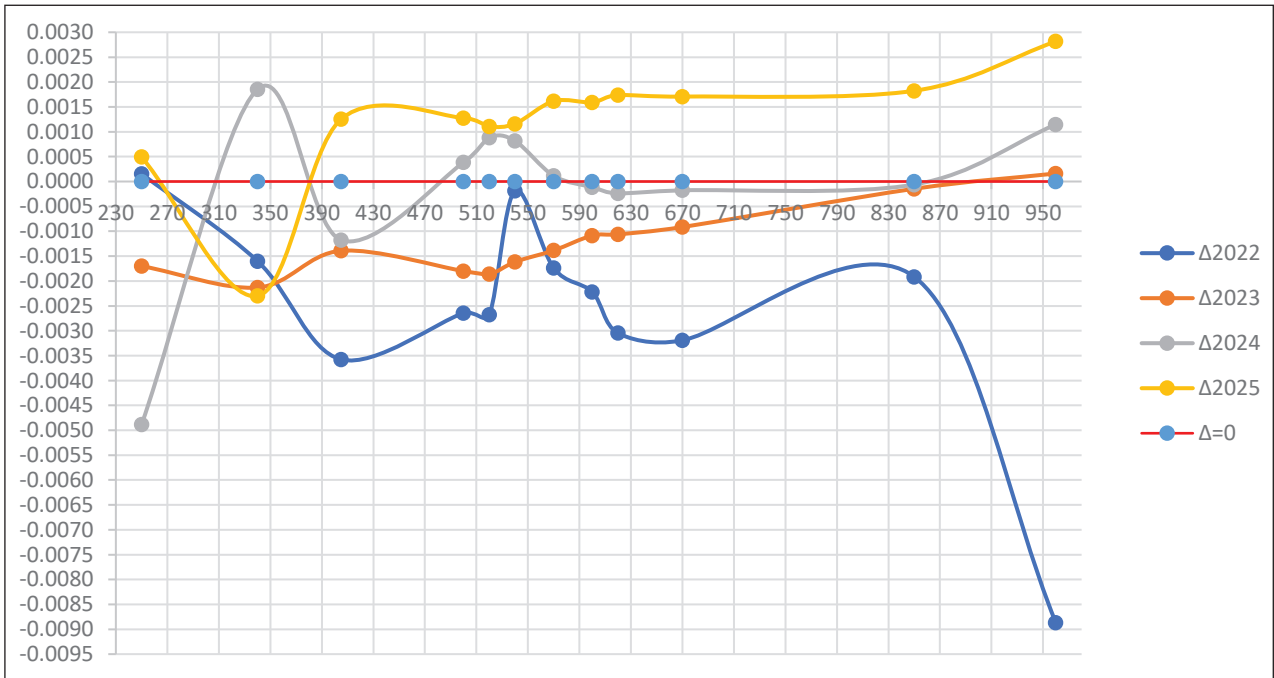


Figura 7. Reprezentarea grafică a variației față de etalonarea precedentă pentru filtrul C3

Variațiile anuale ale filtrului C1 sunt reduse și relativ constante, ceea ce indică o stabilitate bună în timp. Nu se observă fluctuații bruște sau schimbări semnificative între etalonări, sugerând un comportament reproductibil și controlat.

Filtrul C3 prezintă variații mai mari între etalonări succesive, cu modificări vizibile în anumite zone spectrale. Acest comportament indică o stabilitate mai redusă comparativ cu C1 și o sensibilitate crescută la factori externi sau procese de degradare în timp.

FACTORUL DE COMPATIBILITATE En

Compatibilitatea rezultatelor între două etalonări a fost evaluată utilizând factorul de concordanță En:

$$En = \frac{X_{an,\lambda} - X_{an-1,\lambda}}{\sqrt{U_{an,\lambda}^2 + U_{an-1,\lambda}^2}} \tag{3}$$

unde,

$X_{an,\lambda}$ – valoarea determinată la etalonarea din anul respectiv

$X_{an-1,\lambda}$ – valoarea determinată la etalonarea precedentă

$U_{an,\lambda}$ – incertitudinea extinsă asociată rezultatului obținut în urma etalonării din anul respectiv

$U_{an-1,\lambda}$ – incertitudinea extinsă asociată rezultatului obținut în urma etalonării precedente

Tabelul 4. Evaluarea compatibilității rezultatelor prin factorul En pentru filtrele C1 și C3

Factorul En		λ (nm) =											
		250	340	405	500	520	540	570	600	620	670	850	960
C1	E_{n2023}	0,2718	0,1610	0,5707	0,4662	0,4285	0,4641	0,5310	0,5707	0,5749	0,6146	0,6062	0,8759
	E_{n2024}	-0,3949	-0,0578	-0,4142	-0,3206	-0,2807	-0,2835	-0,3413	-0,3578	-0,3647	-0,3550	-0,3179	-0,5188
	E_{n2025}	0,0707	-0,0468	0,0653	0,0424	0,0577	0,0544	0,0685	0,0522	0,0490	0,0250	0,0022	0,0892
C3	E_{n2023}	-0,4620	-0,5791	-0,3784	-0,4892	-0,5059	-0,4390	-0,3763	-0,2948	-0,2885	-0,2488	-0,0397	0,0439
	E_{n2024}	-0,8738	0,3316	-0,2105	0,0688	0,1582	0,1459	0,0206	-0,0206	-0,0427	-0,0316	-0,0110	0,2050
	E_{n2025}	0,0696	-0,3253	0,1773	0,1806	0,1567	0,1643	0,2284	0,2252	0,2459	0,2415	0,2578	0,3982

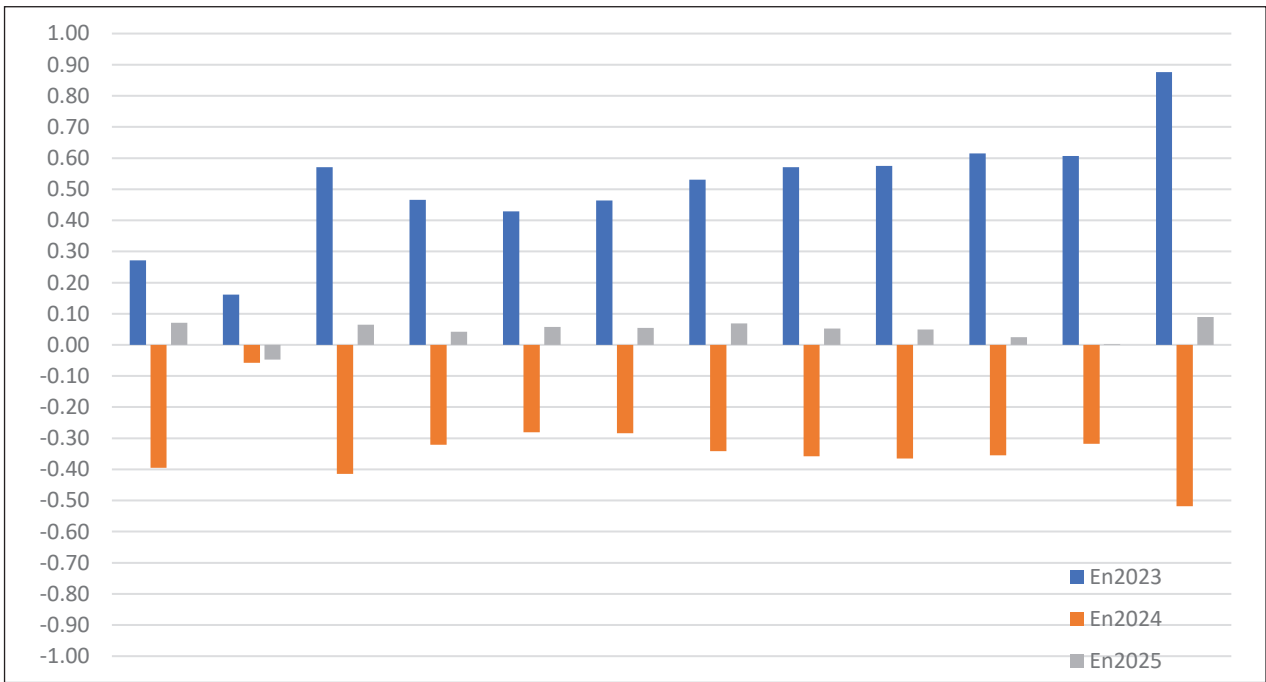


Figura 8. Reprezentarea grafică a valorilor factorului de concordanță, En pentru filtrul C1

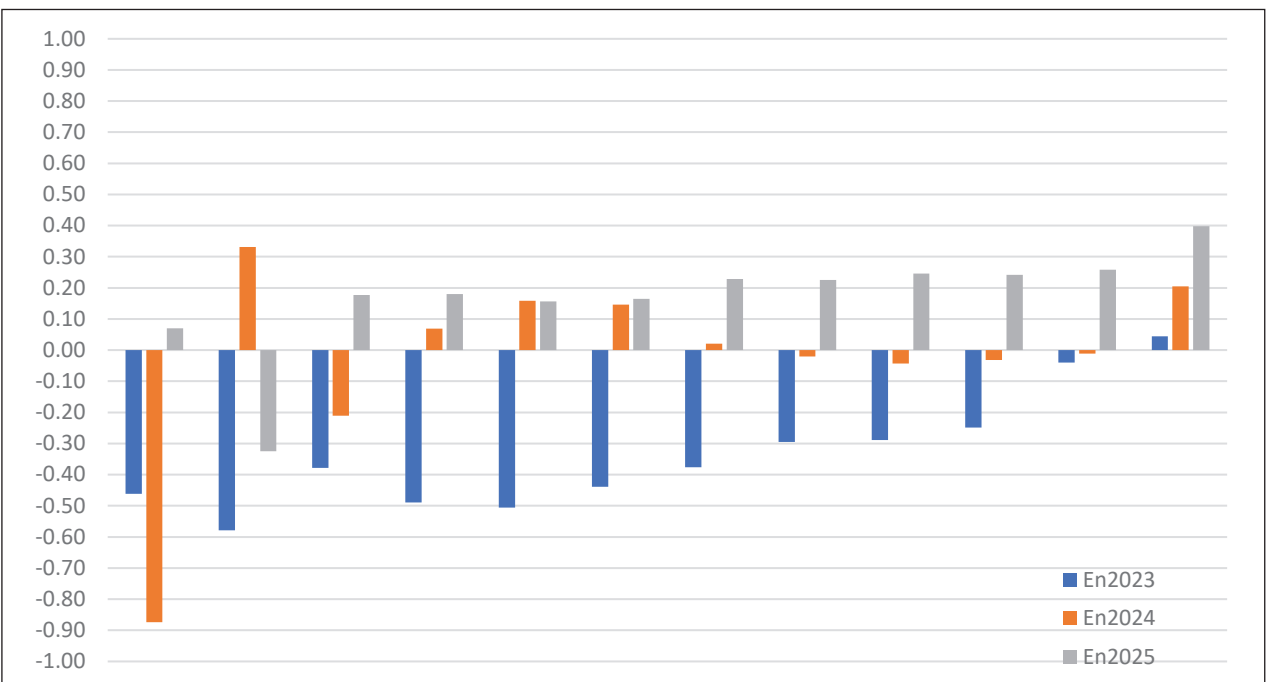


Figura 9. Reprezentarea grafică a valorilor factorului de concordanță, En pentru filtrul C3

Pentru filtrul C1, valorile factorului En se încadrează în intervalul $|En| \leq 1$ pentru toate lungimile de undă analizate. Acest fapt indică o bună compatibilitate a rezultatelor între etalonările succesive și confirmă stabilitatea caracteristicii metrologice pe termen scurt.

Deși analiza abaterilor față de valoarea de referință evidențiază o degradare progresivă a filtrului C3,

valorile factorului En rămân sub unitate pentru toate perechile de etalonări analizate. Acest fapt indică că variațiile dintre etalonările succesive sunt mici și compatibile din punct de vedere metrologic.

Rezultatele sugerează o degradare lentă și sistematică a caracteristicii metrologice, care nu generează diferențe semnificative între etalonări consecutive.

EROAREA RELATIVĂ (DEVIAȚIA RELATIVĂ ABSOLUTĂ – DRA)

Eroarea relativă, numită și deviație relativă (DRA) pentru fiecare lungime de undă a fost calculată ca procentul absolut al diferenței dintre valoarea măsurată și valoarea de referință, normalizat la valoarea de referință:

$$DRA(\lambda) = \frac{X_i - X_{ref}}{X_{ref}} \times 100\% \quad (4)$$

unde,

X_i – valoarea nominală a filtrului la lungimea de undă λ din ultimul certificat de etalonare

X_{ref} – valoarea de referință

Tabelul 5. Eroarea relativă (Deviația relativă absolută – DRA) pentru filtrele C1 și C3

Eroarea relativă	λ (nm) =												Eroarea relativă medie
	250	340	405	500	520	540	570	600	620	670	850	960	
C1	4,19	3,80	8,04	5,48	5,45	0,35	3,13	3,89	7,02	7,76	6,32	12,62	4,92
C3	1,04	0,79	0,95	0,57	0,53	0,04	0,30	0,41	0,59	0,61	0,08	1,37	0,60

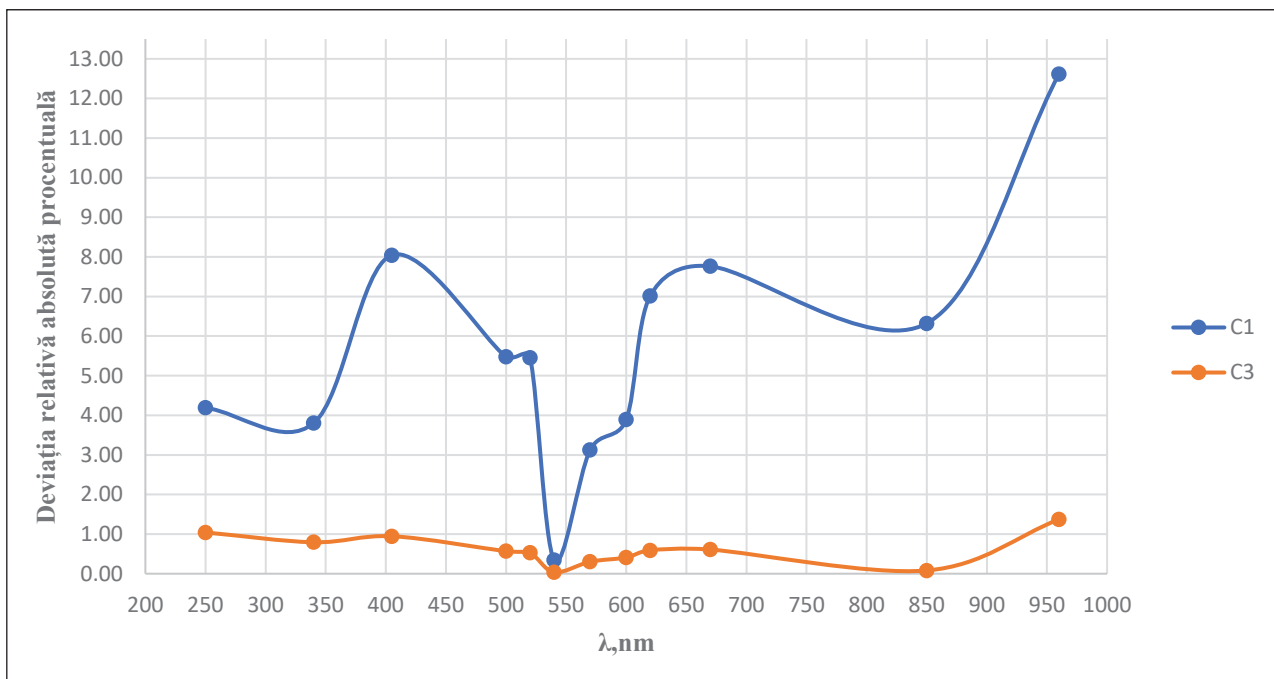


Figura 10. Deviația relativă absolută procentuală în funcție de lungimea de undă pentru filtrele C1 și C3

Analiza deviației relative absolute evidențiază diferențe importante între cele două filtre. Filtrul C1 prezintă deviații semnificative la lungimi de undă mari (până la 12,62 % la 960 nm), ca urmare a nivelului scăzut al densității optice. Chiar și abaterile absolute mici conduc la procente mai mari, ceea ce nu reflectă neapărat o performanță slabă, ci este o consecință a valorilor scăzute ale densității optice.

În schimb, filtrul C3 prezintă deviații foarte reduse (<1,5%) pentru toate lungimile de undă datorită

valorii mari a densității optice, care confirmă stabilitatea sa metrologică și degradarea foarte lentă în timp. Deși filtrul C3 prezintă abateri mai pronunțate față de valorile convenționale și variații mai mari între etalonări succesive comparativ cu filtrul C1, raportarea la densitatea optică ridicată conduce la procente reduse, ceea ce indică o stabilitate relativ bună. Densitatea optică mai mare a filtrului C3 reflectă o atenuare mai pronunțată a radiației în raport cu filtrul C1.

DERIVA ÎN TIMP (REGRESIE LINIARĂ – METODA CELOR MAI MICI PĂTRATE)

Pentru analiza tendinței evoluției în timp a caracteristicii metrologice s-a utilizat un model liniar de regresie:

$$\bar{X} = a + \bar{b}t \tag{5}$$

unde,

a – valoarea inițială (intercept)

b – coeficientul de derivă/rata de variație în timp (slope)

t – timpul exprimat în luni/ani

$$\bar{b} = \frac{\sum(ti-t_{med})(X_i-X_{med})}{\sum(ti-t_{med})^2} \tag{6}$$

$$\bar{t} = \frac{1}{n} \sum ti \tag{7}$$

$$\bar{X} = \frac{1}{n} \sum Xi \tag{8}$$

unde,

t_i – momentul de timp al etalonării i

t_{med} – media aritmetică a tuturor momentelor de timp

X_i – valoarea determinată la etalonarea la momentul t_i

X_{med} – media aritmetică a tuturor valorilor măsurate

Coeficientul b reprezintă drift-ul anual al filtrelor neutre.

Tabelul 6. Deriva în timp pentru filtrele C1 și C3

Viteza de variație anuală (deriva medie pe an)												
	250	340	405	500	520	540	570	600	620	670	850	960
C1	-0,00043	-0,00005	-0,00016	-0,00011	-0,00003	-0,00001	-0,00003	-0,00006	-0,00008	-0,00006	-0,00004	0,00000
C3	-0,00232	-0,00059	-0,00051	0,00000	0,00013	0,00019	0,00012	0,00011	0,00011	0,00017	0,00048	0,00135

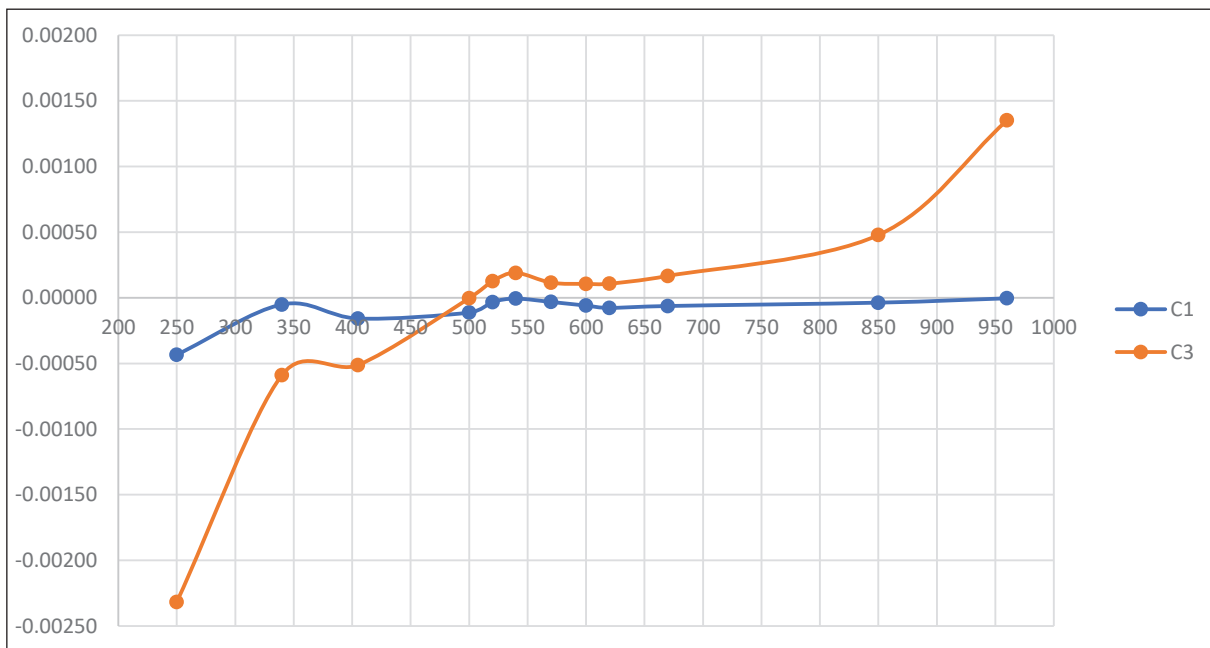


Figura 11. Distribuția spectrală a derivei în timp pentru filtrele C1 și C3

Deriva în timp a filtrului C1, determinată prin regresie liniară, este foarte redusă, valorile fiind mici (valori ale pantei apropiate de zero) și predominant negative, ceea ce indică o ușoară scădere a densității optice în timp. Tendința este lentă și uniformă, caracteristică unui filtru stabil pe termen lung.

Filtrul C3 prezintă o derivă mai accentuată, cu valori atât pozitive, cât și negative, în funcție de lungimea de undă. Aceasta evidențiază un comportament neuniform în timp și o evoluție dependentă de domeniul spectral, sugerând procese interne mai complexe de modificare a materialului (stabilitate temporală mai redusă).

CONCLUZII

Analiza comparativă a stabilității și a derivei în timp a filtrelor neutre C1 și C3 evidențiază diferențe semnificative de comportament metrologic, determinate în principal de nivelul coeficientului de densitate optică și de dependența spectrală a acestuia.

Filtrul C1 se caracterizează printr-o stabilitate ridicată, confirmată prin abateri absolute reduse față de

valorile convenționale, variații minime între etalonări succesive și o derivă în timp lentă și uniformă. Aceste rezultate indică un comportament reproductibil și bine controlat pe întreg domeniul spectral analizat. Valorile mai mari ale deviației relative nu reflectă o degradare reală, ci sunt o consecință directă a nivelului scăzut al densității optice.

În contrast, filtrul C3 prezintă abateri absolute mai pronunțate și variații mai evidente în timp, în special la lungimi de undă extreme, ceea ce indică o sensibilitate spectrală și temporală mai ridicată. Deriva neuniformă, cu valori atât pozitive cât și negative, sugerează existența unor procese interne de modificare a materialului, dependente de domeniul spectral. Cu toate acestea, deviațiile relative reduse și valorile factorului En încadrate în limitele de acceptabilitate confirmă faptul că filtrul își menține performanțele metrologice în limite admise.

În concluzie, filtrul C1 poate fi considerat mai stabil și mai robust din punct de vedere metrologic, în timp ce filtrul C3, deși prezintă o variabilitate mai ridicată, rămâne adecvat utilizării datorită încadrării în criteriile de acceptabilitate.

Tabelul 7. Stabilitatea optică a filtrelor analizate C1 și C3 – sinteză

Indicator metrologic/caracteristică	C1	C3
Densitate optică	mică	mare
Abateri absolute (Δ față de valorile convenționale)	mici	mai mari
Stabilitate în timp (Δ față de anii precedenți)	foarte bună	moderată
Factor En	foarte bun	bun
Eroarea relativă (deviație relativă absolută DRA)	mare (artificial)	mică (reală)
Derivă în timp	lentă, uniformă	variabilă

BIBLIOGRAFIE

- [1] Travis, J. C., Smith, M. V., Choquette, S. J., Liu, H.-K - "Certified transmittance density uncertainties for standard reference materials using a transfer spectrophotometer", NIST Technical Note 1715, National Institute of Standards and Technology, USA, 2011, (<https://doi.org/10.6028/NIST.TN.1715>), ultima accesare la 30.03.2026
- [2] Joint Committee for Guides in Metrology, - "Evaluation of Measurement Data - Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement", Technical Guide, JCGM 100:2008, France, 2008, (<https://www.bipm.org/en/publications/guides>), ultima accesare la 30.03.2026
- [3] Joint Committee for Guides in Metrology, - "International Vocabulary of Metrology - Basic and General Concepts and Associated Terms (VIM)", Technical Guide, JCGM 200:2012, France, 2012, (<https://www.bipm.org/en/publications/guides>), ultima accesare la 30.03.2026
- [4] Joint Committee for Guides in Metrology, - "Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement - Part 6: Developing and Using Measurement Models", Technical Guide, JCGM GUM6:2020, France, 2020, (<https://doi.org/10.59161/JCGMGUM-6-2020>), ultima accesare la 30.03.2026
- [5] Harris, G., Fraley, K., - "Advanced Mass Calibration and Measurement Assurance Program for State Calibration Laboratories (2019 Edition)", NIST Internal Report, NISTIR 56722019, USA, 2019
- [6] SM EN ISO/IEC 17025:2017 Cerințe generale pentru competența laboratoarelor de încercări și etalonări
- [7] SM SR EN ISO/IEC 17043:2023 Evaluarea conformității. Cerințe generale pentru testarea competenței (proficiency testing)

MINISTERUL DEZVOLTĂRII
ECONOMICE ȘI DIGITALIZĂRII
AL REPUBLICII MOLDOVA



МИНИСТЕРСТВО ЭКОНОМИЧЕСКОГО
РАЗВИТИЯ И ЦИФРОВИЗАЦИИ
РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

ORDIN

cu privire la aprobarea Regulamentului general
de metrologie legală RGML 09:2025

nr. 175 din 12.12.2025

Monitorul Oficial nr. 620-622/1096 din 18.12.2025

* * *

În temeiul art. 5 alin. (3) lit. m) din Legea metrologiei nr. 19/2016 (Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2016, nr. 100-105, art. 190), cu modificările și completările ulterioare, și al Legii nr. 71/2007 cu privire la registre (Monitorul Oficial al Republicii Moldova, 2007, nr.70-73, art.314), cu modificările și completările ulterioare,

ORDON:

1. Se aprobă Regulamentul general de metrologie legală RGML 09:2025 „Etaloanele naționale ale unităților de măsură” (se anexează).
2. Se abrogă Ordinul Ministerului Economiei și Infrastructurii nr.133/2018 cu privire la aprobarea Regulamentului general de metrologie legală RGML 09:2018 (Monitorul Oficial Republicii Moldova nr.499-503/1787 din 21.12.2018).
3. Prezentul ordin se publică în Monitorul Oficial al Republicii Moldova.
4. Se pune în sarcina Institutului Național de Metrologie publicarea prezentului ordin în revista de specialitate „Metrologie”.

VICEPRIM-MINISTRU, MINISTRU

Eugeniu OSMOCHESCU

HOTĂRÂRE

№ 23
„28” noiembrie 2025

Referitor la aprobarea de model a mijloacelor de măsurare, importate în loturi mici. Institutul Național de Metrologie, examinând materialele prezentate pentru aprobarea de model a mijloacelor de măsurare, importate în loturi mici, emite următoarea

HOTĂRÂRE:

- A aproba modelul și a include în „Registrul de Stat al mijloacelor de măsurare permise spre utilizare în Republica Moldova”, Partea III, **MANOMETRE (aparate de măsurat presiunea dinamică) tip HМП-52-M2-Y3**, producător ООО «НПЦ Манометр», Federația Rusă, cu nr. **III-0682:2025**.
A elibera S.R.L. GMC ENGINEERING, Republica Moldova certificatul de aprobare de model a mijloacelor de măsurare importate în loturi mici sub nr. **0578 U** pentru mijloacele de măsurare menționate cu nr. de fabricație: **257326; 255342; 254123; 253741; 257342; 258341; 257414; 254788**.
A supune verificării metrologice inițiale obligatorie manometrele (aparate de măsurat presiunea dinamică) tip HМП-52-M2-Y3.
Se stabilește, în mod obligatoriu, pentru **MANOMETRE (aparate de măsurat presiunea dinamică) tip HМП-52-M2-Y3** verificarea metrologică periodică cu **perioada de verificare – 12 luni** (conform „Listei Oficiale a mijloacelor de măsurare supuse controlului metrologic legal”).
- A aproba modelul și a include în „Registrul de Stat al mijloacelor de măsurare permise spre utilizare în Republica Moldova”, Partea III, **MANOMETRE (aparate de măsurat presiunea dinamică) tip HМП-52-M2-Y3**, producător ООО «НПЦ Манометр», Federația Rusă, cu nr. **III-0683:2025**.
A elibera S.R.L. GMC ENGINEERING, Republica Moldova certificatul de aprobare de model a mijloacelor de măsurare importate în loturi mici sub nr. **0579 U** pentru mijloacele de măsurare menționate cu nr. de fabricație: **254723; 253825; 253479; 254924; 254453; 256391; 257341; 251396**.
A supune verificării metrologice inițiale obligatorie manometrele (aparate de măsurat presiunea dinamică) tip HМП-52-M2-Y3.
Se stabilește, în mod obligatoriu, pentru **MANOMETRE (aparate de măsurat presiunea dinamică) tip HМП-52-M2-Y3** verificarea metrologică periodică cu **perioada de verificare – 12 luni** (conform „Listei Oficiale a mijloacelor de măsurare supuse controlului metrologic legal”).

Director interimar

Diana BEJENARU

HOTĂRÂRE

Nr. 24
"04" decembrie 2025

Referitor la aprobarea de model a mijlocului de măsurare importat în exemplar unic.
Institutul Național de Metrologie, examinând materialele prezentate, emite următoarea

HOTĂRÂRE:

1. A aproba modelul și a include în „Registrul de Stat al mijloacelor de măsurare permise spre utilizare în Republica Moldova”, **partea III, ANALIZOR DE GAZE (inclusiv cu funcție de semnalizare) tip 300LL**, producător Testo SE&Co. KGaA, Republica Federală Germania, cu nr. III-0684:2025.
A elibera certificatul de aprobare de model nr. **0580 U** pentru mijlocul de măsurare menționate cu nr. de fabricație: **63287883**.
Se stabilește, în mod obligatoriu, pentru **ANALIZOR DE GAZE (inclusiv cu funcție de semnalizare) tip 300LL** verificarea metrologică inițială și periodică cu **perioada de verificare – 12 luni** (conform „Listei Oficiale a mijloacelor de măsurare supuse controlului metrologic legal”).

Director interimar

Diana BEJENARU

