

Lietuvos mokslo ir technologijų ateities pagrindas

Gintaras Valušis



Virš besileidžiančio lėktuvo sparno susidaręs turbulencinis sūkurys.
NASA nuotrauka

Pradėjome nuo Maiklo Faradėjaus (Faraday) ne tik todėl, kad jo garbei pavadintas elektrinės talpos vienetas faradas ir kad jis pirmasis pavartojo elektrinio ir magnetinio lauko sąvokas bei tyrė elektrinių, magnetinių ir šviesos reiškinių sąryšį. Bene didžiausias jo nuopelnas – elektromagnetinės indukcijos atradimas, o šis reiškinys yra visos elektrotechnikos pagrindas. Bet puikus eksperimentatorius (teigiama, kad jo moksliniuose dienoraščiuose aprašyta daugiau kaip 16 tūkstančių eksperimentų) neapsiribojo vien fizika – jis atrado benzeną ir suformulavo du pagrindinius elektrolizės dėsnius. Būdamas nepaprastai plačių mokslinių interesų Faradėjus kūrė cheminės technologijos ir elektrotechnikos pagrindus. Ir kai paimame į rankas kokį nors daiktą „sumanųjį“ daikčiuką, nesvarbu, ar tai būtų mobilusis telefonas, televizoriaus valdymo pultas, kompaktinių plokštelių grotuvas ar mikrobangų krosnelė, pagalvokime, kad kiekvienas iš jų yra įvairių mokslų ir technologijų pasiekimų rezultatas – pradedant daugybe cheminių medžiagų, fizikinių reiškinių ir baigiant įvairiais technologiniais sprendimais. Visa tai atsirado dėl intensyvios mokslo ir technologijų plėtros.

Mūsų šalyje yra daug aukšto lygio mokslininkų, ir jei bus sukurtos sąlygos efektyviai panaudoti jų gebėjimus ir kūrybiškumą, mūsų kraštas taps naujų kokybiškų produktų tėvyne. Džiugu, kad šios viltys jau pradėjo pildytis: trys stiprios šalies mokslo institucijos – Chemijos, Fizikos ir Puslaidininkių fizikos institutai telkdami savo mokslines pajėgas 2010 m. susijungė į naują darinį – Fizinių ir technologijos mokslų centrą (FTMC). Europos Sąjungos struktūrinių fondų parama steigiant Saulėtekio slėnį padės sukurti mokslinių tyrimų infrastruktūrą, būtiną sėkmingam Centro darbui, bei technologijoms ir fundamentiniams tyrimams Lietuvoje plėtoti.

Ir net jei galėčiau būti
Šekspyru, galvoju,
kad vis dėlto rinkčiausi
būti Faradėjumi.

Aldous Huxley[\[1\]](#)

Polimerai, fotosintezė ir Nobelio premijos

Organinės medžiagos kasdienybėje mums gali asocijuotis su maišeliais prekėms – patogiais ir pakankamai stipriais joms nešti, lanksčiais ir nepraleidžiančiais vandens. Ir turbūt sunku įsivaizduoti, kad tokia medžiaga galėtų būti laidė elektros srovei. Juk dauguma šiuolaikinių izoliacinių medžiagų, pavyzdžiui, elektros laidų ar kabelių izoliaciniai sluoksniai, gaminami iš įvairių polimerinių medžiagų. Tokia nuomonė vyravo iki 1977 metų, kai trys mokslininkai: amerikiečiai A. G. Makdirmidas (MacDiarmid) ir A. Dž. Higeris (A. J. Heeger) bei japonas H. Širakava (Shirakawa), susintetino pirmą laidųjį polimerą – polivinileną. Už šį atradimą autoriams buvo suteikta 2000 metų Nobelio chemijos premija. Atrodytų neįtikima, bet specialiai paruošto polivinileno laidumas yra artimas metalų laidumui. Taigi, tokio tipo medžiagos gali būti plačiai pritaikytos, kad ir spausdintinėms elektronikos prietaisų plokštėms gaminti. Be elektrinio laidumo, šiems polimerams būdinga gal net svarbesnė savybė – gebėjimas kaupti elektros krūvį. Tokios medžiagos yra pagrindinė prof. A. Malinausko vadovaujamos grupės darbų tema. Svarbių rezultatų gauta tiriant laidžiųjų polimerų ir savitvarkių, net ir vienos molekulės storio, sluoksnių elgseną Ramano spektroskopijos bei elektrochemijos metodais. Siekiama pagaminti darinius, tinkamus jutikliams, nes laidžiųjų polimerų elektrinis laidumas priklauso dar ir nuo to, kokios medžiagos yra adsorbuotos ant jų paviršiaus. Iš polimero elektrinės varžos (laidumo) pokyčio galima spręsti apie įvairių medžiagų buvimą ore. Naudojant laidžiuosius polimerus ir neorganinių junginių kompleksus kuriami jutikliai gliukozei, laktatui ir kitoms biologiškai svarbioms medžiagoms nustatyti. Prof. A. Malinauskas taip juos apibūdina: „Elektrai laidūs polimerai yra naujos, neseniai ir netikėtai atrastos cheminės medžiagos, pasižyminčios ypatingomis savybėmis, nebūdingomis jokioms kitoms dirbtinai sukurtoms medžiagoms. Jų neįprastos savybės žadino ir tebežadina mokslininkų, inžinierių ir technologų vaizduotę. Todėl galima tikėtis, kad laidieji polimerai ir ateityje susilauks didelio dėmesio ir bus plačiai taikomi.“ Ir čia vėl galima prisiminti M. Faradėjų – pasakojama, kad kartą Didžiosios Britanijos ministras pirmininkas aplankė M. Faradėjų laboratorijoje ir užtikęs jį eksperimentuojant su indukuotąja srove paklausė: „Kokia nauda iš šio atradimo?“ O M. Faradėjus atsakęs: „O kokia nauda iš naujagimio?“ Laidieji polimerai ir jų tyrimai yra tinkama sritis naujam faradėjui gimti.

Molekulinės biofizikos ir cheminės fizikos itin madinga ir „karšta“ mokslinė tematika – dinaminiai vyksmai baltymuose, polimeruose ir tvarkiuosiuose molekuliniuose dariniuose. Tai tarsi įvairių mokslų santaka, kuriai reikia ir plataus požiūrio, ir nepaprastai didelio žinių bagažo, o taip pat gana skirtingų tyrimo metodų taikymo. FTMC Molekuliųjų darinių fizikos skyrius visa tai turi – prof. L. Valkūno ir jo grupės teoriniai ir eksperimentiniai tyrimai pripažinti šalyje ir užsienyje. Svarbiausios tyrimų kryptys: fotosintezė, krūvininkų fotogeneracija[2] ir rekombinacija[3] organinėse sistemose; solvatacijos reiškiniai ir krūvio pernašos reakcijos; šviesos sukelta protonų ir jonų pernaša baltymuose. Tyrimai atliekami femtosekundžių ($1 \text{ fs} = 10^{-12} \text{ s}$) trukmės diapazone, o tai – elektronų, branduolių ir atomų dinamikos molekulėse vyksmų trukmės skalė. Jei, tarkime, atomas „bando“ nutraukti savo ryšius molekulėje, jam tai pavyksta toli gražu ne iškart, o tik po daugelio milijonų bandymų... Pažymėtina, jog daugelis reakcijų vyksta tarsi nuosekli elementariųjų dinamiųjų vyksmų seka. Todėl norėdami suprasti, kaip vyksta cheminė reakcija, turime gerai suvokti kiekvieno iš tų sudėtinių žingsnių, vykstančių šimtų ar net dešimčių femtosekundžių trukmės skalėje, detales. Turimos eksperimentinės galimybės bei vyksmų modeliavimo patirtis leidžia tikėtis, jog visa tai galima bus panaudoti ir kitose mokslo srityse, pavyzdžiui, biologijoje ir medicinoje. Biologinės sistemos yra labai sudėtingos, tad tolesnę jų tyrimų raidą gali nulemti kompleksinių sistemų fizikos plėtojimas. Šios srities korifėjai R. Markusas (Marcus) ir A. Zevailas (Zewail) buvo apdovanoti Nobelio premija. Kodėl gi nepabandžius atsistoti šalia jų?

Lazeriai, terahercai ir matymas per sienas

Lietuvos mokslininkų lazerininkų tiriamieji darbai ir sukurti produktai gerai žinomi tarptautinei mokslo visuomenei. Vienas iš lazerių tyrimo ir kūrimo centrų yra FTMC. Centro darbuotojų taikomieji tyrimai tapo didžiausios šalyje lazerių technologijų įmonės *Ekspla* pagrindu. Šiandien šios įmonės produktai užima daugiau kaip pusę pasaulinės pikosekundinių lazerių rinkos, ji vienintelė pasaulyje gamina SFG [angl. S(um) F(requency) G(eneration) – *suminio dažnio generavimas*] spektrometrus medžiagų paviršiui tirti. FTMC ir *Ekspla* toliau glaudžiai bendradarbiauja kurdami naujas lazerių sistemas, optoelektronikos įtaisus ir darinius. Vienas tokių pavyzdžių – nevienalyčiai bangolaidiniai optiniai dariniai iš mikrostruktūrizuotų fotoninių kristalų (dariniai iš periodiškai pasikartojančių mažo ir didelio šviesos lūžio rodiklio sričių) ir šviesolaidžių. Naudojant tokios neįprastos struktūros darinius galima valdyti optinius reiškinius bei lazeriuose vykstančius procesus.

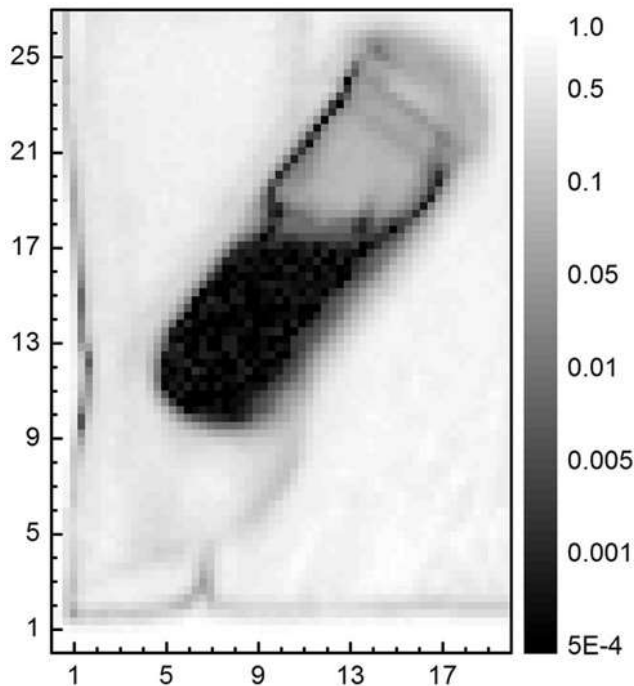
Optoelektronika yra mokslo ir pramonės šaka, grindžiama puslaidininkinių medžiagų gebėjimu versti šviesos signalus elektriniais, o elektrinius – šviesos signalais. Jai suklestėti padėjo sparti medžiagų inžinerijos plėtra. Pagrindinis norimų savybių medžiagų gamybos instrumentas – molekulių pluoštų epitaksijos [4] įrenginys. Juo naudojantis galima užauginti nanometro storio reikiamų savybių puslaidininkinių sluoksnius.



Molekulių pluoštų epitaksijos įrenginys FTMC. P. Malūko nuotrauka

Optoelektronikos laboratorijos mokslininkai, vadovaujami prof. A. Krotkaus, sukūrė naują medžiagą GaBiAs (galio bismidas arsenidas; ji dar vadinama „GaBi“) ir „privertė“ ją generuoti 0,1–10 terahercų ($1 \text{ THz} = 10^{12} \text{ Hz}$) dažnio bangas tam panaudodami vieno mikrometro bangos ilgio spinduliuotę skleidžiantį kitos lietuviškos bendrovės *Šviesos konversija* femtosekundinį lazerį *Pharos* (jis pagal techninius parametrus neturi analogų pasaulyje). Optoelektronikos laboratorijos mokslininkai sėkmingai komercializavo savo unikalią sistemą, o produktams gaminti įkūrė bendrovę *Teravil*. Jos ir *Šviesos konversijos* bendromis pastangomis atsirado pasauliniu mastu unikalus prietaisas – kompaktiška naujo tipo terahercų dažnių srities spektroskopinė sistema. Ji, kaip pagrindinis komponentas, gali būti taikoma kuriant saugos sistemas. Manoma, kad terahercų dažnio srities vaizdo kameros sukūrimas iš esmės išspręstų daug saugos sistemų

problemų. Panašiai kaip parduotuvėse optinė CCD [angl. C(harge) C(oupled) D(evice) – krūvinės sąsajos įtaisas] akis leidžia stebėti, kas vyksta prekybos salėje, terahercų dažnio spinduliuotės vaizdo kamera leistų pastebėti po drabužiais ar pakuotėse paslėptus pavojingus nemetalinius daiktus ar sprogmenis. Oro uostų, pašto ar kitų svarbių objektų sistemos taptų praktiškai neįveikiamos piktavaliams žmonėms. Kol kas tokia kamera dar nesukurta, bet FTMC mokslininkai bendradarbiaudami su kolegomis iš Monpeljė (Montpellier; Prancūzija) ir Frankfurto prie Maino (Frankfurt am Main) sukūrė diodinę sistemą, kuri kambario temperatūroje „mato“ daiktų vidų, ir įrodė, jog nanometriniai lauko tranzistoriai be specialių antenų gali būti panaudoti vaizdams užrašyti kambario temperatūroje 2,54 THz dažnio bangomis.



THz spinduliuotė leidžia „pažvelgti“ į daiktų vidų – į voką įdėtos vaistų kapsulės vaizdas (*kairėje*). Vaizdas gautas THz Atelier grupės mokslininkų sukurta ir pagaminta THz diodinių jutiklių sistema. Jame galima pamatyti net vaistų kiekį kapsulėje. *Dešinėje* – kapsulės nuotrauka palyginimui (adaptuota iš Kašalynas ir kt. 2009).

Manoma, kad tokios vaizdo kameros bus naudingos ne tik saugos sistemoms, bet ir gerokai išplės medicinos diagnostikos galimybes, pavyzdžiui, diagnozuojant ankstyvosios stadijos odos vėžį. Taigi, jei po metų kitų skrisite lėktuvu ir jus tikrins ne tik metalo detektoriais, bet ir terahercų dažnio jutikliais, pagalvokite, kad toje saugumo sistemoje gali būti ir mūsų Centro mokslininkų sukurtų komponentų ar netgi prietaisų. Ir jei jums pasidarė įdomu, yra galimybių sužinoti dar truputėlį daugiau, o gal net įsitraukti į šią veiklą jau dabar.

Jutikliai, dirbtinė nosis ir superstiprūs magnetai

Jutiklių šiais laikais yra daug ir įvairių. Tai, pavyzdžiui, termometrai, matuojantys oro temperatūrą už lango, radarai oro uostuose, sekantys nuo orlaivių ar kt. objektų atsispindėjusius signalus, ir padedantys nustatyti jų buvimo vietą. Kiekvienas jutiklis turi savo paskirtį ir veikimo principą, o jei reikia, net ir „aptarnaujantį personalą“ – elektronikos sistemas, kurios nuskaito jutiklio rodmenis ir perduoda juos vartotojui.

FTMC mokslininkai taip pat kuria ir tobulina įvairius jutiklius. Visų pirma, tai mikrobangų jutikliai, kurie remiasi tarptautiniu mastu pripažintais karštųjų krūvininkų tyrimais. Buvo sukurti unikalūs jutikliai, gebantys matuoti labai didelės galios mikrobangų spinduliuotę. Jie patikimi, tikslūs ir patogūs naudoti. Šiandien FTMC mokslininkai daugiausia tiria ir kuria varžinius ir elektrooptinius jutiklius, plėtoja didelės galios mikrobangų impulsų, taip pat stipraus elektrinio lauko impulsų atviroje erdvėje matavimo metodus, objektų ir medžiagų tyrimus stipriame mikrobangų lauke ir kita.

Nemenkindami mokslininkų ir inžinierių darbo rezultatų, vis dėlto turime pripažinti, jog talentingiausias jutiklių kūrėjas yra gamta. Todėl kuriant dirbtines sistemas daugiau ar mažiau kopijuojami gamtos kūriniai. Vienas žmogaus kūrinys – elektroninė kvapo atpažinimo sistema, dažnai vadinama elektronine nosimi, yra sukurta pagal žinduolių uoslės modelį. Gamta uoslei suteikė jutiklius, kurie sukuria savitą signalą reaguodami ne į vieną, bet į tam tikrą grupę cheminių junginių. Pavyzdžiui, žmogaus ar šuns nosyje yra keli tūkstančiai skirtingų jutiklių, besiskiriančių atsako į tą patį cheminį poveikį signalais. Jie apdorojami smegenyse ir lyginami su turimais prisiminimais. Dėl to dirbtinės elektroninės kvapo atpažinimo sistemos yra sudarytos iš didesnio ar mažesnio rinkinio neorganinių jutiklių, kurių signalus apdoroja elektronika ir specialios duomenų analizės programos. Technologijos uždavinys yra sukurti tokį įtaisą, kurio elektrinis arba optinis signalas priklausytų nuo aplinkoje esančių cheminių medžiagų.

FTMC Jutiklių laboratorijoje kuriami ir gaminami plonasluoksniai metalo oksidų dariniai, kurių elektrinė varža priklauso nuo tiriamos terpės dujų sudėties. Technologinėmis priemonėmis, pavyzdžiui, primaišant metalo atomų į oksidą arba nusodinant nanometriniu dydžio metalo klasterius ant oksido sluoksnio paviršiaus, galima keisti darinio atsaką į dujas. Padarius 4–16 skirtingų darinių ir juos sujungus į vieną modulį buvo sukurtos kelios originalios sistemos ir išbandytos feromonams aptikti ir maisto gaminių kokybei įvertinti. Atlikti tyrimai parodė, jog tokių sistemų efektyvumą galima gerokai padidinti analizuojant jutiklių atsako dinamiką. Buvo pasiūlytas originalus kvapo „piešimo“ metodas .

Pastaruoju metu plėtojami tyrimai, kuriais siekiama susieti naudingiausias biomolekulinių junginių ir kietųjų darinių savybes. Iš tokių hibridinių darinių galima būtų sukurti itin mažus unikalų savybių detektorių modulius, ne ką storesnius už plauką. Bet tai (bent jau kol kas) ateities planai.

Daug kas žino, kad Žemė yra didelis magnetas ir kad yra magnetų, kurių laukas gerokai stipresnis už Žemės, o specialiose mokslinėse laboratorijose naudojami itin stiprūs magnetiniai laukai. Jie sukuriama superlaidžiaisiais magnetais, tokio lauko magnetinė indukcija gali siekti net 25 teslas (T) (šiuo metu pasaulio rekordininkas yra 45 T nuolatinis magnetas, sukurtas JAV Nacionalinėje stiprių magnetinių laukų laboratorijoje), o impulsinio milisekundžių trukmės magnetinio lauko indukcija net 100 T. Impulsinis magnetinis laukas sukuriama iškraunant kondensatorių bateriją per induktyvumo ritę, magnetokumuliaciniuose generatoriuose, elektromagnetinėse svaidyklėse, metalų elektromagnetinio formavimo metu. Magnetinio lauko, kuris keičia ne tik savo amplitudę, bet ir kryptį, matavimas yra sudėtinga techninė problema. Įprasti matuokliai (Holo, magnetooptiniai ir kilpos formos jutikliai) tam nelabai tinka. Fizinių ir technologijos mokslų centro Didelės galios impulsų laboratorijoje buvo sukurta unikali impulsinio magnetinio lauko matavimo sistema, matuojanti absoliučiąją magnetinio lauko indukcijos vertę ir apsauganti matuojamą signalą nuo elektromagnetinių trukdžių. Magnetinio lauko matuoklis susideda iš specialaus magnetinio lauko jutiklio, signalo registravimo, apdorojimo ir duomenų kaupimo bloko. Jutiklis gali matuoti 0,1–50 T magnetinę indukciją. Matavimo signalas paverčiamas

skaitmeniniu ir siunčiamas į kompiuterį apdoroti. Šis matuoklis buvo sėkmingai išbandytas Prancūzijos-Vokietijos tyrimų instituto Sen Lui (French-German Research *Institute Saint-Louis*, ISL) ir JAV laivyno mokslinėse laboratorijose. Nors prietaisas jau patentuotas Europos Sąjungoje, jis ir toliau tobulinamas, kuriami nauji jutikliai. Tad jei traukia ypač stiprių magnetinių laukų paslaptys ir jiems matuoti skirtų jutiklių kūrimas, mūsų Centre mokslinės ir inovacinės veiklos tikrai pakaks.



FTMC mokslininkų sukurtas magnetinio lauko matuoklis. V. Stankevič nuotrauka

Korozija ir naujos medžiagos

Turbūt dažnas pasakys, kad blizgia danga padengtas metalas yra gerokai gražesnis už ne taip blizgantį – tačiau tai nėra pagrindinė priežastis, dėl ko jie taip „išgražinami“ – daug svarbiau, kad metalų savybės nepakistų „nedraugiškoje“ aplinkoje ir būtų išvengta jų korozijos. Tam jie nikeliuojami, chromuojami ar dengiami kitokiomis apsauginėmis dangomis. Taigi, koroziją galima populiariai apibūdinti kaip metalų ar jų lydinių irimą dėl agresyvios aplinkos poveikio. Ją sukelia deguonis, atmosferos ir vandens teršalai, mikroorganizmai, šviesos poveikis, mechaninės deformacijos. Manoma, kad šiandien pasaulyje egzistuoja tik 30 % metalų fondo, sukurto per visą žmonijos istoriją, o kitus milijardus tonų metalų sunaikino korozija. Ypač reikia prižiūrėti svarbius ūkio objektus, pavyzdžiui, įvairius vamzdžius, elektros linijas, geležinkelius, tiltus, transporto priemones ir kita. Ekspertai apskaičiavo, kad korozijos sukelti nuostoliai didesni negu potvynių ir gaisrų sukeltieji. FTMC mokslininkai kovoja su korozija ne tik siūlydami tradicines nikeliavimo ir mikroaktyvo chromavimo[5], cinkavimo ar kadmiavimo technologijas - prof. E. Juzeliūno grupė tam naudoja SQUID[6] magnetometriją. Pagrindinė šių tyrimų idėja remiasi prielaida, kad korozijos metu egzistuoja nesubalansuoti elektronų (jonų) srautai, kuriuos galima aptikti jautriais superlaidininkiais magnetometrais SQUID ir per nuotolį identifikuoti elektrocheminį sistemos aktyvumą.

Kitas svarbus dalykas – išsiaiškinti, ar metalų korozija priklauso nuo jų struktūros ypatumų. Ypatingas dėmesys skiriamas cinko lydinių nanostruktūrizuotoms galvaninėms dangoms gauti ir jų savybėms nagrinėti. Sukūrus korozijai atsparius cinko lydinius, būtų galima atsikvoti chromavimo[7] ir išvengti nuodingų Cr(VI) junginių naudojimo. Elektrochemikų sukurtos

originalios brangiųjų metalų regeneravimo ir gryninimo technologijos padeda išspręsti nemažai aktualių aplinkos apsaugos problemų. Todėl naujų elektrocheminių ir kitokių neardomųjų medžiagų tyrimo metodų bei naujų medžiagų technologijų kūrimas yra perspektyvus ir šaliai svarbus uždavinys.

Atomo branduolio paslaptys ir jo energijos panaudojimo problemos

Mūsų šalies teritorijoje ilgą laiką veikė Ignalinos atominė elektrinė. Šiandien ji sustabdyta, bet ketinama statyti daug modernesnę ir saugesnę. Todėl Lietuvoje branduolio fizikos ir aplinkos radioaktyvumo tyrimai ir toliau bus labai svarbūs.

FTMC yra vienintelė Lietuvos mokslo institucija, kur eksperimentiniais branduolio fizikos metodais atliekami fundamentiniai ir taikomieji tyrimai. Vadovaujant prof. V. Remeikiui tiriami radioaktyviųjų virsmų procesai ir efektai (virsmų tikimybės, spinduliuotės spektro ir intensyvumo priklausomybė nuo branduolio apsupties sąlygų ir kt.), nagrinėjami jų ryšiai su branduolių hipersmulkiąja sąveika[8], taip pat jų panaudojimas Mesbauerio (Mössbauer) spektroskopijos[9] problemoms spręsti. Pastarasis metodas sėkmingai taikomas sudėtingų puslaidininkių (binarinių junginių, kietųjų tirpalų ir kt.) bei feroelektrikų[10] tyrimuose, medžiagų ekspertizėje.

FTMC branduolio fizikos specialistai nuveikė tikrai daug. Jie pirmieji nustatė radionuklidų, esančių įvairiose aplinkose, skilimo spartos skirtumus. Tokiems tyrimams buvo sukurti originalūs eksperimentiniai metodai, kurie ir toliau sėkmingai plėtojami. Mokslininkai neapsiriboja vien tik eksperimentu – teoriškai tiriama įvairių veiksnių įtaka procesams, vykstantiems branduoliuose. Dabartiniu metu pagrindinis dėmesys skiriamas Mesbauerio izomerinio poslinkio[11] kalibravimo problemoms spręsti, naudojant eksperimentinius metodus, kurie grindžiami elektrono pagavimo[12] tikimybės pokyčio matavimu.

Branduolinės energetikos perspektyva neatsiejama nuo šiuolaikiniais moksliniais tyrimais pagrįstos ilgalaikės, branduolinę bei radiacinę saugą aplinkai ir žmogui garantuojančios radioaktyviųjų atliekų tvarkymo, perdirbimo ir saugojimo technologijų plėtros. Planuojama, kad naujos (jau ketvirtos) kartos reaktoriai (nuo 2020 m.) bus ekonomiškesni, saugesni, atitiks visus branduolinių medžiagų neplatinimo reikalavimus. Branduolinė energetika glaudžiai susijusi su branduolio, neutronų, reaktorių, branduolinių medžiagų fizika, radioekologija. Taigi veiklai šiose srityse yra labai reikalingi jauni darbuotojai žmonės.

Švaresnė aplinka – sveikesni žmonės

Turbūt kiekvienam gera kvėpuoti, kai oras grynas, malonu gerti vandenį tiesiai iš čiaupo ir nebijoti, kad jis gali būti pavojingas sveikatai. Taip jau susiklostė, kad pramonės įmonės, be produkcijos, gamina ir atliekas bei įvairius teršalus, todėl labai svarbu ištirti, kaip jie paveikia aplinką ir mūsų sveikatą. FTMC viena iš mokslinių tyrimų kryptių – procesai, lemiantys atmosferos teršalų formavimąsi, pernašą, chemines transformacijas atmosferoje ir patekimo iš atmosferos į sausumos ir vandens ekosistemas kelius. Taip pat vertinamas įvairių teršalų poveikis žmogaus sveikatai ir ekosistemoms. Kuriami nauji tyrimo metodai, susiejantys stebėjimų duomenis ir skaitmeninius modelius. Tai padeda suprasti sąryšius tarp aplinką veikiančių taršos šaltinių, teršalų koncentracijos atmosferoje, jų srautų judėjimo iš oro į dirvą. Tiriama sunkiųjų metalų ir stabilų organinių teršalų migracija įvairiose ekosistemose.

FTMC mokslininkai tiria meteorologinių parametų įtaką miestų oro taršai. Jie nustatė, kad kartais oro užterštumo padidėjimą miestuose nulemia ne staigus teršalų emisijos padidėjimas, o veikiau tam tikros trumpalaikės meteorologinės sąlygos. Todėl laikinas teršalų emisijos sumažinimas tuo laikotarpiu gali būti efektyvus būdas, siekiant išvengti didelio oro užterštumo tarpsnių. Tam jau sukurtas ir veikia oro teršalų ir meteorologinių parametų matavimo tinklas, nustatyti pagrindiniai meteorologiniai veiksniai, turintys įtakos oro taršai, atlikti meteorologinių parametų dinamikos tyrimai. Remiantis gautais rezultatais kuriamas oro taršos trumpalaikio prognozavimo modelis.

Nemažai dėmesio skiriama ir atsinaujinantiems energijos šaltiniams. Ypač svarbi sritis – saulės elementų kūrimas ir tyrimas. Centro mokslininkai prisidėjo kuriant silicio saulės elementus, o netrukus planuojama tirti vario indžio diselenido bei organinius saulės elementus. Tokie moksliniai tyrimai ir jų taikymas kuriant bei plėtojant pažangias aplinkotyros ir aplinkosaugos technologijas yra svarbi ir perspektyvi sritis.

Chaosas, fliktuacijos ir Visatos dėsniumai

Jokie taikomieji tyrimai ar technologijų ir inovacijų kūrimas neįmanomi be fundamentinių tyrimų – tvirto pagrindo, nuo kurio ir prasideda pažinimas. Centre tikrai esminius gamtos pažinimo klausimus gvildena Fundamentinių tyrimų skyriaus mokslininkai. Kad suprastum, kas yra chaosas, reikia pradėti nuo įprasto dalyko, apie kurį kasdien girdime žinių laidose – tai orų prognozė. Oro srautų judėjimą nusako netiesinių diferencialinių lygčių sistema, kurios sprendinys labai priklauso nuo pradinių sąlygų tikslumo: užtenka tūkstantąją procento dalimi pakeisti pradines sąlygas ir gausime visiškai kitokius sprendinius. Tą pastebėjo chaoso teorijos klasikas E. N. Lorencas (Lorenz), ir jo išvada buvo liūdna: ilgalaikė (daugiau kaip savaitės) orų prognozė iš principo neįmanoma dėl pradinių sąlygų, pagal kurias pradedame prognozuoti, neapibrėžtumo. Taigi, net jei ir labai tiksliai žinosime visus orų kitimą valdančius dėsnius, bet negalėsime tiksliai (o tai iš principo neįmanoma) nusakyti pradinių sąlygų, prognozė jau po poros dienų skirsis nuo tikrovės. Todėl kai sinoptikų numatymai nepasitvirtina, nesipiktinkite ir būkite atlidūs – tiesiog tokie yra chaoso dėsniai. Taigi iškyla klausimas, ar chaotinė sistema gali būti valdoma?

FTMC mokslininkas prof. K. Pyragas sukūrė originalų chaoso valdymo metodą, pagrįstą uždelstojo grįžamojo ryšio principu. Šis 1992 m. paskelbtas metodas [\[13\]](#) atnešė autoriui pasaulinę šlovę (mokslinėje literatūroje darbas jau cituotas daugiau kaip 1500 kartų, aprašytas vadovėliuose) ir vadinamas *Pyragas method* vardu. Chaoso reiškiniai yra universalūs, pavyzdžiui, ligoonio chaotinis kraujospūdžio kitimas, Parkinsono liga sergančio žmogaus chaotiškas pirštų drebinimas ir... net akcijų rinkų svyravimai gali būti nagrinėjami chaoso tyrimo metodais. Ši tyrimų sritis tokia plati ir įvairi, kad kiekvienas norintis ir ieškantis čia gali rasti savo kelią.

Sakoma, kad galbūt mūsų Visata yra tik paprasčiausia vakuomo fliktuacija, o tankio fliktuacijos kosmologiniame debesyje nulėmė galaktikų likimą. Įvairiuose prietaisuose fliktuacijos sukelia triukšmus, su kuriais prietaisų kūrėjai stengiasi „kovoti“, t. y. kiek įmanoma juos susilpninti. Tačiau triukšmai gali būti ir naudingi, nes iš jų galima daug ką pasakyti apie nepusiausvirosius reiškinis, pavyzdžiui, puslaidininkio krūvininkų relaksaciją. FTMC mokslininkų, vadovaujamų prof. A. Matulionio, sukurta aukštadažnių triukšmų metodika leido detalai iširti labai sparčius karštųjų elektronų vyksmus puslaidininkinėse medžiagose ir jų dariniuose. Šie vyksmai lemia tranzistorių ir kitų prietaisų veikimo spartą ir patikimumą mikrobangų ir aukštesniųjų dažnių srityje. Tokie tyrimai svarbūs didelės galios elektronikos ir net... elektromobilių tobulinimui.

FTMC mokslininkai neapsiriboja jau tapusiais tyrimų kasdienybe šiuolaikinės fizikos nano-, mikro- ir makroobjektais – jie neužmiršta pažiūrėti ir į dangų, kur dominuoja megasistemos: Saulės sistema ir kitos planetų sistemos, žvaigždės ir jų spiečiai, Galaktika ir kitos galaktikos. Prof. V. Vansevičiaus vadovaujami Centro astrofizikai daugiausia dėmesio skiria žvaigždžių spiečių ir galaktikų tyrimams, o svarbiausias jų tikslas – nustatyti galaktikų diskų sandaros ir evoliucijos dėsningumus, kurie leis geriau suprasti procesus, vykstančius Saulės sistemos aplinkoje, bei jų įtaką gyvybės fenomenai Žemėje. Šiuos procesus taip pat sąlygoja chaoso ir fliktuacijų reiškiniai, todėl jų visumos tyrimas padės išplėsti pasaulio pažinimo ribas.



Lietuvos, Japonijos ir Prancūzijos mokslininkai 8 m skersmens „Subaru“ teleskopu nufotografavo kaimyninę Trikampio galaktiką (M 33). © Japonijos nacionalinė astronomijos observatorija; © Vilniaus universitetas; © FTMC Fizikos institutas, Lietuva

Epilogas

Mokslas ir technologijos nuo M. Faradėjaus laikų labai pasikeitė, nors dar nepraėjo nė 200 metų. Per tą laiką mokslas visiškai pakeitė civilizuotų tautų gyvenimo ir netgi mąstymo būdą, požiūrį į pasaulį, lėmė kai kuriuos moralės ir etikos pokyčius. Mus supantis pasaulis iš esmės nepakito: Saulė kaip tekėjo, taip ir teka rytuose ir leidžiasi vakaruose, vanduo esant 101,325 kPa slėgiui tebeužšala 0 ir užverda 100 Celsijaus laipsnių temperatūroje. Tik iš esmės pasikeitė žinios apie jį. Senovės žmonės nežinojo, kodėl šviečia Saulė, kad jos šilumą neša infraraudonieji spinduliai, o odos įdegis priklauso nuo ultravioletinių spindulių; vargu ar jų vaizduotėje galėjo šmėkščioti 109°30' kampu vandens molekulėje išsidėstę atomai... Šiandien mes tai žinome, ir mokslui vystantis sužinosime dar daug įdomių dalykų.

Fizinių ir technologijos mokslų centro mokslininkas prof. A. Krotkus yra taikliai pastebėjęs: „Fizikos ir matematikos žinios šiuolaikinėje visuomenėje turi būti tokios pat svarbios ir visiems

privalomos, kaip ir asmens higienos taisyklės.“ Fizinių ir technologijos mokslų centras – didelė erdvė mokslinei veiklai ir reali galimybė atrasti faradėjų savyje. Ir save – laboratorijoje.

Ir labai svarbu, kad ta mokslinė, technologinė ar išradybinė veikla teiktų džiaugsmo. Centre dirba daug įžymių mokslininkų, įrodžiusių, kad ir mažytėje Lietuvoje galima padaryti didelių dalykų. Tad sentis išminties, mokslinės patirties ir žinių, taip pat ir eksperimentinių gudrybių tikrai yra iš ko – juk ne veltui Google mokslinė naršyklė <http://scholar.google.lt> kviečia „Atsistokite ant milžino pečių!

[1] Aldous Leonard Huxley (1894–1963) – anglų rašytojas ir filosofas.

[2] Krūvininkų atsiradimas nuo šviesos poveikio.

[3] Įvairiaženklių krūvininkų išnykimas jiems susidūrus.

[4] Technologija, naudojama nanometrų storio puslaidininkų sluoksniams bei sluoksniniams dariniams auginti.

[5] Chemijos instituto mokslininkų sukurta blizgiojo cinko dangų bespalvio chromavimo technologija buvo įdiegta (1976–1978 metais) net 68 tuometinės SSRS gamyklose.

[6] SQUID [angl. S(uperconducting) Q(uantum) I(nterference) D(evice) – superlaidusis kvantinis interferometras] – labai jautrus prietaisas ypač silpniems magnetiniams laukams matuoti.

[7] Cheminis arba elektrocheminis metalų paviršiaus apdorojimas chromatų tirpalais.

[8] Branduolių magnetinių ir kvadrupolinių momentų sąveika su juos supančių elektronų magnetiniais ir elektriniais laukais.

[9] Mesbauerio reiškiniu (gama spinduliuotės kvantų sugertis ir emisija kristalo atomų branduoliuose, kai atitransformuojama energija lygi nuliui) pagrįstas kristalinių medžiagų atomų branduolių, jonų, cheminių ir biologinių sistemų kompleksų tyrimo metodas.

[10] Medžiagos, kurios tam tikrame temperatūros intervale savaime poliarizuojasi – jų teigiamieji ir neigiamieji krūviai pasislenka į priešingas puses; medžiagoje susidaro vienalytės savaiminės poliarizacijos sritys (domenai).

[11] Izomerinis poslinkis – gama spinduliuotės spektro linijų poslinkis dėl atomo branduolio elektrostatinės sąveikos su elektronais.

[12] Atomo branduolio savaiminis radioaktyvusis pakitimas, kai branduolys pagauna elektroną iš savo atomo elektroninio apvalkalo.

[13] Pyragas K., 1992, Continuous control of chaos via self-controlling feedback, *Phys. Lett. A*, 170, 421.

Literatūra

Kasalynas I., Seliuta D., Simniskis R. et al. 2009, Terahertz imaging with bow-tie InGaAs-based diode with broken symmetry. *Electronics letters*, 45 (16), 833–835.

© Projektas *Mokinių jaunųjų tyrėjų atskleidimo ir ugdymo sistemos sukūrimas*