



ORDIN
cu privire la aprobarea NML 12-02:2023 „Mijloace de măsurare a radiațiilor
ionizante. Cerințe tehnice și metrologice. Procedura
de verificare metrologică”

nr. 62 din 05.05.2023

Monitorul Oficial nr.162-164/491 din 12.05.2023

* * *

În temeiul art.5 alin.(3) lit.f), art.6 alin.(3), art.13 alin.(3) din Legea metrologiei nr.19/2016 și al art.56 alin.(3) din Legea nr.100/2017 cu privire la actele normative, în vederea asigurării uniformității și exactității măsurărilor în domeniile de interes public pe teritoriul Republicii Moldova,

ORDON:

1. Se aprobă norma de metrologie legală NML 12-02:2023 „Mijloace de măsurare a radiațiilor ionizante. Cerințe tehnice și metrologice. Procedura de verificare metrologică”, conform anexei la prezentul ordin.
2. Prezentul ordin se publică în Monitorul Oficial al Republicii Moldova și se plasează pe pagina web a ministerului.
3. Se pune în sarcina IP „Institutul Național de Metrologie” plasarea pe pagina sa web a prezentului ordin și publicarea acestuia în revista de specialitate „Metrologie”.
4. Prezentul ordin intră în vigoare la expirarea a 2 luni de la data publicării în Monitorul Oficial al Republicii Moldova.

VICEPRIM-MINISTRU, MINISTRU Dumitru ALAIBA

Nr.62. Chișinău, 5 mai 2023.

Anexă
la Ordinul
Ministerului Dezvoltării
Economice și Digitalizării
nr.62 din 05.05.2023

NORMĂ DE METROLOGIE LEGALĂ
**NML 12-02:2023 „Mijloace de măsurare a radiațiilor ionizante. Cerințe tehnice
și metrologice. Procedura de verificare metrologică”**

I. OBIECT ȘI DOMENIU DE APLICARE

1. Prezenta normă de metrologie legală (în continuare – normă) se referă la dozimetre, mijloace de măsurare a debitului dozei, detectoare și contoare de radiații ionizante (în continuare – aparate), destinate pentru măsurarea kerma și debitului kerma în aer, echivalentelor ambiente, direcționate și individuale ale dozei (denumite în continuare doze) și debitului dozei de radiații fotonice (precum și dozei de expunere) cu o energie de la 0,005 MeV până la 3 MeV.

Norma se utilizează la efectuarea încercărilor metrologice în scopul aprobării de model, verificării metrologice inițiale, periodice și după reparare a aparatelor indicate mai sus, în condițiile Hotărârii Guvernului nr.1042/2016 cu privire la aprobarea Listei oficiale a mijloacelor de măsurare și a măsurărilor supuse controlului metrologic legal.

II. REFERINȚE

Legea metrologiei nr.19/2016;

Legea Nr. 289/2022 cu privire la cerințele de bază în securitatea radiologică;

Hotărârea Guvernului nr.1042 din 13 septembrie 2016 cu privire la aprobarea Listei oficiale a mijloacelor de măsurare și a măsurărilor supuse controlului metrologic legal;

SM ISO/IEC Ghid 99:2017 „Vocabular internațional de metrologie. Concepte fundamentale și generale și termeni asociați (VIM)”;

SM EN ISO 4037-1:2021 Protecție radiologică. Radiații X și gama de referință pentru etalonarea dozimetrelor și a debitmetrelor și pentru determinarea răspunsului lor în funcție de energia fotonilor. Partea 1: Caracteristica radiațiilor și metodele de producție;

SM EN ISO 4037-3:2021 Protecție radiologică. Radiații X și gama de referință pentru etalonarea dozimetrelor și a debitmetrelor și pentru determinarea răspunsului lor în funcție de energia fotonilor. Partea 3: Etalonarea dozimetrelor de mediu și individuale și măsurarea răspunsului lor în funcție de energie și de unghiul de incidență;

SM EN ISO 29661:2018 Câmpuri de radiație de referință pentru protecție radiologică. Definiții și concepte fundamentale;

SM EN 62387:2016 Aparatură pentru radioprotecție. Sisteme dozimetrice integrate pasive pentru personal, la locul de muncă și monitorizarea mediului de fotoni și beta radiații;

SM EN 61526:2018 Aparatură pentru protecție la radiație. Măsurarea echivalenților de doză individuală Hp(10) și Hp(0,07) pentru radiații X, gama, beta și neutronice. Aparate de măsură cu citire directă a echivalentului de doză individual;

SM EN 60846-1:2017 Aparatură pentru protecție la radiații. Aparate de măsurare și/sau supraveghere a radiațiilor în doze echivalente de fond natural și/sau direcțional pentru radiații beta, X și gamma. Partea 1: Aparate de măsurare și supraveghere portabile pentru posturi de lucru și operare în teren;

SM SR IEC 60532:2012 Aparatură de radioprotecție. Debitmetre de doză cu post fix, ansambluri de alarmă și monitoare. Radiații X și gama cu energia cuprinsă între 50 keV și 7 MeV;

SM EN 61674:2018 Aparate electromedicale. Dozimetre cu camere de ionizare și/sau detectoare cu semiconductoare utilizate în imagistica de diagnosticare cu radiații X;

SM EN 60731:2018/A1:2022 Aparate electromedicale. Dozimetre cu camere de ionizare utilizate în radioterapie;

SM SR EN 61010-1:2013 Reguli de securitate pentru echipamente electrice de măsurare, de control și de laborator. Partea 1: Cerințe generale.

III. TERMINOLOGIE ȘI ABREVIERI

2. Pentru interpretarea corectă a prezentei norme de metrologie legală, se aplică termenii conform Legii metrologiei nr.19/2016, SM ISO/IEC Ghid 99:2017 și SM EN ISO 4037 precum și *kerma* (kinetic energy released per unit mass) - suma energiilor cinetice inițiale ale tuturor particulelor încărcate eliberate de radiațiile ionizante (așa ca fotonii și neutronii) într-o probă de materie, raportată la greutatea probei date.

IV. CERINȚE TEHNICE ȘI METROLOGICE

3. Caracteristicile tehnice și metrologice ale dozimetrelor și contoarelor de radiații ionizante trebuie să corespundă cerințelor standardelor indicate în Tabelul 1. Erorile maxime tolerate admise pentru aparate sunt indicate în Tabelul 1.

Tabelul 1

Nr.	Tipul mijlocului de măsurare	Indicativul documentului normativ	Erorile maxime tolerate
1	Dozimetre individuale pasive	SM EN 62387:2016	±30%
2	Dozimetre individuale cu indicații directe	SM EN 61526:2018	±15%
3	Dozimetre portative pentru mediul ambiant	SM EN 60846-1:2017	±20%

4	Dozimetre-spectrometre portative pentru monitorizarea mediului ambiant	SM EN 60846-1:2017	±30%
5	Debitmetre staționare ale debitului dozei	SM SR CEI 60532:2012	±30%

V. MODALITĂȚI DE CONTROL METROLOGIC LEGAL

4. Volumul și consecutivitatea efectuării operațiilor în cadrul verificărilor metrologice inițiale, periodice și după reparare trebuie să corespundă Tabelului 2. Programul de încercări în scopul aprobării de model al dozimetrelor și mijloacelor de măsurare a radiațiilor ionizante se elaborează în baza cerințelor standardelor aplicabile, indicate în Tabelul 1.

Tabelul 2

Denumirea operației	Numărul punctului din capitolul Efectuarea verificării	Modalități de control metrologic legal			
		Aprobare de model	Verificarea metrologică		
			inițială	periodică	După reparare
Examinarea aspectului exterior	13	da	da	da	da
Verificarea funcționalității	14	da	da	da	da
Determinarea erorii relative de bază	15	da	da	da	da
Prelucrarea rezultatelor măsurărilor	16	da	da	da	da

5. Verificarea metrologică se efectuează de către laboratoarele acreditate și desemnate pe domeniul respectiv, conform Legii metrologiei nr.19/2016.

6. În cazul obținerii rezultatelor negative în timpul efectuării uneia din operații, specificate în Tabelul 2, verificarea metrologică se întrerupe și se consideră că aparatul nu corespunde cerințelor prezentei norme și nu poate fi utilizat în domeniu de interes public.

VI. ETALOANE ȘI ECHIPAMENTE

7. La efectuarea verificării metrologice se utilizează etaloane de lucru specificate în Tabelul 3.

Tabelul 3

Numărul punctului din capitolul Efectuarea verificării	Denumirea etalonului de lucru sau dispozitivul auxiliar de măsurare	Caracteristicile metrologice și tehnice de bază	Indicativul documentului, care reglementează cerințele tehnice
15	Etaloane secundare, Dispozitiv dozimetric etalon	cu energia fotonilor de la 5 keV la 3000 keV	-
15	Instalații dozimetrice etalon de verificare metrologică	cu energia fotonilor de la 5 keV la 3000 keV	-
15	Fantomă cu apă sau din polimetilmetacrilat	paralelipiped dreptunghic cu dimensiunile (30 × 30 × 15) cm	SM EN ISO 4037-3
15	Mijloace de monitorizare a condițiilor de mediu	Intervalul de măsurare: Temperatura – (0 ÷ 50) °C Umiditatea – (10 ÷ 90)% Presiunea – (84 ÷ 106) kPa	-

8. Se admite utilizarea altor etaloane de lucru și dispozitive auxiliare ale căror caracteristici tehnice și metrologice sunt analogice sau mai performante decât cele indicate în Tabelul 3 și care au fost supuse etalonării în modul stabilit.

VII. CERINȚE PRIVIND CALIFICAREA PERSONALULUI

9. La efectuarea verificării metrologice se admit persoane cu competența confirmată în domeniul dat de măsurări.

VIII. CERINȚE PRIVIND SECURITATEA

10. În timpul verificării, trebuie respectate regulile de securitate în laborator în conformitate cu cerințele Legii nr.289/2022 cu privire la cerințele de bază în securitatea radiologică și standardului SM SR EN 61010-1:2013.

IX. CONDIȚII DE VERIFICARE

11. În timpul efectuării verificării metrologice trebuie să se respecte următoarele condiții:

- temperatura mediului ambiant, (20 ± 5) °C;
- umiditatea relativă a aerului, $(30 \div 80)\%$;
- presiunea atmosferică, $(101,3 \pm 4,0)$ kPa.

X. PREGĂTIREA PENTRU VERIFICARE

12. Înainte de efectuarea verificării metrologice, se execută următoarele:

1) Pregătirea pentru verificare a etaloanelor de lucru și aparatelor supuse verificării metrologice se efectuează în conformitate cu documentația tehnică a acestora.

2) Se instalează mijloacele de măsurare pentru controlul condițiilor de mediu în timpul procesului de verificare conform pct.11.

3) În timpul verificării, fundalul radiațiilor ionizante nu trebuie să depășească 0,01 din valoarea mărimii măsurate a subdomeniului de măsurare verificat, în locul amplasării blocului de detectare sau trebuie luat în considerare în procesul verificării.

4) Verificarea blocurilor de detectare a aparatelor dozimetrice pentru monitorizarea mediului în unități kerma în aer, echivalentele dozei ambientală și direcțională se efectuează în aer, fără utilizarea fantomei, verificarea dozimetrelor individuale în unități de echivalent al dozei individuale - folosind fantoma, cu plasarea dozimetrelor pe suprafața frontală a fantomei.

XI. EFECTUAREA VERIFICĂRII

13. Examinarea aspectului exterior.

La examinarea aspectului exterior se va verifica:

1) lipsa pe corpul aparatului sau pe blocul de detectare a urmelor de coroziune, contaminare, deteriorare mecanică care ar putea să afecteze funcționarea acestora;

2) corespunderea completivității aparatului cu documentația tehnică;

3) prezența pe aparat a marcajului în corespundere cu cerințele stabilite în descrierea de model a aparatului verificat, inclusiv prezența marcajului de identificare (numărului de fabricare).

Toate inscripționările trebuie să fie clare, accesibile, neambigue, netransferabile și să nu poată fi șterse.

Rezultatele examinării aspectului exterior se consideră satisfăcătoare, dacă aparatul corespunde cerințelor enumerate în punctul 13.

14. Verificarea funcționalității

1) La verificarea funcționalității aparatului, trebuie de testat:

a) funcționarea mecanismelor de dirijare;

b) autotestarea aparatului;

c) software-ul (dacă există, încorporat sau aplicație);

d) capacitatea de a fi setat la zero la pornirea și oprirea alimentării și la comutarea altor diapazoane;

e) indicațiile aparatului în timpul controlului sensibilității acestuia de la o sursă de control, dacă aceasta este inclusă în setul aparatului supus verificării.

2) Testarea aparatului se efectuează după ce acesta intră în regimul normal de funcționare în conformitate cu documentația tehnică de exploatare a aparatului.

15. Determinarea erorii relative de bază

1) Eroarea relativă de bază a aparatelor supuse verificării se determinată prin una dintre următoarele metode:

a) Prin metoda măsurătorilor directe a dozei (puterii dozei) de radiație fotonica a instalațiilor dozimetrice etalon de verificare metrologică.

b) Prin metoda de comparare folosind un comparator cu dispozitive dozimetrice etalon. Ca comparator se folosește un dispozitiv dozimetric etalon sau un bloc de detectare cu un sistem de măsurare stabil. Comparatorul trebuie să asigure citirea indicațiilor cu o eroare de cel mult 0,5% cu o instabilitate de cel mult 1% în timpul măsurării. La utilizarea comparatorului se compară indicațiile dispozitivelor dozimetrice - cel verificată și cel de referință, plasate simultan sau alternativ în câmpul instalației dozimetrice.

2) La determinarea erorii relative de bază a aparatelor supuse verificării, centrul zonei sensibile a blocului de detectare trebuie să fie situat pe axa centrală a fasciculului de radiații fotonice.

3) Cerințele față de secțiunea și dimensiunile câmpului trebuie să corespundă SM EN ISO 4037-1:2021.

4) Atunci când mai multe blocuri de detectare sunt instalate în câmp concomitent, câmpul în planul care trece prin centrele zonelor sensibile ale blocurilor de detectare și perpendicular pe direcția radiației trebuie să fie uniform.

Notă: Drept centre ale zonelor sensibile a blocurilor de detectare sunt considerate: pentru camerele cu cavitate - centrul lor geometric; pentru detectoare pe bază de cristale de scintilație și contoare gamma - un marcaj aplicat de producător pe blocul de detectare; pentru camerele de tip diafragmă - centrul geometric al planului ferestrei de intrare care limitează fasciculul de radiații.

5) Din certificatul de etalonare a etalonului de lucru este selectată o valoare de referință a puterii dozei de raze X sau radiații gamma. Pentru etaloane de lucru, este permisă calcularea valorii puterii dozei sau a distanței necesare de la sursă folosind metoda pătratelor inverse, precum și atenuatoare suplimentare.

6) Pentru verificare sunt selectate cel puțin trei puncte, distribuite cât mai uniform pe intervalul de măsurare. Se recomandă, să se selecteze câte un punct în fiecare decadă (interval) - $(1,25 \pm 0,15)$ din valoarea minimă a primei decade și $(0,70 \pm 0,2)$ din valoarea maximă a decadelor rămase.

7) Măsurările se efectuează: de cel puțin cinci ori pentru aparatele cu o eroare mai mică de 8%; de cel puțin trei ori pentru aparatele cu o eroare mai mare de 8%. Pentru aparatele cu o eroare mai mică de 20% se calculează media aritmetică, pentru aparatele cu o eroare mai mare de 20% se determină indicii dispozitivului maxim diferiți de valoarea reală a puterii dozei.

8) Indicațiile aparatelor se înregistrează în procesul verbal în conformitate cu modelul din Anexa nr.1 la prezenta normă.

9) Pentru camerele de ionizare neetanșate, rezultatul măsurării dozei (puterii dozei), se aduce la condiții normale x , Gy, și se calculează prin formula

$$\{EQx=xr\{f(p_0\cdot T;p\cdot T_0)\} (1)$$

unde:

x_i – rezultatul măsurării obținut în condiții de lucru ale măsurării, Gy;

p_0 – presiunea atmosferei normală, 101,3 kPa;

T_0 – temperatura normală a aerului, 293,15 K;

p – presiune atmosferică la măsurare, kPa;

T – Temperatura aerului la măsurare, K.

16. Prelucrarea rezultatelor măsurătorilor

1) Limitele de încredere ale erorii relative de bază ale aparatelor dozimetrice cu o eroare de până la 20% inclusiv, se determină conform formulei

$$\delta = \alpha \sqrt{\theta_0^2 + \delta_{np}^2} (2)$$

unde:

δ_{np} – este eroarea relativă a măsurării dozei (debitului dozei) în punctul i la verificare, care se calculează în procente, prin formula

$$\{EQ\delta_{np}=\{f(\{o(x_i;s\sup1(\bar{)})-x_0;x_0\})\cdot 100\} (3)$$

unde:

x_0 – valoarea reală a debitului dozei, luată din certificatul de etalonare a instalației dozimetrice etalon de verificare metrologică sau determinată ca media aritmetică a rezultatului măsurării cu aparatul dozimetric etalon.

2) Valoarea obținută a limitei erorii relative de bază δ nu trebuie să depășească valoarea δ_{adm} specificată în documentația de exploatare a aparatului.

3) Pentru aparatele dozimetrice cu o eroare mai mare de 20%, indicațiile aparatului supus verificării trebuie să fie în limitele

$$H_0 - \Delta \leq x_{imax} \leq H_0 + \Delta \quad (4)$$

unde:

H_0 – valoarea reală a echivalentului de doză ambientală, direcțională sau individuală (debitului dozei) în unități necesare;

Δ – valoarea limitei de eroare admisibilă în unități necesare;

x_{imax} – valoarea maximă a dozei (debitului dozei).

4) Ca limită de încredere a erorii de bază a aparatului, se ia cea mai mare dintre toate valorile erorii, fără a lua în considerare semnul, determinate pentru fiecare valoare selectată.

5) La trecerea la unități ale echivalentului de doză ambiental, direcționat sau individual de la unitățile kerma în aer K , măsurate cu un aparat etalon sau luate din certificatul de etalonare a instalației, se utilizează formula

$$H_0 = h \cdot K_0 \quad (5)$$

unde:

K_0 – valoarea reală a kerma (puterea kerma);

h – coeficientul conversiei kerma în aer în echivalentul de doză ambiental, direcționat sau individual .

Notă: Valorile coeficienților în funcție de energia fotonilor și tipul de doză sunt date în SM EN ISO 4037-3.

6) Valorile dozei și debitului dozei obținute sunt comparate cu valorile dozei și debitului dozei măsurate de aparatul supus verificării, gradat în unități ale dozei corespunzătoare.

7) La determinarea limitelor de încredere ale erorii de bază ale aparatelor dozimetrice gradate în unități ale echivalenților de doză ambiental, direcționați și individuali, cu utilizarea etaloanelor gradate în kerma în aer, trebuie luată în considerare eroarea la determinarea coeficienților de tranziție ca eroarea neexclusă sistematică θ_h la calcularea prin formula (2) și de inclus în sumarea pătratică.

Pentru echivalenții de doză ambiental, direcționați și individuali $\theta_h = 2\%$.

XII. ÎNTOCMIREA REZULTATELOR CONTROLULUI METROLOGIC LEGAL

17. Rezultatele verificării metrologice se înregistrează în procesul-verbal de verificare metrologică, care trebuie să conțină cel puțin:

- 1) solicitantul;
- 2) tipul, nr. de serie, producătorul;
- 3) etaloanele utilizate;
- 4) condițiile de mediu;
- 5) valorile măsurate;
- 6) calculul erorilor;
- 7) eroarea maximă tolerată;
- 8) decizia de admitere pentru utilizare/inutilizabilitate a aparatului verificat.

18. În cazul, când mijlocul de măsurare este recunoscut ca utilizabil, se eliberează buletin de verificare metrologică conform Hotărârii Guvernului nr.1042/2016, Anexa 2.

19. În cazul când mijlocul de măsurare este recunoscut ca inutilizabil se eliberează buletin de inutilizabilitate conform Hotărârii Guvernului nr.1042/2016, Anexa 2.