ISSN 1392 - 5253

LIETUVOS FIZIKŲ DRAUGIJA

FIZIKŲ ŽINIOS

Nr. 30

2006

BENDRIEJI LFD KLAUSIMAI

Zenonas Rokus **Rudzikas**
Lietuvos fizikų draugijos prezidentas

PASAULINIAI FIZIKOS METAI BAIGĖSI. O KAS TOLIAU?

2006 m. kovo 2–5 d. Paryžiuje Europos fizikų draugijos (EFD) Vykdomasis komitetas surengė priemonę „Paskutinis Pasaulinių fizikos metų (WYP05) seminaras“. Jame dalyvavo 38 Europos šalių nacionalinių fizikų draugijų prezidentai arba jų deleguoti asmenys. Pagrindinis seminaro tikslas – atsiskaityti už Jungtinių Tautų paskelbus Tarptautinių fizikos metų renginius, pasidalyti patirtimi, aptarti ateities veiklos gaires.

Iš pranešimų matyti, kad aktyviausios buvo didžiausios fizikų draugijos – Didžiosios Britanijos, Vokietijos, Ispanijos ir kitos. Tačiau nedaug joms nusileido ir kai kurių palyginti mažų šalių fizikų draugijos. Iš dalies tai paaiškinama finansine Europos Sąjungos parama tiems tikslams. Gaila, tačiau ši galimybė nebuvo akcentuojama, todėl dalis šalių (tarp jų ir Lietuva) paprašiausiai nežinojo apie paramą ir todėl ja nepasinaudojo.

Nors mes ir negavome Europos Sąjungos ir Lietuvos paramos (Švietimo ir mokslo ministerija nepatenkino mūsų prašymo), tačiau Lietuvoje buvo nemažai tam skirtų įvykių ir priemonių. Europos kontekste ta prasme mes atrodėme vidutiniškai. Latviai ir estai apskritai nedalyvavo seminare ir neatsiuntė ataskaitų.

Pažymėsime keletą įdomesnių iniciatyvų (išsamesnė informacija yra EFD ir nacionalinių fizikų draugijų tinklapiuose). Moldavai ta proga įsirengė Fuko švytuoklę. Prancūzai sukūrė „mokslo autobusą“ ir su juo keliavo per mokyklas. Belgija – fizikos šeštadienius, Olandija – fiziką turguje, burbulų pūtimo varžybas, fizikinius klausimus (kodėl ledas slidus ir t. t.) ir kt. Portugalai išleido kalendorių, kuriame sužymėti fizikiniai įvykiai. Slovakija akcentavo fizikinius pokštus ir juokus. Slovėnijoje keleiviams, įlipantiems į autobusą, pateikė fizikinius klausimus (pvz., kodėl dangus žydras?), o išlipantiems iš autobuso – atsakymus. Ispanai išvedė paralelę tarp A. Einšteino ir don Kichoto. Visa tai – greta standartinių, įprastinių priemonių.

Pasaulinius fizikos metus šventė ne vien Europos šalių fizikai. Tai tikrai buvo pasaulinis įvykis. Paminėsime vieną originaliausių priemonių – Pietų Afrikos Respublikos fizikai ta proga sukūrė dainą „Siyabonga Einstein!“ Vieną diskelio egzempliorių turiu ir aš, kviečiu pasiklausyti ir pasižiūrėti originalaus atlikimo.

Kai kuriose šalyse WYP05 atidarymo ar uždarymo iškilmėse dalyvavo karaliai, prezidentai, premjerai ar bent ministrai. Dalies šalių Vyriausybės parėmė šiuos renginius. Mes bent jau baigiamąjį posėdį surengėme Seime.

O kas toliau? Tai ne pabaiga, tai tik pradžios pabaiga. Darbus reikia tęsti. Gal organizuoti kasmetines „Fizikų dienas“ ar panašius renginius? Reikia dirbti su mokesčių mokėtojais, visuomene, aiškinti fizikos svarbą, skatinti jaunimą, ypač mergaites, domėtis fiziniais mokslais.

O jei pavargote, norite atsipūsti, tai apsilankykite <www.EuroPhysicsFun.org/FAQ >.

Baigiamajame Pasaulinių fizikos metų renginyje „Visata. Pasaulis. Žmogus“ Seimo pirmininkas A. Paulauskas ir LFD prezidentas Z. R. Rudzikas. *Nuotr. V. Valuckienės*

INFORMACIJA APIE PROJEKTĄ FP6

Europos Komisija teigiamai įvertino Lietuvos fizikių inicijuotą FP6 projektą „Baltijos šalių bendradarbiavimo tinklas „MOTERYS TIKSLIUOSIUOSE MOKSLUOSE IR AUKŠTOSIOSE TECHNOLOGIJOSE“ ir skyrė jam finansavimą. Projektas skirtas lyčių lygybės tiksliuosiuose moksluose problemoms nagrinėti ir joms spręsti regioniniu mastu. Projekto tikslas – sutelkti Baltijos šalių pastangas bendrai strategijai, kuri suaktyvintų moterų dalyvavimą tiksliųjų mokslų ir aukštųjų technologijų srityse ir užtikrintų lyčių lygiateisiškumą įvairiuose mokslo politikos ir valdymo lygmenyse, sukurti. Ypatingas dėmesys projekte skiriamas išsiaiškinti priežastims, dėl kurių tiek mažai mokslininkių domisi tiksliaisiais mokslais ir aukštomis technologijomis Baltijos šalyse. Tikimasi, kad išsamūs sociologiniai tyrimai ir jų analizė padės nustatyti pagrindinius barjerus, atsirandančius mokslininkų karjeros kelyje. Šių tyrimų rezultatų analizė ir kaimyninių šalių patirties studijos turėtų sudaryti būsimosios regioninės strategijos pagrindą. Projekte, kurį koordinuoja Vilniaus universitetas, dalyvauja dešimt partnerių iš penkių šalių – Lietuvos, Latvijos, Estijos, Lenkijos ir Rumunijos. Regioninio Baltijos šalių bendradarbiavimo tinklas, jungiantis moterų mokslininkių darbo grupes, mokslinių sąjungų ir atitinkamų valstybės institucijų, atsakingų už mokslo politiką, atstovus, padėtų koordinuoti nacionalines ir regionines pastangas formuojant lyčių lygybės politiką moksle. Projekte taip pat numatoma sukurti moterų, dirbančių tiksliųjų mokslų ir aukštųjų technologijų srityse, duomenų bazę, stebėsenos ir informacinę sistemas, skatinti mokslininkes aktyviai dalyvauti tarptautiniuose tyrimuose ir kartu pagreitinti Baltijos regiono integraciją į mokslinius Europos tyrimus.

Dalia **Šatkovskienė**

FIZIKĖS IEŠKO PRIEŽASČIŲ IR SPRENDIMO BŪDŲ

Europos bendrija turi ambicingų planų sukurti konkurencingiausią pasaulyje ekonomiką, pagrįstą naujausių mokslo laimėjimų žiniomis. Tačiau šio tikslo nebus galima pasiekti, jeigu gabios ir išsilavinusios mokslininkės ir toliau atsisveikins su mokslininko karjera daug sparčiau negu vyrai, kaip tai vyko per pastaruosius dešimt metų. Europos Komisijos 2005 m. tyrimo duomenimis, paskelbtais EUR darbiniame dokumente „Moterys ir mokslas“ („Women and Science“, EUR 21784, 2005), Europos Sąjungoje yra tik dvi šalys, kuriose mokslininkių skaičius per 1999–2002 m. sumažėjo: Lietuvoje (14%) ir Latvijoje (1%). Verta paminėti, kad Latvijoje per tą patį laikotarpį 6% sumažėjo ir bendras mokslininkų skaičius. Jeigu taip reikalai klostysis ir toliau, tai Europos Sąjungoje nebebus tiek mokslininkų, norinčių ir galinčių dirbti mokslinį darbą, kad būtų įsisavintas 3% BVP, kurį numatoma skirti mokslui pagal strateginį Lisabonos planą. Šią problemą rekomenduojama spręsti skatinant moteris rinktis mokslininkės karjerą.

Pranešimą skaito A. Kupliauskienė

Studenčių, studijavusių ir baigusių fizikos, chemijos ir matematikos mokslus Lietuvos universitetuose, yra 50% (2000–2003 m. duomenys), tačiau doktorantūros studijas pasirenka tik apie 20% fizikių ir matematikų bei apie 40% chemikių. Kylančių karjeros laiptais skaičius mažėja, kol nebelieka nei vienos profesorės, jau nekalbant apie akademikes. Tiesa, mokslo instituttuose turime 11 vyriausiųjų mokslo darbuotojų (fizikių, matematikių ir chemikių). Kodėl taip atsitinka, kad mokslininkėms tenka dirbti mažiau kvalifikuotą ir mažiau apmokamą darbą? Priežastims išsiaiškinti buvo sukurtas ir laimėtas Europos šeštosios bendrosios programos (FP6) projektas „Moterys tiksliuosiuose moksluose ir aukštosiose technologijose“ (BASNET). Šio projekto koordinatorė yra VU Fizikos fakulteto doc. Dalia Šatkovskienė. 2006 m. kovo 6–7 d. Vilniuje vyko BASNET projekto įžanginė konferencija, skirta numatomų darbų gairėms aptarti.

Projekte dalyvauja Lietuvos, Latvijos, Estijos, Lenkijos ir Rumunijos mokslininkės. Lietuvos partneriai yra 4 įstaigos (Vilniaus universitetas, VU Teorinės fizikos ir astronomijos institutas, Kauno technologijos universitetas ir Lietuvos švietimo ir mokslo ministerija), iš Latvijos – Latvijos universitetas ir Latvijos švietimo ir mokslo ministerija, iš Estijos – Tartu universitetas ir Estijos švietimo ir mokslo ministerija.

Lenkijai atstovauja Lenkijos fizikų draugija, o Rumunijai – Bukarešto universitetas. Taigi konferencijoje dalyvavo 39 dalyviai iš 5 šalių, 12 svečių iš Lietuvos ir po vieną iš Briuselio ir Sankt Peterburgo. Joje buvo perskaityti 24 pranešimai apie BASNET projekto tikslus, planus ir įgyvendinimo priemones.

BASNET projekte planuojama, kad 2006 metais Lietuvos, Latvijos ir Estijos universitetų sociologai atliks sociologinius tyrimus, kurių tikslas – išsiaiškinti, su kokiomis kliūtimis susi-

duria mokslininkės, kopdamos karjeros laiptais. Fizikės parengė klausimus, kurie bus pateikti 40 tikslinių mokslų sričių atstovų Lietuvoje. Panašus skaičius mokslininkų bus apklaustas Latvijoje ir Estijoje. Metams baigiantis sociologų medžiaga bus apibendrinta, įvertinta Lietuvos ir užsienio ekspertų ir parengtos rekomendacijos moterų, dirbančių tikslinių mokslų ir aukštųjų technologijų srityse, padėčiai pagerinti. Po to įsitrauks Švietimo ir mokslo ministerijos, kurios parengs strategiją visoms Baltijos šalims. Lygiagrečiai bus padaryta ir daugiau darbų. Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto ir Kauno technologijos universiteto mokslininkai sukurs interneto svetainę, kurioje bus rašoma apie projekto eigą, pateikiama duomenų bazė apie Baltijos, Lenkijos ir Rumunijos mokslininkes. Joje, ir elektroniniame laikraštyje bus aptariami ir skelbiami tyrimo rezultatai, iškylantys sunkumai, paskutinės naujienos ir koordinuojamas Baltijos šalių tinklo darbas.

Konferencijos dalyvės ir dalyviai nusiteikę rimtai dirbti. Pirmieji rezultatai bus aptarti seminare, kuris įvyks 2006 m. spalio mėnesį Estijoje.

Alicija **Kupliauskienė**

FIZIKA MOKYKLOJE

Giedrė **Kvietkauskienė**

Vilniaus Šv. Kristoforo vidurinės mokyklos fizikos mokytoja ekspertė

AR SUSIMĄSTO MOKSLEIVIS, KODĖL DANGUS MĖLYNAS?

Pagrindinis mokytojo darbo tikslas – moksleivių kūrybinių sugebėjimų ugdymas. Svarbu išsugdyti moksleivių domėjimąsi dalyku. Neretai susiduriama su tokiu reiškiniu: bandant savo darbe pritaikyti literatūroje aprašytą puikią pamoką arba metodą, negaunama norimų rezultatų. Priežastis labai paprasta – nevienodas kiekvienos klasės pažintinės veiklos patyrimas, todėl čia svarbus mokytojo vaidmuo: kaip ir kurį mokymo metodą ar būdą parinkti savo konkrečios klasės mokiniams.

Įdomus dėstymas yra pažintinio intereso sužadinimo priemonė. Jis sukelia smalsumą ir palaiko žinių troškimą,padeda įsiminti sunkią medžiagą, kaitalioti dėmesį ir sumažinti įtampą klasėje. Mokiniai ne tik turi klausytis mokytojo pasakojimo, bet ir aktyviai dalyvauti mokymo procese, savarankiškai dirbti su knyga, dalijamąja medžiaga, spręsti uždavinius. Ko gi reikia, kad pamoka būtų įdomi? Visų pirma mokslo teiginiai turi būti iliustruojami dabarties įvykiais. Turi būti pateikiama pavyzdžių iš technikos, ir ypač svarbu, kad juos suprastų moksleiviai, gali būti naudojama grožinė literatūra, legendos, padavimai, galima pateikti ir įvairių fantastinių situacijų, pavyzdžiui, apibūdinama aplinka, kurioje neveikia sunkis arba trinties jėga, nagrinėjama, kas atsitiktų, jeigu Žemė pakeistų savo ašies polinkį ir t.t. Galima pateikti įvairių paradoksų, netikėtų sugretinimų, nagrinėti egzistuojančius prietarus ir pan.

Fizikos mokslo savitumą, grožį galima atskleisti mokiniams jau VII klasėje. Didelį įspūdį jiems daro atsakymai į kasdienio gyvenimo klausimus: kodėl dangus mėlynas? Kodėl šaltyje po kojomis girgžda sniegas, o medžiai traška? Kodėl ledas slidus, drėgna dirva tamsi, o sausa – daug šviesesnė? Kodėl žiogo ilgos užpakalinės kojos? Kodėl ledas skaidrus, o sniegas baltas? Kodėl apniukusią dieną nėra šešėlio? Kodėl musės gali ropinėti lubomis? Į šiuos ir kitus nesuskaičiuojamus „kodėl?“ fizika atsako tiksliai ir nedviprasmiškai.

Norint patraukti mokinių dėmesį, panašius klausimus reikėtų pateikti pamokos pradžioje. Tai sužadina mokinių smalsumą, norą klausytis ir gauti atsakymą į iškeltą klausimą. Juk labai įdomu suprasti, kodėl dangus mėlynas. Ar visose planetose jis mėlynas? Pavyzdžiui, ar Marse dangus taip pat mėlynas? Ne? O kodėl? Mokytojas neturi pamiršti, kad tik emocionaliai pateiktas klausimas garantuoja sėkmę.

Gerai parengti ir estetiškai apipavidalinti bandymai visuomet domina mokinius. Didžiausią emocinį poveikį turi įdomieji bandymai, nustebinantys nelauktu rezultatu. Pavyzdžiui: kaip užvirinamas vanduo popieriniėje dėžutėje, kodėl popieriaus juostelė, užvyniota ant metalinio ritinio, nedega liepsnoje, kaip šokinėja teniso kamuoliukas vertikalioje vandens čiurkšlėje arba plaukų džiovintuvo sukeltoje oro srovėje ir t.t. Galima pajvairinti pamoką žaislais, su kuriais mokiniai susipažinę nuo vaikystės, ir atskleisti naujas jų panaudojimo galimybes.

Norint išsugdyti VII – VIII klasės mokinių domėjimąsi fizika reikia, kad jie namie atliktų bandymus ir eksperimentinius darbus, kuriuos sudaro paprasčiausios konstravimo užduotys. Tai gali būti ne tik praktikos darbai, bet ir kuriamos reklamos, kryžiažodžiai. Svarbu, kad mokiniai žinotų, kad jų darbai nėra beprasmiai, jie bus naudojami dėstymui, demonstracijoms atlikti. Galima namų darbams skirti ne tik bandymus, bet ir užduotis fizikiniams reiškiniams stebėti gamtoje. Pavyzdžiui, kaip nevėjuotą dieną krinta klevo lapas? Kaip kinta oro temperatūra prieš sningant ir po to? Ką įdomaus galima pastebėti sniego pusnyse, pasiautus pūgai? Koks sniegas, švarus ar užterštas, greičiau tirpsta atviroje vietoje? Kodėl? Kur sniegas tirpsta lė-

čiau? Kuo skiriasi vasaros ir rudens lietūs? Kokius reiškinius galima stebėti audros metu? Kokie reiškiniai, patvirtinantys Archimedo dėsnį, pastebimi maudantis upėje? Ir t. t.

Motyvaciją ir domėjimąsi fizikos dalyku skatina ir netradicinės pamokos, pavyzdžiui, pamoka „mokinys – mokiniui". Tai išankstinis atskirų temų parengimas ir pristatymas. Pateiksiu vieną pavyzdį. Klasei buvo paskirtos trys temos: telefonas, telegrafas, nuolatinis magnetas ir Žemės magnetinis laukas. Klasė buvo suskirstyta grupėmis. Reikalavimas buvo toks: temos pristatymas turi trukti ne mažiau kaip 10 minučių, jis turi būti informatyvus, t.y. pateiktos žinios, išaiškinti pagrindiniai teiginiai. Pristatymo forma gali būti laisva, tačiau tai turi būti įdomu ir kiekvienam suprantama. Mokiniai pristatymui rengėsi pamokoje ir namie. Už šį darbą jie buvo vertinami, bet kartu turėjo įvertinti ir save norodydami kiekvieno grupės nario indėlį į bendrą darbą. Pristatant temą turėjo dalyvauti visa klasė. Pasirengimas šiai pamokai ir jos pristatymas parodė, kad mokiniai sugeba ne tik pateikti faktus, bet pateikia juos ir išradingai. Buvo parengtos pateiktys kompiuteriu, nufilmuoti filmai, sukurti eilėraščiai, dainos, paruošti plakatai ir demonstracinės priemonės, kuriomis galima pasinaudoti ir kitose pamokose. Bet vienas iš svarbesnių veiksnių buvo tas, kad mokiniai galėjo savo darbą parodyti ir pradinukams. Taip jie tapo „mokytojais" ir teikė savo žinias kitiems. Aišku, kad dauguma šių metodų dažniausiai taikomi pagrindinės mokyklos mokiniams.

Vyresnių klasių moksleiviams vienas iš motyvacijos skatinimo veiksnių yra pažymys. Vertinimas ir galimybė save įvertinti labai svarbu. Savęs įvertinimui (pasitikrinimui) naudoju specialias korteles, kurių viena pusė balta (joje rašoma užduotis), kita pusė ryškios spalvos (joje rašomas atsakymas). Tokiu būdu mokiniai gali patys dirbti rašydami tikrinamąjį darbą, gali vienas kitą patikrinti ir pasitikrinti patys.

Galima įvertinti ir psichologinį veiksnį. Moksleiviai mielai naudojasi kompiuteriu, tad čia atsiveria plačios galimybės jų mokymosi procese efektyviai naudoti informacinių technologijų laimėjimus. Darbas su kompiuteriu suteikia visišką saugumo pojūtį. Mokinys jaučiasi saugus, nepriklausomas nuo mokytojo valios ir nurodymų, gali laisvai reikšti mintis, priimti sprendimus savarankiškai, ieškoti teisingo klausimo sprendimo ir atsakymo. Todėl visa tai stiprina ir skatina mokinį domėtis mokymosi procesu, labiau suvokti esmę – tai ir yra mokymosi motyvacija. Savo darbe naudoju kompiuterinę programą „Fizikos užduotys"[1]. Ją sudaro aplankas, kuriame yra pati programa fizika.exe, aplankai DATA ir SECURUTY. Įjungus programą, pateikiama pasirinktis, kas dirbs – mokinys ar mokytojas. Nuo tos pasirinkties priklauso tolesnio darbo pobūdis. Mokinys gali pasirinkti darbo eigą – mokymąsi ar kontrolinį darbą. Pasirinkęs mokymąsi mokinys renkasi temą ir jam vienas po kito pateikiama 12 klausimų su keturiais galimais atsakymais. Kita užduotis pateikiama tik pos teisingoatsakymo. Atlikus visas 12 užduočių, pateikiama atlikimo statistika. Pasirinkęs kontrolinį darbą mokinys pagal pasirinktą temą atlieka užduotis, tačiau šiuo atveju informacija apie atsakymo teisingumą neišvedama. Užduoties atlikimo trukmė 20 minučių. Atlikus visas užduotis, pateikiama atsakymų teisingumo statistika ir atlikto darbo įvertinimas pažymiu. Naudodamasis programa mokytojas gali nesunkiai keisti užduotis. Ši programa skirta mokinių mokymuisi, žinių kontrolei ir savikontrolei, klaidų analizei. Ji ypač efektyvi rengiantis egzaminams, nes suteikia galimybę savarankiškai nagrinėti pateiktą užduotį ir ieškoti jos sprendimo. Galima naudoti ir kitas kompiuterines programas. Visa tai leidžia mokytojui įgyvendinti savo svajonę – turėti motyvuotą mokinį.

Fizikos mokytojai visomis išgalėmis kovoja su visuomenėje paplitusia nuomone, kad fizika yra labai rimtas ir sausas mokslas, suprantamas vien formulių kalba. Todėl kartais verta atitrūkti nuo formulių, dėsnių ir imtis linksmesnės fizikinių reiškinių nagrinėjimo formos.

[1] G. Kvietkauskienė, T. Kvietkauskas. Fizikos užduotys. 2001 m. pristatyta tarptautinėje konferencijoje Šiauliuose.

Aušra **Kynienė**
VU Teorinės fizikos ir astronomijos institutas

„SPEKTRAS" – NAUJAS FIZIKOS VADOVĖLIS 7 KLASEI

Šiais mokslo metais leidykla „Briedis" išleido autorių, t.y. vidurinių mokyklų fizikos mokytojų, kolektyvo naują alternatyvų fizikos vadovėlį „Spektras"[1] ir pratybų sąsiuvinį septintai klasei. Vadovėlio autoriai: N. Vilnios vidurinės mokyklos vyr. mokytoja J. Gutauskaitė, VU TFAI mokslo darbuotoja, docentė A. Kynienė, Vilniaus technikos kolegijos dėstytoja Ž. Kovaliūnienė, S. Daukanto vidurinės mokyklos mokytojas metodininkas P. Lozda ir Pilaitės vidurinės mokyklos mokytojas metodininkas R. Rozga. Tai naujo tipo vadovėlis, kuriame medžiaga ir temos pateiktos kiek kitaip nei Vlado Valentinavičiaus vadovėlių serijoje. Rašant vadovėlį atsižvelgta ir į Vakarų Europos mokyklų patirtį.

Kiekvienas „Spektro" skyrius pradedamas įvadiniu iliustruotu puslapiu, kuriame trumpai supažindinama su skyriuje nagrinėjamomis temomis. Temai skirti du puslapiai viename atvarte, kur trumpais ir paprastais sakiniais pateikiama aiškinamoji medžiaga, išskirtos pagrindinės sąvokos ir taisyklės. Vadovėlyje gausu papildomos medžiagos tiek mokytojui, tiek mokiniui. Tam skirta skiltis – *Žinynas*, kurioje talpinama įdomi, neprivaloma, mokinio žinių akiratį plečianti medžiaga ir įdomūs fizikos mokslo faktai.

Mokantis fizikos, kaip gamtos mokslo, labai svarbu atlikti bandymus.

Vadovėlyje Spektras kiekviename skyriuje yra rubrika *Išbandyk*! Čia galima rasti scenarijų bandymams atlikti, jie nebūtinai privalomi pagal programą. Dalį jų mokytojas gali demonstruoti pamokoje arba pateikti kaip savaranškišką uždaugį namų darbams.

Kiekvienas skyrius baigiamas medžiagos apibendrinimu – *Santrauka*. Joje glaustai pateikiamos svarbiausios fizikinės sąvokos, dėsniai ir akcentuojamos skyriaus išvados. Kaip įprasta, vadovėlyje yra žinių ir gebėjimų patikros rubrika – *Pasitikrink*! Be standartinių, užduočių joje yra testų ir kompleksinių užduočių. Vadovėlio pabaigoje pateikti visų rubrikos *Pasitikrink*! užduočių atsakymai, taip pat sąvokų ir asmenvardžių rodyklė, kuri palengvina paiešką vadovėlyje.

Naujasis vadovėlis atitinka keliamus reikalavimus, „Bendrąsias mokymo programas“ ir „Išsilavinimo standartus“. Vadovėlį sudaro penki skyriai: 1. Fizika – gamtos mokslas; 2. Fizikinių kūnų sandara ir savybės; 3. Temperatūra ir šiluminis plėtimasis; 4. Šiluminė energija; 5. Šviesa. Pirmajame skyriuje supažindinama su fizikos mokslu, aptariami tik trys pagrindiniai fizikiniai dydžiai ir jų matavimo vienetai, o dabartiniuose vadovėliuose supažindinama su visais pagrindiniais fizikiniais dydžiais ir jų matavimo vienetais. Vadovėlyje „Spektras“ kiti pagrindiniai fizikiniai dydžiai ir jų matavimo vienetai bus pateikti ten, kur nagrinėjama konkreti su šiais dydžiais susijusi tematika. Septintos klasės vadovėlyje daug optikos ir termodinamikos naujovių, į ašturtos klasės vadovėlį nukelti elektriniai reiškiniai. Naujasis vadovėlis aptartas Tikslinių mokslų, technologijų, gamtos mokslų ugdymo, sveikatos ir kūno kultūros ekspertų komisijoje ir rekomenduotas Lietuvos Respublikos švietimo ir mokslo ministerijos.

Pratybų sąsiuvinį sudaro išeitą medžiagą įtvirtinančios užduotys. Sąsiuvinis išsiskiria tuo, kad kiekvieno skyriaus užduotys nėra susietos su konkrečia tema, bet pateikiamos nuosekliai. Taip mokytojui suteikiama

laisvė diferencijuoti mokymo procesą. Pratybų sąsiuvinyje pateiktas užduotis galima panaudoti ir moksleivių žinių ir gebėjimų patikrai.

[1] Gutauskaitė Jolanta; Kynienė, Aušra; Kovaliūnienė, Žana … [ir kt.]. *Spektras: fizikos vadovėlis 7 klasei*. Vilnius : Briedis, 2005, 95 p.

Palmira **Pečiuliauskienė**
Fizikos vadovėlio XI klasei autorė

NAUJO XI KLASĖS FIZIKOS VADOVĖLIO TURINIO YPATUMAI

Vykstant švietimo reformai Lietuvoje, keitėsi mokyklos sandara, mokymo programos ir jas atitinkantis mokymo turinys. Į šiuos pokyčius vieni pirmųjų atsiliepė fizikos vadovėlių kūrėjai. Buvo išleisti nauji fizikos vadovėliai antrajai (VII–X klasei) ir trečiajai (XI–XII klasei) mokymo pakopai.

Mokyklų reforma – nenutrūkstamas procesas. Įvertinus mokyklų reformos vyksmą, dalykų, tarp jų ir fizikos, mokymą įvyko nauji pokyčiai: pirma, trečioje mokymo pakopoje buvo pakeisti fizikos mokymo lygiai – vietoj trijų liko tik du (bendrasis ir išplėstinis), antra, atnaujintos Bendrosios mokymo programos, Išsilavinimo standartai trečiajai, t.y. baigiamajai, mokymo pakopai.

Mokyklų reformos pradžioje išleisti fizikos vadovėliai buvo skirti profiliniam mokymui: humanitarinių ir realinių klasių mokiniams. Šiuos vadovėlius pasidarė nepatogu naudoti pasikeitusiomis fizikos mokymo sąlygomis. Todėl, atsižvelgus į naujus mokymo lygius ir bendrųjų programų bei išsilavinimo standartų pokyčius, nuspręsta parengti fizikos vadovėlius XI ir XII klasei, tinkančius mokytis pagal bendrojo kurso programą.

Naujas fizikos vadovėlis XI klasei (bendrajam kursui) savo turiniu atitinka Lietuvos bendrojo lavinimo mokyklų „Bendrąsias mokymo programas“ ir „Išsilavinimo standartus“. Pateikiamas mokymo turinys orientuotas į skirtingų dalykinių poreikių mokinius, pasirinkusius bendrąjį fizikos kursą. Paprastai bendrąjį fizikos kursą renkasi mokiniai, kuriems tolesnėse studijose fizikos dalykas nebus aktualus. Kita vertus, bendrąjį fizikos kursą išklauso ir tie mokiniai, kurie ketina laikyti mokyklinį arba valstybinį fizikos egzaminą, ateityje pasirinkti studijų programas, kuriose fizika nėra pagrindinis, bet dėstomas dalykas.

XI klasės fizikos vadovėlyje bendrajam kursui nenumatyta nuodugniai analizuoti išplėstinio fizikos kurso klausimų. Tik nedaugelis temų iš šio kurso panaudotos. Tokią turinio san-

darą lėmė autorės didaktinė nuostata: svarbu išlaikyti vidinį fizikos turinio nuosekluma, laiduojantį vientiso fizikinio pasaulėvaizdžio formavimą.

Vadovėlį sudaro dvi knygos, kuriose mokomoji medžiaga suskirstyta į skyrius, o šie padalytį į poskyrius.

Kiekvienos knygos pradžioje pateikiamos naudojimosi vadovėliu rekomendacijos – tam tikros taisyklės, patarimai. Be to, atskleidžiama vadovėlio sudarymo koncepcija, atskirų jo dalių paskirtis, žymėjimas. Kiekvienas skyrius sudarytas iš atskirų temų (paragrafų). Mokomosios medžiagos projektavimo būdas paragrafuose pasirinktas atsižvelgiant į psichologinius ir didaktinius reikalavimus. Paragrafų turinys sudarytas laikantis etapinės žinių įvaldymo teorijos. Žinių įvaldymas prasideda nuo teigiamos mokymosi motyvacijos sužadinimo nagrinėjamo mokymo turinio atžvilgiu. Teigiamą mokymosi motyvaciją lemia konkrečių pavyzdžių iš aplinkos nagrinėjimas, modeliavimas taikant eksperimentinį metodą, probleminių situacijų sudarymas. Todėl paragrafų pradžioje pateikiami reiškinių, susijusių su nagrinėjama tema, pavyzdžiai, bandymų aprašai, problemines situacijas sukuriantį mokomoji medžiaga.

Kiekvienos temos (paragrafo) pabaigoje pateikiami klausimai ir užduotys. Jie formuluojami kaip tradiciniai arba kompleksiniai uždaviniai, tačiau kompleksinių uždavinių pateikiama daugiau nei tradicinių. Šį pasirinkimą lėmė tokie motyvai: pirmasis – ugdyti moksleivių gebėjimus atlikti kompleksinio pobūdžio užduotis; antrasis – sudaryti integralaus gamtamokslinio pasaulėvaizdžio sukūrimo prielaidas.

Siekiant ugdyti mokinių gebėjimus taikyti įgytas žinias, kiekviename vadovėlio skyrelyje yra temos „Mokomės spręsti uždavinius“. Jose pateikiami sudėtingesnių uždavinių sprendimo pavyzdžiai, uždaviniai, skirti savarankiškam darbui. Sudarant uždavinius, atsižvelgta į skirtingas pažintines mokinių galias. Todėl fizikos mokytojai juos galės panaudoti mokymui diferencijuoti ar individualizuoti.

Skyrelių pabaigoje yra po vieną pažintinio – lavinamojo pobūdžio temą, kurioje, atsižvelgiant į skyriuje nagrinėtą mokomąją medžiagą, pateikiama fizikos istorijos žinių, informacijos apie naujus fizikos laimėjimus, jų taikymą buityje, technikoje ir kitose veiklos srityse.

Kiekvienas skyrelis baigiamas trumpa santrauka. Joje primenamos svarbiausios fizikinių dydžių apibrėžtys, formulės. Vidinę fizikos turinio integraciją užtikrina palyginimams skirtos lentelės, klasifikacinės schemos.

Kiekvienoje knygoje pateikiama fizikos vadovėlio informacija: turinys, dalykinė rodyklė, iliustracijos šaltiniai, naudotos literatūros sąrašas.

Fizikos vadovėlis prasideda tema „Metodologiniai fizikos klausimai“. Jame nagrinėjama fizikos ir kitų gamtos mokslų vieta modernios visuomenės gyvenime; fizikos ir naujų technologijų sąsajos. Fizikos vadovėlio XI klasei turinį sudaro įvadas ir šie fizikos skyriai: „Fizikos mechanika“, „ Mėgindos sandara“, „Molekulinė fizika ir termodinamika“, „Elektrostatika“. Tokį pasirinkimą lėmė fizikos mokymo mokykloje patirtis. Praktika rodo, kad iki mokslo metų pabaigos XI klasėje iš „Elektros“ skyriaus įmanoma išnagrinėti tik elektrostatiką, todėl daugiau medžiagos traukti į vadovėlį iš šio skyriaus nėra tikslinga. Antra vertus, fizikos mokymo patirtis rodo, kad, XII klasėje elektrą pradėjus nagrinėti nuo nuolatinės srovės temų, iki mokslo metų pabaigos galima sėkmingai išnagrinėti visus skyrius, kurie numatyti pagal programą.

Sudarant vadovėlį atsižvelgta į bendruosius mokymo turinio principus. Integralumo principas vadovėlyje grindžiamas šiomis kryptimis: vidine, tarpdalykine ir sociokultūrine. Vidinę integraciją laiduoja palyginimui skirtos lentelės, klasifikacinės schemos. Platesni vidiniai integraciniai ryšiai atskleidžiami baigus nagrinėti atskirus fizikos skyrius, naudojant minėtas šių ryšių raiškos formas.

Fizikos mokymo turinys integruotas su šiais mokomaisiais dalykais: matematika, fizine geografija, chemija, visuotine istorija. Ryšiai su matematika aktualūs nagrinėjant mechanikos skyrių: vektoriniai dydžiai, vektorių projekcijos, trigonometrinės funkcijos. Ryšiai su fizine geografija svarbūs nagrinėjant mechanikos skyrių: vėjo reiškinys, vėjo varos jėga, vėjo jėgainės, vėjų rožės žemėlapiai. Ryšiai su chemija aktualūs nagrinėjant molekulinę fiziką ir termodinamiką: degimo procesas, šilumos kiekiai, jų apskaičiavimas.

Sociokultūrinė integracija įgyvendinta mokymo turinyje šiomis kryptimis: etnokultūra, Lietuvos ir pasaulio fizikos istorija, ekologija, šiuolaikiniai technikos laimėjimai.

Visa mokomoji medžiaga vadovėlyje pateikiama vadovaujantis tokia nuostata: sintezė-analizė-sintezė. Tokia mokomaja medžiaga siekiama, kad mokiniai objektą iš pradžių suvoktų kaip visumą, vėliau išnagrinėtų jo komponentus ir vėl grįžtų prie objekto visumos.

Vaizdumo principas ypač svarbus fizikos edukaciněje praktikoje. Vadovėlyje yra daug iliustracijų, suderintų su pateikiama mokomaja medžiaga. Tai padės geriau suvokti nagrinėjamus fizikinius reiškinius.

Fizikos vadovėlis sudaro prielaidas mokymui diferencijuoti. Sudėtingesnė mokomoji medžiaga, skirta labiau fizika besidomintiems mokiniams, pažymėta spalviniu fonu.

Mokiniai geriau suvokia nagrinėjamus reiškinius, dėsningumus, kai mokant einama nuo žinomo prie nežinomo, nuo lengvo prie sunkaus, nuo artimo prie tolimo, nuo paprasto prie sudėtingo. Todėl, sudarant naująjį mokymo turinį buvo atsižvelgta į tai, kokias žinias mokiniai įgyja besimokydami fizikos pagrindinėje mokykloje. Vadovėlyje numatytos priemonės ir būdai joms papildyti, atsižvelgiant į naujus „Bendrųjų mokymo programų reikalavimus“.

Fizikos vadovėlį bendrajam kursui papildo su juo suderintas dviejų dalių pratybų sąsiuvinis. Pirmosios pratybų sąsiuvinio dalies turinys atitinka pirmosios vadovėlio dalies turinį, o antrasis – antrosios. Fizikos pratybų sąsiuvinis sudarytas iš dviejų tipų užduočių: su pasirenkamais atsakymais ir kompleksinių užduočių. Pratybų sąsiuvinio užduotys skirtos mokomajai medžiagai įtvirtinti. Pratybų sąsiuvinį patartina naudoti tiems mokiniams, kurie rengiasi laikyti mokyklinį ar valstybinį fizikos egzaminą.

MOKSLEIVIŲ AUKSINIŲ MINČIŲ TRUPINĖLIAI

Fizika – mokslas rimtas. Tai pasakytų kiekvienas sutiktas gatvėje praeivis. Mokytojai, rengdami moksleivius abitūros egzaminams, sugaišta nemažai laiko ir deda daug pastangų. Moksleiviai savo ruožtu taip pat deda nemažų pastangų šiam mokslui įveikti, tačiau dažnai paprasčiausi gamtoje ir buityje pasitaikantys fizikiniai reiškiniai taip ir lieka moksleiviams mįslė. Tada jiems tenka ieškoti išeities ir pasistengti nesuvoktus dalykus pateikti abitūros egzaminų vertintojams kuo protingiau.

2004/05 metų valstybiniai egzaminai jau pamiršti, bet galima pasijuokti iš auksinių minčių, kurių pasitaikė valstybinio brandos egzamino metu. Auksinių minčių kalba netaisyta.

Klausimas: pagrįskite teiginį, jog ciklo metu besiplėsdamos dujos atlieka didesnį darbą už tą, kurį turi atlikti išorinės jėgos jas spausdamos. *Atsakymai*: dujos, norėdamos plėstis, turi atlikti didesnį darbą, nes kitu atveju jos bus neaptarnaujamos; sutinku, kad šis teiginys teisingas, nes dujos besiplėsdamos atlieka darbą; kad dujos plėstųsi, molekulės turi viena nuo kitos atsikabinti, todėl reikia didelio darbo, nes molekules reikia atplėšti, o joms tai nepatinka; dujos atlieka didesnį darbą, nes jos plečiasi į visas puses, o jų suspausti į visas neina – jas reikia spausti tik į vidų; besiplėsdamos jos turi išmušti elektronus, o tam procesui reikia daug pastangų, o suspausti elektronai užpildo išmuštų elektronų vietas, tam nereikia didelių pastangų; kai dujas spaudžia išorinės jėgos, tai jos įgyja kinetinės energijos, o ciklo metu – ne.

Klausimas: įvardykite brėžinyje pateiktus procesus (teisingas atsakymas: izobarinis ir izochorinis procesas). *Atsakymai*: izoforinis, izotopinis, hidrolizė, kristalizacija, izohondrinis, izobarija, izochorija, izochrominis, dujų poslinkis greičio atžvilgiu.

Klausimas: iš kur vakuuminiame diode atsiranda krūvininkų? Kokiu reiškiniu tai pagrįsta? Kai kurie įdomesni *atsakymai*: atsiranda; jei yra srovė, tai atsiranda ir krūvininkai; reiškinys – interferencija, difrakcija; tai pagrįsta fotoelektrine srove; jie atsiranda ten jiems įlėkus ir kiek patalpinama, tiek jų ten ir būna, tik kičiniai tarpusavio padėtis; nuo katodo atskyla elektronai.

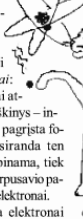
Klausimas: kaip juda elektronai (greitėdami ar tolygiai) erdvėje tarp elektrodų? Atsakymą pagrįskite. Kai kurie įdomesni *atsakymai*: pagrečiko vakuume nėra; elektronai juda tolygiai ir greitėdami nusėda ant anodo; į diodą iš akumuliatoriaus patenka elektronai, kurie yra papildomai pakraunami; greitėdami, nes jie skuba pasiekti anodą.

Klausimas: kas lemia srovių, pavaizduotų voltamperinių charakteristikų, skirtingas vertes? Labai įdomus *atsakymas* – skirtingas tikslas.

Klausimas: kaip pakeisti ritės induktyvumą? Nurodykite bent vieną būdą. Kai kurie įdomesni *atsakymai*: ištraukti arba įkišti; perkelti į kitą vietą; padidinti kondensatoriaus talpą.

Klausimas: koks lęšis buvo panaudotas? *Atsakymai*: Ne, lęšis nebuvo panaudotas; sumažintas ir apverstas.

Klausimas: nurodykite, kur reikia padėti daiktą, norint gauti aprašytą to daikto atvaizdį. *Atsakymas*: padėti daiktą, lęšio židinį ir po to pats lęšis.



Klausimas: kurioje atskaitos sistemoje (susietoje su krantu ar su upės vandeniu) to paties kūno – valties – poslinkis pasiekus kitą krantą yra didesnis? *Atsakymas*: valties greitis kinta kosinuso dėsniu.

Tai tik mažos nuotrupos iš moksleivių atsakymų. Gaila, kad jų autoriai, palikę mokyklos suolą, paklius į aukštąsias mokyklas, kur studentų išrandingumu ir jų auksinėmis mintimis dėstytojai taip pat nesiskundžia. Tik, deja, tokios mintys dažnai verčia suabejoti autorių žiniomis.

Parengė mokytojai:
Ovidijus **Kavaliauskas**,
Otilija **Gaubienė**,
Aušra **Kynienė**

Iliustracija: <www.physikshow.uni-bonn.de>

LABORATORIJOSE

Ramūnas **Valiokas**
Fizikos instituto Nanoinžinerijos grupė

SAVITVARKIAI MONOSLUOKSNIAI: KAIP NANOTECHNOLOGIJA TAMPA REALYBE

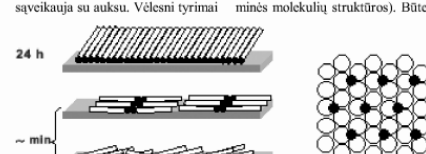
Nanomokslo ir nanotechnologijos sąvokos neretai suvokiamos gana įvairiai. Skirtingos mokslo tradicijos, specializacijų ir disciplinų skirtumai, o kartais – netgi noras aklai sekti tam tikra mada sukelia įvairių interpretacijų, todėl bendrai priimtas apibrėžimas vargu ar įmanomas. Pastaraisiais metais vis labiau linkstama sutarti, kad nanomokslo objektas – dariniai, kurių matmenys yra didesni negu atomų ir mažų molekulių, tačiau kartu mažesni už tradiciniais formavimo metodais gaunamų darinių (pvz., fotolitografijos). Antra svarbi nanomokslo objek-

tų ypatybė yra ta, kad jų matmenys pasiekia tokią ribą, žemiau kurios keičiasi įprastinės fizikinės makroskopinių medžiagų savybės. Svarbūs tampa kvantiniai reiškiniai. Pagaliau technologinės perspektyvos požiūriu nanodariniai turėtų būti ne tik aprašomi, bet ir panaudojami. Juos pirmiausia reikia pagaminti, manipuliuoti, adresuoti ir kitaip selektyviai veikti. Submikrometrų ar didesnėje skalėje tokios mikrotechnologijos jau senokai sukurtos ir tai sąlygiškai nėra brangu. Tačiau daug sudėtingiau pasiekti tinkamą gamybos atkartojimą ir optimaliai kurti norimus darinius 1–100 nm skalėje.

Jau 1959 m. Richardas Feynmanas pasiūlė, kad galiausiai elektronikos ir kitų inžinerinių prietaisų mažiausiais funkciniais elementais galės būti pavienės molekulės dėl joms gamtos suteiktų tam tikrų savybių. Iš tikrųjų gyvojoje gamtoje egzistuoja daugybė nanoprietaisų, kuriuos sudaro vos keleto nanometrų dydžio makromolekulės – baltymai. Jie gali veikti kaip jutikliai (receptoriai), energijos keitikliai (fotosintetiniai kompleksai), kataliziniai reaktoriai (fermentai) ir įvairūs medžiagų perkėlikliai. Tačiau kelias nuo tokių funkcinių elementų iki, pavyzdžiui, naujos architektūros procesorių nėra toks paprastas, o dalis mokslininkų, ypač fizikų, dar ir šiandien turbūt jį tebelaiko nerealų. Tačiau nepaisant skepticizmo, jau nenuneigiamas faktas, kad šiuolaikinė nanotechnologija tapo daugelio dalykų mokslu. Štai 1999–2003 m. 52% JAV nanotechnologijų verslui skirtų investicijų atiteko kaip tik nanobiotechnologijoms[1], nes būtent ten įžvelgimas didžiausias komercinis potencialas.

Tačiau grįžkime prie mokslo. Nuo Feynmano pirmą kartą išsakytos vizijos iki šių dienų nanomoksle buvo padaryta nemažai atradimų, kurie, rodos, mus gerokai priartino prie mokslinės fantastikos knygose aprašyto nanorobotų ir nanokompiuterių pasaulio. Pakanka pamініti, pavyzdžiui, devinto dešimtmečio pradžioje Nobelio premiją įvertintus Binnigo ir Rohrerio išradimus – nuskaitantį tunelinį ir atominės jėgos mikroskopus. Šie įrenginiai labai paspartino nanotechnologijų plėtrą, todėl nanodarinių tyrimai tapo įmanomi netgi daugelyje nespecializuotų laboratorijų. Viena iš įdomių tokio nuskaitančiojo zondo ypatybių yra ta, kad jis gali būti naudojamas ne tik topografiniams arba elektriniams paviršiaus tyrimams, bet ir nanodariniams kurti ir valdyti. Turbūt plačiausiai žinomas pavyzdys yra iš keliasdešimt ksenono atomų užrašytas tekstas „IBM“ ant nikelio paviršiaus[2].

Nemažiau reikšmingi yra naujų anglies nanodarinių – fulerenų (Kroto, Curl'o, ir Smalley, chemijos Nobelio premija 1996 m.) ir vienasienių anglies nanovamzdelių atradimas, kurių tyrimai ypač suintensyvėjo pastaraisiais metais. Tačiau yra ir kita, fizikams mažiau žinoma nanomokslo sritis, kuri sudaro realias galimybes tirti ir technologiškai panaudoti tiek sintetinius, tiek gamtinius molekulinius nanojrenginius. Tai vadinamieji tvarkieji monosluoksniai. Devintajame dešimtmetyje chemikai Davidas Allara ir Ralphas Nuzzo, tuo metu dirbę Bell laboratorijose, pastebėjo, kad disulfido grupę turinčios alkilinės grandinėlės organiniuose tirpikliuose sąveikauja su polikristaliniu auksu paviršiumi. Tokios reakcijos rezultatas yra stabilus monosluoksnis, kurio išorinė dalis sudaryta iš tankiai supakuotų metilo grupių, sąveikaujančių su išore dujine arba skysčio faze, o sluoksnio gilumoje esantys sieros atomai kovalentiškai sąveikauja su auksu. Vėlesni tyrimai parodė, kad daug patogiau naudoti ne disulfidą, o vyriausią tiolio (SH) grupę. Galinės, t.y. sudarytų tvarkiųjų monosluoksnių išorėje atsiduriančios, tokių sieros turinčių molekulių cheminės grupės gali būti pačios įvairiausios – nuo neutralių iki chemiškai ir elektrochemiškai aktyvių, teigiamą ar neigiamą elektros krūvį turinčių ir t.t. Pirmas pastebėtas akivaizdus tvarkiųjų monosluoksnių privalumas – galimybė tiksliai modifikuoti fizines ir chemines paviršiaus savybes. Pavyzdžiui, tvarkieji monosluoksniai užauginti ant aukso iš molekulių, kurių struktūra yra $HS(CH_2)_{15}X$, būna labai hidrofiliški, kai X= COOH, arba labai hidrofobiški, kai X=CH_3. Parodyta, kad tvarkiuosius monosluoksnius galima užauginti ne tik ant aukso, bet ir ant paladžio, platinos, sidabro, nikelio, vario ir kitų substratų. Du intensyvių tyrimų dešimtmečiai parodė, kad tvarkiųjų monosluoksnių formavimasis, netgi iš tokių paprastų molekulių kaip minėtieji alkiltioliai, yra sudėtingas procesas, kuris tirpalo fazėje paprastai trunka keliolika valandų. Sudėtinga yra formavimosi kinetika, kurią neblogai aprašo Langmuiro modelis, nors jis iš esmės netinka šiam procesui: mat molekulės sąveikauja ne tik su paviršiumi (kovalentiškai), bet ir pačios su savimi (van der Waalso, dipolinėmis, vandeniliniėmis ir kt. sąveikomis, kurios pasireiškia priklausomai nuo cheminės molekulių struktūros). Būtent



1 pav. (**A**) Sparčioji (minučių) ir lėtoji (valandų) tvarkiųjų monosluoksnių susidarymo fazės. Ant įmerkto aukso paviršiaus akimirksniu vyksta tirpale esančios alkiltiolio molekulės fizikinė įgertis (siera – molekulės galvutė – parodyta juodu tašku). Tioliui chemiškai reaguojant su auksu, alkilinės grandinėlės (balta spalva) dėl van der Waalso sąveikų per keletą minučių suformuoja tam tikrus tarpinius tvarkiuosius paviršiaus darinius. Dėl vis didėjančios paviršiaus užpildos alkiltiolio molekulėmis, šios yra priverstos per keletą valandų orientuotis paviršiaus normalei artimu kampu ir suformuoja (**B**) (vaizdas iš viršaus) matomą $(\sqrt{3}\times\sqrt{3})R30°$ tiolato struktūrą (juodi rutuliukai) ant *Au*(111) (balti rutuliukai).

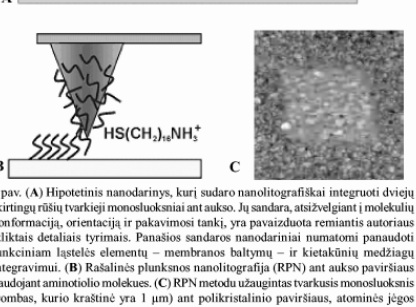
išorinės tarpmolekulinės sąveikos ir kartu tam tikra metalinio substrato gardelės geometrija, pavyzdžiui, Au (111), nulemia tai, kad monosluoksnis yra tvarkus, dvidimensis kristalinis darinys. Mat tarpmolekulinių sąveikų optimizavimas priverčia darinio molekules išsidėstyti ir orientuotis tam tikra kryptimi. Šios geometrijos nustatymas buvo nemažas ir įdomus darbas fizikams, kadangi visi pagrindiniai tyrimų metodai yra fizikiniai: šliaužiančio kampo infraraudonoji spektroskopija, rentgeno fotoelektronų spektroskopija, masių spektrometrija, elipsometrija, paviršiaus plazmonų rezonansas, nuskaitančiojo zondo mikroskopija, įvairūs difrakcijos metodai ir t.t., kuriais pasinaudojęs šiandien jau turime apibendrintą tvarkiųjų monosluoksnių formavimosi iš alkiltiolio molekulių vaizdą (1 pav.).

Dėl būdingų tvarkiuosius monosluoksnius formuojančių molekulių matmenų tipiniai jų storiai yra 1–3 nm (šių eilučių autorius šiemet publikavo darbą, kuriame aprašytas 6 nm storio ir ypač mažu defektų kiekiu pasižymintis tvarkusis monosluoksnis). Taigi jis savaime jau yra nanodarinys[3]. Tvarkiuosius monosluoksnius formuojančių molekulių cheminė sudėtis lemia jų atominę sandarą išilgai paviršiaus normalės. Tokiu būdu organinę ir organometalinę paviršiaus sandarą šia kryptimi galima keisti 0,1 nm tikslumu. Be to, tvarkiuosius monosluoksnius galima apdoroti iš jų sudarant dvidimensius 10–100 nm darinius. Tam galima naudoti tiek įprastus metodus, kaip fotonų, elektronų arba atomų pluošteliai, tiek pačius naujausius, kaip mikrokontaktinis spausdinimas arba rašalinės plunksnos nanolitografija. Pastariejį metodai pasižymi tuo, kad tvarkusis monosluoksnis suformuojamas tiksliai parinktuose paviršiaus sektoriuose, molekules ten pernešant ne iš tirpalo arba dujinės fazės, o naudojant polimerinį štampą su nanoskopiniu paviršiaus profiliu arba nuskaitantį zondą.

Tvarkieji monosluoksniai yra vienas iš daug bendresnio reiškinio, vadinamo molekuline savitvarka, atvejų, kai, molekulių ansambliui siekiant bendro energijos minimumo, sistemoje spontaniškai atsiranda tam tikra tvarka dėl įvairių tarpmolekulinių sąveikų (ir cheminių grupių) erdvinio kryptingumo. Kitaip sakant, galutinė sistemos sandara yra užkoduota jos molekulių cheminės struktūros. Paprastai molekulinė savitvarka gamtoje vyksta be kokio nors išorinio poveikio: susirenka apibrėžtą funkciją turintys ląstelės komponentai, pvz., membrana, baltymų kompleksai, įvairios organelės. Technologiniu požiūriu molekulinė savitvarka yra nanosistemų surinkimo „iš apačios“ procesas, kuris neišvengiamai turi būti integruojamas su tradiciniais mikrodarinių formavimo metodais (litografija), konstruojant nanoskopinius prietaisus iš molekulių, nanodalelių, nanovielų, nanovamzdelių ir kitų šiuolaikinių medžiagų.

Kaip minėta, tvarkieji monosluoksniai yra ideali techninė platforma tiksliai paviršiaus savybių kontrolei. Nanoskopiniai dariniai kaip tik tuo ir skiriasi nuo makroskopinių medžiagų, nes didelis procentas juos sudarančių atomų yra paviršiuje. Juk tam tikro objekto tūris mažėja sparčiau ($V \sim l^3$, čia l yra būdingas atstumas) negu jo paviršiaus plotas ($S \sim l^2$). Tad keičiant matmenis galima sudaryti tokią situaciją, kai dauguma objektą sudarančių atomų yra ne tūriniai, bet būna fazių riboje su aplinka. Galima teigti, kad nanodarieniai yra sudaryti vien iš paviršiaus. Paviršiuje, priešingai nei medžiagos tūryje, esančius atomus arba molekules supa skirtinga aplinka, todėl jie skiriasi savo laisvąja energija, elektronų būsenomis, mobilumu ir reaktyvumu. Štai kodėl tvarkieji monosluoksniai ypač patogūs ne tik nanodariniams kurti, bet ir jiems modeliuoti.

Allara ir Nuzzo atradimas ir vėlesni tvarkiųjų monosluoksnių tyrimai davė postūmį ir kitokiam sieros-aukso ir molekulinių struktūrų savitvarkos principų pritaikymui. Viena svarbi kryptis yra molekulinė elektronika. Atsirado realios eksperimentinės galimybės pozicionuoti ir orientuoti pavienes laidžias molekules, elektrinius kontaktus sudaryti iš nanoskopinių aukso klasterių arba laidžias molekules disperguoti izoliuojančio tvarkiojo monosluoksnio aplinkoje. Tokiu būdu praėjusio dešimtmečio pabaigoje buvo išmatuotos pavienių molekulių volt-



2 pav. (**A**) Hipotetinis nanodarinys, kurį sudaro nanolitografiškai integruoti dviejų skirtingų rūšių tvarkieji monosluoksniai ant aukso. Jų sandara, atsižvelgiant į molekulių konformaciją, orientaciją ir pakavimosi tankį, yra pavaizduota remiantis autoriaus atliktais detaliais tyrimais. Panašios sandaros nanodariniai numatomi panaudoti funkciniam ląstelės elementų – membranos baltymų – ir kietakūnių medžiagų integravimui. (**B**) Rašalinės plunksnos nanolitografija (RPN) ant aukso paviršiaus naudojant aminotiolio molekues. (**C**) RPN metodu užaugintas tvarkusis monosluoksnis (rombas, kurio kraštinė yra 1 μm) ant polikristalinio paviršiaus, atominės jėgos mikroskopo topografinis vaizdas (Valiokas R. ir kt., spausdinama, *Langmuir*, 2006).

LIETUVOS FIZIKŲ DRAUGIJA

FIZIKŲ ŽINIOS Nr. 30

Supplement of ***Lithuanian Journal of Physics*** = ***Lietuvos fizikos žurnalo*** priedas

Vyr. redaktorė	Eglė MAKARIŪNIENĖ	FI
Redaktorės pavaduotoja	Rasa KIVILŠIENĖ	VU TFAI
Redaktorių kolegija:	Julius DUDONIS	KTU
	Romualdas KARAZIJA	VU TFAI
	Angelė KAULAKIENĖ	VGTU
	Aušra KYNIENĖ	VU TFAI
	Libertas KLIMKA	VPU
	Jonas Algirdas MARTIŠIUS	VPU
	Palmira PEČIULIAUSKIENĖ	VPU
	Jurgis STORASTA	VU
	Vytautas ŠILALNIKAS	PFI
	Violeta ŠLEKIENĖ	ŠU
	Vladas VALENTINAVIČIUS	VPU

SKELBIMAS

Profesoriaus Henriko Horodničiaus 100-tųjų gimimo metinių minėjimas įvyks
VU centriniuose rūmuose Mažojoje auloje š. m. rugsėjo 15 d. (penktadienį) 16 val.

Rengėjai

Redakcijos adresas:
A. Goštauto 12, VU Teorinės fizikos ir astronomijos institutas (444A kab.), LT 01108 Vilnius
Telefonas 2610502. El. paštas: makariun@vilsat.net; rasa@itpa.lt
Kitus mūsų numerius galite skaityti tinklalapyje: http://www.itpa.lt/~lfd/fiziku_zinios/FizikuZinios.html/

Straipsnius „Fizikų žinioms“, ne didesnius kaip 10 000 spaudos ženklų (su intervalais), nesumaketuotus prašytume siųsti elektroniniu paštu. Brėžinius siųsti atskirose rinkmenose, o fotonuotraukas (**tik geros kokybės**) pateikti redakcijai. Rankraščiai ir nuotraukos negrąžinami.

Gerbiami skaitytojai, „Fizikų žinias“ 2006 m. **galite užsisakyti** pašte. Indeksas 5013, prenumeratos kaina vienam pusmečiui 5 Lt. **Kitus numerius galite nusipirkti** Vilniuje, A. Goštauto 12. Bibliotekoje (331 kab.) arba 444A kab.

Kaina sutartinė.
Spausdino
Užsakymo Nr.

© Lietuvos fizikų draugija, 2006
© VU Teorinės fizikos ir astronomijos institutas, 2006

amperinės charakteristikos. Panašiai, naudojant sieros turinčią grupę, elektrinėse grandinėse orientuojami ir anglies nanovamzdeliai. Kita nauja tendencija yra sierą turinčias molekules kombinuoti su aukso ir kitų metalų nanodalelėmis, kurios dėl plazmoninės sugerties pasižymi įdomiomis optinėmis savybėmis. Tikimasi, kad jos bus panaudotos naujos kartos jutikliams ir optoelektroniniams įtaisams kurti.

Kombinuojant tokius perspektyvius struktūrinius ir funkcinius modulius, šiandien jau galima konstruoti vadinamuosius hibridinius nanodarinius, kurie pasižymėtų visai kitomis savybėmis negu atskiri jų komponentai. Šia linkme dirba ir ką tik įsteigta Fizikos institute tarpdisciplininė Nanoinžinerijos grupė, kuriai vadovauja šių eilučių autorius. Bendradarbiaujant su Biotechnologijos institutu, Vilniaus Gedimino technikos ir Vilniaus universitetu, vykdomas vienas iš prioritetinių mokslo kryptčių projektų. Ši grupė yra viena iš nedaugelio grupių Europoje, įdiegusi vadinamąją rašalinės plunksnos litografiją. Sieksime, kad Lietuva būtų gerai matoma pasauliniame namokmokslo ir nanotechnologijų žemėlapyje.

[1] *Paull R. ir kt.* Nature Biotechnology 21, 1144-1147, 2003.
[2] *D. M. Eigler & E. K. Schweizer* Nature 344, 524-526, 1990.
[3] *Love, J. C., Estroff L. A., Kriebel J. K., Nuzzo R. G. Whitesides G. M.* Chem. Rev. *2005,* 105, *1103-1170.*

Algimantas **Juozapavičius**[1], Saulius **Lapienis**[2], Jelena **Tamulienė**[3]

[1] Vilniaus universiteto Matematikos ir informatikos fakultetas, [2] UAB BGM, [3] Vilniaus universiteto Teorinės fizikos ir astronomijos institutas

PASKIRSTYTIEJI IR LYGIAGRETŪS SKAIČIAVIMAI JAU LIETUVOJE

Skaičiavimų tikslas yra įžvalgos, o ne skaičiai.
Richard Hamming

Pastaraisiais metais nanoelektronika, mobiliojo ryšio komunikacijos, plačiajuostės technologijos išlieka prioritetinėmis mokslo kryptimis. Ypatingas dėmesys yra skiriamas molekulinei ir kvantinei nanotechnologijai – molekulinių prietaisų modeliavimui, konstravimui, gamybai ir kvantinių kompiuterių kūrimui. Tačiau taikant esamas technologijas nanoprietaisų modeliavimas ir konstravimas yra pakankamai sudėtingas ir brangus procesas, kuris žymiai supaprastėja, kai yra atliekami kvantinės mechanikos teoriniai tyrimai. Šiandien teorinis modeliavimas yra vienas iš pigiausių ir paprasčiausių būdų įvairiausių nanoprietaisų plačiam diapazonui ištirti; atrinkti tai, kas yra tikimiausia (tai, kas bus dažniausiai aptinkama) ir labiausiai tiktų gaminti pramoniniu būdu, ištirti įvairias fizines ir chemines modeliuojamų medžiagų savybes. Taigi modeliuoti ir išrasti molekulinius prietaisus pramoninei gamybai galima kompiuteriu – nanotechnologijos raida yra neatsiejamai susijusi su kompiuterinės technikos plėtra. Kita vertus, esamos kompiuterinės technikos tobulinimas priklauso nuo to, ar bus surastas būdas gaminti mažesnius ir, dar svarbiau, tikslesnius prietaisus. Tikimasi, kad atsirasiantys puslaidininkinius prietaisus pakeis organiniai junginiai. Reikia pažymėti, kad mokslinėse laboratorijose jau yra sukurti molekuliniai loginiai prietaisai. Kalifornijos universiteto ir Hewlett Packard laboratorijos mokslininkai užpatentavo technologiją, kuria galima pagaminti kompleksinį (atliekantį kelias operacijas) loginį nanodydžio prietaisą. Turint nanoprietaisus atsiras galimybė tirti tokias medžiagų savybes, kurių šiuo metu turimomis priemonėmis ir technologijomis tyrinėti neįmanoma. Verta pažymėti, kad molekulinių prietaisų, skirtų visuomenei, atsiradimas bus reikšmingas postūmis jos raidai – kitos pramonės šakos taip pat turės pelno naudodamos labai tikslius, bet pigius gamybos procesus.

Natūralu, kad jau šiandien, modeliuojant įvairių sistemų analogus, galima atsakyti į daugelį klausimų: kaip atrodys realios sistemos, kaip jos veiks ir kaip, remiantis turima patirtimi, bus kuriamos. Tiriama ir tai, ar turimų fizikos, chemijos ir biologijos žinių pakanka stebimiems reiškiniams paaiškinti.

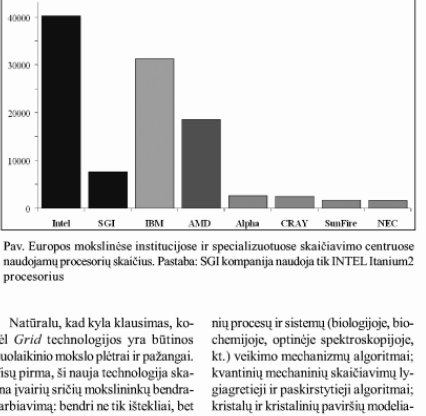
Šiuo metu nanoprietaisai ir nanotechnologijos modeliuojamos pasitelkus *atom-atom* ir *ab initio* metodus, įvairius kvantinės mechanikos programų paketus. Asmeniniais kompiuteriais yra tiriamos sistemos, sudarytos iš tūkstančių atomų, o galingais superkompiuteriais – sistemos iš šimtų tūkstančių ir daugiau atomų. Tačiau pasirinktos sistemos dydis visgi priklauso nuo tyrimui pasirinkto artinio, pavyzdžiui, plačiai naudojamu *Gaussian* programų paketu galima tirti darinius, sudarytus iš 20000 atomų, tačiau didžiausias *s* ir *p* tipo atominių orbitalių skaičius negali būti didesnis nei 60000, o *d* tipo – 20000 ir t.t. Pateikti skaičiai įspūdingi! Tačiau tie, kurie atlieka kvantinės mechanikos tyrimus, žino, kad minėti apribojimai labai greit pasiekiami: benzeno molekulės (sudaro šeši anglies ir šeši vandenilio atomai) tyrimams atlikti viename iš mažiausių bazės artinių reikia trisdešimt šešių atominių orbitalių, vidutinio didumo bazės artinyje – devyniasdešimt ir t.t. Taigi, kuo tiksliau norima ištirti molekulinius darinius, tuo galingesnių kompiuterių reikia. Svarbi šiuo atveju yra turimų kompiuterių sparta – patikimą rezultatą norima gauti kiek įmanoma greičiau, kad galima būtų sėkmingai konkuruoti nanotechnologijų srityje, pavyzdžiui, vieno iš fulereno C_{84} izomero optinio spektro skaičiavi-

mas vienu šiuo metu pripažintu tiksliausiu metodu Nyderlandų superkompiuteriu truko 3 paras 19 valandų.

Kas gi daroma, kad skaičiavimų tikslumas ir sparta padidėtų? Tai naujų procesorių sukūrimas ir naujų technologijų diegimas. Šiuo metu superkompiuteriuose įrengiami naujos kartos daugiabranduoliai procesoriai. INTEL, AMD kompanijos rinkai teikia dvibranduolius, o SUN – aštuoniabranduolius procesorius. Remiantis TOP500 duomenimis, per 300 pasaulio superkompiuterių centrų iš 500 turi INTEL, o 81 iš jų – 64 bitų INTEL® Xeon™ processorius. Europos mokslinėse institucijose ir specializuotuose skaičiavimo centruose dažniausiai aptinkami INTEL architektūros procesoriai, pradedama palčiau diegti AMD Opteron procesorius (Pav.).

Kitas kompiuterinių išteklių didinimo būdas – lygiagrečiųjų ir paskirstytųjų skaičiavimų infrastruktūros kūrimas (angl. *Grid*). Tai viena iš naujausių sparčiai besirutuliojančių technologijų. Jos esmė – turimų kompiuterinių išteklių sujungimas į vieną bendrą sistemą. Ši technologija žavi tuo, kad sukuriamas galingas superkompiuteris, kurio dalys geografiškai yra toli viena nuo kitos, o kompiuteriai bendrauja internetu – sukuriamas virtualus kompiuterinis telkinys telekomunikacinėje infrastruktūroje. Šiuo atveju yra imami tie kompiuteriniai ištekliai, kurių jų realus savininkas nenaudoja. Tokiu būdu turima kompiuterinė technika ne tik yra maksimaliai panaudojama, bet ir praplečiamos jos galimybės – padidėja kompiuterių atminties ištekliai.

Šiuo metu jau yra numatyta *Grid* technologijas taikyti didelių energijų fizikoje. Įvairių mokslinių laboratorijų mokslininkai turės galimybę gauti CERN'e atliekamo eksperimento duomenis. Įdiegus *Grid* technologijas medicinoje ir sveikatos apsaugoje, atsiras galimybė virtualiai stebėti unikalias operacijas, atlikti nuotolinę diagnostiką, o bioinformatikoje – žmonių genomo studijas, suprasti genetinių ligų priežastis. Pasitarnaus ir dar daugeliui kitų sričių tokių kaip nanotechnologijos, inžinerija, gamtiniai ištekliai ir aplinka.



Pav. Europos mokslinėse institucijose ir specializuotuose skaičiavimo centruose naudojamų procesorių skaičius. Pastaba: SGI kompanija naudoja tik INTEL Itanium2 procesorius

Natūralu, kad kyla klausimas, kodėl *Grid* technologijos yra būtinos šiuolaikinio mokslo plėtrai ir pažangai. Visų pirma, ši nauja technologija skatina įvairių sričių mokslininkų bendradarbiavimą: bendri ne tik ištekliai, bet ir tyrimų duomenys, rezultatai, įrenginiai, duomenų saugyklos ir t.t.

Šios naujos *Grid* technologijos diegiamos ir Lietuvoje – vykdomi *LitGrid* ir *BalticGrid* projektai, kurių tikslas – sukurti lygiagrečiųjų ir paskirstytųjų tinklų infrastruktūrą ir integruoti ją į intensyviai tobulėjančią Europos Sąjungos šalių *Grid* infrastruktūrą. Vykdantiems šiuos projektus, Lietuvos mokslininkams ir specialistams teikiamos žinios apie lygiagrečiuosius ir paskirstytųjų skaičiavimų tinklus ir jų galimybes. Tai padės mokslininkams pasiekti labiau pažengusių ES šalių lygį ir paskatins juos įsitraukti į *Grid* technologijų plėtrą.

2005 m. buvo sukurtas ir įdiegtas *Grid* naudotojų sertifikatas, kad būtų garantuota duomenų ir tyrimų apsauga. Be to, yra parinkta, įsisavinta ir įdiegta *Grid* valdymo operacinė programinė įranga, projekto partnerių kompiuteriniai telkiniai įtraukti į *LitGrid,* turimi telkiniai dirba testiniu režimu, t.y. *LitGrid* yra funkcionalus jų valdymo lygio atžvilgiu, ir t.t.

Jau šiandien kuriamų *Grid* technologijų aplinkoje yra sprendžiami įvairūs taikomieji uždaviniai: heterogeninių procesų ir sistemų (biologijoje, biochemijoje, optinėje spektroskopijoje, kt.) veikimo mechanizmų algoritmai; kvantinių mechaninių skaičiavimų lygiagretieji ir paskirstytieji algoritmai; kristalų ir kristalinių paviršių modeliavimo lygiagretieji ir paskirstytieji algoritmai; daugiamačių biomedicininių duomenų analizė ir vizualizavimas; laisvųjų ir dvipusių paviršių modeliavimas alternatyviais metodais; birių medžiagų dinamikos modeliavimas; integrinių schemų projektavimo metodų lygiagretieji ir paskirstytieji algoritmai; biologinių makromolekulių analizė ir dariniai, sekų analizė; pseudoatsitiktinių duomenų aibių sudarymo ir analizės lygiagretieji ir paskirstytieji algoritmai. Taigi *Grid* technologijas galima panaudoti įvairiose srityse. Dar žr.: <http://www.arcade-eu.info>, <http://www.top500.org>, <www.litgrid.lt>,<www.balticgrid.org>.

Apie savo norą pasinaudoti *Grid* paslaugomis prašome pranešti e. adresu:

<Algimantas.Juozapavicius@mif.vu.lt>, arba
<gicevic@itpa.lt>

SVEIKINAME

Profesorių **Pavelą Bogdanovičių** *šešiasdešimtojo gimtadienio proga*

Nuoširdžiai sveikindamas savo kolegą VU Teorinės fizikos ir astronomijos instituto (TFAI) vyriausiąjį mokslo darbuotoją prof. Pavelą Bogdanovičių šešiasdešimtojo gimtadienio proga, nejučiomis prisimenu vieną iš pirmųjų mūsų susitikimų, kažkiek nu-

lėmusį ir mano profesijos pasirinkimą. Tai įvyko 1964 m. vasarą prie VU Fizikos ir matematikos fakulteto Priėmimo komisijos durų. Abu mes buvome deficitinių prestižinių specializacijų sparčiai besipildančio pretendentų sąrašo pradžioje. Aš, nedrąsus provincijos mokinukas, besiblaškantis tarp savo „noriu ir bijau", ir jis, medaliu baigęs mokyklą vilniečis, kilęs iš kelintos kartos inteligentų šeimos, nė kiek neabejojantis savo pasirinkimu. Tas jo tvirtumas užgavo mano ambicijas (nejau aš prastesnis?) ir nulėmė mano apsisprendimą teorinės fizikos naudai. Nežinau, kiek šiam jo pasirinkimui turėjo įtakos tai, kad tuomet savo šešiasdešimtmetį šventė Lietuvos teorinės fizikos pradininkas akad. A.Jucys. Akademikas ir jis buvo gimę tą pačią rugsėjo 12 d. Netrukus jie susitiko tuose pačiuose teorinės fizikos keliuose. Studijuodamas antrame kurse, Pavelas paisprašė priimamas į jo vadovaujamą LTSR MA Fizikos ir matematikos instituto Kvantmechaninių skaičiavimų sektorių. Šiame, ne sykį keitusiame pavadinimą institute Jubiliatas perėjo visą profesinės gradacijos skalę: nuo laboranto pakildamas iki dabartinių savo pareigų. Čia jis 1973 m., sėkmingai baigęs aspirantūrą, apgynė kandidatinę disertaciją „Įprastinio ir apibendrintojo Hartrio ir Foko metodo taikymo klausimu", (1973, VVU, vadovas akad. A. Jucys). Po to P. Bogdanovičius, kiek paženisdamas nerašytą hierarchinę tvarką, 1988 m. TSRS MA Spektroskopijos institutui (Troickas, Maskvos sr.) pateikė naują darbą „Atomo skaičiavimų metodų išplėtojimas, matematinio aprūpinimo sukūrimas ir panaudojimas atomų ir jonų diskrečiųjų būsenų spektroskopinėms charakteristikoms tirti", už kurį jam buvo suteiktas fizikos ir matematikos mokslų daktaro laipsnis, 1993 m. nostrifikuotas habilituotu daktaru.

Visa mokslinė sukaktuvininko veikla skirta atomo fizikai. Dar studentu pradėjęs nuo Hartrio ir Foko lygčių skaitmeninio sprendimo mašininiais kodais realizuotame to meto „technikos stebukle" – elektroninėje skaičiavimo mašinoje BESM 4, vėliau jis nuosekliai plėtė nagrinėjamų problemų sritį, įmdamasis vis sudėtingesnių uždavinių, kurių išsamų sąrašą, taip pat sprendimų eigos ir rezultatų aprašymą galima rasti daugiau nei 200 publikacijų, paskelbtų įvairiuose leidiniuose.

Jau tarybiniais metais Jubiliato darbai, ypač kompiuteriniės programos, buvo gerai žinomi ir naudojami visoje Tarybų Sąjungoje ir tik dėl skaičiavimo technikos nesuderinamumo nepaplito plačiau, nors savo kokybe nenusileido žinomiems užsieniečių analogams. Atsiradus dabartinės kartos kompiuteriams, P. Bogdanovičiui tuos darbus teko pakartoti. Juos kartodamas žymiai patobulino programų algoritmus, kuriais galima labai sutrumpinti skaičiavimo trukmę (transformuotos radialiosios orbitalės, dalinis matricų diagonalizavimas) ir efektyviau panaudoti kompiuterio išteklius (pataisinių konfigūracijų atrankos ir termų sudarymo metodikos). Tos pastangos davė savo vaisių: kaip matyti iš publikacijų, dabartiniai Jubiliato darbai nenusileidžia, o dažnai ir lenkia pripažintų autoritetų tyrimus savo rezultatų tikslumu ir jų gavimo efektyvumu.

Sukaktuvininkas nemažai padirbėjo populiarindamas savo specialybę ir ruošdamas specialistus. Ypač dėdi jo nuopelnai moksleivijai. Jis su bendraautoriais parengė „Olimpiadinį fizikos uždavinyną" (1994), aktyviai dalyvauja organizuojant respublikines jaunųjų fizikų olimpiadas ir čempionatus, yra Lietuvos komandos Tarptautinėje fizikos olimpiadoje ilgametis vadovas, išugdęs ne vieną olimpiados laureatą ir daugelį savo auklėtinių paskatinęs rinktis fiziko specialybę. Jis taip pat dirbo ir Vilniaus pedagoginiame universitete. Negalima užmiršti P. Bogdanovičiaus pastangų rengiant aspirantus, vėliau doktorantus. Dažniausiai oficialaus vadovo pareigas užleidęs tituluotesniam bendradarbiui, jis savo jaunesnį, o kai kada ir vyresnį kolegą lydėdavo po klaidžius atominių skaičiavimų labirintus. Tiesą sakant, tai nebuvo vadovavimas tiesiogine šio žodžio prasme. Jis labiau panašėjo į lygiaverčių partnerių bendradarbiavimą, ginčijantis ir kartu ieškant tinkamiausių sprendimų.

Kad ir koks ilgas būtų Jubiliato darbų sąrašas, jis niekada visiškai neatspindės produktyvaus mokslininko laimėjimų. Norintys daugiau apie juos sužinoti, gali apsilankyti VU TFAI interneto svetainėje www.itpa.lt. Man gi belieka sukaktuvininkui palinkėti geros sveikatos, ir kad jo moksliniai ir kitokie ieškojimai užsibaigtų naujais atradimais.

Vladas **Tutlys**

PREMIJOS. KONKURSAI

2005 METŲ LIETUVOS MOKSLO PREMIJOS

Viena 2005 m. Lietuvos mokslo premiją, paskirtų už fizinių mokslų darbus, teko fizikai. Lietuvos mokslo premijų komiteto 2006 m. vasario 7 d. sprendimu premijos laureatais tapo net šeši Vilniaus universiteto ir Puslaidininkių fizikos instituto mokslininkai: habil. dr. Eugenijus Gaubas, prof. habil. dr. Vaidotas Kažukauskas, prof. habil. dr. akademikas Juras Požela, dr. Karolis Požela, dr. Aldis Šilėnas ir prof. habil. dr. MA narys korespondentas Juozas Vidmantis Vaitkus. Premija jiems paskirta už 1997–2004 m. atliktų darbų ciklą „Puslaidininkių darinių tyrimai radiacijai atspariai elektronikai“.

Fizikai 2005 m. Lietuvos mokslo premijos laureatai. Iš kairės: E. Gaubas, V. Kažukauskas, J. Požela, K. Požela, A. Šilėnas ir J. V. Vaitkus. *Nuotr. V. Valuckienės*

Premijuotasis darbų ciklas atstovauja Lietuvoje labiausiai išplėtotai fizikos tyrimų krypčiai – puslaidininkių fizikai. Aukštas mokslo lygis lėmė galimybę integruotis į pasaulio mokslą ir imtis naujų dabar aktualių problemų. Premijuotų darbų visumos strateginis tikslas – naujos kartos spinduliuotei atsparių didelės energijos dalelių detektorių sukūrimas. Tokie detektoriai būtini eksperimentams, planuojamiems atlikti su didžiausiais elektringųjų dalelių greitintuvais. Spręstos problemos svarbios taip pat kūrimui detektorių, reikalingų kosminės erdvės tyrimų, kosminių telekomunikacijų, informacinių bei navigacinių sistemų ir spinduliuotės panaudojimo medicinoje plėtrai.

Laureatų atliktų tyrimų derlius įspūdingas – daugiau kaip 100 mokslinių publikacijų, jų dauguma yra ISI sąrašo mokslo žurnaluose. Kai kurie esminiai rezultatai:

- ištirti krūvininkų rekombinacijos veiksniai, lemiantys kristalinio Si medžiagos elektrines savybes sluoksninių darinių paviršiuje ir tūryje, išskiriant paviršiaus ir tūrio parametrus; sukurti amplitudinės-laikinės analizės modeliai ir parametrų žvalgos darinio skerspjūvyje eksperimentinės metodikos;
- ištirta Si paviršiaus modifikavimo įtaka krūvininkų rekombinacijos ir difuzijos procesams plokščiose struktūrose, siekiant sukurti paviršių savybių keitimo technologijas ir specializuotų funkcinių savybių darinius;
- išnagrinėti technologinių defektų silicyje formavimo ypatumai, metastabilių defektų poveikis medžiagos rekombinacinėms savybėms, prietaisų spartai ir stabilumui;
- pasiūlytas originalus didelės varžos GaAs nevienalytiškumų modelis ir sumodeliuotos tokio GaAs pagrindinio kompensuojančio donoro lygmens EL2 metastabilaus virsmo ypatybės; ištirta sužadintų karštųjų elektronų energijos relaksacija ir spindulinės rekombinacijos ypatumai veikiant jonizuojančiąja spinduliuote;
- ištirtos Si spinduliuotės sukeltų defektų, jų sankaupų, kompleksų su savaisiais ir priemaišiniais defektais formavimosi priklausomybės nuo dozės

Technologijos mokslų 2005 m. Lietuvos mokslo premijos laureatai. Iš kairės: E. Ušpuras, A. Kaliatka, J. Augutis ir S. Rimkevičius, K. K. Almenas. *Nuotr. V. Valuckienės*

ir pobūdis švitinant rentgeno bei gama spinduliuote (iki 600 Mrad), elektronais (>3 MeV), protonais (iki 24 GeV/c), neutronais (> 1 MeV) ir relatyvistiniais Pb jonais (158 GeV/c) plačiame apšvitos srautų intervale (10^{10}–10^{16} dalelių/cm^2); sukurtos nesąlytinės metodikos defektų *in situ* kontrolei ir jų pagrindu ruošiamas įrenginys CERN programos RD39 tyrimams;

- parodyta, kad didelės varžos kompensuotas GaN yra perspektyvus kaip spinduliuotei ypač atspari medžiaga, kurią naudojant galima išspręsti daugelį didelės energijos spinduliuotės detektorių problemų, iškilusių kuriant naujos kartos kolaiderį – Super-LHC (šioms problemoms nagrinėti sutelkta CERN programa RD50);
- sukurti naujo tipo rentgeno spinduliuotės ir alfa dalelių detektoriai AlGaAs varizoninių kristalų pagrindu, pasižymintys greitu optiniu atsaku spinduliuotei (1 ns) ir rentgenoliuminescencijos vaizdo didele erdvine skyra (15 linijų/mm).

Darbai atlikti dalyvaujant daugelyje tarptautinių programų, remti dalinai jų lėšomis, o darbų autoriai ne kartą buvo tų programų dalių vadovais, koordinatoriais. Laureatų darbai gali būti naudingi ir atsigaunančiai Lietuvos elektronikos pramonei, dabar yra remiami ir Lietuvos valstybinio mokslo ir studijų fondo.

Fizikas yra ir tarp vienos premijų, paskirtų už technologijos mokslų srities darbus, laureatų. Tai iš JAV į Lietuvą grįžęs Merilendo universiteto profesorius emeritas Kazys Kęstutis Almenas, branduolinės inžinerijos specialistas, nuo 1992 m. dirbantis kartu su Lietuvos energetikos instituto mokslininkais Ignalinos AE saugos tyrimų srityje, plačiau žinomas kaip rašytojas, daugelio grožinės literatūros knygų autorius. Jam kartu su Lietuvos energetikos instituto mokslininkais MA nariu ekspertu prof. habil. dr. Eugenijumi Ušpuru, habil. dr. Algirdu Kaliatka, VDU prof. habil. dr. Juozu Augučiu ir dr. Sigitu Rimkevičiumi premija paskirta už darbų ciklą „Deterministiniai ir tikimybiniai tyrimai, inžineriniai sprendimai ir jų įgyvendinimas gerinant Ignalinos atominės elektrinės (IAE) saugą ir patikimumą (1994–2004 m.)“. Pagrindiniai šių tyrimų rezultatai seniai žinomi ir paskelbti ne tik mokslinėje spaudoje: IAE modernizavus, įdiegus pasiūlytas papildomas saugos priemones, jos patikimumas pasidarė toks pat kaip moderniausių pasaulio atominių elektrinių. Sukurta dujų tarpelio tarp išburkstančio grafito klojinio ir technologinių kanalų stebėsenos ir atnaujinimo strategija leido labai prailginti IAE pirmojo bloko eksploatavimo trukmę, nekeičiant technologinių kanalų iki pat 2004 m. pabaigos, t.y. iki tol, kai jis buvo sustabdytas politiniais sprendimais. Sukurti termohidraulinių pereinamųjų vyksmų aušinimo kontūre ir jį gaubiančiose patalpose modeliavimo ir saugos tikimybinės analizės metodai naudojami ne tik Lietuvoje IAE, bet ir kitose šalyse atominių elektrinių su kanalaniais reaktoriais saugos ir patikimumo įvertinimui.

Premijų teikimo iškilmėse, kurios vyko kovo 7 d. Mokslų akademijos salėje, Lietuvos mokslo premijos laureato diplomus teikė laikinai ėjusi Ministro pirmininko pareigas Žemės ūkio ministrė Kazimiera Prunskienė ir Švietimo ir mokslo ministras Remigijus Motuzas.

Kęstutis **Makariūnas**
Lietuvos mokslo premijų komiteto pirmininkas

IŠRINKTI NAUJI LIETUVOS MOKSLŲ AKADEMIJOS NARIAI

2006 m. kovo mėn. 14 d. Lietuvos mokslo akademijos sesijoje užsienio nariu (fizika) išrinktas Nyderlandų Karališkosios mokslų akademijos narys, profesorius **Rienke van Grondelle**. Jis yra vienas ryškiausių šio meto molekulinės biofizikos specialistų pasaulyje. Gerai žinomi jo darbai tiriant fotosintezės vyksmus ir baltyminės terpės poveikį protono ir kitų joną pernašai membraniniuose baltymuose, plėtojant įvairius spektroskopijos metodus ir juos naudojant biofizikos ir aplinkos fizikos klausimams spręsti.

Profesorius palaiko glaudžius ryšius su Lietuvos mokslininkais. Tai patvirtina bendri moksliniai darbai. Apie 10 jaunųjų Vilniaus universiteto magistrantų pradėjo savo mokslinius tyrimus jo laboratorijoje. 2005 m., vadovaujant prof. R. van Grondelle, du doktorantai iš Lietuvos – Mikas Vengris ir Dmitrijus Frolovas, o 2006 m. pradžioje Danielis Rutkauskas apgynė daktaro disertacijas.

2006 m. kovo mėn. Lietuvos mokslų akademijos Matematikos, fizikos ir chemijos mokslų skyriuje fizikos specialybės nariu ekspertu iš 5 pretendentų išrinktas Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto dekanas prof. habil dr. **Jūras Banys**. Jis patyręs eksperimentininkas, reikšmingiausi jo darbai – fazinių virsmų tyrimai feroelektrikuose, dipoliniuose stikluose ir kitose medžiagose, svarbiose šiuolaikinei elektronikos pramonei, kompiuterių atminties blokų kūrimui. Prof. J. Banys aktyviai bendradarbiauja su užsienio mokslininkais ir dalyvauja tarptautinėse konferencijose.

Linkime naujai išrinktiems nariams sėkmės darbuojantis fizikos mokslo labui Lietuvoje!

Kolegos

2005 M. JAUNŲJŲ MOKSLININKŲ IR AUKŠTŲJŲ MOKYKLŲ STUDENTŲ DARBŲ KONKURSŲ LAUREATAI

Lietuvos mokslų akademijos 2005 m. jaunųjų mokslininkų premiją iš fizikos srities laimėjo Vilniaus universiteto dr. **Sandra Pralgauskaitė** (VU) už darbą „Lazerinių diodų su nanodariniais triukšmo charakteristikų tyrimas žemų dažnių srityje“. Darbo vadovas – doc. dr. Vilius Palenskis.

Aukštųjų mokyklų studentų mokslinių darbų konkurse nugalėtoju tapo ir premija paskirta Vilniaus universiteto doktorantui **Tadui Malinauskui** (VU) už darbą „Krūvininkų pernašos ir rekombinacijos optiniai tyrimai skirtingomis technologijomis užaugintuose GaN sluoksniuose“. Darbo vadovas – prof. habil. dr. K. Jarašiūnas.

Pagyrimo raštais apdovanoti:

magistrantas **Kęstutis Aidas** (VU) už darbą „Molekulinių elektrinių ir magnetinių savybių skaičiavimas kvantinės chemijos metodais“. Darbo vadovas – prof. habil. dr. V. Balevičius;

doktorantas **Tomas Šalkus** (VU) už darbą

„$Li_3Sc_{2-x}Bx(PO_4)_3$(x = 0–2) superjoninių keramikų mikrostruktūra ir elektrinės savybės“. Darbo vadovas – prof. habil. dr. A. F. Orliukas;

daktaras **Andrius Melninkaitis** (VU) už darbą „Ypatingai didelės galios lazeriams skirtų dielektrinių interferencinių dangų ir netiesinių kristalų optinio atsparumo tyrimai“. Darbo vadovas – prof. habil. dr. D. Sirutkaitis.

Diplomai įteikti ataskaitinėje Lietuvos mokslų akademijos sesijoje, kuri įvyko 2006 m. kovo 14 d.

Sveikiname jaunuosius mokslininkus!

Kolegos

APIE BRANDUOLINĘ ENERGIJĄ

Kazys **Almenas**

IGNALINOS ATOMINĖ ELEKTRINĖ (IAE) – BAIMĖ IR POLITIKA

Esame pratę problemas, susijusias su technologijos objektais, analizuoti atskirai nuo kitų, tarkim, visuomeninių, sociologinių problemų. Šitaip dirbama ir technologijos srityse, susijusiose su atominės energijos gavyba.

Istorinė patirtis, kuriai dabar daugiau nei pusė šimto metų, parodė, jog to nepakanka akivaizdžiam paradoksui paaiškinti.

1. Per tą pusšimtį metų energijos poreikiai nuolat augo, riboti mūsų planetos energetikos ištekliai (nafta, dujos, anglis) buvo naudojami vis didesniais kiekiais, jų kainos kilo. Prie seniai žinomų neigiamų tokio naudojimo pasekmių (ekologinė žala, tarša, transporto apkrova) prisidėjo suvokimas, kad į atmosferą išmetamos šiltnamio efektą sukeliančios dujos neigiamai veikia planetos klimatą. Politinių įtampų, kylančių dėl šių ribotų išteklių naudojimo, nebandysiu apibūdinti. Apie jas informuojama beveik kiekvienoje televizijos naujienų laidoje.

2. To pusšimčio metų pradžioje buvo išplėtota nauja energijos gavybos technologija – atominės elektrinės. Šios jėgainės naudoja praktiškai neišsenkančius mūsų planetos išteklius, jos neišmeta šiltnamio efektą sukeliančių dujų, jų atliekų kiekis yra tūkstančius kartų mažesnis, jos neapkrauna transporto. Jų naudojimas parodė, jog tai pats saugiausias iš visų energijos gavybos būdų: atominių elektrinių santykinis nuostolių rodiklis (tarkim, išreikštas aukų skaičiumi pagamintam milijonui kWh) yra mažiausias. Šis teiginys apima ir Černobylio nelaimės nuostolius.

Tokie faktai. Jei ateities kartos galėtų, tai jos mūsų paklaustų – kodėl, turėdami šį pasirinkimą, jūs taip be saiko naudojote riboto išteklius, mums palikdami tik jų likučius? Kodėl jūs užterštėte atmosferą šiltnamio efektą sukeliančiomis dujomis? Su šiais jūsų neracionalios veiklos padariniais mums dabar tenka gyventi. Kodėl, po šimts pypkių, daug didesniu mastu nenaudojote atominės energijos taip, kaip mes tai darome?

Europos Sąjungos politikų jie paklaustų, kodėl tokiu metu, kai jau visos neigiamos degiųjų išteklių naudojimo pasekmės buvo aiškios ir buvo matyti didėjantis energetinis priklausomumas nuo Rusijos, jūs privertėte Lietuvą atsisakyti dviejų atominių elektrinių, kurios galėjo veikti dar bent dvidešimt metų? Išties dar ilgiau, mūsų atominės elektrinės galėtų veikti ir visą šimtmetį.

Atsakyti būtų nelengva. Faktais ir logika pagrįsta analize atsakymų nerastume. Norint surasti bent apytikrį atsakymą tenka, nors dirbusiam visą gyvenimą mokslo srityje tai nėra lengva, persikelti į erdvę, kurioje veiksmus nulemia jausmai. Mūsų gyvenamoje aplinkoje dauguma sprendimų priimami remiantis jausmais, ne išimtis sprendimai dėl atominės energijos. Iš anksto atsiprašau už supaprastintą, schematišką problemos pateikimą. Straipsnio tikslas nėra išsami analizė, bet noras atkreipti dėmesį į tai, į ką mes, t.y. tiksliųjų mokslų atstovai, dažniausiai nekreipiame dėmesio.

Iš visų žmogaus jausmų vienas problemiškiausių yra baimė. Tai biologinės atrankos būdu per milijonus metų išvystytas jausmų kompleksas. Jo nauda akivaizdi. Pajutę pavojų, bijo visi aukštesnieji gyvūnai, baimės jausmo veikiami jie imasi veiksmų pavojui išvengti. Tie, kuriems nepasiseka, iš evoliucinės grandies iškrenta, atrankos būdu savo genus būsimoms

kartoms perduoda tie, kurių baimės jausmas sėkmingai padėjo išlikti.

Taip evoliucija veikė dešimtis milijonų metų. Prieš kokius 2 milijonus metų pasirodžiusios *homo erectus* rūšys į tolesnį evoliucijos kelią įžengė jau su ją prote įdiegtu baimės jausmu. Viename raidos etapų *homo erectus* rūšys, įskaitant ir *homo sapiens* (tai jau mes), pradėjo vis daugiau išsiskirti. Ypatybė, padėjusi *homo sapiens* šioje planetoje dominuoti, buvo ta, kad jis prieš daugelį šimtų tūkstančių metų išmoko kalbėti. Šis sugebėjimas paveikė tolesnį baimės jausmo vystymąsi. Prieš tai pavojų suvokimas ir su tuo susijusi baimė buvo arba užprogramuoti genuose (tai veiksminga, bet labai lėtai modifikuojama, kai aplinkos sąlygos kinta) arba įgyta tiesiogine patirtimi (pavojingas būdas). Kalba suteikė visai kitų galimybių, kalbėti sugebančios *homo erectus* rūšys galėjo perimti kitų, taip pat ir ankstesnių kartų, patirtį. Nuo to laiko baimė galėjo atsirasti ne tik dėl tiesioginio pavojaus poveikio, ją galėjo sukelti ir pasakojimai apie pavojus.

Šimtus tūkstančių metų (kalbos atsiradimo pradžia nustatoma tik labai apytikriai) egzistavo tik žodinė kalba. Palyginti neseniai, tik prieš kokius 6–7 tūkstančius metų, atsirado galimybė tą informaciją perduoti ir raštu. Pradžioje tokia galimybė galėjo naudotis tik labai ribota žmonijos dalis. Atsiradus spaudai, šia galimybe galėjo pasinaudoti jau daugiau žmonų, o ne per seniausiai, prieš 100–50 metų, informacijos perdavimo galimybės kone eksponentiškai išsiplėtė (radijas, filmai, televizija) ir su mažom išimtim apėmė visą žmoniją. Evoliucijos eigoje tai visiškai nauja padėtis, *homo sapiens* dar neturėjo evoliucinės galimybės prie jos prisitaikyti.

Šitoje labai punktyriškoje baimės evoliucijos sąsajų apžvalgoje būtina paminėti ir kitą aspektą. Baimė turi evoliucinę „naudą", kai ji padeda išvengti pavojų, o esant realiam pavojui padeda išlikti. Didesnę tikimybę išlikti turėjo tie, kurie patekę į pavojų sugebėjo sukaupti fizines jėgas, sugebėjo greičiau bėgti ar energingiau gintis. Pajutęs baimę žmogaus kūnas padidina kai kurių hormonų (pvz., adrenalino) gamybą, tokiu atveju visos pastangos skiriamos pavojui išvengti. Žmogų, sėkmingai išvengusį pavojų užvaldo palengvėjimo, savotiškas euforijos jausmas. Tai vienas iš maloniausių jausmų, kuriuos žmogus gali išgyventi. Tad baimė nėra vien neigiamas jausmas, jos sėkmingas pergyvenimas suteikia malonumo.

Šitie du evoliucijos įdiegti baimės jausmo atspalviai dabartinėmis, evoliucijos eigoje visiškai naujomis sąlygomis sukuria paradoksalius padarinius. Paimkim pirmą atvejį, kai iš kitų perimta informacija gali sukelti baimę. Nauda evoliucijos eigoje neabejotina, gal net lemiama, tačiau verta pastebėti, jog ir pačioje pradžioje tai galėjo turėti ir neigiamų padarinių. Beje, tai norma, beveik visi evoliucijos eigoje atsiradę pokyčiai turi teigiamų ir neigiamų padarinių, įsitvirtina tie, kurių teigiamas įnašas dominuoja. Pavyzdžiui, kai tik atsirado galimybė žodžiais perduoti informaciją apie pavojus, atsirado ir klaidinančios informacijos. Vadinasi, baimė galėjo būti sukelta ne tik realių pavojų, kuriuos patyrė kiti, bet ir klaidingai suprastų arba klaidingai perduotų žinių apie pavojų. Šitų virtualią baimę keliančių pavojų reliktai išliko folklore, pavyzdžiui, vampyrų ar vilkolakių pavidalu. Dabar tai pramogų industrijos pasisavintas paveldas, bet buvo laikai, kai dėl neteisingai suprasto „raganų" pavojaus buvo žudomi žmonės.

Klaidingos, baimę sukeliančios informacijos atsirado ir dėl to, kad, kaip minėta, pergyventa baimė sukelia malonumą. Kai esama malonumo, žmogus linkęs ieškoti progų jį skatinti. Pavyzdžiu galima rasti daug, gilią praeitį siekia visose kultūrose populiarios „baisiosios" pasakos. Garsinę ir regimąją informaciją interpretuoti sugebančiose žmogaus smegenyse virtualiai baimei yra daug erdvės. Per pastaruosius šimtmečius, išskyrus karo atvejus (bet ir tai dažniausiai tik tam tikrose vietose ir tam tikru laiku), tiesioginių susidūrimų su realiais pavojais pergyvenama vis mažiau. Todėl norėt patirti malonumą, kurį suteikia nugalėtas pavojus, tenka vis labiau paskliauti virtualiu pavojumi. Masinės komunikacijos eroje virtualiai išgyventa baimė dominuoja, ji tapo paklausia pramogų industrijos dalimi.

Tuo šią glaustą ekskursiją į *homo erectus* evoliucinę baimės jausmo plėtrą baigsiu. Ji tokio pobūdžio straipsniui netikėta, bet, manau, reikalinga. Nepakanka sakyti, kad visuomenės priešiškumas atominėms elektrinėms kyla iš baimės, verta bent apytikriai suprasti, kokios yra evoliucinės baimės šaknys ir kad baimę vienodai gali sukelti realūs ir virtualūs pavojai. Kitaip negalėsime paaiškinti, kodėl šis jausmas tapo toks lemtingas tai energijos gavybos technologijai, kuri yra pati saugiausia.

***

Kita tema, kurią būtina bent punktyriškai apžvelgti, yra politikos vaidmuo. Visos naujos technologijos tam tikrame savo raidos etape susiduria su politika. Pavyzdžiui, kai dar XIX a. žymus anglų mokslininkas Faradėjus (Michael Faraday) vienam britų politikui demonstravo indukuotąją elektros srovę, šis paklausęs: „O kokia nauda iš to žaisliuko?" Faradėjus atsakęs: „Ateis laikas, kai elektrą galėsite apmokestinti". Žinia, tas laikas atėjo. Politika technologijų plėtrą ir jų panaudojimą veikia apmokestindama ir reguliuodama. Tai padidina gaminamo produkto savikainą. Pabrangimas dėl apmokestinimo lengvai įžvelgiamas, reguliavimo kainą sunkiau įžvelgti, bet ji gali būti tokia didelė, jog produktas tampa nebeekonomiškas. Yra ir kraštutinis reguliavimo variantas – produktas arba jo gamybos būdas tiesiog uždraudžiamas.

Tai pasakytina apie visas technologijas, ne išimtis atominės elektrinės. Šiuo atveju jų sąsaja su politika visgi unikali. Nuo pat atominių elektrinių atsiradimo pradžios šį sąryšį lėmė ne ekonominiai veiksniai, bet visuomenėje egzistuojanti, politikų naudojama, neretai ir sukeliama baimė. Ta baimė turi realias ištakas, jų vardas Hirosima ir Nagasaki. Nors, palyginti su II pasaulinio karo nuostoliais, ten žuvęs žmonių skaičius yra sąlyginiai nedidelis, bet įdiegtas baimės įvaizdis buvo milžiniškas. Jo pakako užbaigti II

IAE iš paukščio skrydžio

pasaulinį karą, jis lemiamai prisidėjo prie to, kad kol kas išvengėme III pasaulinio karo. Čia neimsiu įrodinėti, jog atominė bomba ir atominė elektrinė yra skirtingos technologijos. Deja, taip išėjo, kad į istorijos areną pirma įžengė bomba, o tik vėliau atominės elektrinės. Jei ne tuo metu siautęs II pasaulinis karas, greičiausiai būtų buvę atvirkščiai ir ši įvaizdžio sąsaja nebūtų tokia stipri. Istorijos nepakeisi, verčiau bandykime panagrinėti, kodėl šio įvaizdžio nepajėgia sušvelninti jau pusę šimto metų saugiai veikiančios atominės elektrinės.

Pradėkime nuo „pramoginio" baimės aspekto. Tuo pat metu, kai vystėsi atominė energetika, tobulėjo ir plėtėsi pramogų industrija. Jos įmlumas virtualią baimę sukeliančioms temoms pasirodė esąs beribis. Tam tikslui tada pradėta naudoti ir dabar tebenaudojama daugmaž viskas, kam imli žmogaus vaizduotė. Iš senojo folkloro – vampyrai, raganos ir mumijos, iš naujojo – Žemę naikinančios kometos, ateiviai iš kosmoso, nėra ko stebėtis, jog neapsieita ir be atominės energijos ir, žinoma, spinduliuotės. Kiek sukurta filmų apie spinduliuotės mutacijų išsigdytus monstrus ir jų sukeliamus pavojus nelengva būtų suskaičiuoti. Pramogų industrijos dėl to nekaltinu, tarp jos kūrėjų pasitaiko ir propagandistų, bet jų tikslas yra uždirbti pinigus ir tam vampyras tiek pat gerai tinka kaip ir spinduliuotė. Aplinkybė, kad jie tuos pinigus uždirbdami skatino ir įtvirtino atominės energijos ir spinduliuotės baimę, kad jie tai darė beveik be išimties naudodami klaidinančią informaciją, nors yra apgailėtina, bet jau nepakeičiama.

Su politikais kur kas sudėtingiau. Ar politikų motyvai būtų ideologija, ar paprastas noras išsilaikyti valdžioje, jiems baimę sukeliančius pavojus reikia atrinkti kruopščiau. Vampyrai tam nelabai tinka, tačiau atominė energija, spinduliuotė, radioaktyviųjų atliekų saugojimas tinka gerai. Beje, jei jie atranką atlieka sąžiningai, vadovaudamiesi savo įsitikinimais, tai jų dėl to kaltinti negalima, anaiptol, viena iš svarbių politikų pareigų yra apsaugoti visuomenę nuo pavojų. Idealiai tą pareigą vykdant reikėtų visuomenę pirmiausia apsaugoti nuo didelę tikimybę turinčių, didelių pavojų, po to nuo mažesnių, galop, jei visuomenė labai turtinga ir gali sau tai leisti, ir nuo visai mažyčių.

Istorija parodė, jog atominių elektrinių atveju išėjo atvirkščiai. Neteigiu, jog dėl politikų piktos valios. Būta ir tos, dar daugiau būta populizmo ir neatsakingumo, tačiau svarbiausias veiksnys, kuris tai nulėmė, buvo jau susiformavęs įvaizdis. Šiuo atveju ne tik pavojų ir su jais susijusių galimų nuostolių, bet ir naudingumo įvaizdis. Tiksliau tariant, vadinamojo koeficiento *R/N* (rizikos/naudingumo – angl. Risk/Benefit) įvaizdis.

Per pastaruosius dešimtmečius koeficiento *R/N* apskaičiavimas tapo sparčiai besivystančia mokslo šaka, jungiančia labai daug specialybių.

Ypač daug pasiekta apskaičiuojant rizikos parametrus. Metodika sudėtinga. Reikia įvertinti visą realiai įmanomą nelaimes sukeliančių gedimų spektrą ir apskaičiuoti jų tikimybę. Reikia apskaičiuoti ir tų galimų nelaimių padarinius, po to tikimybę ir padarinius statistiškai paversti parametrais, kuriais galima būtų palyginti vieno kurio objekto saugumo kriterijus su kitu. IAE atveju tokių analizių atlikta daugybė. Jas atliekant bendradarbiavo dešimtys mokslininkų iš įvairių šalių, kai kurių analizių atlikimas truko metus ar ilgiau. Bendra jų išvada – integralusis IAE rizikos koeficientas yra panašaus dydžio kaip Vakarų Europoje veikiančių atominių elektrinių atitinkami rizikos koeficientai. Pavyzdžiui, tikimybė, jog galėtų būti pažeista aktyvioji zona, yra $4 \cdot 10^{-6}$. Atitinkamas tarptautinis reikalavimas naujai statomai elektrinei yra $1 \cdot 10^{-5}$, taigi IAE šis rodiklis geresnis. Po daugybės patobulinimų, kurie pakeitė aktyviosios zonos neutronines savybes, tokia nelaimė, kokia įvyko Černobylyje, IAE yra neįmanoma.

Tad santykio *R/N* skaitiklis – rizikos koeficientas atitinka Europoje veikiančių reaktorių reikalavimus. Naudingumo vardiklis *N* Lietuvoje didesnis už kitų kraštų tokį vardiklį jau vien dėl to, kad niekur kitur atominės elektrinės negamino tokios didelės elektros energijos dalies. Didelis neigiamas ekonominis jos netekimo efektas, brangstant degiesiems ištekliams, toliau didės. Į šį vardiklį taip pat įeina ekologiniai ir socialiniai nuostoliai. Šie apskaičiavimai neatlikti taip išsamiai kaip rizikos kriterijų, bet tai antraeilis dalykas. Politikų sprendimams šių apskaičiavimų rezultatai turėjo labai mažą, gal net nulinę įtaką.

Mokslinių apskaičiavimų politikams prireikia tada, kai jie nori savo jau susidarytą nuomonę parenti „mokslo" autoritetu. Rašau kabutes todėl, kad neretai to siekiama selektyviai, t.y. parenkant vienus faktus, kitų neįtraukiant, o kartais rezultatus lemia net politinis ar ekonominis spaudimas. Neverta dėl to pergyventi, nes beveik visada tai tik fasadas. Koeficiento *R/N* apibrėžimą, tuo labiau apskaičiavimo metodus išmano tik retas politikas, tačiau visi, ir taip yra tikriausiai nuo piramidžių statymo laikų, šio koeficiento modeliu naudojasi. Politikų *R/N* formuluotė ne tiek preciziška, bet užtai plačiau apimanti. Paprasčiausia versija skambėtų taip: kiek (aš, mano partija, mano valstybė) laimėtume, jei darytume tą ir tą, kiek pralaimėtume, jei to nedarytume?

Grįžkime prie aptariamos atominės energijos problematikos. Politikams koeficiento *R/N* skaitiklį nustato ne rizikos dydis, apskaičiuotas įvertinant nelaimių tikimybes ir padarinius, o daugumos visuomenės susikurtas pavojaus įvaizdis. Vardiklio, t.y. „naudingumo" kriterijaus nustatymas dar migtolesnis. Nors atominė elektrinė yra unikali technologija, bet ji negamina unikalaus produkto. Jos pagaminta elektros energija privalo konkuruoti su energija, gaminama kitais būdais. Prieš pusę šimto metų, kai buvo pradėta reguliuoti atominės energijos technologijas, kone vienintelis veiksnys, nusveriantis „naudingumo" kriterijų, buvo numatoma gaminamos elektros energijos savikaina. Kaip parodė tolesnė raida, savikainą reguliavimo metodais buvo galima padidinti tiek, kad atominių elektrinių statyba tapo neekonomiška.

Verta pabrėžti, jog tai vyko ne iš blogos valios. Nors pasitaikė ir konkuruojančių elektros gamintojų spaudimo, bet nulėmė ne tai. Nulėmė aplinkybė, jog pavojaus įvaizdis buvo milžiniškas, o nauda, ypač iš politinio taško žvelgiant, nedidelė. Todėl politikai siūlė vis griežtesnius ir griežtesnius saugumą tarsi užtikrinančius kriterijus, tuo susilaukdami visuomenės pritarimo, o šio proceso realios atsvaros kaip ir nebuvo. Tokio vienašališkumo padarinys – įstatymais įtvirtinti „leidžiami" kriterijai, kurie yra dešimtis, net šimtus kartų žemesni už spinduliuotės lygius, galinčius pakenkti biologiniams organizmams. Jie net žemesni už daugelio mūsų planetos vietų gamtinį radiacinį foną. Šitai buvo daroma „dėl visa ko", atseit saugumo niekad negali būti per daug. Kai nėra atsvaros, tokia „saugumo" didinimo kryptis neišvengiama. Nulėmė ne pavojaus dydis, bet klaidingai suvoktas koeficientas *R/N*. Galime tai iliustruoti pažvelgdami kaip visuomenė apsaugojama nuo pačios dažniausios nelaimių priežasties – automobilių transporto avarijų. Lietuvoje jose per metus prarandama apie 1000 gyvybių, JAV apie 40 000. Sužeistų keliasdešimt kartų daugiau. Svarbus šį pavojų reguliuojantis kriterijus yra įstatymais nustatytas didžiausias greitis. Jei jį lemtų vien tik jokių ribų nepripažįstantis „saugumas", tai žemutinės ribos didžiausiam greičiui būtų neįmanoma nustatyti. Ir esant 20-ties, ir 10-ties km/h greičiui nelaimės dar vis atsitiktų, arba bent būtų galima įsivaizduoti, kad yra galimybė, jog jos atsitiks. Vienintelis absoliučiai saugus greitis būtų nulinis.

Gal tai skamba perdėtai ir ironiškai, bet iš tiesų visai nebandau ironizuoti. Tai daugmaž realus apibūdinimas reguliavimo naštos, kuri tik atsiradus pradėjo slėgti ir tebeslegia atominę energetiką. Nenorėdamas sukelti pasipiktinimo, nesiūlau to keisti. Nesiūlau, nes gerai suprantu, jog tai politiškai nerealu. Eventualiai tie kriterijai bus pakeisti ir priartės arčiau prie protingos ribos, bet tai ateinančių kartų uždavinys. Kai reguliavimo varžtai buvo pradėti naudoti, nepakako įžvalgos numatyti jų kainos. Jei išvis apie tai buvo pagalvota, tai manyta, jog ji nedidelė, o dabar akivaizdu, jog yra kitaip. Pagrindinis to padarinys – atominės elektrinės tapo neekonomiškos ir keliems dešimtmečiams jų plėtra buvo praktiškai sustabdyta.

Kiti aspektai – tai iki absurdo padidintos kainos tokiems palyginti paprastiems techniniams uždaviniams, kaip atominių elektrinių demontavimas, atliekų gabenimas ir sandėliavimas. Labai padidinta ir Černobylio, vienintelės rimtos atominės elektrinės, nelaimės kaina. Remiantis tais perdėtai žemais „leidžiamos" spinduliuotės kriterijais, iš didelių plotų buvo iškeldinti žmonės. Šiuo metu ten klesti visa to regiono flora ir fauna. Įdomu, kiek dar dešimtmečių turės praeiti, kol bus padaryta išvada, jei klesti visi gyvūnai, tai gal tos nustatytos ribinės leistinos dozės visgi per mažos?

Gal ateities kartos, nagrinėdamos mūsų laikus, įžvelgs tame savotišką save reguliuojantį mechanizmą. Elektros energiją, kurią būtų galėjusios pagaminti atominės elektrinės, gaminome degindami dujas ir mazutą. Tai paskatino šių ribotų išteklių išsekimą ir savo ruožtu kėlė jų kainą. Pakėlė tiek, kad net ir dėl perdėtos reguliacinės naštos atominės elektrinės vėl tampa konkurencingos.

Šiuo metu pasiekėme būtent šį tašką. Tai suvokia ir politikai. Jie taip pat pradeda suprasti, jog atominių elektrinių koeficiento *R/N* vardiklį jau tiesiog milžiniškais mastais didina šiltnamio efektą sukeliančios dujos ir jų sąlygojami klimato pokyčiai. Prisideda politinis veiksnys, nes didžiausieji likę degiųjų resursų ištekliai yra nestabiliuose, nepalankiuose kraštuose. Prisideda politinio šantažo galimybės. Dabar mėgstama pakalbėti apie vadinamąją „vandenilio alternatyvą", bet ar iš tiesų nesuvokdami esmės, ar nesugebėdami save priversti tai garsiai ištarti, politikai nepajėgia pasakyti, jog be atominių elektrinių pičtros vadinamoji „vandenilio alternatyva" tik toliau didintų šiltnamio efektą sukeliančių dujų išmetimą ir priklausymą nuo senkančių degiųjų resursų.

Kol kas bandžiau politikų per daug nekaltinti, jie tos pačios milijonus metų besitęsiančios evoliucijos produktai kaip mes visi. Veikiami tų pačių virtualių baimių, žiūrintys tuos pačius Holivudo filmus, be to, dar siekiantys būti išrinkti, tad priversti atsižvelgti į daugumos, o tai reiškia žemiausią, visuomenės jausmų vardiklį. Visa tai tiesa, tačiau paaiškinimas nėra pateisinimas. Mokslininkai įvardijo ekonominę, ekologinę ir politinę naštą, kurią didina priešiškumas atominei energijai, prieš kelis dešimtmečius, dabar nereikia ir mokslininkų, paskaitęs laikraštį ar pasižiūrėjęs televizijos naujienų privalėtumei tai pats suprasti. Tačiau, bent jau aukštuosiuose politikų sluoksniuose, mažai kas keičiasi.

Kokia to priežastis? Svarbus evoliucijos įtvirtintas *homo sapiens* privalumas yra šios rūšies sugebėjimas prisitaikyti prie besikeičiančių sąlygų. Evoliucinėje laiko tėkmėje taip ir yra, tačiau, palyginti su individo gyvenimo trukme, jis beviltiškai lėtas. Norėtųsi tikėti, jog šis sugebėjimas greitai gali pradėti veikti. Garsioji prieš 3000 metų užrašyta metafora, kad norint pakeisti visuomenę reikia ją 40 metų vedžioti po dykumą, bus netoli tiesos. Paželkim, kaip požiūris į atominę energiją keitėsi Europoje per pastaruosius 40 metų. Septintajame praėjusio amžiaus dešimtmetyje persiformavo pokarinės Europos politinių partijų ideologijos. Tada iškilo „žalieji", įvyko kartų kaita kairiosios ideologijos partijose. Stiprėjo protestas prieš visose srityse tuo metu egzistavusias struktūras, tai palietė ir energijos gavybą, kuri privalėjo būti „natūrali", „ekologiška", „atnaujinama". Tai migloti teiginiai, kurie gerai tinka, kai esi opozicijoje ir organizuoji demonstracijas, bet kuriuos sunku sukonkretinti, kai patenki į valdžią. Pavyzdžiui, didžiausią taršą sukelia anglimi kūrenamos elektrinės, kebluma tas, kad kai kuriuose regionuose angliakasiai sudaro nemažą rinkėjų balsų bloką. Panašūs politiniai sunkumai iškyla kituose su energetika susijusiuose baruose, tačiau vienoje srityje kairiesiems pasisekė prieiti vieningą nuomonę, kurią iliustruoja Vokietijoje tuo metu plačiai paplitęs lipdukas, vaizduojantis besišypsančią saulutę su užrašu: „Atom Kraft? Nein, danke!" („Atominė energija? Ne, dėkui!"). Kadangi tai padėjo jiems ateiti į valdžią, ši ekologijai priešiška, su darbininkų gerove nieko bendra neturintri nuostata buvo pakelta į ideologijos lygmenį. Logikos čia ir su žiburiu nerasi. Be abejo, buvo ir liko cinizmo, bet greičiausiai nemaža dalis „žaliųjų" patys patikėjo savo gąsdinimais, o kairiesiems reikėjo koalicijos partnerių. Kai baimė tampa ideologizuota, jos nebereikia nei teisinti, nei analizuoti. „Nein, danke!" ir viskas. Politinėje plotmėje tai pasirodė veiksminga. Austrijoje, Italijoje buvo priimti sprendimai nestatyti atominių elektrinių, daugelyje kraštų, kaip Švedijoje ir Vokietijoje buvo išleisti įstatymai jų veiklą palaipsniui sustabdyti. Beje, tai įvyko gerokai prieš Sovietų Sąjungos subyrėjimą, tad nei Černobylis, nei mūsų IAE čia niekuo dėta.

Tačiau patekus į valdžią pasirodė, jog priimti ideologija pagrįstus sprendimus yra vienas dalykas, o uždaryti veikiančias elektrines – visai kitas. Balsuotojai pradeda pastebėti, jog jų uždarymo kaina didelė. Švedai vieną elektrinę visgi uždarė, bet tuoj pradėjo ieškoti būdų, kaip pakeisti jau išleistus įstatymus. Vokiečiai atsidūrė tokioje pačioje keblioje padėtyje. Ir štai, kai priešatominė ideologija buksavo, pasirodė maža vilties prošvaistė. Nedidelė, politinės įtakos neturinti šalis, kurioje veikė atominė elektrinė, labai prašėsi priimama į ES. Iš tuometinių ES politikų taško žvelgiant, koeficientas *R/N* tiesiog idealus. Rizikos įvaizdį galima sumažinti ir tuo pasipuikuoti prieš rinkėjus, o neigiami ekonominiai padariniai tenka kitiems. Į globalinį šiltnamio efektą sukeliančių dujų balanso pablogėjimą, į didesnį degiųjų resursų panaudojimą, į padidėjusią energetinę priklausomybę nebuvo atsižvelgta.

Truputį vilties teikia, kad šitai vyko besibaigiant minėtam 40-ties metų laikotarpiui. Europoje vėl keičiasi politikų kartos, energetikos srityje labai sparčiai keičiasi ekonominė, ekologinė ir politinė padėtis. Ar sugebėsime prisitaikyti? Evoliucinėje laiko tėkmėje, be abejo, taip. Pergyvenom ledynmečius, pergyvensim ir šią, mūsų pačių veikla ir nesusigaudymu sukurtą artėjančią krizę. Ta karta, kuriai teks dėl mūsų pavargti (tai mūsų vaikai ir anūkai), mūsų geru žodžiu neminės, tačiau bent jau anūkai tikrai nekartos mūsų kvailysčių.

Iš ateities šimtmečių perspektyvos XX šimtmetis bus įsimintinas tuo, kad jame žmonija išmoko naudoti atominę energiją, tačiau dėl įsikalbėtų baimių ją mažai naudojo, XXI šimtmetis, manau, bus tas, kuriame atominės elektrinės taps pagrindine elektros energijos gavybos technologija.

Iliustracija:
<http://www.iae.lt/photogalery/>

IŠ VISO PASAULIO

BRANDUOLINĖS ENERGETIKOS ATGIMIMAS IR ATSINAUJINIMAS

Per 20 atominių elektrinių numatyta pastatyti arba atnaujinti per artimiausius penkerius metus keliose Europos Sąjungos valstybėse, Kanadoje, Kinijoje, Indijoje, Irane, Pakistane, Rusijoje ir Pietų Afrikoje. Iki 15 naujų reaktorių ruošiamasi užsakyti iki 2007 m. Jungtinėse Amerikos Valstijose ir Jungtinėje Karalystėje. Tai pranešė Paryžiuje esanti Tarptautinė Energijos Agentūra.

Apie 16% pasaulyje gaminamos elektros energijos tiekia atominės elektrinės. Jose dabar veikia 441 reaktorius. Beveik 80% jų yra senesni negu 15 metų, kai kurie veikia beveik nuo branduolinės energetikos plėtotės pradžios. Kad branduolinės energijos dalis elektros energijos gamyboje nemažėtų, stabdomus seniausius reaktorius reikia pakeisti naujais. Tačiau to neužtenka. Elektros energijos poreikis pasaulyje vis didėja. Jam tenkinti nedidinant anglies dvideginio emisijos reikalingi nauji reaktoriai.

Dauguma naujų reaktorių yra suslėgtojo vandens reaktoriai, vadinamieji PWR reaktoriai (PWR – pressured water reactors), nors Kinijoje, Prancūzijoje ir Pietų Afrikoje planuojama statyti ir kitokių. Numatoma, kad naujieji reaktoriai bus galingesni, saugesni ir ilgaamžiai, jie turėtų veikti iki 60-ties metų.

Nauji 1600 MW galios Europos PWR reaktoriai statomi Suomijoje ir Prancūzijoje, jie turėtų pradėti veikti atitinkamai 2008 ir 2012 m. Prancūzijos prezidentas 2006 m. pradžioje pranešė apie optimistiškus tolesnius branduolinių ir atsinaujinančių šaltinių energetikos plėtros planus iki 2020 metų. Laukiama, kad Jungtinės Karalystės premjeras šį pavasarį pranešė apie 6–8 naujų energetinių reaktorių statybą. Švedija, Vokietija ir Šveicarija peržiūri savo ankstesnius planus atsisakyti branduolinės energetikos. Galimas dalykas, kad nuo 2 iki 5 reaktorių bus statoma Bulgarijoje, Čekijos Respublikoje, Turkijoje, Argentinoje, Brazilijoje ir Čilėje.

Keletas reaktorių dabar statoma Rusijoje, tarp jų ir 800 MW greitųjų neutronų reaktorius, tačiau dėl finansinių sunkumų bent keturių reaktorių statyba vyksta lėčiau negu planuota. Du rusiški energetiniai reaktoriai statomi Irane, vienas jų turėtų pradėti veikti jau šiemet.

Seniai prognozuojama, kad didžiausias branduolinės energetikos augimas vyks Azijoje. Japonija iki 2010 m. pastatys 5 naujas branduolines elektrines. Kinija iki 2020 m. planuoja pastatyti 30 jos pačios sukonstruotų reaktorių. Ji taip pat naudojasi galimybėmis juos eksportuoti – antroji iš keturių pirmųjų kiniškų branduolinių elektrinių statoma Pakistane, iš kurio ateityje tikimasi daugiau užsakymų. Indija stato penkias branduolines elektrines, tarp jų vieną su branduolinį kurą gaminančiu greitųjų neutronų reaktoriumi.

2005 m. viena didžiausių Kanados energetikos bendrovių pranešė skirsianti 4,25 milijardų Kanados dolerių (3,6 milijardų JAV dolerių) jau beveik 10 metų neveikiančių dviejų reaktorių, esančių Hurono ežero rytinėje pakrantėje, perstatymui. Gruodžio mėn. Kanados Ontario provincijos energetikos vadovybė pateikė planus pastatyti 12 naujų branduolinių elektrinių, kad būtų galima palaipsniui uždaryti anglimi kūrenamas elektrines.

JAV branduolinės energetikos pramonės plėtojimas po Three Miles Island branduolinės elektrinės avarijos 1979 m. buvo praktiškai sustabdytas. Vyko tik mokslinių tyrimų ir projektavimo darbai. 2005 m. JAV Kongreso priimtas naujas energijos įstatymas sudarė palankesnes sąlygas šios pramonės šakos plėtotei ir konkrečioms elektrinėms projektuoti. 2005 m. gruodžio 30 d. Branduolinio reguliavimo komisija po daugelio metų pirmą kartą patvirtino naujo 1000 MW reaktoriaus su pasyvia apsauga AP–1000 (advanced passive reactor) projektą. Naujų branduolinių elektrinių poreikis yra gana didelis, tad netrukus naujų reaktorių užsakymų turėtų sulaukti ir atitinkama JAV pramonė.

Pagal Physics Today, 2006, Nr. 2

parengė Kęstutis **Makariūnas**

OPERA APIE FIZIKUS

Fizikai retai būna operų herojais. Vienas praėjusių Pasaulinių fizikos metų pabaigos akordų buvo amerikiečių kompozitoriaus Džono Adamso (John Adams) opera *Daktaras Atomikas* (*Doctor Atomic*), kurios premjera įvyko 2005 m. spalio 1 d. San Francisko Operos teatre[1].

Operos pagrindinis herojus – Robertas Openheimeris (J. Robert Oppenheimer), tema – atominės bombos kūrimas.

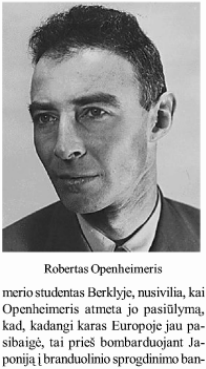
R. Openheimeris (1904–1967) – viena tragiškiausių įdomių asmenybių XX a. fizikos istorijoje. Apie jį parašyta daug knygų. Labai tiksliai R. Openheimerį apibūdina vienos jų, išėjusios 2005 metais, pavadinimas: *Amerikietiškas Prometėjas: J. Roberto Openheimerio triumfas ir tragedija*[2,3]. Toks herojus labai tinkamas tragiškam operos personažui. Kaip ir pasirinktas siužeto plėtojimo laikotarpis, pradėjęs branduolinių pavojų amžių. Rašydamas libretą, operos statytojas, režisierius ir libretistas Piteris Selarsas (Peter Sellars) rėmėsi ir dar neseniai buvusiais slaptais dokumentais[1].

R. Openheimeris, talentingas plataus mokslinio akiračio ir greitai pagaunantis bet kokios problemos esmę fizikas (pasak jo kolegos Hanso Betės (H. Bethe), „jis dažnai galėdavo suprasti visą uždavinį išgirdęs tik vieną sakinį“[3]), doktorantų mėgiamas teorinės fizikos profesorius ir puikus

mokslinis vadovas, jau sukūręs savo mokslinę mokyklą, 1941 m. gale buvo pasirinktas atominės bombos kūrimo projekto moksliniu vadovu ir 1943–1945 buvo tam įkurtos slaptos Los Alamoso laboratorijos direktoriumi. Atrodo, kad jis pats, viskuo besidomintis, norėjo ir siekė tokio pasirinkimo. Tačiau šis pasirinkimas pelnė jam ne tik garbę (Amerikoje tapo garsiausiu XX a. fiziku po A. Einšteino, buvo vadinamas „atominės bombos tėvu“), bet ir sužlugdė. Be graužaties dėl to, ką sukūrė, negalėdamas turėti įtakos sprendimams dėl savo kūrinio panaudojimo, dėl prieštaringai vertinamų nuomonių reiškimo (po karo, būdamas aukščiausią postą valstybėje užimančiu patarėju branduoliniais klausimais, Pažangiųjų tyrimų instituto Prinstone direktoriumi, abejojo, ar reikia kurti naują, galingesnę už atominę, vandenilinę bombą), nestabilių ir neaiškių politinių pažiūrų, dar ir dėl pomėgio „blizgėti“ sukelto pavydo, įgijo daug įtakingų priešų, siekusių jį pašalinti. Jie, pasinaudoję Openheimerio pažeidžiamumu dėl senų ryšių su kairiaisiais ir dalyvavimo jų veikloje prieškarinės didžiosios depresijos metais, 6-ojo dešimtmečio pradžioje valstybės įstaigose vykstant „raganų medžioklei“ inicijavo jo patikimumo tikrinimą, kuris baigėsi tuo, ko buvo siekiama: 1954 m. Openheimeriui buvo atimta teisė dirbti bet kokius slaptus darbus. Iš buvusio Openheimerio liko tik jo šešėlis.

Bet tai buvo vėliau. *Daktaras Atomikas* nukelia į 1945 metus. Operos veiksmas vyksta Los Alamose ir Alamogordo poligone. Ten, kur buvo susprogdintas pirmasis atominės bombos įtaisas. Pasirengimo sprogdinimui ir laukimo įtampa. Kuo visa tai baigsis?

Operos herojai – istoriniai asmenys. Be Openheimerio (baritonas), dar du fizikai. Edvardas Teleris (bosas), būsimasis Openheimerio priešininkas dėl skirtingų požiūrių į vandenilinės bombos reikalingumą, gan jaunas vyras (tada jam buvo 37 metai), kurį Openheimeris palaiko dėl mąstymo laisvumo, pasirodo ilgoje pirmojo veiksmo pradžios scenoje. Robertas Vilsonas (tenoras), sąžinės priekaištų kamuojamas buvęs Openheimerio studentas Berklyje, nusivilia, kai Openheimeris atmeta jo pasiūlymą, kad, kadangi karas Europoje jau pasibaigė, tai prieš bombarduojant Japoniją į branduolinio sprogdinimo bandymą reikia pakviesti jos atstovus. Nekantraujantis generolas Grouzas (Leslie R. Groves, bosas), atominės bombos kūrimo projekto karinis vadovas, išlieja savo apmaudą jaunam meteorologui Džekui Habardui (Jack Hubbard, baritonas) kad artėjant bandymui atmosferos sąlygos tam nepalankios. Kulminacija pasiekiama veiksmo pabaigoje, kai Openheimeris scenoje vienas šalia plutonio bombos dainuoja išraiškingą ariją. Kadangi Los Alamose moterų fizikių nebuvo, tai moterų vaidmenis teko sugalvoti ir priskirti Openheimerio žmonai ir vaiko auklei.



Robertas Openheimeris

Antrasis veiksmas – įtemptas laukimas. Atskleidžiamas Openheimerio potraukis poezijai ir šventiesiems sanskrito raštams. Baigiamojoje scenoje dominuoja tai šalta melsva, tai ryškia oranžine šviesa nutviekstі Niu Meksiko kalnai, kur susirinkę mokslininkai ir kiti žmonės laukia, koks gaisras kils po sprogimo. Tarpais, kai dūžiai skaičiuoja iki sprogimo likusį laiką, laukimo įtampa darosi tiesiog apčiuopiama, o puiki muzika, pasak recenzento, tiktų bet kokio šimtmečio gerai operai.

Opera *Daktaras Atomikas* buvo daug kartų vaidinama praėjusių metų gale San Franciske, numatyta statyti Niujorke, Čikagoje ir kituose miestuose. Tačiau Amerikos fizikos draugijos vadovai ją įvertino santūriai. Apskritai pritardami reikšmingų mokslo istorijos įvykių pristatymui visuomenei tokia meno forma, pareiškė, kad kol kas negalintys pritarti šiai konkrečiai operai, kurios libretas, ypač chorų tekstai, daug kur klaidina – taip visada atsitinka, kai menininkai nepakankamai konsultuojasi su fizikais. Tikimasi, kad kituose pastatymuose klaidos bus nesunkiai ištaisytos.

Gal atsitiktinumas, bet operos *Daktaras Atomikas* premjera įvyko San Francisko Karo atminimo operos rūmuose (War Memorial Opera House) – taip pavadintuose karo aukoms atminti, tačiau kuriuose taip pat įvyko konferencija, 1945 metais įkūrusi Jungtinių Tautų organizaciją. „Taip pat kaip

Atominiai šokiai – operos fragmentas

nepamirštamo ir subtiliai parodyto sprogimo vaizdo, kuriuo baigiasi opera, mes turime nepamiršti ir to, kad po 1945 metų rugpjūčio vykusiuose karuose nebuvo susprogdintas joks branduolinis įtaisas. Galima neabejoti, kad Openheimeris būtų patenkintas sužinojęs, kad tarptautinei atominės energijos agentūrai ir jos vadovui Mohamedui ElBaradėjui buvo paskirta 2005 metų Nobelio taikos premija" – tokiais žodžiais užbaigiamas straipsnis[1] apie šią operą.

Kęstutis **Makariūnas**
Fizikos institutas

[1] M. Pasachoff, N. Pasachoff. Doctor Atomic by John Adams // Nature Physics. – 2005, Vol. 1, No 2, p. 74–75.
[2] K. Bird, M. J. Sherwin. American Prometheus: The triumph and the tragedy of J. Robert Oppenheimer. – New York, 2005.
[3] J. S. Rigden. The rise and fall of a chameleonic physicist // Physics Today, Vol. 58, No 11, p. 51–52.
Iliustracijos:
<http://www.malaspina.org/gif/oppenheimer.jpg >
<http://news-service.stanford.edu/news/2005/october12/gifs/atomic_dance.jpg>

SUKAKTYS

Liudvikas **Kimtys**
Vilniaus universiteto Fizikos fakultetas

NUOSTABUSIS KELIŲ KARTŲ FIZIKŲ MOKYTOJAS

Profesoriaus Henriko Horodničiaus 100-metį minint

Prabėgo jau beveik 17 metų, kai nebeturime nuostabaus Vilniaus universiteto ilgamečio darbuotojo – profesoriaus H. Horodničiaus (mirė 1989 liepos 19 d.).

Henrikas Horodničius apie 1950 m.

Ar daug kas iš jaunesniųjų fizikų, dirbančių tiek Universitete, tiek mokslo ar švietimo institucijose, jį prisimena, žino jo didžiulį indėlį Lietuvai žengiant vos ne iš viduramžių atsilikimo po ilgametės carinės Rusijos priespaudos europinio lygio valstybės link? Deja, laikas nenumaldomai bėga ir daug kas nucina užmarštin. Tad nors ir nedideliu straipsneliu pravartu priminti skaitytojams šį nuostabų fizikų mokytoją.

Sudėtingas buvo H. Horodničiaus gyvenimas, net nelabai įsivaizduojamas jaunesniosios kartos žmonėms. Jis gimė 1906 m. rugsėjo mėn. 3 d. Peterburge tarnautojo šeimoje, o į Lietuvą, išsilaisvinusią iš carinės Rusijos, persikėlė 1918 m. Nelengva buvo patikėti, kai jis 1974 m. šventėje „Fizikų diena" taip kalbėjo: „Vilniuje gyvenu prie 14-tosios politinės santvarkos...". Tai buvo tiesa, tik gal buvo vienu „virsmu" daugiau.

Dvi pradines gimnazijos klases baigė Petrograde. Vėliau nuo 1918 m. mokėsi Vilniaus Vytauto Didžiojo gimnazijoje. 1924 m. baigęs gimnaziją, H. Horodničius negalėjo iškart įstoti į universitetą, nes tuometiniai tautiniai klausimai Vilniuje buvo gana prieštaringai vertinami. 1924 m. jis buvo įrašytas į St. Batoro universiteto Gamtos ir matematikos fakultetą laisvuoju klausytoju. Didelis noras studijuoti paskatino H. Horodničių 1925 m. išlaikyti egzaminus lenkiškam brandos atestatui gauti. Jį gavęs tapo tikru studentu ir studijas universitete užbaigė 1933 m., įgydamas filosofijos magistro laipsnį.

Ilgokai studijavo universitete H. Horodničius aišku ne dėl nepakankamų sugebėjimų. Nelengvos materialinės sąlygos šeimoje privertė H. Horodničių gana anksti pradėti dirbti. Dar mokydamasis 7-oje gimnazijos klasėje įsidarbino sąskaitininku – buhalterio padėjėju lietuviškoje poliklinikoje ir dirbo juo iki 1926 m. Reikėtų pažymėti, kad H. Horodničius jau nuo vaikystės sugebėjo derinti mokymąsi, darbą ir įvairius pomėgius.

Nuo 1926 iki 1928 m. lietuvių švietimo „Ryto" draugijos mokytojų seminarijoje dėstė matematiką. Nuo 1928 iki 1931 m. ir nuo 1934 iki 1940 m. H. Horodničius dirbo mokytoju Vytauto Didžiojo gimnazijoje. Taigi fizikos ir matematikos mokytoju H. Horodničius dirbo net 14 metų. Dar dirbdamas gimnazijos mokytoju H. Horodničius pradėjo mokslinę ir pedagogines veiklą Vilniaus universitete. Nuo 1929 iki 1931 m. dirbo Eksperimentinės fizikos katedros asistento padėjėju, nuo 1931 iki 1934 m. – jaunesniuoju asistentu, o nuo 1934 iki 1940 m. – vyresniuoju asistentu. 1940 m. jis užėmė docento pareigas. Prasidėjus karui ir vokiečių okupacijai, Vilniaus universitetui atėjo sunkios dienos, ir H. Horodničius buvo pažemintas iki fizikos katedros asistento, o uždarius 1943 m. Universitetą, vėl teko grįžti prie sąskaitininko pareigų geležinkelių valdyboje. Tačiau jis nenutraukė mokslinės veiklos ir 1943 m. jau uždarytame Universitete apgynė disertaciją gamtos filosofijos mokslų daktaro laipsniui įgyti. Jis tikėjo, kad gyvenimas greitai grįš į normalias vėžes ir Universitetas vėl gyvuos. Todėl laisvalaikiu sunkiais karo metais išvertė į lietuvių kalbą G. S Lansdbergo „Optiką" ir D. I. Sacharovo ir I.S. Kosminkovo „Fizikos uždavinių rinkinį".

VU ir VPI profesoriai ir dėstytojai 1974 m. Užpaliuose, atvykę pagerbti ten palaidoto savo kolegos, stalinizmo represijų aukos prof. Antano Žvirono jo 75–ųjų gimimo metinių proga. Iš kairės: Kazys Konstantinavičius, Henrikas Horodničius, Povilas Brazdžiūnas, Alfonsas Misiukas-Misiūnas, Vytautas Paulauskas, Henrikas Jonaitis ir Jonas Banys. Priekyje – Sigutė Žvironaitė

Po karo H. Horodničius įsitraukė į atkuriamąjį darbą. Nuo 1944 rugsėjo 1 d. iki 1945 m. spalio mėn. jis dirbo rektoriaus padėjėju (prorektoriumi) ūkio reikalams, 1945 m. buvo grąžintas į docento pareigas, jam buvo suteiktas fizikos ir matematikos mokslų kandidato laipsnis, išrinktas profesoriumi. 1945 m. H. Horodničius buvo paskirtas Bendrosios fizikos ir spektroskopijos katedros vedėju docentu ir dirbo juo iki 1960 m.

H. Horodničius nuo 1950 m. iki 1958 m. dirbo Fizikos-matematikos fakulteto dekanu, o nuo 1950 iki 1952 m. – dar ir Chemijos fakulteto dekanu.

Nuo 1960 iki 1978 m. H. Horodničius dirbo docentu Bendrosios fizikos, Astronomijos ir plazmos fizikos, Astronomijos ir kvantinės elektronikos katedrose. 1978 m. H. Horodničius buvo išrinktas Astronomijos ir kvantinės elektronikos katedros profesoriumi. Tačiau tuometinė TSRS Aukščiausioji atestacinė komisija profesoriaus vardo „išimties tvarka" jam nesuteikė. Mat H. Horodničiui 1945 m. buvo pripažintas tik mokslų kandidato laipsnis, greičiausiai tik dėl to, kad jis apgynė daktaro disertaciją oficialiai uždarytame Universitete. Beje, daug kas kalbėjo, kad H. Horodničius buvo nuskriaustas dėl to, kad atsisakė laikyti mokslinio komunizmo egzaminą, bet asmeniniuose pokalbiuose jis niekada tokio fakto nepatvirtino.

Mokslinę veiklą H. Horodničius pradėjo 1929 m. rentgeno spindulių sklaidos tyrimais. Vėliau 1930 –1936 m. tyrė kritinius jodo potencialus, skystojo bromo fluorescenciją. Nuo 1938 m. pradėjo pagrindinę savo mokslo darbo kryptį – temperatūros įtaka spektrinių linijų išplitimui dėl dujų molekulių smūgių. Jau pirmieji paskelbti mokslo darbai žurnale „Nature" 1938 ir 1939 m. rodo didžiulį H. Horodničiaus sugebėjimą kruopščiai atlikti eksperimentinius tyrimus. Šių darbų ciklas buvo apibendrintas H. Horodničiaus daktaro disertacijoje.

Reikia pažymėti, kad H. Horodničius pradėjo spektrinių linijų kontūrų tyrimus tuo metu, kada besikuriančiai atomo fizikai labai svarbūs buvo tiksliūs eksperimentiniai rezultatai. Vėliau H. Horodničius atliko svarbius povandeninės kibirkšties Cd spektrinius tyrimus. Daug dėmesio skyrė spektrinės analizės metodiniams klausimams.

Labai turininga ir įsimintina prof. H. Horodničiaus pedagoginė veikla. Dėstydamas bet kokią fizikos kurso dalį visada vadovavosi pagrindiniu principu, kad paskaitos reikalingos studentui, o ne lektoriui. Todėl jo paskaitos visada buvo gerai parengtos, suprantamos.

Labai prasminga H. Horodničiaus visuomeninė veikla. Jis aktyviai dalyvavo kuriant Lietuvoje „Žinijos" draugiją, perskaitė daugybę populiarių paskaitų apie atomo, branduolio fiziką. Ištisą dešimtmetį (1966 –1976) su dideliu pareigingumu ir didžiule pagarba „kylantiems" mokslininkams H. Horodničius dirbo mokslinių laipsnių teikimo tarybos sekretoriumi. Jis buvo kelių mokslinių koordinacinių tarybų, Lietuvos fizikų draugijos valdybos, žurnalo „Lietuvos fizikos rinkinys" redaktorių kolegijos narys. Daug padirbėjo rengdamas enciklopedijos straipsnius ir fizikos terminų žodynus.

Apie gerą H. Horodničiaus darbą Vilniaus universitete liudija ir svarūs vyriausybiniai apdovanojimai: Garbės ženklo ordinas (1950 m.), Darbo raudonosios vėliavos ordinas (1979 m.), medaliai, net keturi LTSR Aukščiausiosios Tarybos Prezidiumo Garbės raštai, daug kitų Garbės raštų. 1976 m. H. Horodničiui buvo suteiktas garbingas Nusipelniusio dėstytojo vardas – pirmam iš Universiteto fizikų.

H. Horodničius buvo labai plačios erudicijos žmogus, bendravo su daugeliu to meto meno pasaulio žmonių. Jis buvo nuolatinis simfoninės muzikos koncertų Lietuvos filharmonijoje klausytojas. Buvę jo studentai dar ir dabar neretai pakalba apie turistines keliones kartu su savo kuratoriumi, apie jo kultūringo elgesio (net valgymo!) ir kt. pamokymus.

Nuostabus buvo mūsų MOKYTOJAS Henrikas Horodničius !

IŠ MOKSLO ISTORIJOS

SUKURTAS GARSIOJO ASTRONOMO MIKALOJAUS KOPERNIKO PORTRETAS

Visi žinome žymų mokslininką, astronomą Mikalojų Koperniką (1473–1543), kurio darbai iš esmės pakeitė pasaulinės mokslinės minties raidą.

Moksliniko portretas jaunystėje

Studijavęs Krokuvoje, Bolonijoje, Padujoje ir Ferarytje, ilgus metus darbavosi nuo XIII amžiaus veikiančioje Fromborko katedroje kanauninku. Deja, bėgant laikui nyko M. Koperniko gyvenimo ir veiklos pėdsakai šiame mieste. Neliko nuorodos, kur tiksliai palaidotas garsusis astronomas ir kunigas, atidavęs daug jėgų ir laiko tiek Visatos, tiek aktualioms tuometinėms žmonių gyvenimo problemoms spręsti.

Altorius Fromborko katedroje, prie kurio M. Kopernikas laikydavo mišias ir po kuriuo buvo palaidotas

M. Koperniko kapo Fromborko katedroje bandyta ieškoti kelis kartus. Pirmiausia tai bandė padaryti Varšuvos mokslinės draugijos nariai 1802 m., eiliniai tyrinėjimai buvo atlikti 1909 m., 1939 m. ir II pasaulinio karo metu. Paieškos nebuvo sėkmingos.

2004 m. naujausius ir, tikėtina, sėkmingus tyrinėjimus inicijavo Fromborko katedros prepozitas vyskupas Jacekas Jažierskis (*J. Jezierski*). Jis pasiteiravo Antropologijos ir archeologijos instituto prie Aukštosios humanitarinės Aleksandro Geištoro mokyklos Pultuske direktoriaus prof. Ježio Gonsovskio (*J. Gąssowski*) apie galimybę rasti tikrąjį M. Koperniko kapą. Tebuvo žinoma, kad mokslininkas mirė 70-ties metų amžiaus nuo kraujo išsilijimo į smegenis ir buvo palaidotas Fromborko katedroje. Kapitulos posėdžių protokolai nenurodė nei tikslios mirties datos, nei palaidojimo vietos. Pats astronomas nepareiškė pomirtinės valios dėl laidotuvių, nepaliko lėšų antkapiui, o katedroje kelis šimtmečius buvo laidojama daug dvasiškių. Nusakyti bent aptikslę kapo vietą padėjo hipotezė, kad kunigai buvo laidojami kuo arčiau jų globojamo altoriaus. M. Kopernikas dažniausiai laikė mišias prie šv. Kryžiaus altoriaus, tuomet vadinto šv. Andrejaus altoriumi.

Antropologijos ir archeologijos instituto darbuotojai nutarė ištirti spėjamąją kapo vietą. Naudoti naujausi tyrimo metodai – žemės sluoksniai skrosti georadarais, aptinkančiais užkastus objektus, katedros vidus nuskaitytas lazeriais, teikiančiais trimatį vaizdą. Antropologiškai palaikus analizavo prof. Karolis Piaseckis (*K. Piasecki*) išŠčecino universiteto.

1517 m. M. Koperniko nutapytos freskos – astronominės lentelės (Varmijos Mozūrijos muziejuje Olštyne)

Buvo planuota atrinkti 70-ties metų mirusio vyro palaikus, atkurti mirusiojo atvaizdą ir tuomet lyginti su išlikusiais tikraisiais moksliniko portretais. Tikėtasi, kad atpažinimui nesukliudys tai, kad visi M. Koperniko portretai vaizdavo astronomą, kai jam tebuvo 30–40 metų.

Kasinėjant buvo aptikta keliolika palaidotų asmenų. Jų kapai priešta-ravo hipotezei, kad po altoriumi buvo laidoti tik mišias laikę kunigai. Rasti kapai slėpė ir dešimties metų vaikelio, ir jaunos moters, ir kelių 40–60

Atkurtasis atvaizdas

metų vyrų, ir kito kanauninko, nelaikiusio mišių prie šv. Kryžiaus altoriaus, palaikus. Ties minėto kanauninko kapu išlikusi lentelė su užrašu labai pagelbėjo archeologams – tas dvasiškis, kaip ir M. Kopernikas, mirė 70-ties metų, tad jo palaikai galėjo suklaidinti tyrinėtojus ir būti atiduoti „Koperniko" portretui atkurti.

Archeologai kapus žymėjo numeriais. 13 kapas buvo labiausiai sunykęs, tačiau kaukolė buvo rasta, nors ir be apatinio žandikaulio. Surinkti ir paskliđę skeleto kaulai. Šie palaikai ypač patraukė tyrinėtojų dėmesį, nes rodė žmogų mirus 60–70 metų. Kaukolę apžiūrėjo prof. Karolis Piaseckis ir nusiuntė specialiesiems išvaizdos atkūrimo tyrimams į Centrinę kriminalistikos laboratoriją Varšuvoje patyrusiam ekspertui Dariušui Zajdeliui (*D. Zajdel*). Nesant nepaneigiamų įrodymų, kad tai M. Koperniko kaukolė, stengtasi kurti tarsi nežinomo asmens portretą.

Visuomenei pateiktas naujasis M. Koperniko atvaizdas tarsi ir patvirtina, kad mokslininko kapas pagaliau rastas. Šiuo metu mokslininkai ieško giminių, planuodami atlikti DNR tyrimus, kurie patvirtintų arba paneigtų archeologų teiginį dėl M. Koperniko kapo vietos. Tikėkimės, kad Lenkijos mokslininkus lydės sėkmė.

© Wyższa Szkoła Humanistyczna im. Aleksandra Gieysztora w Pułtusku <http://www.wsh.edu.pl/>
© Centralne Laboratorium Kryminalistyczne Komendy Głównej Policji <http://www.kgp.gov.pl/clk/c1.htm>
<http://www.promocja.wsh.edu.pl/index.php?view=1&art_id=166&pid=14&ret_id=2>

Parengė Rasa **Kivilšienė**

TERMINOLOGIJA

Angelė **Kaulakienė**
Lietuvių kalbos institutas

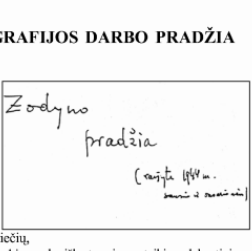
PROF. HENRIKO HORODNIČIAUS TERMINOGRAFIJOS DARBO PRADŽIA – 1801 FIZIKOS TERMINO KARTOTEKA

Rankraštinis terminografinis prof. H. Horodničiaus palikimas, kurį sudaro 10-ties segtuvų medžiaga, susijusi su „Fizikos terminų žodyno" (V., 1979), „Lazerių fizikos terminų žodyno" (V., 1990), numatyto „Aiškinamojo fizikos terminų žodyno" rengimu, ir keturios įvairiu laikotarpiu rašytos fizikos terminų kartotekos, aptartas leidinyje „Terminologijos vagos"[1].

Šiame straipsnyje analizuojama pirmoji ir seniausia H. Horodničiaus fizikos terminų kartoteka. Kaip nurodyta jo paties rašyta ranka, minėta kartoteka sudaryta 1944 m. sausio-vasario mėn. Ji H. Horodničiaus kruopščiai sunumeruota, tiksliai smulkia ir tvarkinga rašysena nurodyta, kiek tos kartotekos kiekvienos raidės ir kiek iš viso yra terminų.

Tokį Profesoriaus kruopštumą ir tvarkingumą yra pabrėžęs ir H. Jonaitis. „Dar nepažindamas H. Horodničiaus, jutau jo tvarkingumą, kruopštumą, meilę mokiniams ir fizikai. Jau tada [1940 m. pradžioje] susidariau nuomonę apie H. Horodničių kaip puikų pedagogą, kruopštų ir pareigingą žmogų, gerą eksperimentatorių"[2].

Kalbamąją kartoteką E. Makariūnienės ir K. Makariūno nuomone, H. Horodničius, matyt, sudarė pradėjęs versti iš rusų kalbos G. Landsbergo „Optika", D. Sacharovo ir I. Kosminkovo „Fizikos uždavinyną"[3]. Kartoteka apima ne tik optikos ir spektrografijos (H. Horodničiaus mokslinio darbo sritis buvo spektroskopija), bet ir kitų fizikos sričių terminus. Joje dauguma terminų pateikta keturiomis (lietuvių, vokiečių, prancūzų, rusų), kiek mažiau penkiomis (lietuvių, vokiečių, prancūzų, rusų, anglų) ar trimis (lietuvių, vokiečių, rusų) kalbomis.


Žodyno
pradžia

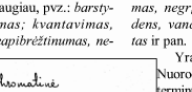
Be vienažodžių ir sudėtinių terminų, kartotekoje nemažai pateikta vyriškosios giminės būdvardžių ir dalyvių, pvz.: *atvirkščias, bendraplokštis* (kūnas)*, gniužus, hidrostatinis, higroskopinis, magnetinis, įlūžęs, lyginamasis* (svoris)*, nespindimas;* veiksmažodžių, pvz.: *akumuliuoti, grūdyti, įelektrinti, įmagnetinti, išmagnetinti, pagreitinti;* kiek mažiau prieveiksmių, pvz.: *abipusiai, mosekliai* ir pan. Tokią antraštinių žodžių, einančių pagrindinėmis kalbos dalimis, pateikimo tendenciją galima pastebėti jau XX a. trečiojo dešimtmečio terminų žodynuose[4].

Kartotekos vienažodžių terminų pateikimas niekuo nesiskiria nuo analogiškų terminų pateikimo dabartiniuose terminų žodynuose. Tačiau sudėtiniai terminai pateikti kiek neįprastai – pradžioje pagrindinis dėmuo, o po to rūšinis, atskirtas kableliu, nors ne visur šio principo laikomasi, pvz.: *ašis, laisva*[5]*; ašis, sukimosi; dydis, magnetinis; dydis, mechaninis; indukcija, elektrostatinė; indukcija, magnetinė; laukas, branduolio; laukas, elektromagnetinis; plėtimasis, linijinis; plėtimasis, paviršiaus* ir t. t.

Ir vienažodžių, ir sudėtinių terminų akivaizdi sinonimija. Daugumos vienažodžių terminų vienas sinonimas tarptautinis, kitas lietuviškas, pvz.: *absorbcija, sugėrimas; akordas, sąskambis; aktyvinimas, veiklinimas; degeneracija, išsigimimas; elastingumas, stangrumas; kontaktas, lietimasis; principas, pradas; proce-*

sas, vyksmas; spinas, sukinys ir t. t. Nors dažna ir abiejų lietuviškų terminų sinonimija, pvz.: *atsimušimas; būsena, stovis; kliūtis, kluvinys; pamaina, pakaita; rėžis, juosta; skaidrumas, permatomumas; skilimas, irimas* (atomo, elementų); *smūgis, dūžis; svyruoklė, švytuoklė; šaltinis, versmė* (šilumos, elektros); *varža, atsparumas; vėsimas, aušimas* ir t. t.

Kartais viena sąvoka pavadinama trim sinoniminiais terminais, pvz.: *atstumas, nuotolis, distancija; difrakcija, užlenkimas, linkimas; elongacija, nukrypimas, atsilenkimas; kitimas, transformacija, kitėjimas; membrana, plokštelė, plėvelė; perturbacija, sutrikimas, sutrikdymas; radiusas, stipinas, spindulys; spinduliavimas, radiacija, emisija; sukimas, sukimasis, rotacija* ir t. t. Pastaruosius du lietuviškus terminus galima laikyti bendrašakniais sinonimais, kurių H. Horodničiaus kartotekoje yra ir daugiau, pvz.: *barstymas, išbarstymas; kvantavimas, kvantinimas; neapibrėžtinumas, neapibrėžtumas; netvarka, betvarkė; normavimas, norminimas; postūmis, pastūma; radioaktyvumas, radioaktingumas; sotinimas, įsotinimas; šalimas, užšalimas; žadinimas, sužadinimas* ir t. t.



Ypač gausu sinoniminių sudėtinių terminų, besiskiriančių bendrašakniais šalutiniais dėmenimis. Dažniausias tokių terminų raiškos tipas – sinoniminis daiktavardžio kilminiokas ir prie sagos *-inis, -ė* būdvardis, pvz.: *banga, šiluminė, šilumos; banginė, bangų mechanika; fazė, pradinė, pradžios; gardelė, difrakcinė, difrakcijos; higrometras, plaukinis, plauko; ionizacijos, ionizacinė, kamera; konversija, vidinė, vidaus; rezonansas, branduolio, branduolinis; spektrografas, gardelinis, gardelės; varža, išorės, išorinė* ir t. t. Kitas dažnas sudėtinių terminų raiškos tipas, kai šalutiniai dėmenys išreiškti būdvardžiais (paprastai priesagos *-inis, -ė*), daiktavardžiais arba įvairios rūšies dalyviais, pvz.: *apvaja, dvilinkinė, dvilinka; elektra, surištoji, surištinė, rištinė; garai, nesotūs, neįsotinti; garai, sotūs, įsotinti; gardelė, atspindimoji, atspindžio; greitis, plitimo (plintamasis); kampas, kritimo, krintamasis; laukas, matymo, matomasis; piūvis, absorbcijos, absorbuojamasis, absorbuojantis; srovė, sukamoji, sukimosi; srovė, soti, įsotinta, įsotinimo; trintis, šliaužimo, šliaužiamoji* ir t. t.

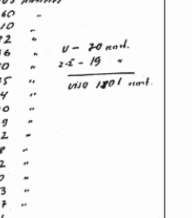
Kartotekoje pasitaiko ir tokių sudėtinių terminų, kurių sinoniniuose yra ir pagrindiniai, ir šalutiniai dėmenys, pvz.: *dvejinis, dvigubas šaltinis (versmė); magnetinė, magneto rodyklė, adatėlė; procesas, vyksmas, grįžtamas, grąžus; procesas, vyksmas, negrįžtamas, negrąžus; vandens, vandeninė vertė, ekvivalentas* ir pan.

Yra ir nuorodinių terminų. Nuoroda žr., matyt, norėta susieti terminus ar vienam iš jų teikti pirmenybę, pvz.: *akimirka,* žr. *akimirksnis* ir *akimirksnis, akimirka; aneroidas,* žr. *metalinis barometras* ir *barometras, metalinis* žr. *aneroidas; gramkalorija,* žr. *kalorija mažoji* ir *kalorija, mažoji, gramkalorija; kilogramkalorija,* žr. *kalorija didžioji* ir *kalorija, didžioji, kilogramkalorija, kilokalorija; induktansas,* žr. *indukcinė varža* ir *indukcinė varža, induktansas; motoras,* žr. *variklis* ir *variklis, motoras; reversibiliškumas,* žr. *grįžtamumas* ir *grįžtamumas, reversibiliškumas; superlaidumas, ultralaidumas* (žr.) ir *ultralaidumas, superlaidumas* (žr.); *varža, tariamoji, impedansas* (žr.) ir *impedansas, tariamoji varža* (žr.) ir t. t.

Pateikti terminai *adiabatė, formulė, molekulė*, nurodyta ir jų morfologinių variantų galinė *-a*, o terminų *amplituda, korpuskula* – galinė *-ė*, nors pateikta *ampervalanda* ir nesutrumpinti morfologiniai variantai: *prizma, prizmė; izobara, izobaras, izobarė; izoterma, izotermas, izotermė*.

Visi šie minėti dalykai rodo, kad tuometinė fizikos terminija dar nebuvo nusistovėjusi, nors didžiuma kartotekos terminų pateko į pirmąjį tarybiniais metais išleistą fizikos terminų žodyną[6], kurio komisijos nariu buvo H. Horodničius, ir išliko iki mūsų dienų, kiti, pvz.: *lygintojas, perjungėjas, pertraukėjas* (el. srovės), *spinduliuotojas, stiprintojas, šildytojas*, buvo pakeisti tinkamesniais ir taisyklingais, t. y. *lygintuvas, perjungtuvas, pertraukiklis, spinduolis, stiprintuvas, šildytuvas*, o dar kiti, pvz.: *santykybė*, reliatyvumo sinonimas, *spalvynas*, spektro sinonimas, nuėjo užmarštin.

Tad prof. H. Horodničiaus, tuomet dar jauno mokslininko, įsitraukusio į terminografijos darbą ir visą gyvenimą jo nepalikusio, indėlis akivaizdus.



[1] E. Makariūnienė. Rankraštinis terminografinis Henriko Horodničiaus palikimas // Terminologijos vagos. – 1994, nr. 1, p. 62–65.

[2] H. Jonaitis. Fizikos mokymo Lietuvoje istorija (1579–1940). Vilnius: VU, 1989, p. 83–84.

[3] E. Makariūnienė, K. Makariūnas. Pašaukimas – pedagogas. Kn. Šiuolaikinė fizika Lietuvoje. Kaunas: Šviesa, 1997, p. 338–353.

[4] A. Kaulakienė. Lietuvių fizikos terminografijos pradmenys //Lituanistica, 1993, nr. 1(13), p. 32–43.

[5] Čia ir kitur nurodytas autentiškas H. Horodničiaus terminų pateikimas.

[6] Fizikos terminų žodynas / Redaktorius Lietuvos TSR MA akad. P. Brazdžiūnas. Vilnius, 1958. – 122 p.

Asta MITKEVIČIENĖ
Lietuvių kalbos institutas

PENKIAKALBIS AIŠKINAMASIS METROLOGIJOS TERMINŲ ŽODYNAS

Šiemet pasirodė didelės apimties (7790 lietuviškų terminų, 1163 p.) metrologijos terminų žodynas[1]. Tai nėra pirmas lietuviškas šio mokslo terminų žodynas. Prieš devynerius metus pristatomo žodyno autoriai V. Valiukėnas ir P. J. Žilinskas išleido nedidelį „Tarptautinį pagrindinių ir bendrųjų metrologijos terminų žodyną“, kurio antrasis pataisytas leidimas tuo pačiu pavadinimu išėjo jau po metų (1998)[2]. Tai buvo ne originalus aiškinamasis žodynas, o kelių tarptautinių organizacijų parengto tarptautinio pagrindinių ir bendrųjų metrologijos terminų žodyno, išėjusio 1993 m. Ženevoje, lietuviškoji versija su anglų ir prancūzų kalbų atitikmenimis. Būtent šis žodynas ir tapo viena iš paskatų rengti originalų metrologijos terminų žodyną. Žodynas pradėtas vykdant Nacionalinę metrologijos aprūpinimo programą.

Naujasis metrologijos terminų žodynas, kaip teigiama pratarmėje, yra pirmas bandymas į vieną vietą sudėti ir susisteminti vienaip ar kitaip su matavimu susijusius terminus. Vien lietuviškais terminais neapsiribota – pateikti atitikmenys anglų, prancūzų, vokiečių ir rusų kalbomis. Tad, lyginant su pirmuoju žodynu, pridėtos dar dvi kalbos. Antraštiniai terminai apibrėžti, apibrėžtys trumpos (dažnai jas sudaro tik vienas sakinys), prie kai kurių pateikta pavyzdžių, rodančių termino vartojimo variantus, ar tam tikrų pastabų.

Lietuviški terminai žodyne išrikiuoti abėcėliškai. Sudėtinių (nevienažodžių) terminų žodyno skaitytojas ar vartytojas turėtų ieškoti pagal pagrindinį termino žodį, nes jie pateikti pagrindinio termino lizde. Kad būtų vaizdžiau, pagrindinis terminas ir sudėtinio termino pagrindinis dėmuo paryškinti. Kai kurie terminai žodyne yra susieti, t. y. iš vieno termino straipsnio nukreipiama į kitą, pvz.: *rodmuo* dar žr. *rodomoji vertė*, *srautmatis* dar žr. *debitmatis*, *sukamosios svarstyklės* dar žr. *Kevendišo svarstyklės*, *termopora* dar žr. *termoelementas*, *vienetas moliui* dar žr. *atvirkštinis molis*, *cheminis žymiklis* dar žr. *cheminis indikatorius* ir kt.

Metrologijos žodynas yra normina masis. Nuoroda *ntk.* pažymėti neteiktini (netaisyklingi ar dėl kitų priežasčių nevartotini) terminai, duoti ju pakaitai, pvz.: *apšvitos dozės galia* ntk. = *ekspozicinės dozės galia*, *garuojamumas* ntk. = *garumas*, *elektrovaros jėga* ntk. = *elektrovara*, *liepsnumas* ntk. = *užsiliepsnojamumas*, *mikronas* ntk. = *mikrometras*, *pusamžis* ntk. = *pusėjimo trukmė*, *Avogadro skaičius* ntk. = *Avogadro konstanta* ir kt. Su nuoroda *žr.* siūloma vartoti tikslesnį, tinkamesnį terminą ar tarptautinį terminą keisti lietuvišku, pvz.: *absorbentas* žr. *sugėriklis*, *altimetras* žr. *aukščiamatis*, *svyravimo fazė* žr. *virpesio fazė*, *gazifikacija* žr. *dujinimas*, *kosinuso φ matuoklis* žr. *galios faktoriaus matuoklis*, *jūros mylia* žr. *jūrmylė*, *multimetras* žr. *daugiaribis universalusis matuoklis*, *momentinis pagreitis* žr. *akimirkinis pagreitis*, *laiko pastovioji* žr. *vyksmo trukmės konstanta*, *pliuviometras* žr. *lietmatis*, *kompromisinis potencialas* žr. *nuostovusis potencialas*, *normatyvinių verčių skalė* žr. *pamatinių verčių skalė*, *potencialų skirtumas* žr. *elektrinių potencialų skirtumas*, *adsorbcijos srovė* žr. *įgerties srovė*, *krizinis tankis* žr. *kritinis tankis*, *paviršinis tankis* žr. *plotinis tankis*, *termodifuzija* žr. *šiluminė difuzija*, *Žemės termometras* žr. *geotermometras*, *Džiaumano tiltelis* žr. *kokybės matavimo tiltelis*, *papildomasis varžas* žr. *nuoseklusis varžas*, *CGSM sistemos vienetas* žr. *elektromagnetinis vienetas*, *viskozimetras* žr. *klampomatis* ir kt. Žodyną peržiūrėjo kalbininkė terminologė doc. dr. Angelė Kaulakienė. Lietuviški terminai svarstyti Valstybinės lietuvių kalbos komisijos Terminologijos pakomisėje, gauta aprobata „Valstybinė lietuvių kalbos komisija neprieštarauja“.

Terminų apibrėžtys ringtos iš mokslinės literatūros, žodynų, vadovėlių, standartų ir kitų šaltinių, taip pat remtasi pačių autorių mokslinio, pedagoginio, terminologinio darbo patirtimi. Pagrindinių žodyno šaltinių sąrašą sudaro 101 pozicija. Kai kurie į žodyną įtraukti terminai ir apibrėžtys buvo svarstyti Fizikos terminų komisijoje, taip pat Lietuvos standartizacijos departamente ir Valstybinėje metrologijos tarnyboje. Dalį į žodyną patekusių terminų ir apibrėžčių V. Valiukėnas ir P. J. Žilinskas (vieni ar su bendraautoriais) paskelbė žurnaluose „Fizikų žinios“, „Terminologija“, „Matavimai“, aptarė konferencijose ir seminaruose skaitytuose pranešimuose.

Po pagrindinės kalbamojo žodyno dalies – aiškinamojo lietuviškų terminų žodyno –pateiktos keturios terminų atitikmenų kitomis kalbomis (anglų, prancūzų, vokiečių, rusų) rodyklės. Jose terminai išdėstyti abėcėliškai pagal pagrindinį terminą ar dėmenį, o šalia nurodytas lietuviško termino numeris. Žodyno gale pateikta naudingų priedų, kuriuose – dažniausios metrologijoje vartojamos santrumpos, SI vienetų sistema, pagrindinių dydžių ir jų matavimo vienetų simboliai, pagrindinių konstantų vertės, nemetriniai JAV ir Didžiosios Britanijos vienetai,

nemetriniai Lietuvoje vartoti matavimo vienetai.

Metrologijos terminų žodyno leidimą rėmė Vilniaus universitetas, Valstybinė lietuvių kalbos komisija ir Švietimo ir mokslo ministerijos Mokslo ir studijų departamentas. Žodynas vasario 22 d. pristatytas Vilniaus universitete.

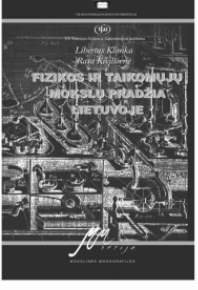
[1] Vytautas Valiukėnas, Pranas Juozas Žilinskas. Penkiakalbis aiškinamasis metrologijos terminų žodynas. – Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidybos institutas, 2006. – 1163 p. – ISBN 5-420-01568-4.

[2] Tarptautinis pagrindinių ir bendrųjų metrologijos terminų žodynas / parengė V. Valiukėnas, P. J. Žilinskas. – Vilnius: Mokslo ir enciklopedijų leidybos institutas, 1997. – 96 p. – ISBN 5-420-01422-x; 1998 (2-asis patais . leid.) – ISBN 5-420-01448-3.

PRISTATOME KNYGAS

Romualdas **Karazija**
VU Teorinės fizikos ir astronomijos institutas

FIZIKA IR GRETIMI MOKSLAI LIETUVOJE PO EDUKACINĖS KOMISIJOS REFORMŲ

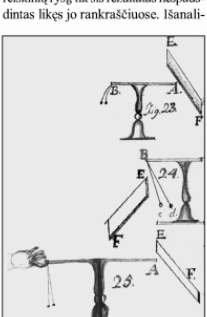


Galima pasidžiaugti, kad pamečiui pasirodė dvi knygos, skirtos tikslųjų mokslų istorijai senajame Vilniaus universitete: 2004 m. – S. Matulaitytės „Senoji Vilniaus universiteto astronomijos observatorija ir jos biblioteka“ ir 2005 m. – L. Klimkos ir R. Kivilšienės „Fizikos ir taikomųjų mokslų pradžia Lietuvoje“[1]. Jos iš esmės papildė žinias apie šių mokslų raidą Lietuvoje, jų dėstymą Vilniaus universitete, atliktus tyrimus.

Libertas Klimka – universalus mokslininkas, pastaruosius dešimtmečius aktyviai dirbantis fizikos bei kitų tikslųjų mokslų istorijos ir etnokosmologijos srityse. Prieš dešimtmetį jis išleido knygą „Tikslieji mokslai Lietuvoje. Istorinė apžvalga“, skelbia daug mokslinių ir visuomenei skirtų straipsnių. Rasa Kivilšienė – VPU absolventė fizikė. L. Klimkos vadovaujama ji parengė daktaro disertaciją „Edukacinės komisijos įtaka fizikos raidai senajame Vilniaus universitete“ (2000). Papildytas ir apibendrintas šis darbas sudarė aptariamos knygos pagrindą.

Pirmajame skyriuje labai trumpai apžvelgiamas laikotarpis, kai Vilniaus universitete, priklausiusiame Jėzuitų ordinui, vyravo scholastinis mokslas. Greta R.Plečkaičio monografijos, kitų lietuvių autorių darbų, remiamasi ir daugeliui skaitytojų sunkiai prieinamais lenkiškais šaltiniais. Atkreipiamas dėmesys į inžinerijos pradmenis Vilniaus universitete, į gana aukštą taikomųjų mokslų dėstymo lygį Kražių kolegijoje. Kalbant apie naujų fizikos ir astronomijos idėjų plitimą Vilniaus universitete, vertėjo pabrėžti, kad prie to daugiausia prisidėjo Matematikos katedros profesoriai, o ne filosofai, skaitę fizikos (gamtos filosofijos) kursą. Tuo metu astronomija buvo priskiriama matematikai, tad naujus astronomijos ir fizikos atradimus jie galėjo pateikti kaip matematikos taikymus, nepretenduodami į jų filosofinį apibendrinimą.

Svarbiausias – antrasis knygos skyrius „Fizikos mokslo tapsmas Vilniaus universitete“. Jame aptariama Edukacinės komisijos parengta švietimo sistemos reforma, ypač nutarimai, liečiantys fizikos ir kitų gamtos mokslų turinį, mokymo proceso tobulinimą, nagrinėjamas šių idėjų realizavimas. Apibūdinta VU Fizikos ir matematikos mokslų skyriaus veikla: studijų kokybės priežiūra, mokslo laipsnių teikimo tvarka, Fizikos katedros formavimas. Daug naujos ar iki šiol mažai žinomos medžiagos pateikta apie žymiausius to laikotarpio fizikos profesorius J. Mickevičių, S. Stubelevičių ir F. Dževinskį, jų dėstytų kursų ypatumus, parengtas mokymo priemones. Skelbiamas Lenkijos muziejaus archyve surastas, ligi šiol nežinotas J. Mickevičiaus portretas. Peržiūrėjus iš Kijevo į Vilnių grąžintą S. Stubelevičiaus archyvą, objektyviai įvertinti jo mokslinių tyrimai, paneigtas anksčiau skelbtas teiginys, kad S. Stubelevičius pirmasis nustatė elektros ir magnetizmo reiškinių ryšį, tik šis rezultatas nespausdintas likęs jo rankraščiuose. Išanali-



S. Stubelevičiaus rankraščių fragmentai, kurie iliustruoja elektros reiškinius

zavus F. Dževinskio eksperimetinės fizikos vadovėlį, padaryta išvada, kad jis gerai atspindėjo to meto fizikos laimėjimus. Vis dėlto norėjosi, kad šiame skyriuje, remiantis naujais duomenimis, būtų pateikta ir bendresnė analizė, pabandyta atsakyti į klausimus: kodėl Vilniaus universitete XIX a. pradžioje nesusiformavo fizikos mokslo centras, liko tik viena fizikos katedra, nebuvo parengta mokslinių straipsnių.

Knygoje pateikta išsami fizikos kabineto istorija – nuo pirmųjų prietaisų įsigijimo metų iki kabineto likimo po Vilniaus universiteto uždarymo. Aprašomi svarbiausi prietaisų rinkinio formavimo etapai. Daugiausia jų buvo pirkta Anglijoje ir Prancūzijoje, tačiau nemažai ir net gana sudėtingų prietaisų pagamino ir vietiniai meistrai. Daroma argumentuota išvada, kad universitete buvo sukurtas gana modernus Fizikos kabinetas. Priedusose pateikti jo, Mechanikos modelių ir Geodezijos kabinetų inventoriaus sąrašai.

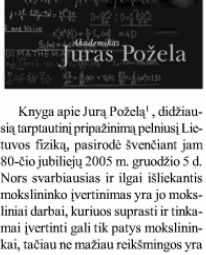
Laikantis Edukacinės komisijos rekomendacijų, fizika universitete buvo glaudžiai siejama su praktikos poreikiais, su technika ir kitais taikomaisiais mokslais. Tad ketvirtajame skyriuje aptariami kai kurie mechanikos, technikos ir geodezijos dėstymo, jų genezės Vilniaus universitete klausimai.

Monografija faktografinio pobūdžio, joje pateikta daug naujos medžiagos, rastos Lietuvos ir Rusijos archyvuose, remiamasi ir naujais lenkų mokslo istorikų darbais. Knygoje gausu žinių apie fizikos ir kitų su ja susijusių mokslų raidą Lietuvoje, ypač po Vilniaus universiteto sekularizacijos. Monografija kruopščiai parengta, gausiai iliustruota. Tačiau Vilniaus universiteto fizikos istorijoje dar lieka dėmių, gal nebe baltų, o pilkų. Norisi palinkėti autoriams tęsti tyrimus, kad, suradus trūkstamas faktų mozaikos dalis, atsiskleistų bendri raidos dėsningumai.

[1] Klimka, Libertas; ir Kivilšienė, Rasa. Fizikos ir taikomųjų mokslų pradžia Lietuvoje. Vilnius: VPU, VU TFAI, 2005, 192 p.

Vida **Jucienė**
Puslaidininkių fizikos institutas

KNYGA APIE AKADEMIKĄ JURĄ POŽELĄ



Knyga apie Jurą Poželą[1], didžiausią tarptautinį pripažinimą pelniusį Lietuvos fiziką, pasirodė švenčiant jam 80-čio jubiliejų 2005 m. gruodžio 5 d. Nors svarbiausias ir ilgai išliekantis mokslininko įvertinimas yra jo moksliniai darbai, kuriuos suprasti ir tinkamai įvertinti gali tik patys mokslininkai, tačiau ne mažiau reikšmingos yra mokslininkų biografinės knygos, skirtos platesniam skaitytojų būriui. Kaip tik tokia ir yra pristatomoji knyga, kurią parašė dr. Jonas Rudokas. Tačiau, nors knyga skirta plačiajai visuomenei, kartu ji turi ir ryškių mokslo istorijos bruožų. Svarbiausi faktai ir teiginiai pagrįsti gausiais panaudotos literatūros šaltiniais, kurių autorius nurodo net per 600, tarp jų daug archyvinių dokumentų ir rankraščių, o tai yra labai vertinga informacija. Skaitytojui ypač patogu šiomis nuorodomis naudotis, nes jos pateiktos paraštėse, tiesiog greta dėstomo teksto. Knygoje yra per šimtą puslapių J. Poželos pasisakymų.

Iš įdomios biografijos mes atpažįstame istorinius įvykius, galime geriau suvokti mus supantį pasaulį, ypač jei žmogus buvo dar ir tų istorinių įvykių aktyvus dalyvis. Knyga aprėpia ištisą XX a. laikotarpį, pradedant pasakojimu apie J. Poželos senelius ir sudėtingas jo tėvų biografijas. Toliau kartu su autoriumi prabėgame per Juro vaikystę ir paauglystę Maskvoje, pirmuosius mokyklinius metus, sunkią kareivio dalią antrajame pasauliniame kare, pokario metus ir studijas Vilniaus, vėliau Maskvos universitetuose, aspirantūrą ir kandidatinės disertacijos gynimą Leningrade, tolesnį darbą Lietuvos MA, daktaro disertacijos rengimą ir gynimą bei savą puslaidininkių fizikos mokyklos kūrimą, ilgametį vadovavimą MA, jo aktyvią visuomeninę ir politinę veiklą.

Visa knygos medžiaga suskirstyta į penkias dalis, pabaigoje dar yra priedas ir pavardžių rodyklė. „Žodyje skaitytojui“ autorius išvardija akademiko draugus, mokinius, bendradarbius, prisidėjusius prie šios knygos atsiradimo, tarp jų ir šių eilučių autorę. Teko laimė bendrauti su akademiku daugiau kaip 40 metų, būti jo aspirante, bendradarbe. Per tuos metus surinkome ir susisteminome visus J. Poželos mokslinius ir mokslo populiarinamuosius straipsnius ir literatūrą apie jį; išleidome dvi bibliografines rodykles. Buvau paprašyta padėti knygos autoriui, ne fizikos mokslų specialistui, susiorientuoti toje gausioje, ypač fizikos klausimais, medžiagoje.

Knyga didelė (574 p.), gausiai iliustruota jau matytomis ir dar tik pirmą kartą spausdintomis iliustracijomis (6 lentelės, 132 nuotraukos, 7 kitokios iliustracijos).

Pirmoji dalis „Kelio pradžia“ – daug kam bus patį įdomiausia, autoriui labai pavykusi. Istoriniame fone pateikta daug medžiagos apie Poželų

giminės šaknis, apie Juro Poželos tėvus – žinomas istorines asmenybes: politikos veikėją, Lietuvos komunistų partijos vadovą Karolį Poželą, sušaudytą 1926 m. Kaune, ir rašytoją Eugeniją Tautkaitę, išauginusią sūnų, būsimą akademiką, ir įskiepijusią jam meilę ir pagarbą tėvui.

Akademikas, apmąstydamas savo ilgą gyvenimo kelią ir nuveiktus darbus, jautė pareigą įamžinti tėvų atminimą. Jis ne kartą yra pabrėžęs ypatingą tėvo Karolio Poželos, idėjinio komunisto, vaidmenį savo gyvenime. Knygos autorius cituoja paties J. Poželos žodžius: „... Man pačiam Karolis Požela buvo daugiau negu tėvas. Tėvo gyvenimo ir veiklos, jo sąžiningo darbo, ištikimybės savo idėjai, plataus minties horizonto, humanizmo pavyzdys buvo ir mano gyvenimo kelrodžiai... Visą gyvenimą aš didžiuojuosi ir kartu jaučiu atsakomybę už tai, kad esu Karolio Poželos sūnus".

Pirmoji knygos dalis baigiasi 1956 m., kai J. Požela, apgynęs fizikos-matematikos mokslų kandidato disertaciją Leningrade, galutinai grįžta į Lietuvą. Knygos autorius klausia J. Poželos: kas gi ji, išaugusį ir susiformavusį toli nuo Lietuvos, rusiškoje aplinkoje (draugai, mokykla, universitetas, aspirantūra), taip traukė į Lietuvą, kad jis tuojau pat po karo, kai tik atsirado galimybė, skubėjo į ją. Ir štai atsakymas: „Lietuva – mano tėvų gimtinė, čia visa mano giminė, visi protėviai, todėl ir man savas šis kraštas, nors gimiau Maskvoje. Lietuviškumas man – pagarba savo tėvų ir protėvių palikimui, tautos kultūrai, iš čia ir noras gausinti tą palikimą... esu patriotas, nes myliu savo kraštą ir savo tautą, didžiuojuosi jos istorija, kultūra, matau jos pranašumus ir trūkumus".

Antroje knygos dalyje „Mokslininkas" autorius bando paaiškinti, koks mokslas yra fizika ir jos šaka puslaidininkių fizika ir kaip ji atsirado Lietuvoje. Autorius pasitelkia į pagalbą patį J. Poželą, kuris parengė savo mokslinės veiklos apžvalgą, ir akademiko A. Šileikos straipsnį, kuriame suformuluotas J. Poželos mokslinės veiklos įvertinimas: akademikas J. Požela puslaidininkių tyrimus Lietuvoje „išplėtojo iki tarptautinio lygio, sukūrė tarptautinį pripažinimą įgijusį Puslaidininkių fizikos institutą".

Trečioji dalis „Mokslo procesas iš arti" yra pati didžiausia (186 p.). Joje pasakojama, kaip gimsta naujos idėjos, kaip ir kodėl jos įtvirtinamos arba atmetamos, kaip dirba mokslininkai. Net 40 puslapių tenka pirmajam skyrimai ir J. Poželos veikla skleidžiant mokslo žinias visuomenei. Visa tai aprašęs, autorius pricina prie mokslininko autoriteto ir pripažinimo temos. Vardijami J. Poželos apdovanojimai ir premijos, mokslinių darbų citavimas. Šią knygos dalį užbaigia užsienio mokslininkų iš Maskvos, Sankt Peterburgo, Kijevo, Novosibirsko, Jerevano, Berlyno, Italijos, JAV, Japonijos, Izraelio, Škotijos, Švedijos ir kitų šalių pasisakymai apie kartu atliktus darbus, diskusijas konferencijose, mokslinėse išvykose.

Akademikas Juras Požela su sūnum Karoliu ir artimu draugu Nobelio premijos laureatu Žoresu Alfiorovu (kairėje) Puslaidininkių fizikos institute Poželos kabinete. Ant sienos tėvo Karolio Poželos portretas ir paveikslas – Poželų giminės namas Pakruojo rajone

Ketvirtoji dalis „Mokslo vadybos problemos ir kasdienybė" taip pat labai didelė (167 p.). Autorius, vadybos specialistas, šiai temai skiria ypač daug dėmesio. Tačiau talentingi ir kūrybingi mokslininkai dirba ne pagal vadybos vadovėlius. Beje, ir pats autorius čia cituoja Nobelio premijos fiziko P. Kapicos pasisakymą. „Mokslui nereikia administratorių, patys mokslininkai turi tapti jo organizatoriais!..s Ko iš jų pageidaujame? Jokio administravimo, tik kūrybinio darbo". Autorius pažymi, kad ir pats J. Požela savo nuopelnų vadybos srityje pripažinti nelinkęs, o juos pabrėžti – tuo labiau. Ypač nuostolinga užkrauti administratoriaus rūpesčius talentingam mokslininkui, tačiau, anot J. Poželos, „kažkam reikia dirbti ir administracinį darbą. Mano nuomone, mokslininkų kolektyvui turi vadovauti mokslininkas, gerai išmanantis pagrindines nagrinėjamas problemas. Bet jis, kaip mokslininkas, privalo būti lygiateisis su eiliniais bendradarbiais – lygiateisė partnerystė mokslui naudingiausia".

Į šią knygos dalį pakliuvo ir J. Poželos moksliné mokykla. Akademikui nepatinka žodis „mokykla", vartojamas bendraminčių, bendradarbių kolektyvui, dirbančiam toje pačioje mokslo srityje, apibūdinti. Jis pabrėžia: „Ir toje vadinamoje mokslo mokykloje aš nebuvau mokytojas – niekada nemo-

kiau, nepamokslavau. Pagaliau, tai nebuvo mokykla tiesiogine prasme, o bendradarbiavimas kartu sprendžiant mokslines problemas". Pasakojimą apie darbą kartu su J. Požela tęsia ir jo mokiniai.

Didelis skyrius šioje dalyje skirtas mokslo ir gamybos problemoms. Be abejonės, ši tema labai svarbi, tai galėtų būti ir atskiros knygos tema.

Aptariamas ir mokslininko santykis su valstybe ir jos politika. Tai svarbus klausimas, nes mokslininkui kūrybos laisvė labai brangi, bet šiuolaikiniai fundamentiniai mokslai, ypač eksperimentiniai, reikalauja milžiniškų lėšų, kurias gali skirti tik valstybė, o tai labai apriboja mokslininko laisvę, reikia taikytis prie valstybės politikos, bendradarbiauti su karinėmis žinybomis ir taip papildyti mokslo biudžetą.

Daug vietos knygoje skiriama J. Poželos visuomeninei veiklai ir mokslo organizaciniam darbui Lietuvos MA (nuo 1972 m. – MA viceprezidentas, 1984-1992 m. – prezidentas). Pats akademikas skundžiasi, kad „administracinio darbo krūvis gerokai pankenkė mano moksliniai veiklai, naujų idėjų generavimui – aš tik galėjau padėti kitiems fizikams realizuoti mano ir jų pačių idėjas". Autorius pabrėžia akademiko nuopelnus keliant MA, kaip nacionalinio mokslo centro, kaip Lietuvos intelektualų mokslinės kūrybinės bazės, prestižą, remiant jau susiformavusias ir naujai atsirandančias mokslo mokyklas, stiprinant mokslo ir gamybos ryšius, gerinant moksliniką darbo sąlygas. Per tuos metus akademija labai išaugo, įkurti nauji institutai, Vilniaus pakraštyje pastatytas ištisas akademijos miestelis.

Penktojoje dalyje „Naujieji laikai" kalbama apie pastarųjų dviejų dešimtmečių politikos ir mokslo istorijos įvykius ir J. Poželos bei kitų Lietuvos mokslo inteligentų vaidmenį juose. Autorius pradeda nuo didžiųjų permainų išvakarių, nuo Gorbačiovo pertvarkos metų, kai atsirado galimybė suaktyvinti mokslo pažangą. Aprašoma ypač aktyvi J. Poželos tarptautinė veikla plečiant akademijos ryšius su užsienio šalimis, dalyvaujant tarptautinėse konferencijose ne tik pusiaidininkių fizikos klausimais, bet ir fizikų veikloje prieš ginklavimosi varžybas, už branduolinės energetikos plėtrą.

Skyriuje „Sąjūdžio metai" aprašomi audringi 1988-90 m. įvykiai ir J. Poželos aktyvus dalyvavimas juose. Kaip vieną reikšmingiausių autorius išskiria J. Poželos veiklą LTSR Aukščiausioje Taryboje vadovaujant deputatų komisijai 1939 m. Vokietijos–TSRS sutartims ir jų pasekmėms tirti, kuri pripažino, kad slaptieji Molotovo ir Ribentropo pakto protokolai prieštarauja tarptautinės teisės principams, todėl yra negaliojantys, ir kad jie nulėmė Lietuvos Respublikos nepriklausomybės praradimą ir prievartinį įjungimą į TSRS. Skyriuje „Reformų įkarštis" autorius, aptardamas permainas visose mūsų gyvenimo srityse, rašo ir apie reformas moksle. Apie skaudžiausią J. Poželai reformą pasakoja pats akademikas. „MA likvidavimo bandymai pasireiškė tuo, kad rengiamame Mokslo ir studijų įstatyme norėta ši viso neįtraukti tokios įstaigos į Lietuvos veikiančios mokslo ir studijų sistemos institucijų sąrašą, neduoti jai mokslo įstaigos teisių – teisės turėti savo institutus. Tačiau akademija buvo pernelyg galinga struktūra, kad ją būtų galima taip lengvai panaikinti, o paskelbti pasauliui, jog Lietuvos mokslo sistemoje MA neegzistuoja, taip pat buvo nepatogu…Bet ji vis dėlto liko, tačiau įstatyme jokių pareigų ar teisių jai nepavesta – tik ekspertizė. O institutų atimti iš MA juridiškai net nereikėjo – kadangi juos įsteigė okupantai, tai TSRS subyrėjus, jie natūraliai tapo laisvi. Politinės permainos po 1992 m. Seimo rinkimų, atvedusių ir J. Poželą į šią instituciją, palengvino ir MA veiklą. Pagaliau buvo patvirtintas MA statutas, įteisinantis naują šios autonominės mokslo institucijos, valstybės remiamos, vienijančios žymiausius Lietuvos ir savo veikla su Lietuva susijusius užsienio mokslininkus, padėtį. Labai daug prie to svarbaus sprendimo priėmimo, kaip pažymi autorius, prisidėjo pats J. Požela.

Paskutiniame, labai optimistiškai pavadintame skyriuje „Metai bėga – darbai nesustoja" pasakojama apie J. Poželos pastarųjų metų veiklą, kai po 20-ties metų alinančio ir nelabai mielo administracinio darbo MA, jis pagaliau 1992 m. galėjo grįžti prie mokslinio darbo savo institute. Deja, neilgam – politikos vėjai nubloškė į Seimą, bet, kaip rašo autorius, tai tyrimams trukdė kur kas mažiau nei vadovavimas akademijai: jau nuo 1995 m. akademiko mokslinių publikacijų gerokai pagausėjo, o per 10 metų jų skaičius viršijo 50. Naujausi J. Poželos darbai buvo skirti jau ankščiau pradėtiems elektronų ir fononų sąveikos tyrimams ir tranzistorių spartos didinimo tematikai, nanotechnologijoms, taip pat naujo tipo rentgeno spinduliuotės jutiklių kūrimui. Glaudūs darbiniai ryšiai sieja J. Poželą ir jo bendradarbius su Rusijos MA Superaukšto dažnio elektronikos institutu, Jofės puslaidininkių fizikos instituto Sankt Peterburge, Maskvos, Indianos (JAV), Geteborgo (Švedijoje), Glazgo (Anglijoje) universitetų mokslininkais.

Baigdamas knygą, autorius aprašo aktyvią J. Poželos pastarųjų metų mokslinę ir visuomeninę veiklą, dalyvavimą įvairiose tarptautinėse konferencijose. J. Požela yra Rusijos MA tikrasis narys, reguliariai dalyvauja jos sesijose, taip pat Europos akademijos Londone ir Europos mokslo ir menų akademijos Zalcburge narys. Daug dėmesio akademikas skiria dalyvavimui Tarptautinio mokslo ir kultūros centro Pasaulio laboratorijos, įšikūrusios Lozanos mieste Šveicarijoje, veikloje. Pasaulio laboratorija įgyvendina konkrečius projektus, susijusius su pasaulio branduolinio, cheminio, seisminio ir kitų pavojų grėsmės stebėsena, kooperacijos plėtra fundamentinų mokslų ir technologijų srityje, mokslo ir technikos žinių skleidimu ir t. t. J. Poželos iniciatyva ir pastangomis Lietuvoje įkurtas šios laboratorijos skyrius, kuriam jis vadovauja iki šiol.

Taigi šioje knygoje susipynė istorinė mokslinė ir mokslo populiarinamoji medžiaga. Autorius išradingai derina šiuos žanrus, pasitelkdamas į pagalbą ir humorą, yra net atskiras skyrelis „Fizika ir humoras". Ypač pažymėtini paties J. Poželos įdomūs ir originalūs pasisakymai, kurie yra neredaguoti, „nesušukuoti", dažnai netikėti. Gal tuo ir vertinga knyga, kad joje daugelis skaitytojų gali rasti sau įdomių puslapių pagal interesus ir išsilavinimą.

Apibendrinant, reikėtų pasakyti, kad knyga apie akademiką J.Požėlą – svarus indėlis į šalies mokslo kultūrą. Ji įdomi tiek fizikams, tiek kitų mokslų atstovams, plačiajai visuomenei, jaunimui, besirenkančiam gyvenimo prioritetus. Gaila, kad ji išleista tik 500 egz. tiražu ir todėl nepasiekė platesnio skaitytojų būrio, ji net nebuvo platinama knygynuose. Vos išvydusi dienos šviesą, knyga tapo bibliografine retenybe. Gerai būtų ją išleisti pakartotinai.

Malonu paimti į rankas šią gražią, „Margų raštų“ leidyklos išleistą, solidžią knygą.

[1] Akademikas Juras Požela: gyvenimas, atiduotas mokslui / Jonas Rudokas.– Vilnius: Margi raštai, 2005.– 574 p.: iliustr. – Pavardžių r-klė: p. 560–573.

NUMATOMA KONFERENCIJA

2006 m. rugpjūčio 27–30 d. Puslaidininkių fizikos institute įvyks 5-oji Tarptautinė konferencija **AOMD-5** (Advanced Optical Materials and Devices) – Šiuolaikinės optinės medžiagos ir prietaisai.

Plačiau apie tai: <www.pfi.lt/conf/aomd5>

APGINTA DISERTACIJA

VU Teorinės fizikos ir astronomijos instituto disertacijos gynimo taryboje

2006 m. kovo 17 d. **Oliver SCHARF** apgynė fizinių mokslų srities fizikos krypties (02P) daktaro disertaciją **„Hipersmulkiųjų sąveikų daugiaelektroniuose atomuose teorijos plėtojimas“**. Mokslinis vadovas prof. habil. dr. Zenonas Rudzikas. Tarybos pirmininkas prof. habil. dr. Bronius Kaulakys.

NAUJOS KNYGOS

Bendrosios fizikos teorinis praktikumas : mokomoji knyga / Rimgaudas Adolfas Bendorius; Vilniaus Gedimino technikos universitetas. – Vilnius : Technika, 2005.

Sąs. 1: Mechanika, bangos, šiluma. – 2005 (Vilnius : Biznio mašinų komp.). – 92, [1] p., įsk. virš. : iliustr. – Tiražas 500 egz. – ISBN 9986–05–901–1.

C,C++ ir OOP : mokomės programuoti / Algirdas Matulis ; Puslaidininkių fizikos institutas. – Vilnius : Ciklonas, 2005 (Vilnius : Ciklonas). – 191, [1] p. : iliustr. – Tiražas [300] egz. – ISBN 9955–497–86–6.

Fizika 1 : aiškinamasis uždavinynas / Aleksėjus Bogdanovičius ; Vilniaus Gedimino technikos universitetas. – Vilnius : Technika, 2005 (Vilnius : Biznio mašinų komp.). – 90, [1] p. : iliustr. – Tiražas 300 egz. – ISBN 9986–05–909–7.

Fizika : vadovėlis 9 klasei / Vladas Valentinavičius ; [piešiniai Vytautės Zovienės]. – Kaunas : Šviesa, 2005 (Vilnius : Vilniaus spauda). – 214, [1] p. : iliustr. – Tiražas 42 000 egz. – ISBN 5–430–04010–X.

Fizika : 9 klasės mokytojo knyga / Palmira Pečiuliauskienė, Vladas Valentinavičius. – Kaunas : Šviesa, 2005 (Kaunas : Aušra). – 115, [4] p. : iliustr. – (Mokytojo knyga : MK). – Tiražas 1000 egz. – ISBN 5–430–04145–9.

Fizika : vadovėlis 11 klasei / Palmira Pečiuliauskienė ; [piešiniai Vytautės Zovienės]. – Kaunas : Šviesa, 2005.

Antroji knyga. – 223, [1] p. : iliustr. – Tiražas 6 500 egz.. – ISBN 5–430–04049–5.

Fizikos ir matematikos fakulteto mokslinio seminaro darbai = Proceedings of scientific seminar of the Faculty of Physics and Mathematics / Šiaulių universitetas ; [editor in chief Antanas Laurinčikas]. – Šiauliai : Šiaulių universiteto leidykla, 2005. – ISSN 1392–7086.

[T.] 8. – 2005 (Šiauliai : Šiaulių knygrišykla). – 165, [1] p. : iliustr. – Str. angl. – Tiražas 100 egz.

Fizikos uždavinynas VII klasei / Jūratė Blažienė, Violeta Šlekienė. – Kaunas : Šviesa, 2005 (Kaunas : Aušra). – 78, [2] p. : iliustr. – Tiražas 2000 egz. – ISBN 5–430–04050–9.

Fizikos uždavinynas : 8 klasei / Loreta Ragulienė, Violeta Šlekienė. – Kaunas : Šviesa, 2005 (Vilnius : Standartų sp.). – 95, [1] p. : iliustr. – Tiražas 2000 egz. – ISBN 5–430–04152–1.

Fizikos uždavinynas : bendrasis kursas : 11 klasei / Stanislovas Vičas. – Kaunas : Šviesa, 2005 (Vilnius : Standartų sp.). – 93, [3] p. : iliustr. – Tiražas 2000 egz. – ISBN 5–430–04173–4.

Mechanika, tampriosios bangos, šiluma : aiškinamasis uždavinynas / G. Grigaliūnaitė-Vonsevičienė ; Vilniaus Gedimino technikos universitetas. – Vilnius : Technika, 2005 (Vilnius : Biznio mašinų komp.). – 115, [1] p. : iliustr.

– Tiražas 500 egz. – ISBN 9986–05–895–3. – ISBN 9986–05–895–2 (klaidingas).

Mokinio žinynas : matematika, fizika, chemija, biologija, anglų kalba, rusų kalba / [iš rusų kalbos vertė Vaclovas Čiočys, Donatas Grabauskas, Vytautas Naruševičius ... [et al.]. – Vilnius : Alma littera, [2005] (Kaunas : Spindulys). – 498 p. : iliustr. – Tiražas 3000 egz. – ISBN 9955–08–200–3 (ir.) : [28 Lt]

Mokslo stebuklai ir paslaptys : [pagrindiniai knygos skyreliai skirti fizikos reiškiniams] / Phillip Clarke, Laura Howell ir Sarah Khan. – Vilnius : Alma littera, 2005. – 96 p.: iliustr.

Daugelyje knygos skyrelių – „Kokios būna medžiagos?"; „ Materialusis pasaulis"; „Ko mes nematom?"; „Molekulių judėjimas"; „Ryškios kibirkštys "– žaismingai pateikiami ir iliustruojami fizikos reiškiniai.

Palikę pėdsakus švietimo, kultūros ir mokslo kelyje : apybraižа apie Fizikos–matematikos fakulteto 1954 m. išleistą 6–ąją laidą / Vytautas Pocius, Evaldas Vėbra ; Vilniaus pedagoginis universitetas. – Vilnius : Vilniaus pedagoginio universiteto leidykla, 2005 (Vilnius : VPU l–kla). – 188, [1] p. : iliustr., portr. – Tiražas 150 egz. – ISBN 9955–20–034–0.

Knyga skirta Vilniaus pedagoginio universiteto 70 m. jubiliejui, taip pat Fizikos ir matematikos fakulteto įsteigimo 60 m. sukaktuvių proga. Knygą sudaro du skyriai. Pirmame pateikiamas istorinis įvadas apie Fizikos ir matematikos fakulteto įkūrimą ir jo darbą pokario metais. Antrame – 1954 m. absolventų biografijos ir darbas įvairiose veiklos srityse.

Penkiakalbis aiškinamasis metrologijos terminų žodynas = Five languages explanatory dictionary of metrology = Dictionnaire raisonné de métrologie en cinq langues = Fünfsprachiges Definitionswörterbuch der Metrologie = Толковый пятиязычный словарь по метрологии : [lietuvių–anglų–prancūzų–vokiečių–rusų kalbomis] / Vytautas Valiukėnas, Pranas Juozas Žilinskas. – Vilnius : Mokslo ir enciklopedijų leidybos institutas, 2006 (Kaunas : Spindulys). – 1163, [1] p. – Tiražas 750 egz. – ISBN 5–420–01568–4 (ir.) : [46 Lt].

Spinduliuotė žmogaus aplinkoje / Irena Pečkaitytė, Kristina Černevičiūtė. – Kaunas : [Arx Baltica], 2005. – 31 p. : iliustr. – Tiražas 200 egz. – ISBN 9955–638–18–4.

Steponas Ašmontas : [fizikas] : literatūros rodyklė / Puslaidininkių fizikos institutas ; [sudarė Nijolė Draugelienė, Liucija Eimuntavičienė]. – Vilnius : Puslaidininkių fizikos institutas, 2005. – 47, [2] p. : portr. – Tiražas 150 egz. – ISBN 9986–9284–6–X.

Techninė termodinamika ir šilumokaita : aiškinamasis uždavinynas / V. Martinaitis, N. Vegytė, S. Paulauskaitė, A. Šakmanas ; Vilniaus Gedimino technikos universitetas. – Vilnius : Technika, 2005 (Vilnius : Biznio mašinų komp.). – 426, [1] p. : iliustr. – Tiražas 300 egz. – ISBN 9986–05–908–9.

Tekstinių uždavinių didaktika : mokslo taikomasis leidinys / Danutė Kiseliova, Arkadijus Kiseliovas, Vladimir Drozd. – Šiauliai : Šiaulių universiteto leidykla, 2005 (Šiauliai : Šiaulių knygrišykla). – 225 p. : iliustr. – Tiražas 200 egz. – ISBN 9986–38–625–X.

Teorinės mechanikos uždavinių sprendimo vadovas : mokomoji knyga / Algimantas Fedaravičius, Elvyra Jurkauskienė, Nijolė Rudgalvienė ; Kauno technologijos universitetas. Teorinės mechanikos katedra. – Kaunas : Technologija, 1998–2005. – 4 d. – ISBN 9986–13–601–6.

D. 4: Standaus kūno dinamika ir analizinės mechanikos elementai. – 2005 (Kaunas : L–klos Technologija sp.). – 130 p. : iliustr. – Tiražas 100 egz. – ISBN 9955–09–975–5.

Tikimybių teorijos ir atsitiktinių vyksmų uždaviniai : (mokymo priemonė fizikams) / K. Maknys, V. Palenskis, S. Pralgauskaitė ; Vilniaus universitetas. Radiofizikos katedra. – Vilnius : [Vilniaus universiteto leidykla], 2005. – 80 p. : iliustr. – Tiražas [99] egz. – ISBN 9986–19–790–2.

Trumpas aplinkos apsaugos anglų–lietuvių, lietuvių–anglų kalbų žodynėlis / Zita Kasperiūnienė ; Panevėžio kolegija. – Panevėžys [i.e. Vilnius : Biznio mašinų kompanija], 2005 (Vilnius : BMK). – 83 p. – Tiražas [150] egz. – ISBN 9955–430–88–5.

Visata ir žmogus : [vadovėlis aukštųjų mokyklų studentams] / Gintautas Kamuntavičius ; Vytauto Didžiojo universitetas. – Kaunas : Vytauto Didžiojo universiteto leidykla, 2005 (Kaunas : Morkūnas ir Ko). – 148, [1] p., [8] iliustr. lap. : iliustr. – Tiražas 1000 egz. – ISBN 9955–12–099–1 (ir.).

Vadovėlyje išdėstyta Visatos studijų istorija, šiuolaikinė jos samprata, pateikiamos pačios naujausios žinios apie Visatos tyrimus, skirtos įvairiausių studijų programų studentams ją adekvačiai pasaulėžiūrai ir moksliniam požiūriui į gamtą suformuoti.

Sudarė Eglė **Makariūnienė**

„FIZIKŲ ŽINIŲ" NR. 26-30 STRAIPSNIŲ AUTORIŲ RODYKLĖ[1]

Acus A. 2004, **27,** 11
Aleksiejūnas R. 2005, **29**, 11
Almenas K. 2006, **30**, 15

Balevičius V. 2004, **27,** 25;
Bandzaitis A. R. 2004, **27,** 3
Banys J. 2004, **26,** 26
Baužys J. 2005, **29,** 3, 16
Bernotas A. 2004, **26,** 1
Broks A. 2004, **27,** 6
Burnelienė S. 2004, **26,** 21; 2004, **27,** 27

Chmeliov J. 2005, **29,** 10

Česnys A. 2004, **26,** 17

Dudonis J. 2004, **26,** 21

Filistovič V. 2005, **28,** 24

Gaubienė O. 2006, **30**, 7
Grigonis A. 2004, **27,** 1
Gruslys A. 2005, **29,** 10

Jarašiūnas K. 2005, **29**, 11
Jucienė V. 2006, **30**, 29
Juozapavičius A. 2006, **30**, 10
Juzeliūnas G. 2005, **29**, 14

Kaladė J. 2004, **26,** 16; 2004, **27,** 22; 2005, **28,** 22; 2005, **29**, 37;
Kalinauskas R. 2005, **28,** 11
Kanapickas A. 2005, **29,** 6
Karazija R. 2004, **26,** 8; 2006, **30**, 28
Katilius R. 2005, **29**, 22
Kaulakienė A. 2005, **28,** 21; 2006, **30**, 25
Kavaliauskas O. 2006, **30**, 7
Keinys S. 2004, **26,** 14; 2005, **29**, 35
Kimtys L. 2004, **26,** 24; 2006, **30**, 22
Kynienė A. 2005, **28,** 6; 2006, **30**, 4, 7
Kivilšienė R. 2004, **26,** 10; 2004, **26,** 19; 2006, **30**, 24
Klimka L. 2004, **26,** 21; 2004, **27,** 26; 2005, **28,** 19; 2005, **29**, 29
Krikštopaitis J.A. 2004, **26,** 17
Kromkutė R. . 2004, **26,** 21; 2005, **28,** 27
Kupliauskienė A. 2004, **27,** 24; 2005, **29**, 27; 2006, **30**, 2
Kvietkauskienė G. 2006, **30**, 3

Lankauskas A. 2004, **26,** 3
Lapienis S. 2006, **30**, 10
Lazauskas V. 2005, **28,** 16

Majus D. 2004, **27,** 3
Makariūnas K. 2004, **26,** 12; . 2004, **27,** 13; 2005, **28,** 14; 2005, **28,** 19; 2005, **29**, 27, 31, 34; 2006, **30**, 13, 20 21
Makariūnienė E. 2004, **26,** 21; 22; 24; 2004, **27,** 27; 28; 2005, **28,** 25, 27; 2005, **29**, 40; 2006, **30**, 32, 33, 34
Martišius J. A. 2004, **26,** 23; 2004, **27,** 16; 2005, **28,** 2; 2005, **29**, 2
Mašalas M. 2004, **26,** 4
Matulionis A. 2005, **29**, 22
Mikoliūnaitė L. 2005, **29**, 3
Miškinis P. 2004, **26,** 24;
Mitkevičienė A. 2006, **30**, 27
Morkūnas G. 2005, **28,** 12

Norvaišas E. 2004, **27,** 2

Palenskis V. 2004, **26,** 16; 2004, **27,** 22; 2005, **28,** 22; 2005, **29**, 37;
Pečiuliauskienė P. 2006, **30**, 5
Pyragas 2004, **27,** 16
Pocius V. 2004, **27,** 18, 28; 2005, **28**, 16
Požela J. 2005, **29**, 21

Rudzikas Z .R. 2005, **28**, 1; 2005, **29**, 1; 2006, **30**, 1

Sakalauskas S., 2005, **28,** 4
Slotkienė A. 2004, **26,** 2
Svirskas K. 2005, **28,** 2

Šatkovskienė D. 2005, **29**, 33, 34; 2006, **30**, 2
Šilalnikas V. 2004, **27**, 23; 2005, **28**, 27; 2005, **29**, 2
Šileika A. 2005, 29, 18
Šlekienė V. 2004, **26,** 24; 2004, **27,** 6;

Tamašauskas A. 2004, **26,** 7
Tamošiūnas S. 2004, **27,** 3; 2005, **28,** 4
Tamulienė J. 2006, **30**, 10
Tamulis A. 2004, **27,** 8
Tutlys V. 2006, **30**, 12

Ušpalis K. 2004, **26,** 16; 2004, **27,** 22; 2005, **28,** 22; 2005, **29**, 37;

Valacka K. 2004, **26,** 16; 2004, **27,** 22; 2005, **28,** 22; 2005, **29**, 37;
Valentinavičius V. 2005, **28,** 27
Valiokas R. 2006, **30**, 7
Valiukėnas V. 2004, **26,** 16; 2004, **27,** 22; 2005, **28,** 22; 2005, **29**, 37;
Valušis G. 2004, **27,** 21; 2005, **28,** 7
Visockienė A. 2005, **29,** 8

Zubovas K. 2005, **29,** 4

Žalkauskas V. 2004, **27,** 22; 2005, **28,** 22; 2005, **29**, 37;
Žilinskas P.J. 2004, **26,** 16; 2004, **27,** 20; 22; 2005, **28,** 22; 2005, **29**, 37;

[1] „Fizikų žinių“ Nr. 1–25 straipsnių autorių rodyklė pateikta Nr. 25, p. 35–36.

„FIZIKŲ ŽINIŲ“ NR. 26-30 STRAIPSNIŲ SISTEMINĖ RODYKLĖ[1]

LFD veikla
Rudzikas Z. R. Vilnius – Europos fizikų trijų dienų sostinė // 2005, **28,** 1
Rudzikas Z .R. Pasauliniai fizikos metai žygiuoja per žemynus // 2005, **29**, 1
Rudzikas Z. R. Pasauliniai fizikos metai baigėsi. O kas toliau? // 2006, **30**, 1

Pasauliniai fizikos metai
Baužys J., Mikoliūnaitė L. Mokslo festivalio atgarsiai studentų akimis // 2005, **29,** 3
Bernotas A. 2005-ieji pasauliniai fizikos metai // 2004, **26,** 1
Martišius J. A. Svirskas K. Reliatyvumo teorijos šimtmetis // 2005, **28,** 2
Martišius J. A. Mokslo pozicija – tyla // 2005, **29**, 2
Šilalnikas V. 36-oji Lietuvos nacionalinė fizikų konferencija // 2005, **29**, 2

Fizika mokykloje
Bandzaitis A. R., Tamošiūnas S. „Fizikos Olimpui“ – dešimt metų // 2004, **27,** 4
Broks A. Bendrojo lavinimo fizika vidurinėje mokykloje // 2004, **27,** 6
Chmeliov J., Gruslys A. „Einšteino beieškant“ – jaunųjų fizikų susirinkimas Berlyne // 2005, **29,** 10
Kanapickas A. Žibančios „Fotono“ akys // 2005, **29,** 6
Kavaliauskas O., Gaubienė O., Kynienė A. Moksleivių auksinių minčių trupinėliai // 2006, **30, 7**
Kynienė A. LIII moksleivių fizikos olimpiados antrasis etapas // 2005, **28,** 6
Kynienė A. „Spektras“ – naujas Fizikos vadovėlis VII klasei // 2006, **30,** 4
Kvietkauskienė G. Ar susimąsto moksleivis, kodėl dangus mėlynas? // 2006, **30,** 3
Lankauskas A. Fotovandenilinė energetika. Ar Lietuva neatsilieka? // 2004, **26,** 3
Majus D. Pasaulinė fizikų olimpiada dalyvio akimis // 2004, **27,** 3
Pečiuliauskienė P. Naujo XI klasės fizikos vadovėlio turinio ypatumai // 2006, **30,** 5

Sakalauskas S., Tamošiūnas S. Tarptautinių fizikos olimpiadų eksperimentinės elektronikos užduotys // 2005, **28,** 4
Slotkienė A. Nuotolinė apklausa „Fotono“ mokykloje // 2004, **26,** 2
Visockienė A. Nacionalinis jaunųjų mokslininkų konkursas // 2005, **29,** 8
Zubovas K. Tarptautinė fizikos olimpiada // 2005, **29,** 4

Fizika institutuose ir universitetuose

Aleksiejūnas R., Jarašiūnas K. Puslaidininkių tyrimas dinaminių difrakcinių gardelių metodu // 2005, **29**, 11
Baužys J. Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto studentų mokslinės draugijos atgimimas // 2005, **29**, 16
Juozapavičius A., Lapienis S., Tamulienė J. Paskirstytieji ir lygiagretūs skaičiavimai jau Lietuvoje // 2006, **30,** 10
Juzeliūnas G. Dirbtinis magnetinis laukas labai šaltų atomų dujose // 2005, **29**, 14
Kalinauskas R. Puikus Fizikos instituto mokslininkų dubletas // 2005, **28,** 11
Morkūnas G.. Šiek tiek apie radiacinę saugą // 2005, **28,** 12
Požela J. Spartieji tranzistoriai ir fononų kvantavimas // 2005, **29**, 21
Tamulis A. Kuriama dirbtinė kvantinė gyvybė // 2004, **27,** 8
Valiokas R. Savitvarkiai monosluoksniai: kaip nanotechnologija tampa realybe // 2006, **30, 7**
Valušis G. Anapus terahercų // 2005, **28,** 7

Nobelio premijos

Acus A. 2004 m. fizikos Nobelio premija // 2004, **27,** 11
2005 metų fizikos Nobelio premija // 2005, **29**, 17

Premijos. Apdovanojimai. Garbės vardai

Asteroidas pavadintas profesoriaus V. Straižio vardu // 2004, **26,** 14
2003 m. jaunųjų mokslininkų darbų konkurso laureatas // 2004, **26,** 14
2004 m. jaunųjų mokslininkų ir aukštųjų mokyklų studentų darbų konkursų laureatai // 2005, **28,** 15
2005 m. jaunųjų mokslininkų ir aukštųjų mokyklų studentų darbų konkursų laureatai // 2006, **30,** 15
Išrinkti nauji Lietuvos mokslų akademijos nariai // 2006, **30,** 14
Lietuvos mokslų akademijos vardinė Adolfo Jucio premija // 2005, **28,** 15
Makariūnas K. 2003 metų Lietuvos mokslo premijos // 2004, **26,** 12
Makariūnas K. 2004 Lietuvos mokslo premija // 2005, **28,** 14
Makariūnas K. 2005 m. Lietuvos mokslo premijos // 2006, **30,** 13

Bendrieji klausimai

Almenas K. Ignalinos atominė elektrinė (IAE) – baimė ir politika // 2006, **30,** 15
Kupliauskienė A. Fizikės ieško priežasčių ir sprendimo būdų // 2006, **30,** 2
Šatkovskienė D. Informacija apie projektą FP6 // 2006, **30,** 2

Sveikiname

Lazauskas V. VPU profesoriui Algirdui Audzijoniui 70 metų // 2005, **28,** 16
Vytautą Pocių // 2004, **27,** 10
Jurą Poželą // 2005, **29,** 17
Vytautą Šilalniką // 2004, **26,** 6
Vladą Valentinavičių // 2004, **27,** 10
Tutlys V. Sveikiname profesorių Pavelą Bogdanovičių šešiasdešimtojo gimtadienio proga // 2006, **30,** 12

Sukaktys. Minėjimai

Grigonis A. Šventiniai renginiai, skirti akademikui Kazimierui Baršauskui // 2004, **27,** 1
Karazija R. Profesoriaus Adolfo Jucio ryšiai su akademiku Vladimiru Foku // 2004, **26,** 8
Karazija R. Adolfui Juciui – 100 // 2004, **27,** 2
Katilius R., Matulionis A. Tikras fizikas // 2005, **29,** 22
Kimtys L. Nuostabusis kelių kartų fizikų mokytojas // 2006, **30**, 22
Norvaišas E. Adolfui Juciui – 100 // 2004, **27,** 2
Pocius V. Fizika Vilniaus pedagoginiame universitete per 70 metų // 2005, **28**, 16
Tamašauskas A. Kietojo kūno tyrimai Kaune vadovaujant profesoriui Kazimierui Baršauskui // 2004, **26,** 7
Šileika A. Akademikas Juras Požela – vienos žymiausių fizikos mokyklų įkūrėjas // 2005, **29**, 18

Iš viso pasaulio

Kupliauskienė A., Makariūnas K. Pasaulis bando gaminti termobranduolinę energiją // 2005, **29**, 27
Makariūnas K. Atrasti 113-asis ir 115-asis cheminiai elementai // 2004, **27,** 13
Makariūnas K. CERN'ui penkiasdešimt metų // 2004, **27,** 13
Makariūnas K. Svarbiausios fizikos ir astrofizikos problemos // 2005, **28,** 19
Makariūnas K. Branduolinės energetikos atgimimas ir atsinaujinimas // 2006, **30,** 13
Makariūnas K. Opera apie fizikus // 2006, **30,** 14

Mašalas M. Ypač šaltos dujos – plačių galimybių sistema // 2004, **26,** 4

Iš mokslo istorijos

Kivilšienė R. Galileo Galilėjaus (1564-1642) ryšiai su Lietuva ir biografijos nuotrupos // 2004, **26,** 10
Kivilšienė R. Atkuriamas garsiojo astronomo Mikalojaus Koperniko portretas // 2006, **30**, 24
Klimka L. Vilniuje pirmą kartą pavartotas žodis – „metras“ // 2005, **28,** 19
Klimka L. Fizikas ir filomatas Jonas Sobolevskis Kražiuose // 2005, **29**, 29
Makariūnas K. Nobelio premijos paradoksai: Einšteinas ir jo Nobelio premija // 2005, **29**, 31
Martišius J. A., Pyragas K. Aleksoto pasididžiavimas // 2004, **27,** 16
Pocius V. Inžinieriaus laimėta byla dėl lietuviškos spaudos // 2004, **27,** 18

Terminologija

Kaladė J., Ušpalis K., Valacka K., Palenskis V., Valiukėnas V. Darbas ir jo rūšys // 2004, **26,** 16
Kaladė J., Ušpalis K., Valacka K., Palenskis V., Valiukėnas V., Žalkauskas V., Žilinskas P., J. Potencialas ir jo rūšys // 2004, **27,** 22
Kaladė J., Ušpalis K., Valacka K., Palenskis V., Valiukėnas V., Žalkauskas V., Žilinskas P., J. Potencialas ir jo rūšys /Tęsinys/ // 2005, **28,** 22
Kaladė J., Ušpalis K., Valacka K., Palenskis V., Valiukėnas V., Žalkauskas V. Žilinskas P., J. Potencialas ir jo rūšys /Tęsinys/ // 2005, **29**, 37
Kaulakienė A. Devynkalbis aplinkos apsaugos žodynas // 2005, **28,** 21
Kaulakienė A. Prof. Henriko Horodničiaus terminologijos darbo pradžia – 1801 fizikos termino kartoteka // 2006, **30,** 25
Keinys S. Nepalaužta kalba // 2004, **26,** 14
Keinys S. Fizikos mažybės // 2005, **29**, 35
Mitkevičienė A. Penkiakalbis aiškinamasis metrologijos terminų žodynas // 2006, **30,** 27

Pristatome knygas

Filistovič V. Monografija, skirta radiacinės saugos klausimams // 2005, **28,** 24
Jucienė V. Knyga apie akademiką Jurą Poželą // 2006, **30**, 29
Karazija R.. Fizika ir gretimi mokslai Lietuvoje po edukacinės komisijos reformų // 2006, **30**, 28
Makariūnienė E. Knyga profesoriaus Kazimiero Baršausko 100-osioms gimimo metinėms // 2004, **26,** 22
Martišius J.A. „Žalias teorijos medis“// 2004, **26,** 23
Valušis G. Vytauto Karpaus kietojo kūno fizikos vadovėlis – „Dvimačiai elektronai“ // 2004, **27,** 21
Žilinskas P. J. Naujas telekomunikacijų terminų žodynas // 2004, **27,** 20

Konferencijos

Balevičius V. Tarptautinė konferencija „Struktūra ir spektroskopija“ // 2004, **27,** 25
Banys J. Įspūdžiai iš Vokietijos fizikų draugijos konferencijos Drezdene // 2004, **26,** 20
Česnys A. Fizikai aptarė bendrojo ir aukštojo lavinimo dermės bei perimamumo klausimus // 2004, **26,** 17
Kivilšienė R. LFD emblemų ir ženklelių, žyminčių mūsų konferencijas, raida // 2004, **26,** 19
Krikštopaitis J. A. Konferencijos *Scientia et historia* dešimtmetis // 2004, **26,** 17
Kupliauskienė A. Tarptautinė daugiakrūvių jonų fizikos konferencija Vilniuje // 2004, **27,** 24
Makariūnas K. Fizikai XIII pasaulio lietuvių mokslo ir kūrybos simpoziume // 2005, **29**, 34
Šatkovskienė D. Įspūdžiai iš II pasaulinės fizikių konferencijos // 2005, **29**, 33
Šatkovskienė D. IV Lietuvos moterų suvažiavimo simpoziumas „Moterys ir mokslas“ // 2005, **29**, 34
Šilalnikas V. 12-asis tarptautinis simpoziumas „Labai spartūs vyksmai puslaidininkiuose“ // 2004, **27,** 23
Šilalnikas V. 36-oji Lietuvos nacionalinė fizikų konferencija // 2005, **29**, 2

In memoriam

Elga Borutienė 1917 12 05–2005 07 14 // 2005, **29**, 39

Įvairenybės

Kivilšienė R. Fizikai dailininkės akimis // 2005, **28, 27**

Šypsenos

Klimka L. Fizikai šypsosi // 2004, **26**, 21
Klimka L. Respektabilusis profesorius V. K. Rentgenas – pamišo? // 2004, **27,** 26

Numatoma konferencija 2006, **30**, 32
Apgintas disertacija 2004, **26,** 21; 2004, **27,** 26; 2005, **28**, 25; 2005, **29**, 40; 2006, **30,** 32
Naujos knygos 2004, **26**, 24; 2004, **27,** 27; 2005, **28,** 25; 2005, **29**, 40; // 2006, **30**, 32
Skelbimai 36-oji Lietuvos nacionalinė fizikos konferencija // 2005, **28,** 24

Sudarė Eglė **Makariūnienė**

---

1 „Fizikų žinių“ Nr. 1-20 straipsnių sisteminė rodyklė pateikta Nr. 20, p. 29–37; Nr. 21–25 – pateikta Nr. 25, p. 33–35.

„PHYSICISTS NEWS“ No 30, 2006

Contents

Common Problems of LPS
Z. R. Rudzikas. World Year of Physics ended. What comes next? 1
D. Šatkovskienė. Information about the project FP6 2
A. Kupliauskienė. Women physicists look for causes and decisions 2

Physics at School
G. Kvietkauskienė. Does a pupil think why the sky is blue? 3
A. Kynienė. „Spectrum“ – a new textbook in Physics for class VII-th 4
P. Pečiuliauskienė. Peculiarities of the contents of the new textbook in Physics for class XI-th 5
O. Kavaliauskas, O. Gaubienė, A. Kynienė. „Crumbs“ of golden thoughts of schoolchildren 7

From Laboratories
R. Valiokas. Self-ordered monolayers: how nanotechnology becomes a reality 7
A. Juozapavičius, S. Lapienis, J. Tamulienė. Distributed and parallel calculations already in Lithuania 10

Congratulations
V. Tutlys. On the occasion of prof. Pavelas Bogdanovičius 60th birthday 12

Awards. Contests
K. Makariūnas. Lithuanian National science prizes in 2005 13
Members of the Lithuanian Academy of Sciences newly elected 14
Winners of the young scientists and higher school students competitions in physics in 2005 15

About Nuclear Energetics
K. Almenas. Ignalina nuclear power plant (INPP) – fear and policy 15

From the World
K. Makariūnas. Revival and renewal of nuclear energetics 20
K. Makariūnas. Opera on physicists 21

Remininscence
L. Kimtys. The outstanding teacher of the physicists of several generations 22

Science History
R. Kivilšienė. The portrait of the famous astronomer Nicolas Copernicus is created 24

Termininology
A. Kaulakienė. Beginning of Prof. Henrikas Horodničius terminology – 1801 card index of the physical term 25
A. Mitkevičienė. Five-language explanatory dictionary of metrology 27

Presentation of Books
R. Karazija. Physics and contiguous sciences in Lithuania after the reforms of Educational commission 28
V. Jucienė. A book about academician Juras Požela 29

Intended Conferences 32
Defended Theses 32
New Books 32
Index of Authors of „Physicists news“ No 26-30 33
Classified index of papers in „Physicist news“ No 26-30 34

„FIZIKŲ ŽINIOS“ Nr. 30, 2006

Turinys

Bendrieji LFD klausimai
Z. R. Rudzikas. Pasauliniai fizikos metai baigėsi. O kas toliau? 1
D. Šatkovskienė. Informacija apie projektą FP6 2
A. Kupliauskienė. Fizikės ieško priežasčių ir sprendimo būdų 2

Fizika mokykloje
G. Kvietkauskienė. Ar susimąsto moksleivis, kodėl dangus mėlynas? 3
A. Kynienė. „Spektras“ – naujas Fizikos vadovėlis VII klasei 4
P. Pečiuliauskienė. Naujo XI klasės fizikos vadovėlio turinio ypatumai 5
O. Kavaliauskas, O. Gaubienė, A. Kynienė. Moksleivių auksinių minčių trupinėliai 7

Laboratorijose
R. Valiokas. Savitvarkiai monosluoksniai: kaip nanotechnologija tampa realybe 7
A. Juozapavičius, S. Lapienis, J. Tamulienė. Paskirstytieji ir lygiagretūs skaičiavimai jau Lietuvoje 10

Sveikiname
V. Tutlys. Profesorių Pavelą Bogdanovičių šešiasdešimtojo gimtadienio proga 12

Premijos. Konkursai
K. Makariūnas. 2005 m. Lietuvos mokslo premijos 13
Išrinkti nauji Lietuvos mokslų akademijos nariai 14
2005 m. jaunųjų mokslininkų ir aukštųjų mokyklų studentų darbų konkursų laureatai 15

Apie branduolinę energetiką
K. Almenas. Ignalinos atominė elektrinė (IAE) – baimė ir politika 15

Iš viso pasaulio
K. Makariūnas. Branduolinės energetikos atgimimas ir atsinaujinimas 20
K. Makariūnas. Opera apie fizikus 21

Sukaktys
L. Kimtys. Nuostabusis kelių kartų fizikų mokytojas 22

Iš mokslo istorijos
R. Kivilšienė. Sukurtas garsiojo astronomo Mikalojaus Koperniko portretas 24

Termininologija
A. Kaulakienė. Prof. Henriko Horodničiaus terminologijos darbo pradžia – 1801 fizikos termino kartoteka 25
A. Mitkevičienė. Penkiakalbis aiškinamasis metrologijos terminų žodynas 27

Pristatome knygas
R. Karazija. Fizika ir gretimi mokslai Lietuvoje po Edukacinės komisijos reformų 28
V. Jucienė. Knyga apie akademiką Jurą Požėlą 29

Numatoma konferencija 32
Apginta disertacija 32
Naujos knygos 32
„Fizikų žinių“ Nr. 26-30 straipsnių autorių rodyklė 33
„Fizikų žinių“ Nr. 26-30 straipsnių sisteminė rodyklė 34