

Fizinių ir technologijos mokslų centras (FTMC)

MATAVIMŲ TECHNOLOGIJOS IR PRIETAISAI

1. Tikslai

Moksliniai tyrimai etaloninių matavimų srityje padeda valstybiniam reguliavimui, kuris yra būtinas laisvam prekių ir paslaugų judėjimui užtikrinti. Metrologijos moksliniai tyrimai ir matavimo technologijų plėtra yra veikla, reikalinga ilgalaikiam šalies ekonominiam augimui stiprinti.

Lietuvos Respublikos Vyriausybės 2014 m. birželio 25 d. nutarimu Nr. 595 Valstybinis mokslinių tyrimų institutas Fizinių ir technologijos mokslų centras (FTMC) atlieka ir Nacionalinio metrologijos instituto (NMI) funkcijas. NMI paskirtis – užtikrinti, kad nacionaliniais etalonais atkuriamų matų vienetų vertės būtų susietos su Tarptautinės vienetų sistemos (SI) matų vertėmis bei perduotos Lietuvos ūkio subjektams, mokslo organizacijoms bei kitoms institucijoms.

Lietuvos Respublikos Metrologijos įstatymas (6 straipsnis, 3 punktas), 2006 m. birželio 22 d. Nr. X717 įpareigoja atlikti nuolatinius nacionalinių etalonų mokslinius tyrimus. Tai atitinka vieną iš FTMC mokslinės veiklos kryptių: matavimo vienetų etalonų ir pirminių matavimo metodų tyrimas, plėtra ir naudojimas; matavimų technologijos.

Programa apima metrologijos srities mokslinius ir taikomuosius tyrimus, kurių tikslai yra:

- Fizikinių ir cheminių matavimo technologijų kūrimas, tyrimas ir plėtra.
- Inovatyvių matavimo technologijų diegimas Lietuvos ūkyje, moksle, medicinoje, valstybės valdyme, krašto apsaugos sistemoje.

2. Uždaviniai:

1. Tirti tarptautinės SI sistemos vienetų atkūrimo technologijas. Šio uždavinio sprendimai veda prie matavimų rezultatų tikslumo palaikymo arba gerinimo.
2. Laiko (sekundės) ir dažnio (herco) vienetų, atkuriamų cezio atominais laikrodžiais, stabilumo tyrimai ilgalaikėje skalėje.
3. UTC(LT) laiko skalės perdavimo šviesolaidiniais ryšio kanalais technologijų tyrimai, plėtra ir etaloninių laiko ir dažnio vienetų palyginimai.
4. Jutiklių, veikiančių hiperboliškai dažniu moduluotų paviršinių akustinių bangų pagrindu, kūrimas ir metrologinių charakteristikų tyrimai.
5. Tirti temperatūros pirminio etalono ITS-90 skalės pamatinių taškų medžiagų fazinio virsmo procesus, ruošti metodikas, mažinančias temperatūros vieneto vertės atkūrimo neapibrėžtį.
6. Atlikti interpoliacinių prietaisų – etaloninių platinos varžos termometrų ir termoporų – neapibrėžčių sandų kompleksinius tyrimus ir interpoliacinių skaičiavimų korekcijas.
7. Vykdyti sisteminius etaloninių krosnių, etaloninių vonių, etaloninių varžų ir varžų matavimo tilto metrologinių parametrų tyrimus, ruošti procedūras, mažinančias tirtų parametrų nestabilumo įtaką matavimų tikslumui.
8. Elektrinės varžos ir Zenerio įtampos etalonų metrologinių charakteristikų ilgalaikio stabilumo tyrimai.
9. Elektros dydžių etalonų metrologinių charakteristikų ilgalaikio kaitumo prognostinių metodų kūrimas ir taikymas.
10. Branduolinėje medicinoje naudojamų jonizacinių kamerų stabilumo tyrimas, matuojant diagnostikai ir terapijai skirtų radionuklidų aktyvumą (F-18, Tc-99m, I-123, I-131, Ra-223).

11. Radionuklidų pernašos iš Baltarusijos atominės elektrinės į Lietuvos teritoriją atmosferos ir vandens keliu tyrimas.

12. Vystyti chromatografiją ir masių spektrometriją, kuriant naujus ir tikslius medžiagų analizės metodus, taikant juos medicinoje, farmacijoje ir aplinkosaugoje.

13. Plėtoti inovatyvias cheminių matavimų technologijas, kuriant patobulintas mėginio surinkimo ir įvedimo sistemas chromatografijai.

14. Atlikti galinių ilgio matų etalono komplekso ilgalaikių relaksacinių procesų įvertinimą ir neapibrėžčių sandų korekciją.

3. Metodologinis tyrimų pagrindimas

Laiko ir dažnio matavimų sritis – FTMC Laiko ir dažnio etaloną sudaro du cezio (Cs) atominiai laikrodžiai, GNSS (Global Navigation Satellite System) laiko palyginimo sistema ir laiko skleidimo posistemė, susieta su LITNET šviesolaidiniu duomenų perdavimo tinklu. Abu Cs atominiai laikrodžiai yra integruoti į tarptautinio atominio laiko (TAI) ir suderintojo pasaulinio laiko (UTC) formavimą, kuriuos atlieka BIPM Laiko skyrius. FTMC Laiko ir dažnio etalonas yra vienintelė Baltijos šalyse veikianti UTC laiko skalės fizinė realizacija UTC(LT). Kadangi laiko ir dažnio etalonas yra nuolatos veikiantis įrangos kompleksas, jo charakteristikos yra nuolatos stebimos ir atliekami metrologiniai tyrimai. Tyrimų rezultatai yra skelbiami kiekvieną mėnesį atnaujinamoje BIPM duomenų bazėje (<http://www.bipm.org/jsp/en/TimeFtp.jsp>). Perduodant laiko ir dažnio vienetų vertes ir atliekant etaloninių matavimo priemonių palyginimus pasitelkiami etaloninių dažnių generatoriai, telekomunikacijų ryšio linijos ir palydovinės navigacijos sistemos. Visos šios sistemos, perduodamos harmoninius etaloninių dažnių signalus, įneša papildomus fazinius triukšmus, kurių fizikinių priežasčių tyrimas yra svarbus matavimo technologijų uždavinys. Atominiais laikrodžiais generuojami stabilus dažnio signalai įgalina atlikti detalius jutiklių, veikiančių paviršinių akustinių bangų pagrindu, metrologinių charakteristikų tyrimus.

Temperatūros matavimų sritis – pirminis temperatūros vieneto etalonas, atkuriantis tarptautinės temperatūros skalės ITS-90 vertes H₂O, Ga, In, Sn, Zn, Al, Ag, Cu taškuose.

Tarptautinės temperatūros skalės ITS-90 bet kurio pamatinio taško realizavimui yra keliami panašūs reikalavimai kaip ir kitiems pirminiams matavimo etalonams, t.y. turi būti vienareikšmis vertės atkūrimas su kontroliuojamais neapibrėžties sandais. Pirminiuose etalonuose, kad būtų gautos stabilios metrologinio parametro vertės, yra išnaudojamos visos įrangose naudojamų medžiagų savybės. Metrologinių parametrų verčių stabilumas sąlygotas medžiagų fizikiniais parametrais, veikiama laiko ir aplinkos parametrų chaoso.

Pirminio temperatūros vieneto etalono komplekso atkuriamos vieneto vertės dydis ir stabilumas tiesiogiai priklauso nuo ITS-90 skalės pamatinių taškų verčių atkūrimui naudojamų medžiagų fazinio virsmo proceso charakteristikų, fizikinių parametrų atsikartojamumo ir stabilumo, interpoliacinių prietaisų, tokių kaip platinos varžos termometrai ir termoporos, medžiagų (platinos, kvarco) fizikinių savybių stabilumo ir metrologinių charakteristikų atsikartojamumo, taikomų matematinių interpoliacinių vertinimo procedūrų, temperatūros atkūrimo įrangos – varžų matavimo tilto, etaloninių varžų, krosnių ir vonių metrologinių parametrų stabilumo, koreliacijos su aplinkos sąlygomis ir valdymo procedūrų tikslumo.

Kadangi aukščiau išvardintų parametrų ir savybių stabilumo nėra, BIPM ir EURAMET nuolat organizuoja tarpvalstybinius daugiašalius tarplaboratorinius palyginimus, kuriuose patikrinama kiekvienos dalyvaujančios šalies etalono atkuriamą vieneto vertę. Siekiant, kad nebūtų prarastos LRV patvirtintos ir BIPM KCDB 2.0 deklaruotos etaloninės temperatūros vieneto vertės

https://www.bipm.org/kcdb/cmc/search?domain=PHYSICS&areaId=6&keywords=&specificPart.branch=25&specificPart.service=-1&specificPart.subService=-1&specificPart.individualService=-1&_countries=1&countries=47&publicDateFrom=&publicDateTo=&unit=&minValue=&maxValue

$e = \min \text{Uncertainty} = \max \text{Uncertainty}$

turi būti nuolat atliekami sisteminiai ilgalaikiai viso etalono komplekso tyrimai ir koreguojamas temperatūros vieneto vertės atkūrimo procesas.

Elektrinių matavimų sritis – FTMC elektros dydžių etalonų sistema koncentruojama apie pirminį nuolatinės įtampos etaloną – Džozefsono įtampos etaloną. Antriniais etalonais yra atkuriamos elektrinės varžos vertės, kurios periodiškai yra palyginamos su Holo varžos etalonais, veikiančiais užsienio laboratorijose. Didžiausio tikslumo ir stabilumo etalono – Džozefsono įtampos etalono sistemos vaidmuo yra realizuoti etalonines nuolatinės įtampos vertes 1 V – 10 V ruože bei užtikrinti patikimą antrinių kintamos įtampos ir varžos etalonų funkcionavimą. Elektros dydžių etalonų metrologinių charakteristikų nuolatinis tyrimas ir jų kaitumo prognozių vertinimą numatoma atlikti naudojantis Džozefsono įtampos etalono sistema.

Jonizuojančiosios spinduliuotės matavimų sritis – Laboratorijoje įdiegti pirminiai radionuklidų aktyvumo matavimo metodai taikant $4\pi\beta\text{-}\gamma$ sutapčių proporcinį skaitiklį bei trigubų ir dvigubų sutapčių santykių (TDCR) skaičiavimo įrenginį; vystomi antriniai metodai: gama spektrometrija, jonizacinės kameros su šuliniu, paviršinių šaltinių ir paviršiaus taršos α ir β aktyvumo matavimas, blyksninių tirpalų spektrometrija. Taikymai: pamatinių medžiagų gamyba; uždarytųjų šaltinių, skirtų aukštųjų technologijų pramonei ir medicinai, gamyba; radioaktyviųjų atliekų tvarkymo programos eksploatuojant naujus ir uždarytus (ar uždaromus) branduolinius objektus Lietuvoje ir kaimyninėse šalyse; branduolinės ir radiacinės saugos sistemų kūrimas. Bus tiriamas ilgalaikis pirminio TDCR metodu veikiančio etaloniško komplekso stabilumas panaudojant tričio vandeninius preparatus. Taikymai apims tiriant radionuklidų sklaidos procesus.

Matavimų chemijoje sritis – moksliniai tyrimai planuojami dviem pagrindinėmis kryptimis: 1) taikomieji tyrimai, skirti chromatografijos ir masių spektrometrijos panaudojimui medžiagų naujų analizės metodų sukūrimui, tyrimui bei taikymui medicinoje, farmacijoje, biotechnologijoje ir aplinkosaugoje; 2) eksperimentinė plėtra, susijusi su cheminių matavimų technologijų inovacija, tobulinant ir kuriant naujų mėginio surinkimo ir įvedimo sistemų prototipus chromatografijos sistemoms. Plėtojama specializacija – lakiųjų organinių junginių (LOJ) tyrimai, naudojant termodesorbcinę dujų chromatografinę analizę.

Ilgio matavimo sritis – naudojamas antrinio galinių ilgio matų nacionalinio etalono kompleksas, užtikrinantis ilgio pirminio etalono vertę ribose nuo 0,5mm iki 100 mm su neapibrėžtimi, ne didesne kaip 100nm. Etaloniško komplekso tikslumas ir stabilumas veikiamas galinių ilgio matų medžiagos fizikinių savybių nestabilumo, etaloniškų paviršių geometrijos pokyčių ir aplinkos sąlygų koreliacijos su matavimo procesu. Etaloniško komplekso tikslumas yra užtikrinamas nuolatiniais ilgalaikiais tyrimais, jis patikrinamas tik dalyvaujant daugiašaliuose tarplaboratoriniuose palyginimuose.

4. Asignavimų poreikis Programą vykdys 22 FTMC Metrologijos skyriaus darbuotojai.

5. Vadovas Programos vadovas - dr. Arūnas Gudelis