



**VILNIAUS UNIVERSITETO
FIZIKOS FAKULTETO TARYBA**

**NUTARIMAS
DĖL FIZIKOS FAKULTETO TEIKIAMŲ MOKSLO DARBŲ 2023 M. LIETUVOS
MOKSLO PREMIJOS KONKURSUI**

Vadovaudamasi Vilniaus universiteto Statutu bei Fizikos fakulteto nuostatais, Vilniaus universiteto Fizikos fakulteto taryba

nutaria teikti šių autorių kolektyvų darbus 2023 m. Lietuvos mokslo premijų konkursui:

Jūras Banys, Mantas Šimėnas, Jan Macutkevič, Šarūnas Svirkas, Sergejus Balčiūnas, Vidmantas Kalendra, Robertas Grigalaitis „Funkcinių medžiagų mikrobangų spektroskopija“ (gamtos mokslų srityje);

Vygintas Gontis, Aleksejus Kononovičius, Julius Ruseckas „Statistinės fizikos metodų taikymai finansinėse ir kitose socialinėse sistemose“ (gamtos mokslų srityje);

Jonas Adamonis, Rimantas Budriūnas, Andrejus Michailovas, Tomas Stanislauskas, Arūnas Varanavičius „Kelių optinių ciklų teravatų smailinės galios impulsų generacija parametrinio stiprinimo sistemomis“ (technologinių mokslų srityje).

Funkcinių medžiagų mikrobangų spektroskopija (2008-2022 m.)

Lietuvos mokslo premijai teikiamas darbas

Jūras Banys, Mantas Šimėnas, Jan Macutkevič, Šarūnas Svirskas, Sergejus Balčiūnas, Vidmantas Kalendra, Robertas Grigalaitis.

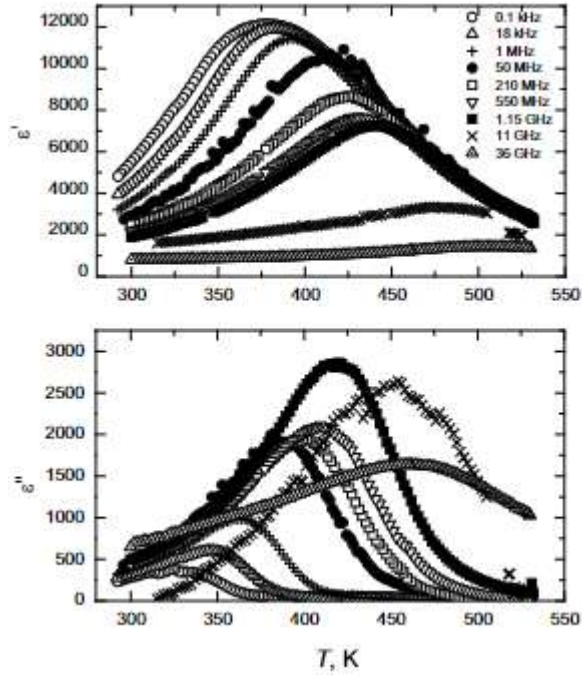
Šiuolaikinės technologijos neįsivaizduojamos be inovatyvių funkcinių medžiagų kūrimo bei tyrimo. Keletą dešimtmečių stengiamasi sintetinti multifunkcines medžiagas, pasižyminčias keletu skirtingų fizikinių savybių, kurios gali būti panaudojamos įvairių prietaisų kūrime. Didelę dalį tokių medžiagų mokslinių eksperimentų užima jų sąveikos su elektromagnetiniu lauku tyrimai. Šie tyrimai yra esminiai siekiant šias medžiagas panaudoti pažangiose pramonės srityse, tokiose kaip elektronikos ir telekomunikacijų technologijos, energetika (žaliojo kurso įgyvendinimui), taip pat medicinoje bei kt.

Mikrobangų spektroskopijos tyrimų metodų visuma leidžia visapusiškai išsiaiškinti medžiagų makroskopinį dielektrinį/elektrinį atsaką plačiame dažnių intervale, o pasitelkus papildomus elektronų paramagnetinio rezonanso tyrimus galima tirti mikroskopinius reiškinius, kurie nulemia unikalias šių medžiagų savybes. Šių metodų visuma įgalina įvairiapusiškai tirti kietųjų kūnų medžiagas, įvertinti jų taikomumą bei paaiškinti fizikinius procesus, vykstančius skirtingose laiko ir erdvės skalėse. Laboratorijos mokslininkai nuolat tobulina mikrobangų spektroskopijos matavimo metodus, tad turi sukūrę unikalų matavimo bei rezultatų apdorojimo metodikų, kurių niekas kitas pasaulyje nėra įvaldęs.

Šį darbą sudaro keletu skirtingų kietųjų medžiagų šeimų tyrimų straipsnių rinkinys. Didelė dalis darbų buvo atspausdinta aukščiausio lygio tarptautiniuose mokslo žurnaluose (Nature ir Science grupės žurnaluose, Advanced Energy Materials, Journal of the American Chemical Society, Coordination Chemistry Reviews ir kt.) bendradarbiaujant su partneriais iš viso pasaulio. Vykdam šiuos tyrimus buvo sėkmingai įgyvendinti tarptautiniai bei nacionaliniai projektai, parašytos monografijos. Šiame darbe apžvelgsime svarbiausius mūsų tyrimų rezultatus ir publikacijas.

Pirmoji tirtųjų medžiagų grupė – perovskito struktūrą, turintys oksidai. Vienas iš svarbiausių tyrimų objektų – netvarkūs perovskitai, pasižymintys feroelektriniais relaksoriams būdingais bruožais. Mūsų grupė viena iš pirmųjų atliko unikalius plačiajuostės dielektrinės spektroskopijos

eksperimentus, susijusius su dvinariais ir trinariais relaksoriais, tokiais kaip $(\text{Pb}_{0.92}\text{La}_{0.08})(\text{Zr}_{0.65}\text{Ti}_{0.35})\text{O}_3$, $\text{PbMg}_{1/3}\text{Ta}_{2/3}\text{O}_3$, $(1-x)\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3-x\text{PbSc}_{0.5}\text{Nb}_{0.5}\text{O}_3$, $(1-x)\text{PbMg}_{1/2}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3-x\text{PbTiO}_3$ ir kt. kietaisiais tirpalais.

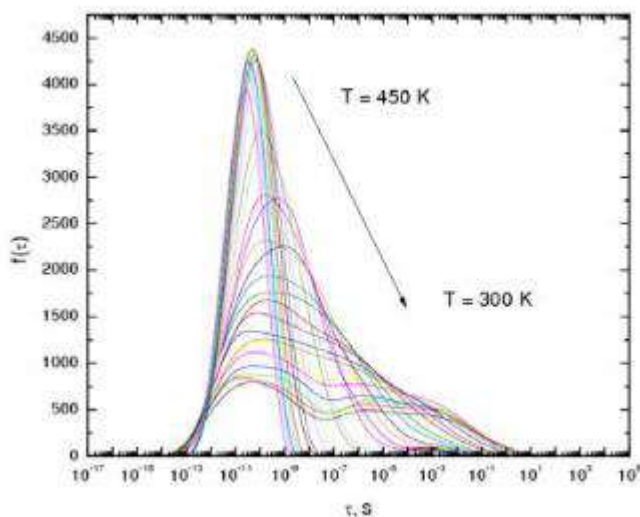


1 pav. $(\text{Pb}_{0.92}\text{La}_{0.08})(\text{Zr}_{0.65}\text{Ti}_{0.35})\text{O}_3$ kompleksinės dielektrinės skvarbos temperatūrinės priklausomybės esant skirtingiems dažniams [1].

Tyrimus atlikome tiek polikristaliniams, tiek monokristaliniams bandiniams. Šie tyrimai yra būtini norint suprasti feroelektrinių relaksorių dinamiką, kuri apima 12-16 dažnio eilių. Be mikrobangų dielektrinės spektroskopijos nėra metodų, kuriais įmanoma ištirti šios dinamikos. Kombinuojant mikrobangų dielektrinės spektroskopijos rezultatus su THz laiko srities eksperimentais bei infraraudonųjų spindulių spektroskopijos metodais identifikavome polinių nanosričių ir fononinių modų indėlių į dielektrinį šių medžiagų atsaką. Vienas iš pavyzdinių rezultatų yra pavaizduotas 1 paveiksle [1]. Tokių unikalių rezultatų, leidžiančių padengti labai platų dažnių intervalą nėra daug. Turint tokius aukštos kokybės rezultatus, galima juos panaudoti skaičiuojant polinių sričių relaksacijos trukmių pasiskirstymus, pavaizduotus 2 paveiksle.

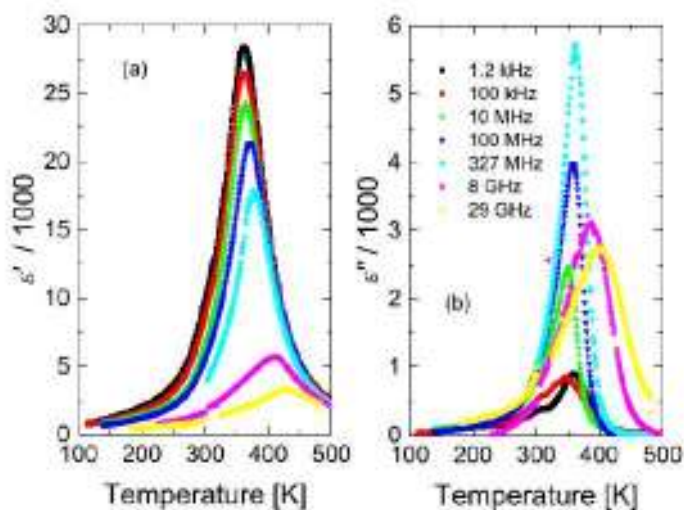
Panašūs tyrimai buvo atlikti ir 0.2PSN-0.4PMN-0.4PZN keramikose. Panaudojus eksperimentinius rezultatus ir bendradarbiaujant su kolegomis iš Vokietijos, buvo sukurtas teorinis

modelis, kuriuo galima aprašyti polinių nanosričių dinamiką. Šie rezultatai buvo publikuoti prestižiniame Physical Review B žurnale [2].



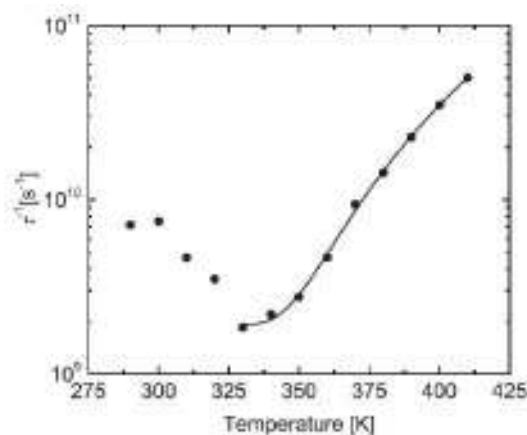
2 pav. Relaksacijos trukmių pasiskirstymas $(\text{Pb}_{0.92}\text{La}_{0.08})(\text{Zr}_{0.65}\text{Ti}_{0.35})\text{O}_3$ keramikose.

Kitas itin svarbus rezultatas buvo gautas bendradarbiaujant su kolegomis iš Japonijos. Kolegos pateikė didelio ploto $0.83\text{PbMg}_{1/2}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3-0.17\text{PbTiO}_3$ (PMN-17PT) monokristalą [3], kuris buvo tinkamo dydžio tyrimams 8-30 GHz dažnių intervale. Pirmą kartą gavome plačiajuostės dielektrinės spektroskopijos rezultatus tokia plačia dažnių intervale matuojant monokristalinį bandinį (3 pav.)



3 pav. $0.83\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3-0.17\text{PbTiO}_3$ kristalų kompleksinės dielektrinės skvarbos priklausomybė nuo temperatūros.

PMN-17PT dielektrinių spektrų analizė atskleidė neįprastą vidutinės relaksacijos trukmės priklausomybę nuo temperatūros, ji pavaizduota 4 paveiksle. Šioje priklausomybėje stebimas atvirkštinės relaksacijos trukmės minimumas. Ši priklausomybė šiek tiek primena tvarkos-netvarkos faziniams virsmams būdingą priklausomybę. Klasikinio tvarkos-netvarkos virsmo atveju tiek žemiau, tiek aukščiau Curie taško ji turėtų būti tiesinė. PMN-17PT atveju tai negalioja dėl kompozicinės netvarkos. Panašūs rezultatai šiai medžiagai buvo gauti pasitelkus ir elastingos sklaidos eksperimentus [4].



4 pav. PMN-17PT monokristalų vidutinės relaksacijos trukmės temperatūrinės priklausomybės.

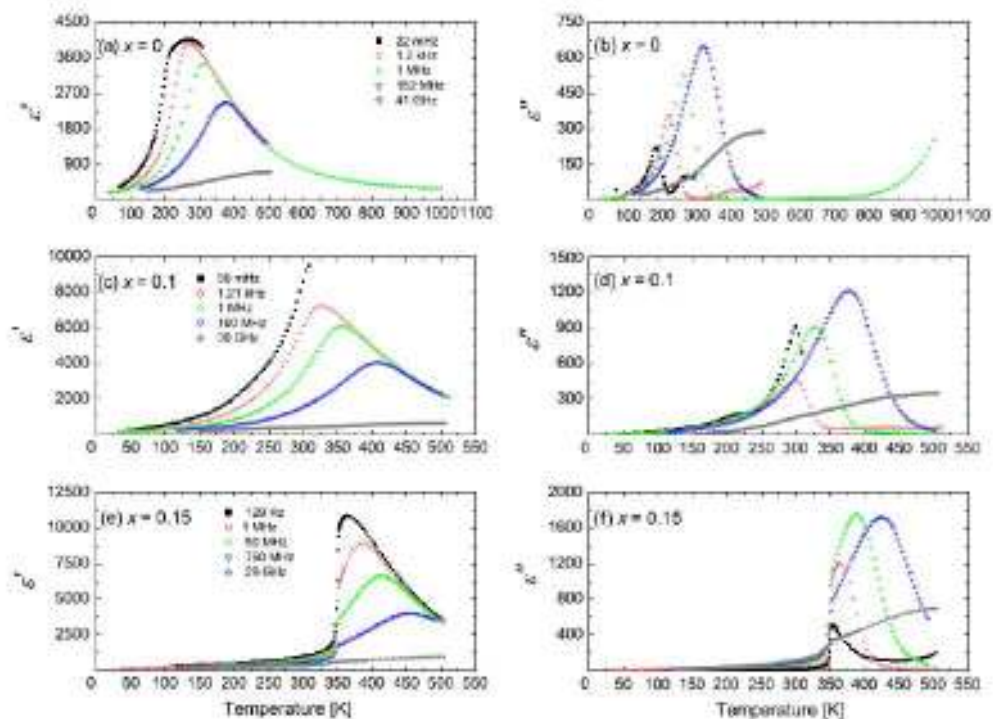
Šis rezultatas yra gana unikalus, ypač žinant, kiek diskusijų mokslinėje literatūroje kelia PMN-xPT sistemos fazinė diagrama. Kompozicijų sritis tarp 10-35 % PbTiO_3 yra itin komplikauta. Kai kuriuose struktūriniuose tyrimuose stebimas makroskopinis fazinis virsmas, o kai kuriuose – ne. Mūsų gautas rezultatas atspindi tai, kad mikroskopiniame lygmenyje sistemoje vyksta tvarkymasis, kuris duoda indėlį į dielektrinį atsaką.

Šie tyrimai yra svarbūs, nes PMN-xPT sistema pasižymi vienu didžiausių pjezoelektrinių koeficientų, taigi yra svarbi medžiaga praktiniams taikymams. Dėl šios priežasties ištyrėme šių kristalų poliarizacijos histerezės ir pjezoelektrinį atsaką, kurį publikavome žurnale *Journal of Alloys and Compounds* [5]. Kartu šiuose tyrimuose išsiaiškinome, kad vėsinant bandinį feroelektrinė fazė kristale atsiranda spontaniškai, nors dielektrinis atsakas yra panašesnis į kanoninių relaksorių.

Anksčiau aptarti perovskito oksidai gali būti laikomi kanoniniais relaksoriais. Jie yra pagaminti švino pagrindu. Mūsų darbų cikle taip pat tyrėme bešvinius ar mažai švino turinčius

perovskito oksidas. Natrio bismuto titanatas - $\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ (NBT) laikomas vienu iš perspektyviausių bešvinių pjezoelektrikų. Ši medžiaga savo makroskopinėmis savybėmis yra itin intriguojanti. Daug struktūrinių tyrimų buvo atlikta, siekiant išsiaiškinti unikalią fazinių virsmų seką joje. Kartu su kolegomis pirmieji publikavome plačiajuostės dielektrinės spektroskopijos tyrimus NBT keramikose [6].

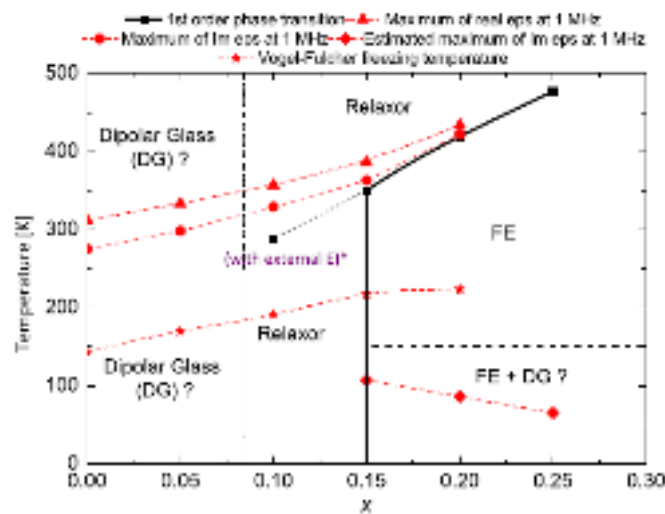
Deja grynas NBT turi nemažai trūkumų, todėl siekiama jį modifikuoti pakaitiniais jonais. Viena iš tokių sistemų – trinariai $0.4\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3-(0.6-x)\text{SrTiO}_3-x\text{PbTiO}_3$ kietieji tirpalai, kuriuos savo darbų cikle itin nuodugniai tyrinėjome. Vienas iš įdomiausių bruožų, kuriuos siekėme paaiškinti – virsmas iš relaksoriaus į feroelektrinę būseną. 5 paveiksle pavaizduota skirtingų kompozicijų temperatūrinės dielektrinės skvarbos priklausomybės [7]. Detaliai ištyrus skirtingų kompozicijų dielektrines savybes buvo nustatyta, jog sistemoje esant mažai švino ($x < 0.1$) keramikos pasižymi dipoliniais stiklams būdingais bruožais. Šiose kompozicijose neįmanoma indukuoti feroelektrinės tolimosios tvarkos išoriniu elektriniu lauku (šis faktas buvo patvirtintas matuojant poliarizacijos ir poslinkio histerezės kilpas [8]).



5 pav. $0.4\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3-(0.6-x)\text{SrTiO}_3-x\text{PbTiO}_3$ sistemos kompleksinės dielektrinės skvarbos temperatūrinės priklausomybės.

Kompozicijoje, kurioje yra 10% švino, tolimoji tvarka gali būti indukuota išoriniu elektriniu lauku. Palaipsniui didinant švino kiekį medžiagoje atsiranda 1-os rūšies savaiminis feroelektrinis fazinis virsmas, tačiau temperatūroje aukštesnėje nei fazinio virsmo temperatūra, stebimi relaksoriams būdingi bruožai. Šie tyrimai patvirtino, jog dėl švino panašiuose kietuosiuose tirpaluose feroelektrinė fazė formuojasi kur kas lengviau, nei bešviniuose kietuosiuose tirpaluose, nors daug kas teigia, jog bismuto ir švino atomų panašumas turėtų duoti panašius rezultatus.

NBT-ST-PT sistemos tyrimai buvo apibendrinti sudarant gana sudėtingą fazinę diagramą, kuri pavaizduota 6 paveiksle. Visi su šia sistema susiję tyrimai buvo publikuoti keturiose aukšto lygio publikacijose [7-10].

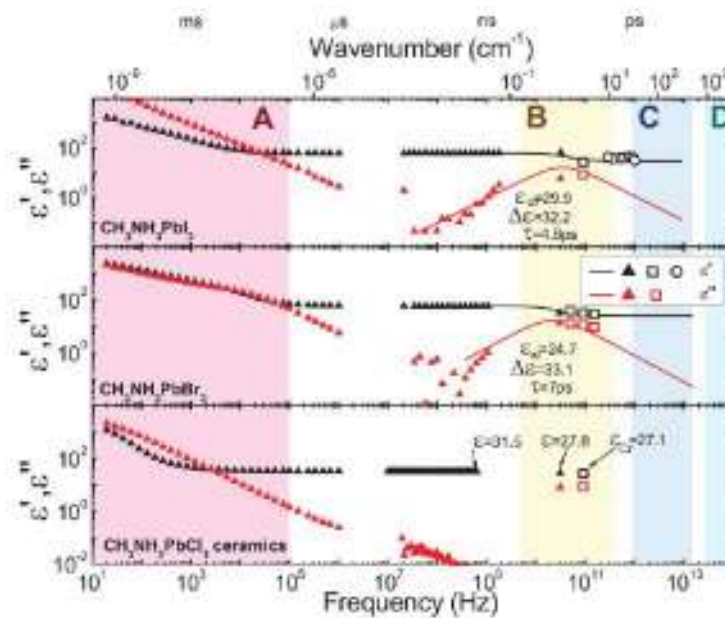


6 pav. $0.4\text{Na}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3-(0.6-x)\text{SrTiO}_3-x\text{PbTiO}_3$ sistemos fazinė diagrama.

Antrojo tirtųjų medžiagų šeima yra hibridiniai junginiai tokie kaip metalo-organiniai karkasai bei hibridiniai perovskitai. Dėl itin plačios skirtingų organinių motyvų bei metalų centrų įvairovės, šie junginiai pasižymi įvairiomis, dažnai multifunkcinėmis, savybėmis. Metalo-organiniai karkasai įprastai pasižymi itin aukštu porėtumu, kurį galima išnaudoti įvairių dujų (pvz. H_2 ar CO_2) pagavimui bei saugojimui, cheminių reakcijų katalizei bei vaistų pernašai medicinoje. Dažnai tokios medžiagų savybės yra susijusios su vidine šių junginių struktūra, struktūriniais faziniais virsmis, karkaso dinamika bei chemine metalo centrų aplinka. Būtent šie metalo-organiniai karkasų aspektai ir buvo charakterizuojami mūsų tyrimuose pasitelkiant elektronų paramagnetinio rezonanso bei plačiajuostę dielektrinę spektroskopijas.

Tuo tarpu hibridiniai švino halidų perovskitai pastaruoju metu susilaukė ypatingai didelio dėmesio dėl itin patrauklių fotovolinių savybių. Per pastarąjį dešimtmetį saulės elementų, pagamintų hibridinių perovskitų pagrindu, efektyvumas stipriai išaugo ir viršijo 25%, tačiau priežastys lemiančios tokį didelį našumą dar nėra iki galo aiškios. Mūsų darbai, pasitelkiant unikalios plačiajuostės dielektrinės spektroskopijos metodus, leido paaiškinti tokį didelį šių medžiagų našumą.

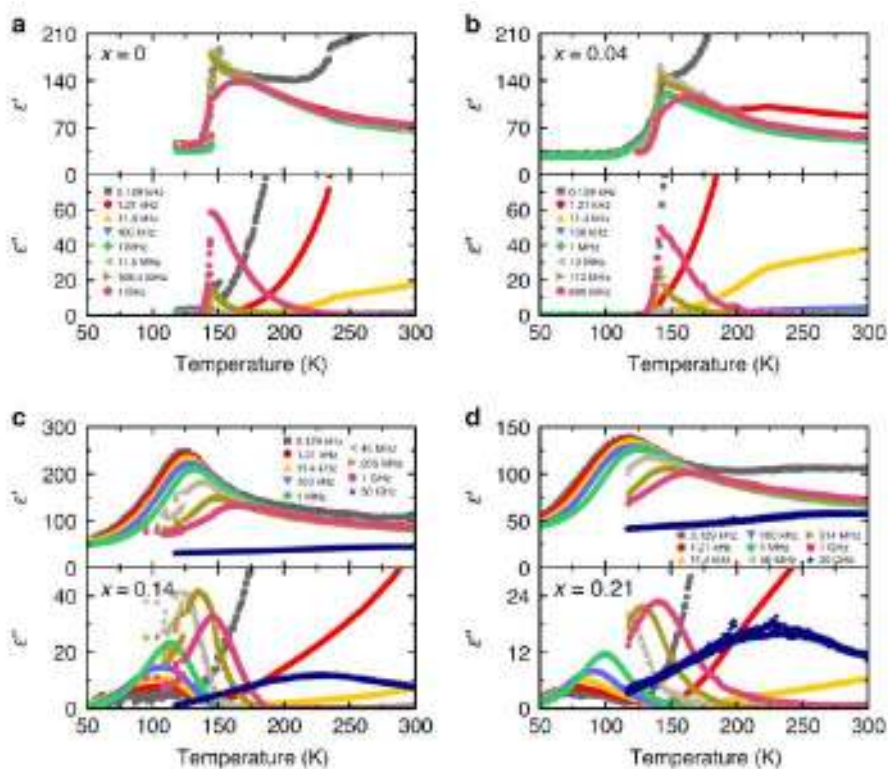
Mūsų grupė pirmoji pasaulyje išmatavo metilamonio švino halidų MAPbX_3 ($X = \text{Cl}, \text{Br}, \text{I}$) hibridinių perovskitų plačiajuostį dielektrinę atsaką (žr. 7 pav.). Nustatyta gana didelė dielektrinės skvarbos vertė (~ 30) aukštuose dažniuose (GHz – THz), kuri leidžia ekranuoti sugeneruotų krūvininkų pagavimo centrus bei mažina eksitonų ryšio energiją. Šis mūsų nustatytas dėsningumas leido paaiškinti didelį saulės elementų, pagamintų iš šių medžiagų, efektyvumu. Mūsų rezultatai publikuoti itin aukšto citavimo rodiklio žurnale *Advanced Energy Materials* [11].



7 pav. Plačiajuostė dažninė MAPbX_3 hibridinių perovskitų kompleksinės dielektrinės skvarbos priklausomybė. Paimta iš [11].

Plačiajuostė dielektrinė spektroskopija taip pat buvo naudojama ištirti hibridinius perovskitus su maišytais molekuliniais katijonais. Viena iš tokių sistemų yra metilamonio/dimetilamonio (MA/DMA) švino bromidas, kur dalis MA katijonų yra pakeisti daug didesniais DMA katijonais. Mūsų išmatuotas plačiajuostis dielektrinis tokios sistemos atsakas (8 pav.) leido nustatyti, kaip maišymas paveikia struktūrinius fazinius virsmus, katijonų dinamiką bei

tolimąją tvarką. Gauti rezultatai parodė, kad maišymas slopina struktūrinius fazinius virsmus, kurie visai išnyksta ir sistema lieka kubinės simetrijos esant santykinai didelei DMA koncentracijai (>14%). Taip pat pirmą kartą buvo pastebėta, kad didelė DMA koncentracija sukelia MA katijonų frustraciją, dėl kurios atsiranda dipolinio (orientacinio) stiklo fazė. Įdomu pažymėti, kad maišytos sistemos dielektrinė skvarba taip pat išaugo, o tai yra itin svarbu šių medžiagų taikyme saulės elementų gamybai. Šie rezultatai publikuoti prestižiniame žurnale Nature Communications [12].

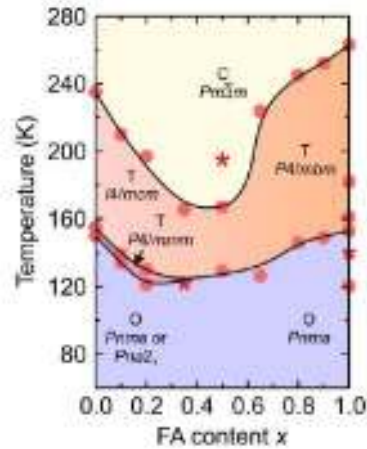


8 pav. Temperatūrinė maišytų MA/DMAPbBr₃ hibridinių perovskitų kompleksinės dielektrinės skvarbos priklausomybė esant skirtingoms DMA koncentracijoms ir dažniams.

Paimta iš [12].

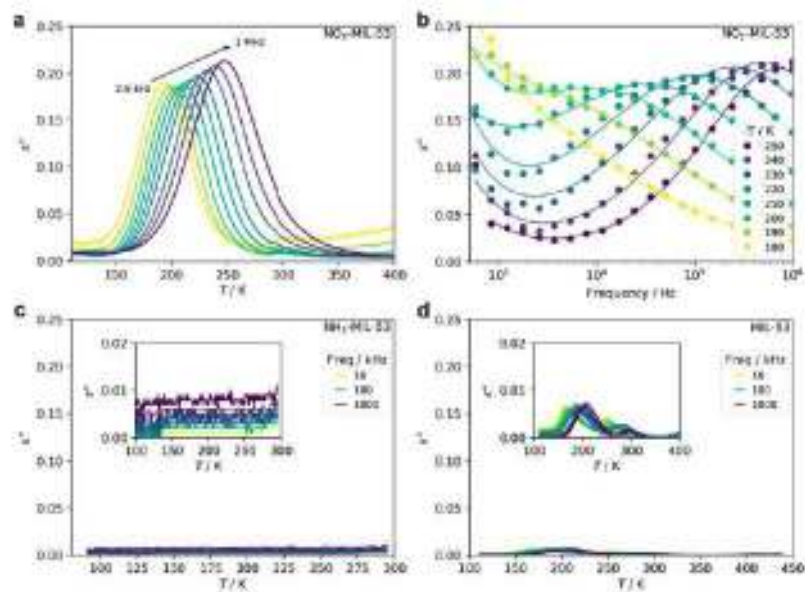
Mūsų grupės unikali metodika taip pat buvo panaudota ištirti ir kitas maišytų perovskitų sistemas kaip metilamonio/formamidinio švino bromidas MA/FAPbBr₃. Išmatuotas dielektrinis atsakas leido ištirti dielektrinės skvarbos pokytį, katijonų dinamiką bei maišymo įtaką faziniams virsmams. Gauti rezultatai leido nustatyti šių junginių fazinę diagramą bei palyginti šių junginių dielektrinį atsaką su kitais maišytais hibridiniais perovskitais (9 pav.). Šis darbas publikuotas aukšto cituojamumo žurnale Chemistry of Materials [13].

Greta hibridinių perovskitų tyrimų, mūsų grupė taip pat sėkmingai pritaikė plačiauose dielektrinę spektroskopiją studijuoti elektrinių dipolių dinamiką metalo-organiniuose karkasuose. Viename iš tokių darbų mes ištyrėme MIL-53(AI) karkaso su įvairiai funkcionalizuotais fenileno linkeriais dielektrinį atsaką (10 pav.).



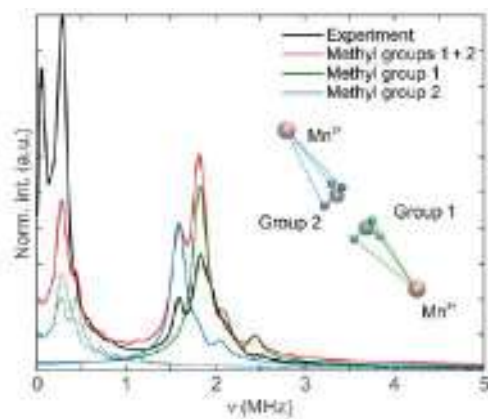
9 pav. Maišytų MA/FAPbBr₃ hibridinių perovskitų FA koncentracijos-temperatūros fazinė diagrama. Paimta iš [13].

Kombinuojant mūsų dielektrinius rezultatus su BMR matavimais, pirmą kartą hibridiniuose junginiuose buvo nustatyta kaimyninių linkerių koreliuota dinamika. Šis tyrimas atveria kelius molekulinėms tyrimams. Mūsų darbas publikuotas itin aukšto cituojamumo rodiklio žurnale Journal of American Chemical Society [14].



10 pav. (a) Temperatūrinė bei (b) dažninė funkcionalizuoto NO₂-MIL-53(Al) metalo-organinio karkaso menamos dielektrinės skvarbos priklausomybė. Temperatūrinė (c) NH₂-MIL-53(Al) ir (d) MIL-53(Al) metalo-organinio karkasų menamos dielektrinės skvarbos priklausomybė. Paimta iš [14].

Hibridinėms medžiagoms tirti mūsų grupė taip pat aktyviai naudoja elektronų paramagnetinio rezonanso (EPR) spektroskopiją. Viename iš mūsų darbų mes pirmą kartą panaudojome impulsinį EPR stebėti bei charakterizuoti metilo grupių kvantinį tuneliavimą (11 pav.). Šis efektas buvo aptiktas hibridiniame dimetilamonio cinko formiato karkase. Dėl itin didelio tuneliavimo dažnio jautrumo lokaliai metilo grupės aplinkai, šis darbas atveria kelius naujo tipo EPR spektroskopijai. Tokie tyrimai būtų itin patrauklūs biomolekulėse, kuriose metilo grupės sudaro didžiąją dalį cheminių grupių. Šis mūsų darbas publikuotas prestižiniame žurnale Science Advances [15].



11 pav. [(CH₃)₂NH₂][Zn(HCOO)₃] metalo-organinio karkaso metilo grupių kvantinio tuneliavimo spektras pamatuotas naudojant impulsinę EPR spektroskopiją [15].

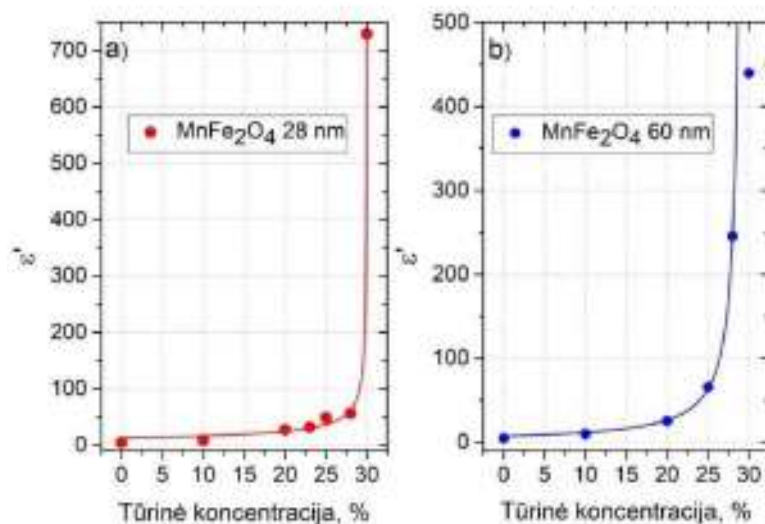
Paskutinė tirtų medžiagų šeima – kompozitai, sudaryti iš polimerinės matricos bei neorganinių intarpų. Šie tyrimai buvo atliekami siekiant sukurti naujas medžiagas, kurios būtų naudojamos elektromagnetinio lauko ekranavimui. Polimerai yra naudingos medžiagos, nes jomis galima lengvai padengti didelį plotą, tačiau jų elektrinės savybės dažniausiai nėra tinkamos taikymams susijusiems su elektromagnetinėmis bangomis. Vienas efektyviausių būdų pagerinti elektromagnetines ir mechanines polimerų savybes – neorganinių nanodalelių įterpimas į

polimerinę matricą. Jeigu dalelės laidžios – galima gauti laidų kompozitą, tinkantį ekranavimo taikymams.

Vieną iš šiame darbe pristatomų kompozitų šeimų sudaro epoksidinės dervos matrica, užpildyta įvairiomis nanodalelėmis. Pirmasis iš užpildų – skirtingo dydžio $MnFe_2O_4$ nanodalelės [16]. Šios medžiagos realiosios dalies dielektrinės skvarbos priklausomybė nuo tūrinės koncentracijos pavaizduota 12 paveiksle. Dielektrinė skvarba didėja didėjant $MnFe_2O_4$ koncentracijai, o ypač staigus padidėjimas buvo pastebėtas ties 30 % koncentracija. Ši priklausomybė buvo aprašyta klasikiniu perkoliacijos dėsnium

$$\varepsilon' \propto (p_c - p)^{-t}, \quad (1)$$

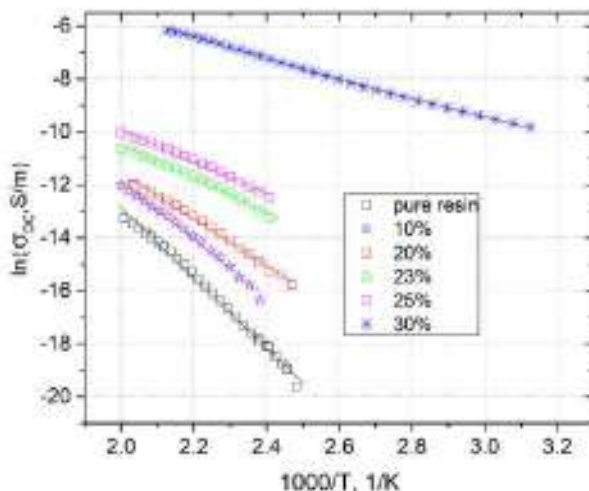
kur p_c yra perkoliacijos slenkstis, t yra konstanta.



12 pav. $MnFe_2O_4$ epoksidinės dervos kompozitų dielektrinės skvarbos priklausomybė nuo užpildų koncentracijos; dalelių dydis (a) 28 nm, (b) 60 nm.

Perkoliacijos slenkstis praktiškai nepriklauso nuo $MnFe_2O_4$ nanodalelės dydžio ir yra artimas vertei nustatytai išstumtojo tūrio teorijoje. Kompozitams, esantiems žemiau perkoliacijos slenkščio bei esant aukštai temperatūrai (virš 380 K), menama kompleksinės dielektrinės skvarbos dalis stipriai padidėja ir tampa didesnė už realios dielektrinės skvarbos dalį, o tai reiškia, kad kompozitas tapo laidžiu. Iš tiesų, esant aukštai temperatūrai elektrinio laidumo priklausomybėje nuo dažnio stebima nepriklausoma plokščia dalis, kuri atitinka nuolatinės srovės laidumą ir sritį, kur laidumas didėja didėjant dažniui aukštuose dažniuose (atitinka kintamosios srovės laidumą).

Todėl elektrinį laidumą nuolatinei elektrinei srovei galima nustatyti iš laidumo spektrų (tai yra dažninių spektrų). Visų tirtų MnFe₂O₄/epoksidinės dervos kompozitų, kurių dalelių dydis 28 nm, nuolatinės srovės laidumo vertės parodytos 13 paveiksle.



13 pav. Epoksidinės dervos kompozitų su MnFe₂O₄ nanodalelėmis (dydis 28 nm) nuolatinės elektros srovės laidumo priklausomybė nuo temperatūros.

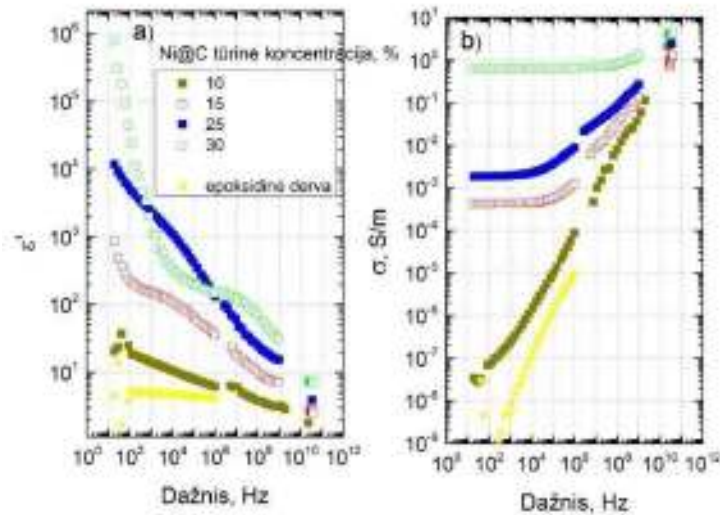
Kompozitams, esantiems žemiau perkoliacijos slenksčio (≤ 25 % tūrinės koncentracijos), nuolatinės srovės laidumas stebimas tik aukštesnėje temperatūroje (virš 380 K). Tokią nuolatinės srovės laidumo elgseną lemia tai, kad epoksidinė derva tampa laidu aukštoje temperatūroje. Nuolatinės srovės laidumo temperatūrinė priklausomybė buvo aproksimuota Arenijaus dėsnium:

$$\sigma_{DC} = \sigma_0 \exp\left(-\frac{E_A}{k_B T}\right) \quad (2)$$

čia σ_0 yra priešeksponentinis daugiklis, o E_A yra laidumo aktyvacijos energija. Gauti parametrai pateikti 2 lentelėje. Kaip matyti, laidumo aktyvacijos energija mažėja, kai užpildų koncentracija mažėja. Kompozitams, viršijantiems perkoliacijos slenkstį (30 % tūrinės koncentracijos), nuolatinės srovės laidumas stebimas kambario temperatūroje, temperatūrai augant jo vertė didėja. Panašus laidumo elgsenys buvo pastebėtas ir visiems kitiems tirtiems MnFe₂O₄/epoksidinės dervos kompozitams, kurių dalelių dydis buvo 60 nm.

Taipogi išyrėme kompozitų, kurių užpildas epoksidinėje dervoje buvo nikelio nanodalelės dengtos anglimi (Ni@C) [17]. Jų dielektrinės skvarbos ir elektrinio laidumo priklausomybės nuo dažnio kambario temperatūroje pateiktos 14 paveiksle. Bandiniui, kurio Ni@C koncentracija yra

mažiausia (10 % tūrinės koncentracijos, tamsiai žalios spalvos užpildyti simboliai), dielektrinė skvarba silpnai priklauso nuo dažnio, o nuolatinės srovės laidumo plokščios dalies nėra (panašiai kaip grynos epoksidinės dervos).

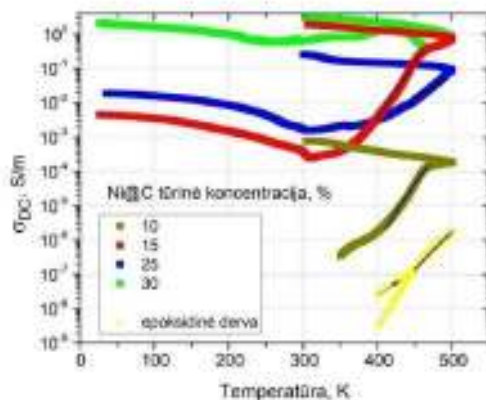


14 pav. Ni@C / epoksidinės dervos kompozitų dielektrinės skvarbos (a) ir elektrinio laidumo (b) dažninės priklausomybės kambario temperatūroje [17].

Tuo tarpu, kiti bandiniai demonstruoja elektrinį laidumą nuolatiniam elektriniam laukui ir stiprią dielektrinės skvarbos priklausomybę nuo dažnio. Didėjant įterptų Ni@C nanodalelių koncentracijai, nuolatinės srovės laidumo absoliučioji vertė didėja. Toks rezultatas rodo, kad Ni@C / epoksidinės dervos kompozitų perkoliacijos slenkstis yra nuo 10 % iki 15 % tūrinės koncentracijos. Be to, kompozitams, virš perkoliacijos slenkščio, dielektrinė skvarba ir elektrinis laidumas yra pakankami dideli ($\epsilon' = 10^5$ ir $\sigma = 0.6$ S/m esant 100 Hz, jei kompozitai turi 30 % tūrinės koncentracijos Ni@C). Elektromagnetinių bangų dažniui didėjant, dielektrinė skvarba mažėja, o elektrinis laidumas didėja, tačiau kompleksinė dielektrinės skvarba išlieka gana didelė net mikrobangų dažnių diapazone, todėl šie kompozitai yra tinkami naudoti elektromagnetiniam ekranavimui.

Ni@C / epoksidinės dervos kompozitų nuolatinės srovės laidumo priklausomybė nuo temperatūros plačiame temperatūros diapazone pateikiama 15 paveiksle. Kompozito, kuris yra žemiau perkoliacijos slenkščio (Ni@C dalelių tūrinė koncentracija yra 10 %), elektrinis laidumas stebimas esant aukštesnėms temperatūroms (virš 400 K) dėl elektrinio laidumo epoksidinės dervos matricoje. Kompozitams, kurie yra laidūs kambario temperatūroje, yra stebimas nedidelis

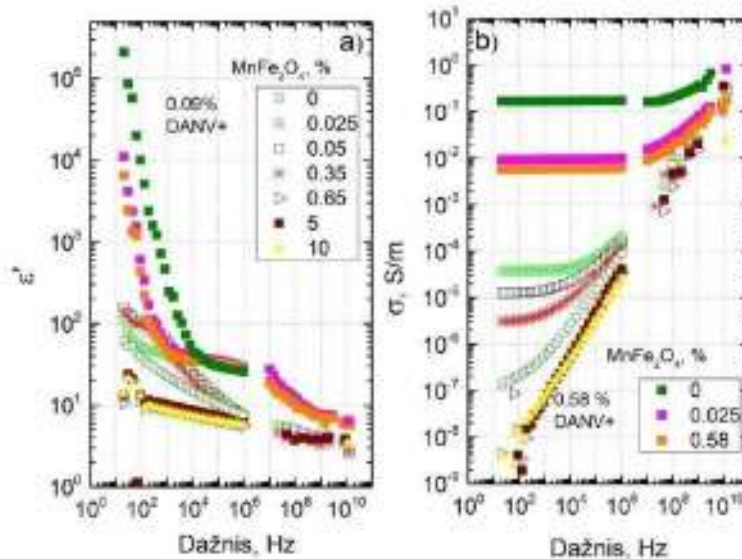
nuolatinės srovės laidumo sumažėjimas didėjant temperatūrai nuo žemiausių eksperimentiškai pasiekiamų verčių iki 310 K; šis sumažėjimas akivaizdžiai yra susietas su polimero matricos šilumine plėtra. Kaitinant kompozitus kitame temperatūrų intervale iki maksimalios temperatūros (500 K), monotoniškai padidėja nuolatinės srovės laidumo vertės (maždaug 100-1000 kartų?). Šis padidėjimas yra sąlygotas epoksidinės dervos laidumo. Kaitinant kompozitus virš 450 K bei esant tam tikroms nanodalelių koncentracijoms yra stebimas staigus elektrinio laidumo padidėjimas arba sumažėjimas, kuris yra susietas su perkoliacinio tinklo persitvarkymu ir naujo perkoliacinio tinklo atsiradimu. Persiskirstymo efektai tampa dar labiau akivaizdūs šaldymo ciklo rezultatuose: kompozitų elektrinis laidumas padidėja ir tampa nepriklausantis nuo temperatūros. Netgi kompozitui, kuriam nebuvo stebima elektrinė perkoliacija iki kaitinimo (10 % tūrinės koncentracijos), nuolatinės srovės elektrinis laidumas buvo pastebėtas po kaitinimo-šaldymo ciklo. Šis efektas gali būti paaiškintas dalelių persiskirstymu atkaitinus kompozitą iki 500 K. Tai reiškia, kad atkaitinimas virš 500 K gali būti veiksmingas būdas sumažinti perkoliacijos slenkstį nagrinėjamuose kompozituose. Mažiausias elektrinio laidumo padidėjimas po atkaitinimo stebimas kompozitams, kurių Ni@C koncentracija yra didžiausia, akivaizdžiai, dėl mažiausių atstumų tarp laidžių klasterių ir stabiliausio pradinio perkoliacijos tinklo, susidariusio prieš terminį apdorojimą.



15 pav. Ni@C / epoksidinės dervos kompozitų nuolatinės srovės laidumo priklausomybė nuo temperatūros. Išsitiesinės linijos aukštoje temperatūroje atitinka Arenijaus dėsnio aproksimaciją.

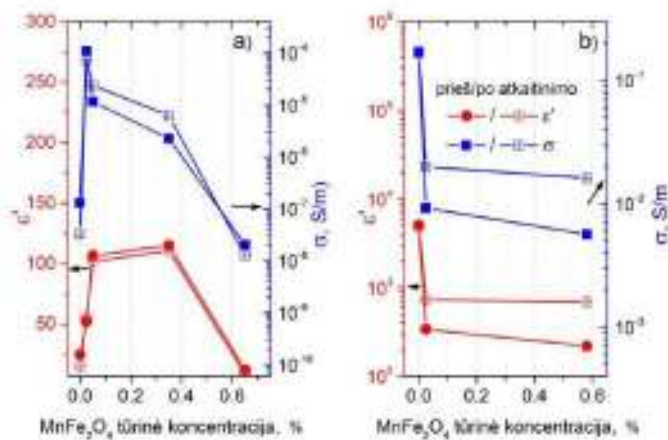
Buvo tiriami ir hibridiniai kompozitai, kuriuose matrica sudaryta iš epoksidinės dervos ir DANV mišinio [18]. Šiuose kompozituose buvo įterpiamos jau aukščiau minėtos nanodalelės.

Epoksidinės dervos/DANV/MnFe₂O₄ hibridinių kompozitų elektrinio laidumo ir dielektrinės skvarbos priklausomybės nuo dažnio kambario temperatūroje yra pateiktos 16 paveiksle.



16 pav. Epoksidinės dervos / DANV / MnFe₂O₄ hibridinių kompozitų elektrinio laidumo ir dielektrinės skvarbos priklausomybės nuo dažnio kambario temperatūroje (tūrinė nanodalelių koncentracija).

Esant žemiems dažniams (žemiau 1 MHz), kompozitų dielektrinė skvarba ir elektrinis laidumas stipriai priklauso nuo MnFe₂O₄ nanodalelių koncentracijos. Hibridiniuose kompozituose, kurių DANV tūrinė koncentracija yra 0.09 %, pridėjus nedidelį kiekį MnFe₂O₄ (0.025 % tūrinės koncentracijos), nelaidus kompozitas (atviri žalieji simboliai, 16 pav.), hibridinis kompozitas tampa laidžiu, o jo laidumo vertė padidėja net 1000 kartų. Esant didesnėms MnFe₂O₄ tūrinėms koncentracijoms (0.05 % ir 0.35 %), kompozitų elektrinis laidumas yra mažesnis. O esant didžiausioms MnFe₂O₄ tūrinėms koncentracijoms (0.65 %, 5 % ir 10 %), kompozitai yra visiškai nelaidūs nuolatinei srovei (laidumo spektruose nėra būdingojo plato), o laidumas kintamai elektrinei srovei yra daug mažesnės nei kompozitams be MnFe₂O₄ intarpų. Elektrinio laidumo maksimumas, stebimas esant 0.025 % MnFe₂O₄ tūrinei koncentracijai, buvo vizualiai išreikštas atsižvelgiant į atitinkamą koncentracinę priklausomybę kambario temperatūroje ir esant 129 Hz dažniui, kaip parodyta 17 paveiksle (dielektrinės skvarbos ir elektrinio laidumo rezultatai pateikiami prieš ir po atkaitinimo 500 K temperatūroje).



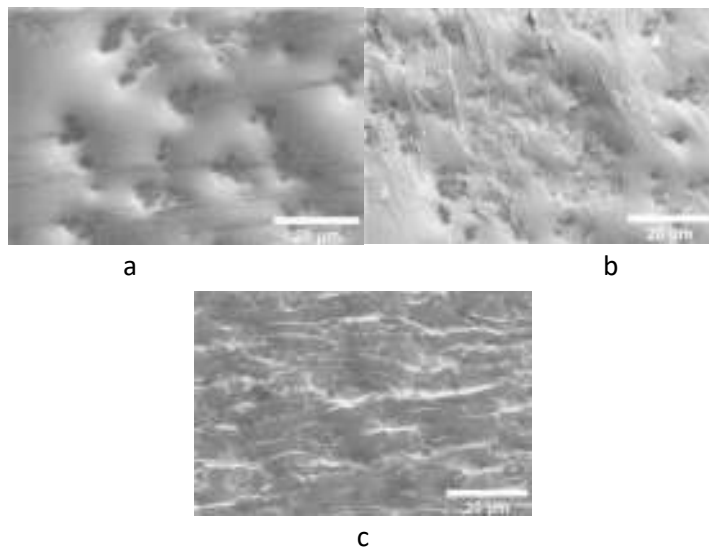
17 pav. Epoksidinės dervos DANV ir MnFe₂O₄ nanodalelių hibridinių kompozitų dielektrinės skvarbos ir elektrinio laidumo priklausomybė nuo užpildo koncentracijos, esant dažniui 129 Hz ir kambario temperatūrai, DANV tūrinė koncentracija (a) 0.09 %, (b) 0.58 %.

Šiems kompozitams, kai DANV koncentracija yra žemiau perkoliacijos slenksčio, galima pastebėti dviejų užpildų sinergijos efektą, kuris stebimas tik esant tam tikros mažoms MnFe₂O₄ koncentracijoms. Šį rezultatą iš dalies galima paaiškinti analizuojant elektroninės mikroskopijos nuotraukas. Geriausias DANV pasiskirstymas buvo stebimas bandiniui, kurio MnFe₂O₄ koncentracija buvo mažiausia. Be to, tarp DANV ir MnFe₂O₄ klasterių gali vykti elektrinė pernaša ir šis mechanizmas turėtų lemti bendrą kompozito laidumo padidėjimą. Tačiau jo indėlis į bendrą laidumą akivaizdžiai yra daug mažesnis nei tunelinis laidumas tarp DANV klasterių.

Į antrosios DANV serijos kompozitus, kurių DANV tūrinė koncentracija yra pakankamai didelė – 0.58 %, pridėjus bet kokį nedidelį MnFe₂O₄ kiekį (iki 0.58 % tūrinės koncentracijos) absoliučios elektrinio laidumo vertės tapo mažesnės (žr. 18 b pav.). Taigi, esant gerai suformuotam DANV perkoliacijos tinklui, bet koks magnetinių MnFe₂O₄ dalelių kiekis lemia elektrinio laidumo sumažėjimą. Tai reiškia, kad šiai bandinių serijai sinergijos efektas nėra stebimas. Pastebėtas efektas gali būti paaiškinamas blogesniu DANV pasiskirstymu dėl pridėtų MnFe₂O₄ nanodalelių.

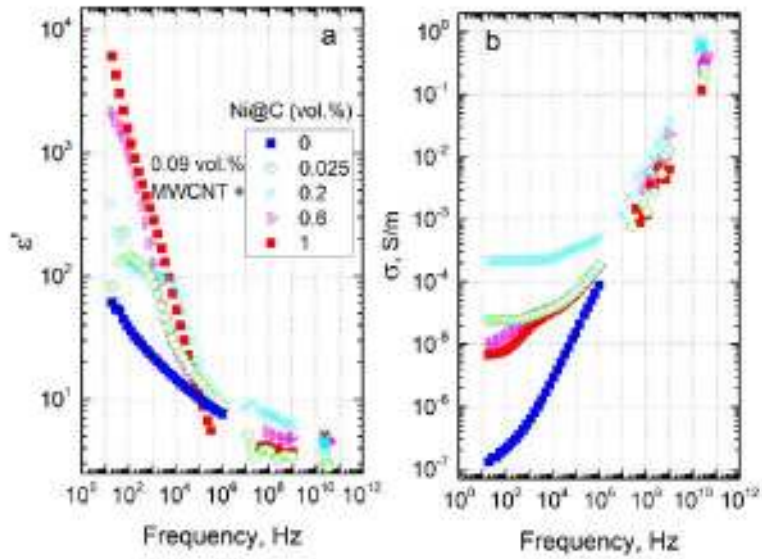
Siekiant pamatyti DANV makroskopinį pasiskirstymą, panoraminiai epoksidinės dervos / DANV /Ni@C hibridinių kompozitų SEM vaizdai pateikti 18 paveiksle (DANV klasteriai matomi kaip juodos dėmės, kurias patvirtina didesnės skiriamosios gebos SEM nuotraukos). DANV tinklas aiškiai pastebimas kompozituose, kuriuose yra 0.6 % Ni@C (18 b pav.), kompozituose, kuriuose 1 % Ni@C tūrinės koncentracijos DANV klasteriai yra tolygiai

pasiskirstę, o kompozituose be Ni@C nėra DANV makroskopinės struktūros. Tai gerai sutampa su aukščiau aptartais rezultatais, kad DANV klasteriai gali sumažinti perkoliacijos slenkstinę vertę. Mažesni Ni@C klasteriai veikia kaip DANV klasterių separatoriai (18 pav.) ir palaiko tam tikrą makroskopinę DANV tinklo struktūrą (18 b, c pav.).

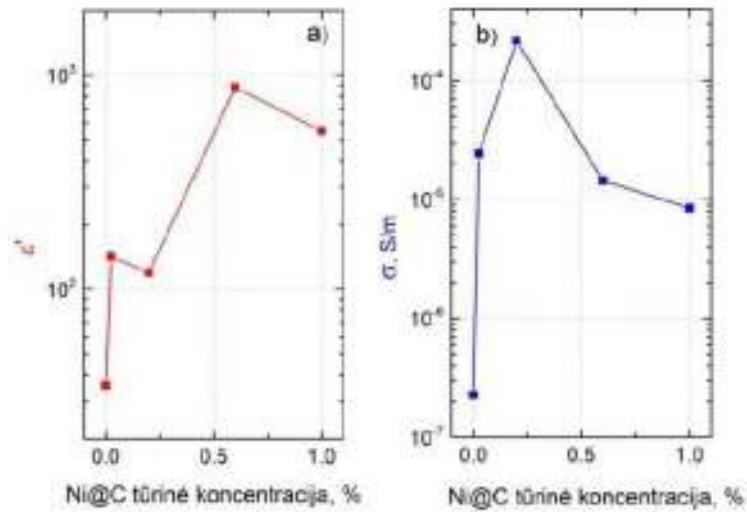


18 pav. Epoksidinės dervos DANV ir Ni@C nanodalelių hibridinių kompozitų skenuojančio elektroninio mikroskopo (SEM) nuotraukos, (a) 0, (b) 0.6 ir (c) 1 % Ni@C tūrinės koncentracijos.

Hibridinių DANV/Ni@C kompozitų dielektrinės skvarbos ir elektrinio laidumo dažninės ir koncentracinės (esant fiksuotam 129 Hz dažniui) priklausomybės kambario temperatūroje yra pavaizduotos atitinkamai 19 ir 20 paveiksluose. Ni@C pridėjimas į nelaidų kompozitą su DANV (žemiau perkoliacijos slenksčio) sąlygoja nuolatinės srovės elektrinio laidumo atsiradimą, kuris kinta nemonotoniškai didėjant Ni@C nanodalelių koncentracijai. Pirma, σ_{DC} padidėja, tada, pasiekęs maksimalią vertę kai Ni@C tūrinė koncentracija yra 0.2 %, laidumas pradeda mažėti. Tai rodo sinergijos efektą tarp dviejų užpildų esant mažam Ni@C kiekiui. Galbūt nedideli Ni@C klasteriai, esantys tarp nanovamzdelių, padeda jiems užbaigti DANV perkoliacijos tinklo formavimąsi. Maži Ni@C kiekiai iki 0.2 % tūrinės koncentracijos pagerina DANV dispersiją polimero matricoje, tuo tarpu esant didesnei Ni@C koncentracijai, padidėja aglomeratų skaičius ir dėl to pastebimas DANV pasiskirstymo pablogėjimas (žr. SEM vaizdus 18 paveiksle).



19 pav. Hibridinių DANV/Ni@C kompozitų dielektrinės skvarbos ir elektrinio laidumo dažninės priklausomybės kambario temperatūroje.



20 Pav. Hibridinių DANV/Ni@C kompozitų dielektrinės skvarbos ir elektrinio laidumo priklausomybės nuo koncentracijos kambario temperatūroje.

Šiame apraše naudota literatūra

Šis darbas parengtas atrinktų publikacijų sąrašu. Pilnas su darbu susijęs publikacijų sąrašas yra pateiktas priede.

1. Banys, J.; Grigalaitis, R.; Mikonis, A.; Macutkevic, J.; Keburis, P. Distribution of Relaxation Times of Relaxors: Comparison with Dipolar Glasses. *Phys. Status Solidi C* **2009**, 6 (12), 2725–2730.
2. Macutkevic, J.; Banys, J.; Bussmann-Holder, A.; Bishop, A. R. Origin of Polar Nanoregions in Relaxor Ferroelectrics: Nonlinearity, Discrete Breather Formation, and Charge Transfer. *Phys. Rev. B* **2011**, 83 (18), 184301.
3. Svirskas, Š.; Banys, J.; Kojima, S. Broadband Dielectric Spectroscopy of Pb-Based Relaxor Ferroelectric $(1-x)\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-XPbTiO}_3$ with Intermediate Random Fields. *J. Appl. Phys.* **2017**, 121 (13), 134101.
4. Helal, M. A.; Aftabuzzaman, M.; Svirskas, S.; Banys, J.; Kojima, S. Temperature Evolution of Central Peaks and Effect of Electric Field in Relaxor Ferroelectric $0.83\text{Pb}(\text{Mg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3})\text{O}_3\text{-}0.17\text{PbTiO}_3$ Single Crystals. *Jpn. J. Appl. Phys.* **2017**, 56 (10S), 10PB03.
5. Svirskas, Š.; Jablonskas, D.; Samulionis, V.; Kojima, S.; Banys, J. Is There a Spontaneous Ferroelectric Phase Transition in $0.83\text{PbMg}_{1/3}\text{Nb}_{2/3}\text{O}_3\text{-}0.17\text{PbTiO}_3$ Single Crystal? *J. Alloys Compd.* **2018**, 748, 127–133.
6. Petzelt, J.; Nuzhnyy, D.; Bovtun, V.; Paściak, M.; Kamba, S.; Dittmer, R.; Svirskas, Š.; Banys, J.; Rödel, J. Peculiar Bi-Ion Dynamics in $\text{Na}_{1/2}\text{Bi}_{1/2}\text{TiO}_3$ from Terahertz and Microwave Dielectric Spectroscopy. *Phase Transit.* **2014**, 87 (10–11), 953–965.
<https://doi.org/10.1080/01411594.2014.953517>.
7. Svirskas, S.; Ivanov, M.; Bagdzevicius, S.; Macutkevic, J.; Brilingas, A.; Banys, J.; Dec, J.; Miga, S.; Duce, M.; Birks, E.; Antonova, M.; Sternberg, A. Dielectric Properties of $0.4\text{Na}_0.5\text{Bi}_0.5\text{TiO}_3\text{-(}0.6\text{-x)}\text{SrTiO}_3\text{-XPbTiO}_3$ Solid Solutions. *Acta Mater.* **2014**, 64, 123–132.

8. Svirskas, Š.; Duce, M.; Birks, E.; Sternberg, A.; Banys, J. Electromechanical Properties of Na_{0.5}Bi_{0.5}TiO₃-SrTiO₃-PbTiO₃ Solid Solutions. *J. Phys. Chem. Solids* **2018**, *114*, 94–99.
9. Svirskas, Š.; Ivanov, M.; Bagdzevičius, Š.; Duce, M.; Antonova, M.; Birks, E.; Sternberg, A.; Brilingas, A.; Banys, J. Dynamics of Phase Transition in 0.4NBT-0.4ST-0.2PT Solid Solution. *Integr. Ferroelectr.* **2012**, *134* (1), 81–87.
10. Svirskas, Š.; Shvartsman, V. V.; Duce, M.; Ignatans, R.; Birks, E.; Ostapchuk, T.; Kamba, S.; Lupascu, D. C.; Banys, J. Two-Phase Dielectric Polar Structures in 0.1NBT-0.6ST-0.3PT Solid Solutions. *Acta Mater.* **2018**, *153*, 117–125.
11. Anusca, I.; Balčiūnas, S.; Gemeiner, P.; Svirskas, Š.; Sanlialp, M.; Lackner, G.; Fettkenhauer, C.; Belovickis, J.; Samulionis, V.; Ivanov, M.; Dkhil, B.; Banys, J.; Shvartsman, V. V.; Lupascu, D. C. Dielectric Response: Answer to Many Questions in the Methylammonium Lead Halide Solar Cell Absorbers. *Adv. Energy Mater.* **2017**, *7* (19), 1700600.
12. Simenas, M.; Balciunas, S.; Wilson, J. N.; Svirskas, S.; Kinka, M.; Garbaras, A.; Kalendra, V.; Gagor, A.; Szewczyk, D.; Sieradzki, A.; Maczka, M.; Samulionis, V.; Walsh, A.; Grigalaitis, R.; Banys, J. Suppression of Phase Transitions and Glass Phase Signatures in Mixed Cation Halide Perovskites. *Nat. Commun.* **2020**, *11* (1), 5103.
13. Šimėnas, M.; Balčiūnas, S.; Svirskas, Š.; Kinka, M.; Ptak, M.; Kalendra, V.; Gagor, A.; Szewczyk, D.; Sieradzki, A.; Grigalaitis, R.; Walsh, A.; Mączka, M.; Banys, J. Phase Diagram and Cation Dynamics of Mixed MA₁-XFAxPbBr₃ Hybrid Perovskites. *Chem. Mater.* **2021**, *33* (15), 5926–5934.
14. Gonzalez-Nelson, A.; Mula, S.; Šimėnas, M.; Balčiūnas, S.; Altenhof, A. R.; Vojvodin, C. S.; Canossa, S.; Banys, J.; Schurko, R. W.; Coudert, F.-X.; van der Veen, M. A. Emergence of Coupled Rotor Dynamics in Metal–Organic Frameworks via Tuned Steric Interactions. *J. Am. Chem. Soc.* **2021**, *143* (31), 12053–12062.
15. Šimėnas, M.; Klose, D.; Ptak, M.; Aidas, K.; Mączka, M.; Banys, J.; Pöppl, A.; Jeschke, G. Magnetic Excitation and Readout of Methyl Group Tunnel Coherence. *Sci. Adv.* **2020**, *6* (18), eaba1517.

16. Meisak, D.; Macutkevic, J.; Selskis, A.; Banys, J.; Kuzhir, P. Dielectric Properties and Electrical Percolation in MnFe₂O₄/Epoxy Resin Composites. *Phys. Status Solidi A* **2020**, *217* (6), 1900526.
17. Meisak, D.; Macutkevic, J.; Selskis, A.; Kuzhir, P.; Banys, J. Dielectric Relaxation Spectroscopy and Synergy Effects in Epoxy/MWCNT/Ni@C Composites. *Nanomaterials* **2021**, *11* (2), 555.
18. D. Meisak, J. Macutkevic, A. Plyushch, P. Kuzhir, A. Selskis, J. Banys, Dielectric relaxation in hybrid Epoxy/MWCNT/MnFe₂O₄ composites, *Polymers* **2020**, *12*, 697.

Darbo anotacija

Jūras Banys, Mantas Šimėnas, Jan Macutkevič, Šarūnas Svirskas, Sergejus Balčiūnas, Vidmantas Kalendra, Robertas Grigalaitis.

Funkcinių medžiagų mikrobangų spektroskopija (2008-2022 m.)

Šiuolaikinės technologijos neįsivaizduojamos be inovatyvių funkcinių medžiagų kūrimo bei tyrimo. Keletą dešimtmečių stengiamasi sintetinti multifunkcines medžiagas, pasižyminčias keletu skirtingų fizikinių savybių, kurios gali būti panaudojamos įvairių prietaisų kūrime. Didelę dalį tokių medžiagų mokslinių eksperimentų užima jų sąveikos su elektromagnetiniu lauku tyrimai. Šie tyrimai yra esminiai siekiant šias medžiagas panaudoti pažangiose pramonės srityse, tokiose kaip elektronikos ir telekomunikacijų technologijos, energetika (žaliojo kurso įgyvendinimui), taip pat medicinoje bei kt.

Mikrobangų spektroskopijos tyrimų metodų visuma leidžia visapusiškai išsiaiškinti medžiagų makroskopinį dielektrinį/elektrinį atsaką plačiame dažnių intervale, o pasitelkus papildomus elektronų paramagnetinio rezonanso tyrimus galima tirti mikroskopinius reiškinius, kurie nulemia unikalias šių medžiagų savybes. Šių metodų visuma įgalina įvairiapusiškai tirti kietųjų kūnų medžiagas, įvertinti jų taikomumą bei paaiškinti fizikinius procesus, vykstančius skirtingose laiko ir erdvės skalėse.

Šiame darbų rinkinyje pateikti keletas skirtingų kietųjų medžiagų šeimų tyrimų, pasitelkus jau minėtus metodus, rezultatai. Didelė dalis darbų buvo atspausdinta aukščiausio lygio tarptautiniuose mokslo žurnaluose (Nature ir Science grupės leidiniuose, Advanced Energy Materials, Journal of the American Chemical Society, Coordination Chemistry Reviews ir kt.) bendradarbiaujant su partneriais iš viso pasaulio. Vykdamas šiuos tyrimus buvo sėkmingai įgyvendinti tarptautiniai bei nacionaliniai projektai, parašytos monografijos.

Pirmoji tirtųjų medžiagų grupė – perovskito struktūrą turintys oksidai. Perovskito struktūra yra labai nesunkiai modifikuojama chemiškai, todėl, parinkus atitinkamus jonus, galima realizuoti skirtingą medžiagų funkcionalumą kaip ferroelektrinis, feromagnetinis reiškinys, joninis laidumas ir pan. Įprasti perovskito oksidai kaip bario titanatas (BaTiO_3) savaime pasižymi tiek feroelektriniu, tiek pjezoelektriniu reiškiniais, tačiau fizikinės charakteristikos, tokios kaip dielektrinė skvarba arba pjezoelektrinis koeficientas nėra didelės. Siekiant praplėsti minėtų medžiagų funkcionalumą į perovskito gardelę įterpiami skirtingo valentingumo jonai, kurie ženkliai pagerina minėtas savybes. Norint surasti optimalias priemaišų koncentracijas bei nustatyti tendencijas, kurios leistų numatyti sėkmingą receptą chemiškai modifikuoti perovskito gardelę, tyrėme dielektrinę relaksaciją, elektrinės poliarizacijos histerezes bei pjezoelektrinį atsaką, kad būtų gaunamos pageidaujamos fizikinės

medžiagų savybės. Tyrimuose didelis dėmesys buvo koncentruojamas į fazinių virsmų modifikuotose medžiagose dinamiką. Įprastai taikymams fazinis virsmas nėra pageidaujamas reiškinys kambario temperatūros aplinkoje. Modifikavus perovskito gardelę sukuriama cheminė tinkle, kuri gali nuslopinti fazinius virsmus visoje sistemoje. Šios itin tinkamos medžiagos vadinamos feroelektriniais relaksoriais. Jie pasižymi makroskopine kubine struktūra plačiame temperatūrų intervale bei itin plačia dielektrine dispersija, apimančia dažnių diapazoną nuo mHz iki THz. Feroelektriniai relaksoriai turi didžiausius pjezoelektrinius koeficientus ir yra vieni pagrindinių pjezoelektrinių medžiagų sudedamųjų dalių. Norint suprasti šių medžiagų elgseną, mikrobangų dielektrinė spektroskopija yra itin svarbus įrankis, leidžiantis nustatyti charakteringus dielektrinės relaksacijos bruožus, bei paaiškinti mikroskopinius relaksoriaus savybių atsiradimo mechanizmus. Itin įdomus reiškinys šiose medžiagose yra dipolinio stiklo fazės atsiradimas. Nors relaksoriai yra labai artimi feroelektrinei būsenai (juose yra galimybė indukuoti tolimąją tvarką išoriniu elektriniu lauku), tačiau kartais pasiekiamos tokios sąlygos, kai tolimoji tvarka negali būti indukuojama. Šiuo požiūriu turime dar vieną būsenos pokytį iš relaksoriaus į dipolinio stiklo, kurį nuodugniai tyrėme savo darbuose. Šie tyrimai yra fundamentalūs siekiant suprasti tinklos įtaką makroskopinėms relaksorių bei jiems giminingų medžiagų savybėms.

Kita intensyviai tirta medžiagų grupė yra hibridiniai junginiai tokie kaip metalo-organiniai karkasai bei hibridiniai perovskitai. Dėl itin plačios skirtingų organinių motyvų bei metalų centrų įvairovės, šie junginiai pasižymi įvairiomis, dažnai multifunkcinėmis, savybėmis. Metalo-organiniai karkasai įprastai pasižymi itin aukštu porėtumu, kurį galima išnaudoti įvairių dujų (pvz. H₂ ar CO₂) pagavimui bei saugojimui, cheminių reakcijų katalizei bei vaistų pernašai medicinoje. Dažnai tokios medžiagų savybės yra susijusios su vidine šių junginių struktūra, struktūriniais faziniais virsmis, karkaso dinamika bei chemine metalo centrų aplinka. Būtent šie metalo-organiniai karkasų aspektai ir buvo charakterizuojami mūsų tyrimuose pasitelkiant elektronų paramagnetinio rezonanso bei plačiajuostę dielektrinę spektroskopijas.

Tuo tarpu hibridiniai švino halidų perovskitai pastaruoju metu susilaukė ypatingai didelio dėmesio dėl itin patrauklių fotovoltinių savybių. Per pastarąjį dešimtmetį saulės elementų, pagamintų hibridinių perovskitų pagrindu, efektyvumas stipriai išaugo ir viršijo 25%, tačiau priežastys lemiančios tokį didelį našumą dar nėra iki galo aiškios. Mūsų darbuose, pasitelkiant unikalius plačiajuostės dielektrinės spektroskopijos metodus, toks didelis šių medžiagų efektyvumas yra siejamas su jų didele dielektrine skvarba, kuri padeda ekranuoti sugeneruotų krūvininkų pagavimo centrus bei mažina eksitonų ryšio energiją.

Iš ankstesnių neorganinių perovskitinių oksidų tyrimų yra žinoma, jog priemaišiniai jonai gali nulemti dielektrinės skvarbos augimą bei dipolinio stiklo fazės atsiradimą šiose medžiagose. Siekiant

gauti didesnę dielektrinę skvarbą hibridiniuose perovskituose, mes pradėjome tirti struktūras su maišytais molekuliniais katijonais. Vienas iš tokių maišymo pavyzdžių yra dimetilamonio (DMA) įterpimas vietoje metilamonio katijono. Įterpian didesnę dimetilamonio molekulę, buvo siekiama sukurti frustraciją sistemoje, dėl kurios šių molekulių indėlis į skvarbą dar labiau išaugtų. Mes parodėme, jog didinant DMA kiekį, hibridinio perovskito struktūriniai faziniai virsmai išplatėja, o pasiekus tam tikrą DMA koncentraciją, stabilizuojama taikymams patraukli kubinė fazė. Šioje fazėje stebima itin plati dielektrinė dispersija, kuri primena dipolinio (orientacinio) stiklo fazę. Mūsų tyrimai leido nustatyti, jog ši fazė susiformuoja, kai didesnė DMA molekulė apriboja metilamonio rotacinius judesius, sukeldama frustraciją elektrinių dipolių sistemoje. Taip pat buvo atlikti testiniai tyrimai pasitelkiant kitus molekulinis katijonus (pvz. formamidinis ar etilamonis), kurie patvirtino DMA rezultatus bei atskleidė naujus reiškinis vykstančius maišytuose hibridiniuose perovskituose.

Paskutinė tirtų medžiagų šeima – kompozitai, sudaryti iš polimerinės matricos bei neorganinių intarpų. Šie tyrimai buvo atliekami siekiant sukurti naujas medžiagas, kurios būtų naudojamas elektromagnetinio lauko ekranavimui. Polimerai yra naudingos medžiagos, nes jomis galima lengvai padengti didelį plotą, tačiau jų elektrinės savybės dažniausiai nėra tinkamos taikymams susijusiems su elektromagnetinėmis bangomis. Vienas efektyviausių būdų pagerinti elektromagnetines ir mechanines polimerų savybes – neorganinių nanodalelių įterpimas į polimerinę matricą. Jeigu dalelės laidžios – galima gauti laidų kompozitą, tinkantį ekranavimo taikymams.

Daugiasia darbu buvo atlikta su įvairiomis anglies nanostruktūromis (nanovamzdeliais, grafenu, nano-svogūnais ir t.t.). Siekiant pagaminti ekonomiškus ir optimalius kompozitus, reikia parinkti tinkamą intarpų koncentraciją, o būtent perkoliacijos slenksčio aplinkoje kompozitų laidis ženkliai išauga. Didelė dalis tyrimų buvo atliekama siekiant sumažinti perkoliacijos ribą. Tai buvo daroma keičiant intarpų nanodalelių topologiją, dydį bei kompozitų gaminimo technologiją. Taip pat kompozituose buvo bandoma kombinuoti keletą skirtingų nanointarpų bei išsiaiškinti sinergijos efektą – ar gali skirtingi komponentai suteikti kompozitui geresnes elektrines savybes nei vieno tipo intarpai. Buvo išbandytos įvairios nanodalelės su nanovamzdeliais. Mūsų tyrimai parodė, jog iš tiesų keletos skirtingų geometrijų nano-struktūrų taikymas gali būti efektyvus kelias ženkliai pagerinti kompozitų savybes.

Elektroaktyvūs polimerai gali būti plačiai taikomi medicinoje dėl jų geresnio suderinamumo su biologinėmis terpėmis. Deja, jų savybės lyginant su neorganiniais perovskito oksidais yra gerokai prastesnės. Norint padidinti suderinamumą bei pjezoelektrinius koeficientus į elektroaktyvų polimerą įterpiamos neorganinės dalelės, kurių pagalba galima padidinti tiek dielektrinę kvarbą, tiek

pjezoelektrinius koeficientus. Gautas kompozitas gali būti naudojamas kaip keitiklis medicininio ultragarso prietaisuose.

J. Banio, M. Šimėnas, J. Macutkevič, Š. Svirsko, S. Balčiūnas, V. Kalendros, R. Grigalaitis
2008-2022 m. darbų, teikiamų 2023 m. Lietuvos mokslo premijai fizinių mokslų srityje, sąrašas

Publikacijos

- (1) Šimėnas, M.; Balčiūnas, S.; Maćzka, M.; Banyš, J. Phase Transition Model of FA Cation Ordering in FAPbX₃ (X = Br, I) Hybrid Perovskites. *J. Mater. Chem. C* **2022**, *10* (13), 5210–5217. <https://doi.org/10.1039/D2TC00559J>.
- (2) O’Sullivan, J.; Kennedy, O. W.; Debnath, K.; Alexander, J.; Zollitsch, C. W.; Šimėnas, M.; Hashim, A.; Thomas, C. N.; Withington, S.; Siddiqi, I.; Mølmer, K.; Morton, J. J. L. Random-Access Quantum Memory Using Chirped Pulse Phase Encoding. *Phys. Rev. X* **2022**, *12* (4), 041014. <https://doi.org/10.1103/PhysRevX.12.041014>.
- (3) Šimėnas, M.; O’Sullivan, J.; Kennedy, O. W.; Lin, S.; Fearn, S.; Zollitsch, C. W.; Dold, G.; Schmitt, T.; Schüffelgen, P.; Liu, R.-B.; Morton, J. J. L. Near-Surface $^{125}\text{Te}^{+}$ Spins with Millisecond Coherence Lifetime. *Phys. Rev. Lett.* **2022**, *129* (11), 117701. <https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.129.117701>.
- (4) Beklešovas, B.; Iljinas, A.; Stankus, V.; Čyviėnė, J.; Andrulėvičius, M.; Ivanov, M.; Banyš, J. Structural, Morphologic, and Ferroelectric Properties of PZT Films Deposited through Layer-by-Layer Reactive DC Magnetron Sputtering. *Coatings* **2022**, *12* (6), 717. <https://doi.org/10.3390/coatings12060717>.
- (5) Alexander, J.; Dold, G.; Kennedy, O. W.; Šimėnas, M.; O’Sullivan, J.; Zollitsch, C. W.; Welinski, S.; Ferrier, A.; Lafitte-Houssat, E.; Lindström, T.; Goldner, P.; Morton, J. J. L. Coherent Spin Dynamics of Rare-Earth Doped Crystals in the High-Cooperativity Regime. *Phys. Rev. B* **2022**, *106* (24), 245416. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.106.245416>.
- (6) Ibenskas, A.; Tornau, E. E.; Šimėnas, M. Model for Self-Assembly of Br–H and Br–Br Bonded Br₄Py Molecules. *Lith. J. Phys.* **2022**, *62* (4). <https://doi.org/10.3952/physics.v62i4.4820>.
- (7) Vanskevičė, I.; Kazakova, M. A.; Macutkevič, J.; Semikolenova, N. V.; Banyš, J. Dielectric Properties of Hybrid Polyethylene Composites Containing Cobalt Nanoparticles and Carbon Nanotubes. *Materials* **2022**, *15* (5), 1876. <https://doi.org/10.3390/ma15051876>.
- (8) Šimėnas, M.; Balčiūnas, S.; Gągor, A.; Pieniāžek, A.; Tolborg, K.; Kinka, M.; Klimavicius, V.; Svirskas, Š.; Kalendra, V.; Ptak, M.; Szewczyk, D.; Herman, A. P.; Kudrawiec, R.; Sieradzki, A.; Grigalaitis, R.; Walsh, A.; Maćzka, M.; Banyš, J. Mixology of MA_{1-x}EA_xPbI₃ Hybrid Perovskites: Phase Transitions, Cation Dynamics, and Photoluminescence. *Chem. Mater.* **2022**, *34* (22), 10104–10112. <https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.2c02807>.
- (9) Macutkevič, J.; Banyš, J.; Kania, A. Electrical Conductivity and Dielectric Relaxation in Ag_{1-x}LixNbO₃. *Crystals* **2022**, *12* (2), 158. <https://doi.org/10.3390/cryst12020158>.
- (10) Macutkevič, J.; Banyš, J.; Kania, A. Electrical Conductivity and Dielectric Relaxation in Ag_{1-x}LixNbO₃. *Crystals* **2022**, *12* (2), 158. <https://doi.org/10.3390/cryst12020158>.
- (11) Grigalaitis, R.; Šalašėvičius, R.; Banyš, J.; Petrovic, M. V.; Dzunuzovic, A.; Zaghete, M. A.; Teixeira, G. F.; Stojanovic, B. Functional Properties of PVDF-Based NZF-BT Flexible Films. *Lith. J. Phys.* **2022**, *62* (4). <https://doi.org/10.3952/physics.v62i4.4825>.
- (12) Svirskas, Š.; Kudrevičius, T.; Birks, E.; Dunce, M.; Sternbergs, A.; Huang, C.-H.; Banyš, J. Dielectric and Piezoelectric Properties of 0.8Na_{0.5}Bi_{0.5}TiO₃-0.2BaTiO₃ Modified with Sodium Niobate. *Lith. J. Phys.* **2022**, *62* (4). <https://doi.org/10.3952/physics.v62i4.4816>.
- (13) Bajac, B.; Vukmirovic, J.; Samardžic, N.; Banyš, J.; Stojanovic, G.; Bobic, J.; Srdic, V. V. Dielectric and Ferroelectric Properties of Multilayer BaTiO₃/NiFe₂O₄ Thin Films Prepared by Solution Deposition

- Technique. *Ceram. Int.* **2022**, *48* (18), 26378–26386.
<https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2022.05.326>.
- (14) Plyushch, A.; Lewin, D.; Ažubalis, P.; Kalendra, V.; Sokal, A.; Grigalaitis, R.; Shvartsman, V. V.; Salamon, S.; Wende, H.; Selskis, A.; Lapko, K. N.; Lupascu, D. C.; Banys, J. Phosphate Bonded CoFe₂O₄–BaTiO₃ Layered Structures: Dielectric Relaxations and Magnetoelectric Coupling. *Lith. J. Phys.* **2022**, *62* (4). <https://doi.org/10.3952/physics.v62i4.4817>.
- (15) Colomer, M. T.; Simenas, M.; Banys, J.; Vattier, F.; Gagor, A.; Maczka, M. Effect of Sintering under CO+N₂/H₂ and CO₂+air Atmospheres on the Physicochemical Features of a Commercial Nano-YSZ. *J. Alloys Compd.* **2022**, *904*, 163976. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2022.163976>.
- (16) Plyushch, A.; Lewin, D.; Sokal, A.; Grigalaitis, R.; Shvartsman, V. V.; Macutkevič, J.; Salamon, S.; Wende, H.; Lapko, K. N.; Kuzhir, P. P.; Lupascu, D. C.; Banys, J. Magnetoelectric Coupling in Nonsintered Bulk BaTiO₃ -- xCoFe₂O₄ Multiferroic Composites. *J. Alloys Compd.* **2022**, *917*, 165519. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2022.165519>.
- (17) Tretjak, M.; Pralgauskaitė, S.; Matukas, J.; Plyushch, A.; Macutkevič, J.; Banys, J.; Karakashov, B.; Fierro, V.; Celzard, A. Electrical Resistivity and Microwave Properties of Carbon Fiber Felt Composites. *Materials* **2022**, *15* (23), 8654. <https://doi.org/10.3390/ma15238654>.
- (18) Rudys, S.; Balčiūnas, S.; Vollinger, C.; Banys, J.; Kalendra, V. Investigation of Dielectric and Magnetic Properties of AL-800 Ferrite. *Lith. J. Phys.* **2022**, *62* (4). <https://doi.org/10.3952/physics.v62i4.4824>.
- (19) Liu, J.; Jacob, L.; Langley, J.; Fu, Z.; Cao, X.; Ta, S.; Chen, H.; Svirskas, Š.; Banys, J.; Wei, X.; Cox, N.; Frankcombe, T. J.; Liu, Y. Microwave Dielectric Materials with Defect-Dipole Clusters Induced Colossal Permittivity and Ultra-Low Loss. *ACS Appl. Electron. Mater.* **2021**, *3* (11), 5015–5022. <https://doi.org/10.1021/acsaelm.1c00236>.
- (20) Klimavicius, V.; Dagys, L.; Klimkevičius, V.; Lengvinaitė, D.; Aidas, K.; Balčiūnas, S.; Banys, J.; Chizhik, V.; Balevicius, V. Solid-State NMR and Impedance Spectroscopy Study of Spin Dynamics in Proton-Conducting Polymers: An Application of Anisotropic Relaxing Model. *J. Phys. Chem. B* **2021**, *125* (45), 12592–12602. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.1c06533>.
- (21) Haborets, V.; Glukhov, K.; Banys, J.; Vysochanskii, Yu. Layered GeP₂S₆, GeP₂Se₆, GeP₂Te₆, SnP₂S₆, SnP₂Se₆, and SnP₂Te₆ Polar Crystals with Semiconductor–Metal Transitions Induced by Pressure or Chemical Composition. *Integr. Ferroelectr.* **2021**, *220* (1), 90–99. <https://doi.org/10.1080/10584587.2021.1921538>.
- (22) Jiang, M.; Hu, W.; Jacob, L.; Sun, Q.; Cox, N.; Kim, D.; Tian, Y.; Zhao, L.; Liu, Y.; Jin, L.; Xu, Z.; Liu, P.; Zhao, G.; Wang, J.; Svirskas, Š.; Banys, J.; Park, C.; Frankcombe, T. J.; Wei, X.; Liu, Y. Hole-Pinned Defect Clusters for a Large Dielectric Constant up to GHz in Zinc and Niobium Codoped Rutile SnO₂. *ACS Appl. Mater. Interfaces* **2021**, *13* (45), 54124–54132. <https://doi.org/10.1021/acsmi.1c09632>.
- (23) Latko-Durałek, P.; Bertasius, P.; Macutkevic, J.; Banys, J.; Boczkowska, A. Fibers of Thermoplastic Copolyamides with Carbon Nanotubes for Electromagnetic Shielding Applications. *Materials* **2021**, *14* (19), 5699. <https://doi.org/10.3390/ma14195699>.
- (24) Gonzalez-Nelson, A.; Mula, S.; Šimėnas, M.; Balčiūnas, S.; Altenhof, A. R.; Vojvodin, C. S.; Canossa, S.; Banys, J.; Schurko, R. W.; Coudert, F.-X.; van der Veen, M. A. Emergence of Coupled Rotor Dynamics in Metal–Organic Frameworks via Tuned Steric Interactions. *J. Am. Chem. Soc.* **2021**, *143* (31), 12053–12062. <https://doi.org/10.1021/jacs.1c03630>.
- (25) Šimėnas, M.; Balčiūnas, S.; Svirskas, Š.; Kinka, M.; Ptak, M.; Kalendra, V.; Gagor, A.; Szweczyk, D.; Sieradzki, A.; Grigalaitis, R.; Walsh, A.; Mączka, M.; Banys, J. Phase Diagram and Cation Dynamics of Mixed MA₁–xF_AxPbBr₃ Hybrid Perovskites. *Chem. Mater.* **2021**, *33* (15), 5926–5934. <https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.1c00885>.
- (26) Naveed-Ul-Haq, M.; Shvartsman, V. V.; Samulionis, V.; Ivanov, M.; Banys, J.; Lupascu, D. C. Dependence of the Magnetoelectric Coupling on Elastic and Dielectric Properties of Two-Phase

- Multiferroic Composites. *J. Mater. Sci.* **2021**, *56* (27), 14978–14988.
<https://doi.org/10.1007/s10853-021-06271-9>.
- (27) Svirskas, Š.; Balčiūnas, S.; Šimėnas, M.; Usevičius, G.; Kinka, M.; Velička, M.; Kubicki, D.; Castillo, M. E.; Karabanov, A.; Shvartsman, V. V.; Soares, M. de R.; Šablinskas, V.; Salak, A. N.; Lupascu, D. C.; Banys, J. Reply to the Comment on “Phase Transitions, Screening and Dielectric Response of CsPbBr₃” by Š. Svirskas, S. Balčiūnas, M. Šimėnas, G. Usevičius, M. Kinka, M. Velička, D. Kubicki, M. E. Castillo, A. Karabanov, V. V. Shvartsman, M. R. Soares, V. Šablinskas, A. N. Salak, D. C. Lupascu and J. Banys, *J. Mater. Chem. A*, 2020, *8*, 14015. *J. Mater. Chem. A* **2021**, *9* (18), 11453–11455.
<https://doi.org/10.1039/D1TA02123K>.
- (28) Bertasius, P.; Schaefer, S.; Macutkevicius, J.; Banys, J.; Selskis, A.; Fierro, V.; Celzard, A. Dielectric Properties of Polydimethylsiloxane Composites Filled with SrTiO₃ Nanoparticles. *Polym. Compos.* **2021**, *42* (6), 2982–2988. <https://doi.org/10.1002/pc.26031>.
- (29) Bradeško, A.; Vrabelj, M.; Fulanović, L.; Svirskas, Š.; Ivanov, M.; Katiliūte, R.; Jablonskas, D.; Šimėnas, M.; Usevičius, G.; Malič, B.; Banys, J.; Rojac, T. Implications of Acceptor Doping in the Polarization and Electrocaloric Response of 0.9Pb(Mg 1/3 Nb 2/3)O₃–0.1PbTiO₃ Relaxor Ferroelectric Ceramics. *J. Mater. Chem. C* **2021**, *9* (9), 3204–3214.
<https://doi.org/10.1039/D0TC05854H>.
- (30) Kavaliukė, V.; Šalkus, T.; Balčiūnas, S.; Banys, J.; Pogodin, A. I.; Kokhan, O. P.; Studenyak, I. P. Electrical Properties of (Cu_{1-x}Ag_x)₇Ge₅Si Crystals Investigated by Impedance Spectroscopy. *Solid State Ion.* **2021**, *363*, 115593. <https://doi.org/10.1016/j.ssi.2021.115593>.
- (31) Svirskas, Š.; Adamchuk, D.; Grigalaitis, R.; Jablonskas, D.; Macutkevicius, J.; Canu, G.; Buscaglia, M. T.; Buscaglia, V.; Curecheriu, L.; Mitoseriu, L.; Banys, J. Dipolar Glass State in BaCe_{0.3}Ti_{0.7}O₃ Perovskite Solid Solutions. *J. Alloys Compd.* **2021**, *854*, 155755.
<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2020.155755>.
- (32) Meisak, D.; Macutkevicius, J.; Selskis, A.; Kuzhir, P.; Banys, J. Dielectric Relaxation Spectroscopy and Synergy Effects in Epoxy/MWCNT/Ni@C Composites. *Nanomaterials* **2021**, *11* (2), 555.
<https://doi.org/10.3390/nano11020555>.
- (33) Ptak, M.; Sieradzki, A.; Šimėnas, M.; Maczka, M. Molecular Spectroscopy of Hybrid Organic–Inorganic Perovskites and Related Compounds. *Coord. Chem. Rev.* **2021**, *448*, 214180.
<https://doi.org/10.1016/j.ccr.2021.214180>.
- (34) Nowok, A.; Z. Szeremeta, A.; Sieradzki, A.; Šimėnas, M.; Snarskis, G.; Vilčiauskas, L.; Maczka, M.; Zubko, M.; Paluch, M.; Pawlus, S. From Ambient- to High-Pressure Dielectric Response of Perovskite Formamidinium Manganese Formate. *J. Mater. Chem. C* **2021**, *9* (17), 5740–5748.
<https://doi.org/10.1039/D1TC00524C>.
- (35) Ibenskas, A.; Šimėnas, M.; Tornau, E. E. Modeling the Dimeric Structure of Partly Deprotonated Trimesic Acid Molecules. *J. Phys. Chem. C* **2021**, *125* (13), 7466–7475.
<https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.1c01181>.
- (36) Maczka, M.; Ptak, M.; Vasconcelos, D. L. M.; Giriunas, L.; Freire, P. T. C.; Bertmer, M.; Banys, J.; Simenas, M. NMR and Raman Scattering Studies of Temperature- and Pressure-Driven Phase Transitions in CH₃NH₂NH₂PbCl₃ Perovskite. *J. Phys. Chem. C* **2020**, *124* (49), 26999–27008.
<https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.0c07886>.
- (37) Dunce, M.; Olšauskaitė, A.; Birks, E.; Svirskas, Š.; Kežionis, A.; Bikshe, L.; Sternberg, A.; Banys, J. Revision of the Freezing Concept in Relaxor Ferroelectrics: The Case of Na_{0.5}Bi_{0.5}TiO₃–Sr_{0.7}Bi_{0.2}TiO₃ Solid Solutions. *Ferroelectrics* **2020**, *569* (1), 266–279.
<https://doi.org/10.1080/00150193.2020.1822685>.
- (38) Ksenevich, V.; Dorosinets, V.; Adamchuk, D.; Macutkevicius, J.; Banys, J. Weak Localization in Polycrystalline Tin Dioxide Films. *Materials* **2020**, *13* (23), 5415.
<https://doi.org/10.3390/ma13235415>.

- (39) Simenas, M.; Balciunas, S.; Wilson, J. N.; Svirskas, S.; Kinka, M.; Garbaras, A.; Kalendra, V.; Gagor, A.; Szewczyk, D.; Sieradzki, A.; Maczka, M.; Samulionis, V.; Walsh, A.; Grigalaitis, R.; Banys, J. Suppression of Phase Transitions and Glass Phase Signatures in Mixed Cation Halide Perovskites. *Nat. Commun.* **2020**, *11* (1), 5103. <https://doi.org/10.1038/s41467-020-18938-z>.
- (40) Svirskas, Š.; Balčiūnas, S.; Šimėnas, M.; Usevičius, G.; Kinka, M.; Velička, M.; Kubicki, D.; Castillo, M. E.; Karabanov, A.; Shvartsman, V. V.; Soares, M. de R.; Šablinskas, V.; Salak, A. N.; Lupascu, D. C.; Banys, J. Phase Transitions, Screening and Dielectric Response of CsPbBr₃. *J. Mater. Chem. A* **2020**, *8* (28), 14015–14022. <https://doi.org/10.1039/D0TA04155F>.
- (41) Cardoso, J. P.; Delmonte, D.; Gilioli, E.; Fertman, E. L.; Fedorchenko, A. V.; Shvartsman, V. V.; Paukšta, V.; Grigalaitis, R.; Banys, J.; Khalyavin, D. D.; Vieira, J. M.; Salak, A. N. Phase Transitions in the Metastable Perovskite Multiferroics BiCrO₃ and BiCr_{0.9}Sc_{0.1}O₃: A Comparative Study. *Inorg. Chem.* **2020**, *59* (13), 8727–8735. <https://doi.org/10.1021/acs.inorgchem.0c00338>.
- (42) Maćzka, M.; Gagor, A.; Zaręba, J. K.; Stefanska, D.; Drozd, M.; Balciunas, S.; Šimėnas, M.; Banys, J.; Sieradzki, A. Three-Dimensional Perovskite Methylhydrazinium Lead Chloride with Two Polar Phases and Unusual Second-Harmonic Generation Bistability above Room Temperature. *Chem. Mater.* **2020**, *32* (9), 4072–4082. <https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.0c00973>.
- (43) Navickas, M.; Giriūnas, L.; Kalendra, V.; Biktagirov, T.; Gerstmann, U.; Gero Schmidt, W.; Maćzka, M.; Pöpl, A.; Banys, J.; Šimėnas, M. Electron Paramagnetic Resonance Study of Ferroelectric Phase Transition and Dynamic Effects in a Mn²⁺ Doped [NH₄][Zn(HCOO)₃] Hybrid Formate Framework. *Phys. Chem. Chem. Phys.* **2020**, *22* (16), 8513–8521. <https://doi.org/10.1039/D0CP01612H>.
- (44) Kozielski, L.; Wilk, A.; Bućko, M. M.; Banys, J. A Large Piezoelectric Strain Recorded in BCT Ceramics Obtained by a Modified Pechini Method. *Materials* **2020**, *13* (7), 1620. <https://doi.org/10.3390/ma13071620>.
- (45) Šimėnas, M.; Klose, D.; Ptak, M.; Aidas, K.; Maćzka, M.; Banys, J.; Pöpl, A.; Jeschke, G. Magnetic Excitation and Readout of Methyl Group Tunnel Coherence. *Sci. Adv.* **2020**, *6* (18), eaba1517. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aba1517>.
- (46) Meisak, D.; Macutkevicius, J.; Plyushch, A.; Kuzhir, P.; Selskis, A.; Banys, J. Dielectric Relaxation in the Hybrid Epoxy/MWCNT/MnFe₂O₄ Composites. *Polymers* **2020**, *12* (3), 697. <https://doi.org/10.3390/polym12030697>.
- (47) Svirskas, Š.; Jablonskas, D.; Rudys, S.; Lapinskas, S.; Grigalaitis, R.; Banys, J. Broad-Band Measurements of Dielectric Permittivity in Coaxial Line Using Partially Filled Circular Waveguide. *Rev. Sci. Instrum.* **2020**, *91* (3), 035106. <https://doi.org/10.1063/1.5136317>.
- (48) Balčiūnas, S.; Ivanov, M.; Banys, J.; Ueno, S.; Wada, S. In Search of an Artificial Morphotropic Phase Boundary: Lead Free Barium Titanate Based Composites. *Lith. J. Phys.* **2020**, *60* (4). <https://doi.org/10.3952/physics.v60i4.4358>.
- (49) Pashkevich, Y.; Babkin, R.; Rubanik, V.; Shilin, A. D.; Vieira, D. E. L.; Salak, A. N.; Banys, J. Magnetic Anisotropy in the CoII-AlIII-Nitrate Layered Double Hydroxides with the Co/Al Ratios 2, 3, and 4. In *2020 IEEE 10th International Conference Nanomaterials: Applications & Properties (NAP)*; 2020; pp 01NMM10-1-01NMM10-5. <https://doi.org/10.1109/NAP51477.2020.9309621>.
- (50) Simenas, M.; Balciunas, S.; Svirskas, S.; Kinka, M.; Samulionis, V.; Grigalaitis, R.; Banys, J.; Gagor, A.; Maczka, M.; Garbaras, A.; Sieradzki, A. Peculiarities of Dipolar Ordering in Mixed Cation Halide Perovskites. In *2020 Joint Conference of the IEEE International Frequency Control Symposium and International Symposium on Applications of Ferroelectrics (IFCS-ISAF)*; 2020; pp 1–2. <https://doi.org/10.1109/IFCS-ISAF41089.2020.9234810>.
- (51) Bertasius, P.; Macutkevicius, J.; Banys, J.; Gaidukovs, S.; Barkane, A.; Vaivodiss, R. Synergy Effects in Dielectric and Thermal Properties of Layered Ethylene Vinyl Acetate Composites with Carbon and

- Fe₃O₄ Nanoparticles. *J. Appl. Polym. Sci.* **2020**, *137* (24), 48814.
<https://doi.org/10.1002/app.48814>.
- (52) Z. Szeremeta, A.; Nowok, A.; Sieradzki, A.; Simenas, M.; Vilčiauskas, L.; Gaġor, A.; Mączka, M.; Paluch, M.; Pawlus, S. Relaxing under Pressure with a Rigid Niccolite Formate Framework. *J. Mater. Chem. C* **2020**, *8* (47), 16736–16741. <https://doi.org/10.1039/D0TC04047A>.
- (53) Ibenskas, A.; Šimėnas, M.; Kizlaitis, K. J.; Tornau, E. E. Pinwheel Structures of Deprotonated Trimesic Acid on Ag(111): Model and Simulations. *J. Phys. Chem. C* **2020**, *124* (20), 11212–11220. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.0c02222>.
- (54) Latko-Durałek, P.; Kozera, R.; Macutkevič, J.; Dydek, K.; Boczkowska, A. Relationship between Viscosity, Microstructure and Electrical Conductivity in Copolyamide Hot Melt Adhesives Containing Carbon Nanotubes. *Materials* **2020**, *13* (20), 4469. <https://doi.org/10.3390/ma13204469>.
- (55) Gorokhov, G.; Bychanok, D.; Gayduchenko, I.; Rogov, Y.; Zhukova, E.; Zhukov, S.; Kadyrov, L.; Fedorov, G.; Ivanov, E.; Kotsilkova, R.; Macutkevic, J.; Kuzhir, P. THz Spectroscopy as a Versatile Tool for Filler Distribution Diagnostics in Polymer Nanocomposites. *Polymers* **2020**, *12* (12), 3037. <https://doi.org/10.3390/polym12123037>.
- (56) Bertasius, P.; Meisak, D.; Macutkevic, J.; Kuzhir, P.; Selskis, A.; Volnyanko, E.; Banys, J. Fine Tuning of Electrical Transport and Dielectric Properties of Epoxy/Carbon Nanotubes Composites via Magnesium Oxide Additives. *Polymers* **2019**, *11* (12), 2044. <https://doi.org/10.3390/polym11122044>.
- (57) Meisak, D.; Macutkevic, J.; Selskis, A.; Banys, J.; Kuzhir, P. Dielectric Properties and Electrical Percolation in MnFe₂O₄/Epoxy Resin Composites. *Phys. Status Solidi A* **2020**, *217* (6), 1900526. <https://doi.org/10.1002/pssa.201900526>.
- (58) Macutkevic, J.; Kamba, S.; Glemza, K.; Banys, J.; Bormanis, K.; Sternberg, A. High Temperature Dielectric Properties of PMN-PSN-PZN Relaxors. *Phys. Status Solidi B* **2019**, *256* (10), 1900050. <https://doi.org/10.1002/pssb.201900050>.
- (59) Peksa, P.; Trzmiel, J.; Fedoruk, K.; Gaġor, A.; Šimėnas, M.; Ciupa, A.; Pawlus, S.; Banys, J.; Mączka, M.; Sieradzki, A. Impact of the Copper-Induced Local Framework Deformation on the Mechanism of Structural Phase Transition in [(CH₃)₂NH₂][Zn(HCOO)₃] Hybrid Metal–Formate Perovskite. *J. Phys. Chem. C* **2019**, *123* (38), 23594–23603. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.9b05403>.
- (60) Stanulis, A.; Katelnikovas, A.; Salak, A. N.; Seibutas, P.; Ivanov, M.; Grigalaitis, R.; Banys, J.; Kareiva, A.; Ramanauskas, R.; Barron, A. R. Temperature-Induced Structural Transformations in Undoped and Eu³⁺-Doped Ruddlesden–Popper Phases Sr₂SnO₄ and Sr₃Sn₂O₇: Relation to the Impedance and Luminescence Behaviors. *Inorg. Chem.* **2019**, *58* (17), 11410–11419. <https://doi.org/10.1021/acs.inorgchem.9b00958>.
- (61) Šimėnas, M.; Ibenskas, A.; Stroppa, A.; Gaġor, A.; Mączka, M.; Banys, J.; Tornau, E. E. Simulation of Structural Phase Transitions in Perovskite Methylhydrazinium Metal–Formate Frameworks: Coupled Ising and Potts Models. *J. Phys. Chem. C* **2019**, *123* (32), 19912–19919. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.9b03448>.
- (62) Šimėnas, M.; Balčiūnas, S.; Gonzalez-Nelson, A.; Kinka, M.; Ptak, M.; van der Veen, M. A.; Mączka, M.; Banys, J. Preparation and Dielectric Characterization of P(VDF–TrFE) Copolymer-Based Composites Containing Metal–Formate Frameworks. *J. Phys. Chem. C* **2019**, *123* (26), 16380–16387. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.9b04235>.
- (63) Šimėnas, M.; Balčiūnas, S.; Ciupa, A.; Vilčiauskas, L.; Jablonskas, D.; Kinka, M.; Sieradzki, A.; Samulionis, V.; Mczka, M.; Banys, J. Elucidation of Dipolar Dynamics and the Nature of Structural Phases in the [(CH₃)₂NH₂][Zn(HCOO)₃] Hybrid Perovskite Framework. *J. Mater. Chem. C* **2019**, *7* (22), 6779–6785. <https://doi.org/10.1039/C9TC01275C>.

- (64) Meisak, D.; Macutkevicius, J.; Banys, J.; Bychanok, D.; Kuzhir, P. Dielectric Properties of Epoxy Resin Composites Based on Magnetic Nanoparticles. *Int. J. Nanosci.* **2019**, *18* (03n04), 1940018. <https://doi.org/10.1142/S0219581X19400180>.
- (65) Sokol, D.; Ivanov, M.; Salak, A. N.; Grigalaitis, R.; Banys, J.; Kareiva, A. Dielectric Properties of Bi-Substituted LDHs Synthesized by Co-Precipitation and Sol-Gel Methods. *Mater. Sci.-Pol.* **2019**, *37* (2), 190–195. <https://doi.org/10.2478/msp-2019-0035>.
- (66) Trzebiatowska, M.; Mączka, M.; Ptak, M.; Giriunas, L.; Balciunas, S.; Simenas, M.; Kloze, D.; Banys, J. Spectroscopic Study of Structural Phase Transition and Dynamic Effects in a [(CH₃)₂NH₂][Cd(N₃)₃] Hybrid Perovskite Framework. *J. Phys. Chem. C* **2019**, *123* (18), 11840–11849. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.9b01121>.
- (67) Rok, M.; Bator, G.; Zarychta, B.; Dziuk, B.; Repeć, J.; Medycki, W.; Zamponi, M.; Usevičius, G.; Šimėnas, M.; Banys, J. Isostructural Phase Transition, Quasielastic Neutron Scattering and Magnetic Resonance Studies of a Bistable Dielectric Ion-Pair Crystal [(CH₃)₂NH₂]₂KCr(CN)₆. *Dalton Trans.* **2019**, *48* (13), 4190–4202. <https://doi.org/10.1039/C8DT05082A>.
- (68) Belovickis, J.; Werne, L.; Silibin, M.; Samulionis, V.; Lellinger, D.; Oehler, H.; Banys, J.; Sysa, A.; Nekludov, K.; Shvartsman, V. V.; Alig, I. Influence of Annealing Conditions on Elastic and Dielectric Properties of P(VDF-TrFE) Copolymer and Its Composites. *Polym. Compos.* **2019**, *40* (4), 1609–1618. <https://doi.org/10.1002/pc.24908>.
- (69) Ciomaga, C. E.; Airimioaei, M.; Turcan, I.; Lukacs, A. V.; Tascu, S.; Grigoras, M.; Lupu, N.; Banys, J.; Mitoseriu, L. Functional Properties of Percolative CoFe₂O₄-PbTiO₃ Composite Ceramics. *J. Alloys Compd.* **2019**, *775*, 90–99. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2018.10.088>.
- (70) Rudys, S.; Ivanov, M.; Grigalaitis, R.; Glemza, K.; Banys, J.; Rubanik, V. V.; Shilin, A. D.; Salak, A. N. High-Temperature Electrical Conductivity of the xNBT-(1-x)LMT Ceramics: Verification of Meyer-Neldel Rule. *Integr. Ferroelectr.* **2019**, *196* (1), 47–51. <https://doi.org/10.1080/10584587.2019.1591986>.
- (71) Adamchuk, D. V.; Ksenevich, V. K.; Poklonski, N. A.; Navickas, M.; Banys, J. Nonstoichiometric Tin Oxide Films: Study by X-Ray Diffraction, Raman Scattering and Electron Paramagnetic Resonance. *Lith. J. Phys.* **2019**, *59* (4). <https://doi.org/10.3952/physics.v59i4.4138>.
- (72) Rahaman, M. M.; Tsukada, S.; Svirskas, Š.; Banys, J.; Kojima, S. Vibrational Dynamics of Ferroelectric K(Ta_{1-x}Nb_x)O₃ Studied by Inelastic Light Scattering. *Ferroelectrics* **2019**, *538* (1), 96–104. <https://doi.org/10.1080/00150193.2019.1569991>.
- (73) Bobić, J. D.; Teixeira, G. F.; Grigalaitis, R.; Gyergyek, S.; Petrović, M. M. V.; Zaghete, M. Ap.; Stojanovic, B. D. PZT-NZF/CF Ferrite Flexible Thick Films: Structural, Dielectric, Ferroelectric, and Magnetic Characterization. *J. Adv. Ceram.* **2019**, *8* (4), 545–554. <https://doi.org/10.1007/s40145-019-0337-1>.
- (74) Buixaderas, E.; Kempa, M.; Svirskas, Š.; Kadlec, C.; Bovtun, V.; Savinov, M.; Paściak, M.; Dec, J. Dynamics of Mesoscopic Polarization in the Uniaxial Tetragonal Tungsten Bronze $S_{x}B_{a}_{1-x}N_{b}_{2}O_{6}$. *Phys. Rev. B* **2019**, *100* (18), 184113. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.100.184113>.
- (75) Jagminas, A.; Ramanavičius, S.; Jasulaitiene, V.; Šimėnas, M. Hydrothermal Synthesis and Characterization of Nanostructured Titanium Monoxide Films. *RSC Adv.* **2019**, *9* (69), 40727–40735. <https://doi.org/10.1039/C9RA08463K>.
- (76) Marchi, F. D.; Galeotti, G.; Simenas, M.; C. Gallagher, M.; Hamzehpoor, E.; MacLean, O.; M. Rao, R.; Chen, Y.; Dettmann, D.; Contini, G.; E. Tornau, E.; Ebrahimi, M.; F. Perepichka, D.; Rosei, F. Temperature-Induced Molecular Reorganization on Au(111) Driven by Oligomeric Defects. *Nanoscale* **2019**, *11* (41), 19468–19476. <https://doi.org/10.1039/C9NR06117G>.

- (77) Marchi, F. D.; Galeotti, G.; Simenas, M.; Ji, P.; Chi, L.; E. Tornau, E.; Pezzella, A.; MacLeod, J.; Ebrahimi, M.; Rosei, F. Self-Assembly of 5,6-Dihydroxyindole-2-Carboxylic Acid: Polymorphism of a Eumelanin Building Block on Au(111). *Nanoscale* **2019**, *11* (12), 5422–5428. <https://doi.org/10.1039/C8NR09810G>.
- (78) Mączka, M.; Ptak, M.; Gağor, A.; Sieradzki, A.; Peksa, P.; Usevicius, G.; Simenas, M.; Furtado Leite, F.; Paraguassu, W. Temperature- and Pressure-Dependent Studies of a Highly Flexible and Compressible Perovskite-like Cadmium Dicyanamide Framework Templated with Protonated Tetrapropylamine. *J. Mater. Chem. C* **2019**, *7* (8), 2408–2420. <https://doi.org/10.1039/C8TC06401F>.
- (79) Ibenskas, A.; Šimėnas, M.; Kizlaitis, K. J.; Tornau, E. E. Trimesic Acid Molecule in a Hexagonal Pore: Central versus Noncentral Position. *J. Phys. Chem. C* **2019**, *123* (6), 3552–3559. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.8b10704>.
- (80) Rok, M.; Bator, G.; Medycki, W.; Zamponi, M.; Balčiūnas, S.; Šimėnas, M.; Banys, J. Reorientational Dynamics of Organic Cations in Perovskite-like Coordination Polymers. *Dalton Trans.* **2018**, *47* (48), 17329–17341. <https://doi.org/10.1039/C8DT03372B>.
- (81) De Sloovere, D.; Safari, M.; Elen, K.; D’Haen, J.; Drozhzhin, O. A.; Abakumov, A. M.; Šimėnas, M.; Banys, J.; Bekaert, J.; Partoens, B.; Van Bael, M. K.; Hardy, A. Reduced Na₂+xTi₄O₉/C Composite: A Durable Anode for Sodium-Ion Batteries. *Chem. Mater.* **2018**, *30* (23), 8521–8527. <https://doi.org/10.1021/acs.chemmater.8b03301>.
- (82) Gheorghiu, F.; Ciomaga, C. E.; Simenas, M.; Airimioaei, M.; Qiao, S.; Tascu, S.; Kalendra, V.; Banys, J.; Avadanei, O. G.; Mitoseriu, L. Preparation and Functional Characterization of Magnetolectric Ba(Ti_{1-x}Fex)O_{3-x/2} Ceramics. Application for a Miniaturized Resonator Antenna. *Ceram. Int.* **2018**, *44* (17), 20862–20870. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2018.08.091>.
- (83) Macutkevicius, J.; Belovickis, J.; Otorgust, G.; Dodiuk, H.; Kenig, S.; Samulionis, V.; Banys, J.; Zak, A. Broadband Dielectric and Ultrasonic Properties of WS₂ Nanotubes/Polyurethane Composites. *Polym. Compos.* **2018**, *39* (12), 4477–4485. <https://doi.org/10.1002/pc.24554>.
- (84) Helal, M. A.; Tsukada, S.; Svirskas, Š.; Banys, J.; Kojima, S. Angle-Resolved Polarized Raman Scattering on Relaxor Ferroelectrics with Intermediate Random Fields. *Jpn. J. Appl. Phys.* **2018**, *57* (11S), 11UB08. <https://doi.org/10.7567/JJAP.57.11UB08>.
- (85) Sieradzki, A.; Mączka, M.; Simenas, M.; Zaręba, J. K.; Gağor, A.; Balciunas, S.; Kinka, M.; Ciupa, A.; Nyk, M.; Samulionis, V.; Banys, J.; Paluch, M.; Pawlus, S. On the Origin of Ferroelectric Structural Phases in Perovskite-like Metal–Organic Formate. *J. Mater. Chem. C* **2018**, *6* (35), 9420–9429. <https://doi.org/10.1039/C8TC02421A>.
- (86) Svirskas, Š.; Shvartsman, V. V.; Dunce, M.; Ignatans, R.; Birks, E.; Ostapchuk, T.; Kamba, S.; Lupascu, D. C.; Banys, J. Two-Phase Dielectric Polar Structures in 0.1NBT-0.6ST-0.3PT Solid Solutions. *Acta Mater.* **2018**, *153*, 117–125. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2018.04.052>.
- (87) Vijatović Petrović, M. M.; Grigalaitis, R.; Dzunuzovic, A.; Bobić, J. D.; Stojanović, B. D.; Šalaševičius, R.; Banys, J. Positive Influence of Sb Doping on Properties of Di-Phase Multiferroics Based on Barium Titanate and Nickel Ferrite. *J. Alloys Compd.* **2018**, *749*, 1043–1053. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2018.03.381>.
- (88) Svirskas, Š.; Jablonskas, D.; Samulionis, V.; Kojima, S.; Banys, J. Is There a Spontaneous Ferroelectric Phase Transition in 0.83PbMg_{1/3}Nb_{2/3}O₃-0.17PbTiO₃ Single Crystal? *J. Alloys Compd.* **2018**, *748*, 127–133. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2018.03.130>.
- (89) Jablonskas, D.; Ivanov, M.; Banys, J.; Giffin, G. A.; Passerini, S. Dielectric Spectroscopy of Pyr₁₄TFSI and Pyr₁₂O₁TFSI Ionic Liquids. *Electrochimica Acta* **2018**, *274*, 400–405. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2018.04.104>.
- (90) Kranauskaitė, I.; Macutkevicius, J.; Banys, J.; Kuznetsov, V.; Letellier, M.; Fierro, V.; Celzard, A.; Shenderova, O. Size-Dependent Electrical and Thermal Properties of Onion-Like

- Carbons/Polyurethane Composites. *Polym. Compos.* **2018**, *39* (S3), E1834–E1840.
<https://doi.org/10.1002/pc.24816>.
- (91) Balčiūnas, S.; Ivanov, M.; Grigalaitis, R.; Banys, J.; Amorín, H.; Castro, A.; Algueró, M. Evidence of Kittel Type Behaviour of the Permittivity of a Nanostructured High Sensitivity Piezoelectric. *J. Appl. Phys.* **2018**, *123* (20), 204103. <https://doi.org/10.1063/1.5006011>.
- (92) Šimėnas, M.; Ptak, M.; Khan, A. H.; Dagys, L.; Balevičius, V.; Bertmer, M.; Völkel, G.; Mączka, M.; Pöppl, A.; Banys, J. Spectroscopic Study of [(CH₃)₂NH₂][Zn(HCOO)₃] Hybrid Perovskite Containing Different Nitrogen Isotopes. *J. Phys. Chem. C* **2018**, *122* (18), 10284–10292.
<https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.8b02734>.
- (93) Šimėnas, M.; Ciupa, A.; Usevičius, G.; Aidas, K.; Klose, D.; Jeschke, G.; Mączka, M.; Völkel, G.; Pöppl, A.; Banys, J. Electron Paramagnetic Resonance of a Copper Doped [(CH₃)₂NH₂][Zn(HCOO)₃] Hybrid Perovskite Framework. *Phys. Chem. Chem. Phys.* **2018**, *20* (17), 12097–12105.
<https://doi.org/10.1039/C8CP01426D>.
- (94) Bobić, J. D.; Ivanov, M.; Ilić, N. I.; Dzunuzović, A. S.; Petrović, M. M. V.; Banys, J.; Ribic, A.; Despotovic, Z.; Stojanovic, B. D. PZT-Nickel Ferrite and PZT-Cobalt Ferrite Comparative Study: Structural, Dielectric, Ferroelectric and Magnetic Properties of Composite Ceramics. *Ceram. Int.* **2018**, *44* (6), 6551–6557. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2018.01.057>.
- (95) Belovickis, J.; Ivanov, M.; Svirskas, Š.; Samulionis, V.; Banys, J.; Solnyshkin, A. V.; Gavrilov, S. A.; Nekludov, K. N.; Shvartsman, V. V.; Silibin, M. V. Dielectric, Ferroelectric, and Piezoelectric Investigation of Polymer-Based P(VDF-TrFE) Composites. *Phys. Status Solidi B* **2018**, *255* (3), 1700196. <https://doi.org/10.1002/pssb.201700196>.
- (96) Svirskas, Š.; Duce, M.; Birks, E.; Sternberg, A.; Banys, J. Electromechanical Properties of Na_{0.5}Bi_{0.5}TiO₃-SrTiO₃-PbTiO₃ Solid Solutions. *J. Phys. Chem. Solids* **2018**, *114*, 94–99.
<https://doi.org/10.1016/j.jpcs.2017.11.007>.
- (97) Šimėnas, M.; Banys, J.; E. Tornau, E. Screening of Point Defects in Methylammonium Lead Halides: A Monte Carlo Study. *J. Mater. Chem. C* **2018**, *6* (6), 1487–1494.
<https://doi.org/10.1039/C7TC05572B>.
- (98) Balčiūnas, S.; Ivanov, M.; Watanabe, M.; Matsumoto, K.; Ueno, S.; Fujii, I.; Banys, J.; Wada, S. Dielectric Properties of BT-BT and BF-BT Composites. *Ferroelectrics* **2018**, *533* (1), 145–150.
<https://doi.org/10.1080/00150193.2018.1470830>.
- (99) Balčiūnas, S.; Peterson, A.; Ivanov, M.; Adamson, J.; Banys, J. Dielectric Properties of One-Dimensional Ice in HHTP-4H₂O Crystallites. *Ferroelectrics* **2018**, *533* (1), 192–197.
<https://doi.org/10.1080/00150193.2018.1470841>.
- (100) Dzunuzovic, A. S.; Vijatovic Petrovic, M. M.; Bobic, J. D.; Ilic, N. I.; Ivanov, M.; Grigalaitis, R.; Banys, J.; Stojanovic, B. D. Magneto-Electric Properties of xNi_{0.7}Zn_{0.3}Fe₂O₄ – (1-x)BaTiO₃ Multiferroic Composites. *Ceram. Int.* **2018**, *44* (1), 683–694. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2017.09.229>.
- (101) Samulionis, V.; Macutkevicius, J.; Banys, J.; Shenderova, O.; Zak, A. High Frequency Ultrasonic and Photoacoustic Studies of Polymer Composites with Nano-inclusions. In *2018 IEEE International Ultrasonics Symposium (IUS)*; 2018; pp 1–9. <https://doi.org/10.1109/ULTSYM.2018.8580146>.
- (102) Suchanicz, J.; Sitko, D.; Svirskas, Š.; Ivanov, M.; Kežionis, A.; Banys, J.; Czaja, P.; Kruzina, T. V.; Szczygły, J. Ferroelectric, Dielectric and Optic Properties of Mn and Cr-Doped Na_{0.5}Bi_{0.5}TiO₃ Single Crystals. *Ferroelectrics* **2018**, *532* (1), 38–49.
<https://doi.org/10.1080/00150193.2018.1499402>.
- (103) Marchi, F. D.; Galeotti, G.; Simenas, M.; E. Tornau, E.; Pezzella, A.; MacLeod, J.; Ebrahimi, M.; Rosei, F. Room-Temperature Surface-Assisted Reactivity of a Melanin Precursor: Silver Metal–Organic Coordination versus Covalent Dimerization on Gold. *Nanoscale* **2018**, *10* (35), 16721–16729.
<https://doi.org/10.1039/C8NR04002H>.

- (104) Ibenskas, A.; Šimėnas, M.; Tornau, E. E. Multiorientation Model for Planar Ordering of Trimesic Acid Molecules. *J. Phys. Chem. C* **2018**, *122* (13), 7344–7352. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.8b01828>.
- (105) Latko-Durałek, P.; Macutkevic, J.; Kay, C.; Boczkowska, A.; McNally, T. Hot-Melt Adhesives Based on Co-Polyamide and Multiwalled Carbon Nanotubes. *J. Appl. Polym. Sci.* **2018**, *135* (11), 45999. <https://doi.org/10.1002/app.45999>.
- (106) Szczurek, A.; Fierro, V.; Plyushch, A.; Macutkevic, J.; Kuzhir, P.; Celzard, A. Structure and Electromagnetic Properties of Cellular Glassy Carbon Monoliths with Controlled Cell Size. *Materials* **2018**, *11* (5), 709. <https://doi.org/10.3390/ma11050709>.
- (107) Allouche, F.; Klose, D.; Gordon, C. P.; Ashuiev, A.; Wörle, M.; Kalendra, V.; Mougél, V.; Copéret, C.; Jeschke, G. Low-Coordinated Titanium(III) Alkyl—Molecular and Surface—Complexes: Detailed Structure from Advanced EPR Spectroscopy. *Angew. Chem.* **2018**, *130* (44), 14741–14745. <https://doi.org/10.1002/ange.201806497>.
- (108) Šimėnas, M.; Macalik, L.; Aidas, K.; Kalendra, V.; Klose, D.; Jeschke, G.; Mączka, M.; Völkel, G.; Banys, J.; Pöpl, A. Pulse EPR and ENDOR Study of Manganese Doped [(CH₃)₂NH₂][Zn(HCOO)₃] Hybrid Perovskite Framework. *J. Phys. Chem. C* **2017**, *121* (48), 27225–27232. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.7b09990>.
- (109) Vijatović Petrović, M. M.; Grigalaitis, R.; Ilic, N.; Bobić, J. D.; Dzunuzovic, A.; Banys, J.; Stojanović, B. D. Interdependence between Structure and Electrical Characteristics in Sm-Doped Barium Titanate. *J. Alloys Compd.* **2017**, *724*, 959–968. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2017.07.099>.
- (110) Anusca, I.; Balčiūnas, S.; Gemeiner, P.; Svirskas, Š.; Sanlialp, M.; Lackner, G.; Fettkenhauer, C.; Belovickis, J.; Samulionis, V.; Ivanov, M.; Dkhil, B.; Banys, J.; Shvartsman, V. V.; Lupascu, D. C. Dielectric Response: Answer to Many Questions in the Methylammonium Lead Halide Solar Cell Absorbers. *Adv. Energy Mater.* **2017**, *7* (19), 1700600. <https://doi.org/10.1002/aenm.201700600>.
- (111) Šimėnas, M.; Balčiūnas, S.; Mączka, M.; Banys, J.; Tornau, E. E. Exploring the Antipolar Nature of Methylammonium Lead Halides: A Monte Carlo and Pyrocurrent Study. *J. Phys. Chem. Lett.* **2017**, *8* (19), 4906–4911. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcllett.7b02239>.
- (112) Helal, M. A.; Aftabuzzaman, M.; Svirskas, S.; Banys, J.; Kojima, S. Temperature Evolution of Central Peaks and Effect of Electric Field in Relaxor Ferroelectric 0.83Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃–0.17PbTiO₃ Single Crystals. *Jpn. J. Appl. Phys.* **2017**, *56* (10S), 10PB03. <https://doi.org/10.7567/JJAP.56.10PB03>.
- (113) Letellier, M.; Macutkevic, J.; Kuzhir, P.; Banys, J.; Fierro, V.; Celzard, A. Electromagnetic Properties of Model Vitreous Carbon Foams. *Carbon* **2017**, *122*, 217–227. <https://doi.org/10.1016/j.carbon.2017.06.080>.
- (114) Gheorghiu, F.; Simenas, M.; Ciomaga, C. E.; Airimioaei, M.; Kalendra, V.; Banys, J.; Dobromir, M.; Tascu, S.; Mitoseriu, L. Preparation and Structural Characterization of Fe-Doped BaTiO₃ Diluted Magnetic Ceramics. *Ceram. Int.* **2017**, *43* (13), 9998–10005. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2017.05.013>.
- (115) Šimėnas, M.; Kulstaeva, A.; Balčiūnas, S.; Trzebiatowska, M.; Klose, D.; Jeschke, G.; Mączka, M.; Banys, J.; Pöpl, A. Single Crystal Electron Paramagnetic Resonance of Dimethylammonium and Ammonium Hybrid Formate Frameworks: Influence of External Electric Field. *J. Phys. Chem. C* **2017**, *121* (30), 16533–16540. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.7b06257>.
- (116) Jablonskas, D.; Lapinskas, S.; Rudys, S.; Ivanov, M.; Banys, J. Full-Wave Finite Space Model of Open-Ended Coaxial Line for Dielectric Spectroscopy of Liquids. *Rev. Sci. Instrum.* **2017**, *88* (8), 084703. <https://doi.org/10.1063/1.4991312>.
- (117) Shuba, M. V.; Paddubskaya, A. G.; Kuzhir, P. P.; Maksimenko, S. A.; Valusis, G.; Ivanov, M.; Banys, J.; Ksenevich, V.; Hanson, G. W. Observation of the Microwave Near-Field Enhancement Effect in Suspensions Comprising Single-Walled Carbon Nanotubes. *Mater. Res. Express* **2017**, *4* (7), 075033. <https://doi.org/10.1088/2053-1591/aa78e1>.

- (118) Sakanas, A.; Nuzhnyy, D.; Grigalaitis, R.; Banys, J.; Borodavka, F.; Kamba, S.; Ciomaga, C. E.; Mitoseriu, L. Dielectric and Phonon Spectroscopy of Nb-Doped Pb(Zr_{1-y}Ti_y)O₃-CoFe₂O₄ Composites. *J. Appl. Phys.* **2017**, *121* (21), 214101. <https://doi.org/10.1063/1.4984199>.
- (119) Šimėnas, M.; Balčiūnas, S.; Trzebiatowska, M.; Ptak, M.; Maćzka, M.; Völkel, G.; Pöpl, A.; Banys, J. Electron Paramagnetic Resonance and Electric Characterization of a [CH₃NH₂NH₂][Zn(HCOO)₃] Perovskite Metal Formate Framework. *J. Mater. Chem. C* **2017**, *5* (18), 4526–4536. <https://doi.org/10.1039/C7TC01140G>.
- (120) Bobić, J. D.; Katiliute, R. M.; Ivanov, M.; Ilić, N. I.; Dzunuzović, A. S.; Petrović, M. M. V.; Banys, J.; Stojanović, B. D. Influence of Tungsten Doping on Dielectric, Electrical and Ferroelectric Behavior of BaBi₄Ti₄O₁₅ Ceramics. *J. Alloys Compd.* **2017**, *702*, 619–625. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2017.01.280>.
- (121) Svirskas, Š.; Banys, J.; Kojima, S. Broadband Dielectric Spectroscopy of Pb-Based Relaxor Ferroelectric (1-x)Pb(Mg_{1/3}Nb_{2/3})O₃-xPbTiO₃ with Intermediate Random Fields. *J. Appl. Phys.* **2017**, *121* (13), 134101. <https://doi.org/10.1063/1.4979729>.
- (122) Gielis, S.; Ivanov, M.; Peys, N.; van den Ham, E. J.; Pavlovic, N.; Banys, J.; Hardy, A.; Van Bael, M. K. Aqueous Chemical Solution Deposition of Ultra High-k LuFeO₃ Thin Films. *J. Eur. Ceram. Soc.* **2017**, *37* (2), 611–617. <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2016.08.042>.
- (123) Balčiūnas, S.; Ivanov, M.; Banys, J.; Wada, S. Dielectric Properties of BaTiO₃-KNbO₃ Composites. *Ferroelectrics* **2017**, *512* (1), 8–13. <https://doi.org/10.1080/00150193.2017.1355178>.
- (124) Banys, J.; Glinchuk, M. D.; Poprawski, R. Fourth Lithuanian–Ukrainian–Polish Meeting on Ferroelectrics Physics, 5–9 September 2016, Palanga, Lithuania. *Phase Transit.* **2017**, *90* (9), 817–817. <https://doi.org/10.1080/01411594.2017.1351176>.
- (125) Belovickis, J.; Samulionis, V.; Banys, J.; Silibin, M.; Solnyshkin, A.; Nekludov, K.; Sysa, A. Effect of Thermal Cycling on Ferroelectric Phase Transition of PVDF-TrFE Based Composites as Investigated by Ultrasonic Spectroscopy. *Ferroelectrics* **2017**, *512* (1), 65–70. <https://doi.org/10.1080/00150193.2017.1349888>.
- (126) Jablonskas, D.; Ivanov, M.; Grigalaitis, R.; Banys, J. Implementation of an Improved Non-Linear Susceptometer. *Ferroelectrics* **2017**, *513* (1), 32–37. <https://doi.org/10.1080/00150193.2017.1350071>.
- (127) Kranauskaitė, I.; Macutkevič, J.; Borisova, A.; Martone, A.; Zarrelli, M.; Selskis, A.; Aniskevich, A.; Banys, J. Enhancing Electrical Conductivity of Multiwalled Carbon Nanotube/Epoxy Composites by Graphene Nanoplatelets. *Lith. J. Phys.* **2017**, *57* (4). <https://doi.org/10.3952/physics.v57i4.3602>.
- (128) Mackeviciute, R.; Grigalaitis, R.; Banys, J.; Boota, M.; Ghosh, A.; Rijnders, G. Electrical Properties of PMN-33PT Thin Film at MPB. *Ferroelectrics* **2017**, *512* (1), 1–7. <https://doi.org/10.1080/00150193.2017.1355140>.
- (129) Studenyak, I. P.; Izai, V. Y.; Pogodin, A. I.; Kokhan, O. P.; Sidey, V. I.; Sabov, M. Y.; Kežionis, A.; Šalkus, T.; Banys, J. Structural and Electrical Properties of Argyrodite-Type Cu₇PS₆ Crystals. *Lith. J. Phys.* **2017**, *57* (4). <https://doi.org/10.3952/physics.v57i4.3603>.
- (130) Svirskas, Š.; Belovickis, J.; Šemeliovas, D.; Martins, P.; Lanceros-Méndez, S.; Banys, J. Temperature and Frequency Dependence of the Dielectric and Piezoelectric Response of P(VDF-TrFE)/CoFe₂O₄ Magnetoelectric Composites. *Lith. J. Phys.* **2017**, *57* (2). <https://doi.org/10.3952/physics.v57i2.3517>.
- (131) Delley, M. F.; Lapadula, G.; Núñez-Zarur, F.; Comas-Vives, A.; Kalendra, V.; Jeschke, G.; Baabe, D.; Walter, M. D.; Rossini, A. J.; Lesage, A.; Emsley, L.; Maury, O.; Copéret, C. Local Structures and Heterogeneity of Silica-Supported M(III) Sites Evidenced by EPR, IR, NMR, and Luminescence Spectroscopies. *J. Am. Chem. Soc.* **2017**, *139* (26), 8855–8867. <https://doi.org/10.1021/jacs.7b02179>.

- (132) Ibenskas, A.; Šimėnas, M.; Tornau, E. E. Three-Dimensional Model for Planar Assembly of Triangular Molecules: Effect of Substrate–Molecule Interaction. *J. Phys. Chem. C* **2017**, *121* (6), 3469–3478. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.6b12735>.
- (133) Šimėnas, M.; Matsuda, R.; Kitagawa, S.; Pöpl, A.; Banys, J. Electron Paramagnetic Resonance Study of Guest Molecule-Influenced Magnetism in Kagome Metal–Organic Framework. *J. Phys. Chem. C* **2016**, *120* (48), 27462–27467. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.6b09853>.
- (134) Maćzka, M.; Ptak, M.; Pawlus, S.; Paraguassu, W.; Sieradzki, A.; Balciunas, S.; Simenas, M.; Banys, J. Temperature- and Pressure-Dependent Studies of Niccolite-Type Formate Frameworks of $[\text{NH}_3(\text{CH}_2)_4\text{NH}_3][\text{M}_2(\text{HCOO})_6]$ ($\text{M} = \text{Zn}, \text{Co}, \text{Fe}$). *Phys. Chem. Chem. Phys.* **2016**, *18* (39), 27613–27622. <https://doi.org/10.1039/C6CP05834E>.
- (135) Belovickis, J.; Samulionis, V.; Banys, J.; Silibin, M.; Solnyshkin, A.; Shilyaeva, Yu.; Nekludov, K.; Gavrilov, S.; Rubanik, V.; Rubanik, V.; Shvartsman, V. V. Ultrasonic Spectroscopy of Copolymer Based P(VDF-TrFE) Composites with Fillers on Lead Zirconate Titanate Basis. *Polym. Test.* **2016**, *53*, 211–216. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2016.06.001>.
- (136) Šimėnas, M.; Balčiūnas, S.; Mczka, M.; Banys, J.; Tornau, E. E. Structural Phase Transition in Perovskite Metal–Formate Frameworks: A Potts-Type Model with Dipolar Interactions. *Phys. Chem. Chem. Phys.* **2016**, *18* (27), 18528–18535. <https://doi.org/10.1039/C6CP03414D>.
- (137) Pečnik, T.; Eršte, A.; Matavž, A.; Bobnar, V.; Ivanov, M.; Banys, J.; Xiang, F.; Wang, H.; Malič, B.; Glinšek, S. Dielectric Dynamics of the Polycrystalline $\text{Ba}_{0.5}\text{Sr}_{0.5}\text{TiO}_3$ Thin Films. *Europhys. Lett.* **2016**, *114* (4), 47009. <https://doi.org/10.1209/0295-5075/114/47009>.
- (138) Kranauskaite, I.; Macutkevicius, J.; Banys, J.; Kuznetsov, V. L.; Moseenkov, S. I.; Rudyna, N. A.; Krasnikov, D. V. Length-Dependent Broadband Electric Properties of PMMA Composites Filled with Carbon Nanotubes. *Phys. Status Solidi A* **2016**, *213* (4), 1025–1033. <https://doi.org/10.1002/pssa.201532289>.
- (139) Bagdzevicius, S.; Mackeviciute, R.; Ivanov, M.; Fraygola, B.; Sandu, C. S.; Setter, N.; Banys, J. Internal Electrical and Strain Fields Influence on the Electrical Tunability of Epitaxial $\text{Ba}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{TiO}_3$ Thin Films. *Appl. Phys. Lett.* **2016**, *108* (13), 132901. <https://doi.org/10.1063/1.4944997>.
- (140) Bobić, J. D.; Katiliute, R. M.; Ivanov, M.; Vijatović Petrović, M. M.; Ilić, N. I.; Džunuzović, A. S.; Banys, J.; Stojanović, B. D. Dielectric, Ferroelectric and Magnetic Properties of La Doped $\text{Bi}_5\text{Ti}_3\text{FeO}_{15}$ Ceramics. *J. Mater. Sci. Mater. Electron.* **2016**, *27* (3), 2448–2454. <https://doi.org/10.1007/s10854-015-4044-6>.
- (141) Rushchanskii, K. Z.; Bilanych, R. M.; Molnar, A. A.; Yevych, R. M.; Kohutych, A. A.; Perechinskii, S. I.; Samulionis, V.; Banys, J.; Vysochanskii, Y. M. Ferroelectricity in $(\text{Pb}_{1-x}\text{Sn}_x)_2\text{P}_2\text{S}_6$ Mixed Crystals and Random Field BEG Model. *Phys. Status Solidi B* **2016**, *253* (2), 384–391. <https://doi.org/10.1002/pssb.201552138>.
- (142) Rushchanskii, K. Z.; Molnar, A.; Bilanych, R.; Yevych, R.; Kohutych, A.; Vysochanskii, Yu. M.; Samulionis, V.; Banys, J. Observation of Nonequilibrium Behavior near the Lifshitz Point in Ferroelectrics with Incommensurate Phase. *Phys. Rev. B* **2016**, *93* (1), 014101. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.93.014101>.
- (143) Bagdzevičius, Š.; Kranauskaitė, I.; Grigalaitis, R.; Bormanis, K.; Sternberg, A.; Banys, J. Chemical Strain Effects and Changed Lattice Dynamic in $(\text{Sr}_{1-1.5x}\text{Bi}_x)\text{TiO}_3$ Ceramics ($x \leq 0.15$). *Ferroelectrics* **2016**, *497* (1), 24–33. <https://doi.org/10.1080/00150193.2016.1161464>.
- (144) Mackevičiūtė, R.; Ivanov, M.; Bagdzevičius, Š.; Grigalaitis, R.; Banys, J. Electrical Model of a Thin Dielectric Film with a Bottom Electrode of Non-Negligible Distributed Resistance. *Ferroelectrics* **2016**, *497* (1), 114–125. <https://doi.org/10.1080/00150193.2016.1165023>.
- (145) Mackevičiūtė, R.; Bagdzevičius, Š.; Ivanov, M.; Fraygola, B.; Grigalaitis, R.; Setter, N.; Banys, J. Strain Engineering of Electrical Conductivity in Epitaxial Thin $\text{Ba}_{0.7}\text{Sr}_{0.3}\text{TiO}_3$ Film Heterostructures. *Lith. J. Phys.* **2016**, *56* (3). <https://doi.org/10.3952/physics.v56i3.3366>.

- (146) Macutkevicius, J.; Banys, J. Electrical Properties Analysis of Materials with Ferroic Order. *RSC Adv.* **2016**, *6* (26), 21345–21346. <https://doi.org/10.1039/C5RA00750J>.
- (147) Galizia, P.; Gardini, D.; Ortellì, S.; Capiani, C.; Anbinderis, M.; Grigalaitis, R.; Maizza, G.; Galassi, C. Novel Magnetodielectric Cobalt Ferrite–Titania–Silica Ceramic Composites with Tunable Dielectric Properties. *Ceram. Int.* **2016**, *42* (15), 16650–16654. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2016.07.095>.
- (148) Ibenskas, A.; Šimėnas, M.; Tornau, E. E. Numerical Engineering of Molecular Self-Assemblies in a Binary System of Trimesic and Benzenetribenzoic Acids. *J. Phys. Chem. C* **2016**, *120* (12), 6669–6680. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.6b00558>.
- (149) Šimėnas, M.; Jee, B.; Hartmann, M.; Banys, J.; Pöppel, A. Adsorption and Desorption of HD on the Metal–Organic Framework Cu₂.97Zn_{0.03}(Btc)₂ Studied by Three-Pulse ESEEM Spectroscopy. *J. Phys. Chem. C* **2015**, *119* (51), 28530–28535. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.5b11058>.
- (150) Balčiūnas, S.; Ivanov, M.; Grigalaitis, R.; Banys, J.; Amorín, H.; Castro, A.; Algueró, M. Revisiting the Broadband Dielectric Properties of High-Sensitivity Piezoelectric BiScO₃–PbTiO₃: Size Effects. *Phys. Status Solidi B* **2015**, *252* (12), 2727–2734. <https://doi.org/10.1002/pssb.201552040>.
- (151) Belovickis, J.; Macutkevicius, J.; Svirskas, Š.; Samulionis, V.; Banys, J.; Shenderova, O.; Borjanovic, V. Ultrasonic and Dielectric Relaxations in PDMS/ZnO Nanocomposite. *Phys. Status Solidi B* **2015**, *252* (12), 2778–2783. <https://doi.org/10.1002/pssb.201552383>.
- (152) Grigalaitis, R.; Vijatović Petrović, M. M.; Baltrūnas, D.; Mažeika, K.; Stojanović, B. D.; Banys, J. Broadband Dielectric and Mössbauer Studies of BaTiO₃–NiFe₂O₄ Composite Multiferroics. *J. Mater. Sci. Mater. Electron.* **2015**, *26* (12), 9727–9734. <https://doi.org/10.1007/s10854-015-3641-8>.
- (153) Sakanas, A.; Grigalaitis, R.; Banys, J.; Curecheriu, L.; Mitoseriu, L.; Buscaglia, V. Microstructural Influence on the Broadband Dielectric Properties of BaTiO₃–Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ Core-Shell Composites: Experiment and Modeling. *J. Appl. Phys.* **2015**, *118* (17), 174106. <https://doi.org/10.1063/1.4935138>.
- (154) Apanasevich, N.; Sokal, A.; Lapko, K.; Kudlash, A.; Lomonosov, V.; Plyushch, A.; Kuzhir, P.; Macutkevicius, J.; Banys, J.; Okotrub, A. Phosphate Ceramics – Carbon Nanotubes Composites: Liquid Aluminum Phosphate vs Solid Magnesium Phosphate Binder. *Ceram. Int.* **2015**, *41* (9, Part B), 12147–12152. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2015.06.033>.
- (155) Macutkevicius, J.; Banys, J.; Moseenkov, S.; Kuznetsov, V.; Nunn, N.; Shenderova, O. Dielectric Properties of Onion-like Carbon and Detonation Nanodiamond/Polydimethylsiloxane Composites. *Polym. Compos.* **2015**, *36* (11), 2084–2092. <https://doi.org/10.1002/pc.23119>.
- (156) Vijatović Petrović, M. M.; Bobić, J. D.; Grigalaitis, R.; Ilić, N. I.; Dzunuzovic, A. S.; Jankauskaite, V.; Banys, J.; Stojanović, B. D. Donor–Acceptor Joint Effect in Barium Titanate Systems. *Ceram. Int.* **2015**, *41* (9, Part A), 11365–11371. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2015.05.096>.
- (157) Šimėnas, M.; Ciupa, A.; Mączka, M.; Pöppel, A.; Banys, J. EPR Study of Structural Phase Transition in Manganese-Doped [(CH₃)₂NH₂][Zn(HCOO)₃] Metal–Organic Framework. *J. Phys. Chem. C* **2015**, *119* (43), 24522–24528. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.5b08680>.
- (158) Jablonskas, D.; Grigalaitis, R.; Banys, J.; Bokov, A. A.; Ye, Z.-G. Broadband Dielectric Spectra in PbMg_{1/3}Nb_{2/3}O₃ Crystals with Chemical Order Modified by La Doping. *Appl. Phys. Lett.* **2015**, *107* (14), 142905. <https://doi.org/10.1063/1.4932656>.
- (159) Silibin, M. V.; Belovickis, J.; Svirskas, S.; Ivanov, M.; Banys, J.; Solnyshkin, A. V.; Gavrilov, S. A.; Varenky, O. V.; Pusenkova, A. S.; Morozovsky, N.; Shvartsman, V. V.; Morozovska, A. N. Polarization Reversal in Organic-Inorganic Ferroelectric Composites: Modeling and Experiment. *Appl. Phys. Lett.* **2015**, *107* (14), 142907. <https://doi.org/10.1063/1.4932661>.

- (160) Letellier, M.; Macutkevicius, J.; Paddubskaya, A.; Plyushch, A.; Kuzhir, P.; Ivanov, M.; Banys, J.; Pizzi, A.; Fierro, V.; Celzard, A. Tannin-Based Carbon Foams for Electromagnetic Applications. *IEEE Trans. Electromagn. Compat.* **2015**, *57* (5), 989–995. <https://doi.org/10.1109/TEMC.2015.2430370>.
- (161) Weller, M. T.; Weber, O. J.; Henry, P. F.; Di Pumpo, A. M.; Hansen, T. C. Complete Structure and Cation Orientation in the Perovskite Photovoltaic Methylammonium Lead Iodide between 100 and 352 K. *Chem. Commun.* **2015**, *51* (20), 4180–4183.
- (162) Kranauskaite, I.; Macutkevicius, J.; Banys, J.; Talik, E.; Kuznetsov, V.; Nunn, N.; Shenderova, O. Synergy Effects in the Electrical Conductivity Behavior of Onion-like Carbon and Multiwalled Carbon Nanotubes Composites. *Phys. Status Solidi B* **2015**, *252* (8), 1799–1803. <https://doi.org/10.1002/pssb.201451745>.
- (163) Macutkevicius, J.; Banys, J.; Vysochanskii, Y. Electrical Conductivity of Layered $\text{CuInP}_2(\text{SxSe}_{1-x})_6$ Crystals. *Phys. Status Solidi B* **2015**, *252* (8), 1773–1777. <https://doi.org/10.1002/pssb.201451738>.
- (164) Svirskas, S.; Simenas, M.; Banys, J.; Martins, P.; Lanceros-Mendez, S. Dielectric Relaxation and Ferromagnetic Resonance in Magnetoelectric (Polyvinylidene-Fluoride)/Ferrite Composites. *J. Polym. Res.* **2015**, *22* (7), 141. <https://doi.org/10.1007/s10965-015-0780-9>.
- (165) Bellucci, S.; Bistarelli, S.; Cataldo, A.; Micciulla, F.; Kranauskaite, I.; Macutkevicius, J.; Banys, J.; Volynets, N.; Paddubskaya, A.; Bychanok, D.; Kuzhir, P.; Maksimenko, S.; Fierro, V.; Celzard, A. Broadband Dielectric Spectroscopy of Composites Filled With Various Carbon Materials. *IEEE Trans. Microw. Theory Tech.* **2015**, *63* (6), 2024–2031. <https://doi.org/10.1109/TMTT.2015.2418758>.
- (166) Belovickis, J.; Macutkevicius, J.; Svirskas, Š.; Samulionis, V.; Banys, J.; Shenderova, O.; Borjanovic, V. Dielectric Spectroscopy of Polymer Based PDMS Nanocomposites with ZnO Nanoparticles. *Ferroelectrics* **2015**, *479* (1), 82–89. <https://doi.org/10.1080/00150193.2015.1012016>.
- (167) Letellier, M.; Macutkevicius, J.; Paddubskaya, A.; Klochkov, A.; Kuzhir, P.; Banys, J.; Fierro, V.; Celzard, A. Microwave Dielectric Properties of Tannin-Based Carbon Foams. *Ferroelectrics* **2015**, *479* (1), 119–126. <https://doi.org/10.1080/00150193.2015.1012036>.
- (168) Mackeviciute, R.; Grigalaitis, R.; Ivanov, M.; Sliteris, R.; Banys, J. Dielectric and Pyroelectric Properties of PMN-29PT Single Crystals near MPB. *Ferroelectrics* **2015**, *479* (1), 29–34. <https://doi.org/10.1080/00150193.2015.1008382>.
- (169) Macutkevicius, J.; Molak, A.; Banys, J. Dielectric Properties of NaNbO_3 Ceramics. *Ferroelectrics* **2015**, *479* (1), 48–55. <https://doi.org/10.1080/00150193.2015.1011916>.
- (170) Sakanas, A.; Grigalaitis, R.; Ivanov, M.; Banys, J.; Mitoseriu, L.; Buscaglia, V.; Nanni, P. The Alternative Expression of Lichtenecker's Logarithmic Mixture Formula and Its Application to the Broadband Dielectric Spectroscopy of $\text{BaTiO}_3\text{-Ni}_0.5\text{Zn}_0.5\text{Fe}_2\text{O}_4$ Composites. *Ferroelectrics* **2015**, *479* (1), 90–97. <https://doi.org/10.1080/00150193.2015.1031618>.
- (171) Samulionis, V.; Svirskas, Š.; Banys, J.; Sánchez-Ferrer, A.; Mrzel, A. Ultrasonic and Dielectric Studies of Polyurea Elastomer Composites with Inorganic Nanoparticles. *Ferroelectrics* **2015**, *479* (1), 67–75. <https://doi.org/10.1080/00150193.2015.1011979>.
- (172) Samulionis, V.; Svirskas, Š.; Banys, J.; Sánchez-Ferrer, A.; Gimeno, N.; Ros, M. B. Phase Transitions in Smectic Bent-Core Main-Chain Polymer Networks Detected by Dielectric and Ultrasonic Techniques. *Ferroelectrics* **2015**, *479* (1), 76–81. <https://doi.org/10.1080/00150193.2015.1012011>.
- (173) Šimėnas, M.; Kobalz, M.; Mendt, M.; Eckold, P.; Krautscheid, H.; Banys, J.; Pöppel, A. Synthesis, Structure, and Electron Paramagnetic Resonance Study of a Mixed Valent Metal–Organic Framework Containing Cu_2 Paddle-Wheel Units. *J. Phys. Chem. C* **2015**, *119* (9), 4898–4907. <https://doi.org/10.1021/jp512629c>.
- (174) Mackeviciute, R.; Goian, V.; Greicius, S.; Grigalaitis, R.; Nuzhnyy, D.; Holc, J.; Banys, J.; Kamba, S. Lattice Dynamics and Broad-Band Dielectric Properties of Multiferroic $\text{Pb}(\text{Fe}_{1/2}\text{Nb}_{1/2})\text{O}_3$ Ceramics. *J. Appl. Phys.* **2015**, *117* (8), 084101. <https://doi.org/10.1063/1.4913286>.

- (175) Banys, J.; Macutkevicius, J.; Klimm, C.; Völkel, G. Crossover between Ferroelectric Order and Dipolar Glass Disorder in Betaine Phosphate_{0.06} Betaine Phosphite_{0.94} Mixed Crystals. *Lith. J. Phys.* **2015**, *55* (2). <https://doi.org/10.3952/physics.v55i2.3102>.
- (176) Kranauskaitė, I.; Banys, J.; Talik, E.; Kuznetsov, V.; Nunn, N.; Shenderova, O. Electric/Dielectric Properties of Composites Filled with Onion-like Carbon and Multiwalled Carbon Nanotubes. *Lith. J. Phys.* **2015**, *55* (2). <https://doi.org/10.3952/physics.v55i2.3103>.
- (177) Samulionis, V.; Macutkevicius, J.; Banys, J.; Belovickis, J.; Shenderova, O. Ultrasonic and Dielectric Studies of Polymer PDMS Composites with ZnO and Onion-like Carbons Nano-inclusions. *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.* **2015**, *87*, 012010. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/87/1/012010>.
- (178) Šimėnas, M.; Ibenskas, A.; Tornau, E. E. Coronene Molecules in Hexagonal Pores of Tricarboxylic Acids: A Monte Carlo Study. *J. Phys. Chem. C* **2015**, *119* (35), 20524–20534. <https://doi.org/10.1021/acs.jpcc.5b06690>.
- (179) Kotsilkova, R.; Ivanov, E.; Bychanok, D.; Paddubskaya, A.; Demidenko, M.; Macutkevicius, J.; Maksimenko, S.; Kuzhir, P. Effects of Sonochemical Modification of Carbon Nanotubes on Electrical and Electromagnetic Shielding Properties of Epoxy Composites. *Compos. Sci. Technol.* **2015**, *106*, 85–92. <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2014.11.004>.
- (180) Merijs-Meri, R.; Zicans, J.; Ivanova, T.; Bitenieks, J.; Paddubskaya, A.; Kuzhir, P.; Maksimenko, S.; Macutkevicius, J.; Kuznetsov, V.; Moseenkov, S. Carbon Nanotubes and Carbon Onions for Modification of Styrene–Acrylate Copolymer Nanocomposites. *Polym. Compos.* **2015**, *36* (6), 1048–1054. <https://doi.org/10.1002/pc.23446>.
- (181) Bellucci, S.; Micciulla, F.; Levin, V. M.; Petronyuk, Yu. S.; Chernozatonskii, L. A.; Kuzhir, P. P.; Paddubskaya, A. G.; Macutkevicius, J.; Pletnev, M. A.; Fierro, V.; Celzard, A. Microstructure, Elastic and Electromagnetic Properties of Epoxy-Graphite Composites. *AIP Adv.* **2015**, *5* (6), 067137. <https://doi.org/10.1063/1.4922872>.
- (182) Petzelt, J.; Nuzhnyy, D.; Bovtun, V.; Paściak, M.; Kamba, S.; Dittmer, R.; Svirskas, Š.; Banys, J.; Rödel, J. Peculiar Bi-Ion Dynamics in Na_{1/2}Bi_{1/2}TiO₃ from Terahertz and Microwave Dielectric Spectroscopy. *Phase Transit.* **2014**, *87* (10–11), 953–965. <https://doi.org/10.1080/01411594.2014.953517>.
- (183) Pozingis, J.; Macutkevicius, J.; Grigalaitis, R.; Banys, J.; Lupascu, D. C. Structure and Dielectric Properties of (1–x)Ag_{0.9}Li_{0.1}NbO₃–(x)Bi_{0.5}K_{0.5}TiO₃ Ferroelectric Ceramics. *Ceram. Int.* **2014**, *40* (7, Part A), 9961–9969. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2014.02.094>.
- (184) Sakanas, A.; Grigalaitis, R.; Banys, J.; Mitoseriu, L.; Buscaglia, V.; Nanni, P. Broadband Dielectric Spectroscopy of BaTiO₃–Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe₂O₄ Composite Ceramics. *J. Alloys Compd.* **2014**, *602*, 241–247. <https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2014.03.041>.
- (185) Grigalaitis, R.; Ivanov, M.; Macutkevicius, J.; Banys, J.; Carreaud, J.; Kiat, J. M.; Laguta, V. V.; Zalar, B. Size Effects in a Relaxor: Further Insights into PMN. *J. Phys. Condens. Matter* **2014**, *26* (27), 272201. <https://doi.org/10.1088/0953-8984/26/27/272201>.
- (186) Kranauskaitė, I.; Macutkevicius, J.; Kuzhir, P.; Volynets, N.; Paddubskaya, A.; Bychanok, D.; Maksimenko, S.; Banys, J.; Juskenas, R.; Bistarelli, S.; Cataldo, A.; Micciulla, F.; Bellucci, S.; Fierro, V.; Celzard, A. Dielectric Properties of Graphite-Based Epoxy Composites. *Phys. Status Solidi A* **2014**, *211* (7), 1623–1633. <https://doi.org/10.1002/pssa.201431101>.
- (187) Macutkevicius, J.; Paddubskaya, A.; Kuzhir, P.; Banys, J.; Maksimenko, S.; Kuznetsov, V. L.; Mazov, I. N.; Krasnikov, D. V. Dielectric Properties of Polymer Composites with Carbon Nanotubes of Different Diameters. *J. Nanosci. Nanotechnol.* **2014**, *14* (7), 5430–5434. <https://doi.org/10.1166/jnn.2014.8705>.
- (188) Macutkevicius, J.; Kranauskaitė, I.; Banys, J.; Moseenkov, S.; Kuznetsov, V.; Shenderova, O. Metal-Insulator Transition and Size Dependent Electrical Percolation in Onion-like

- Carbon/Polydimethylsiloxane Composites. *J. Appl. Phys.* **2014**, *115* (21), 213702.
<https://doi.org/10.1063/1.4880995>.
- (189) Katiliute, R. M.; Seibutas, P.; Ivanov, M.; Grigalaitis, R.; Stanulis, A.; Banys, J.; Kareiva, A. Dielectric and Impedance Spectroscopy of BaSnO₃ and Ba₂SnO₄. *Ferroelectrics* **2014**, *464* (1), 49–58.
<https://doi.org/10.1080/00150193.2014.892812>.
- (190) Grigalaitis, R.; Vijatović Petrović, M. M.; Bobić, J. D.; Dzunuzovic, A.; Sobiestianskas, R.; Brilingas, A.; Stojanović, B. D.; Banys, J. Dielectric and Magnetic Properties of BaTiO₃–NiFe₂O₄ Multiferroic Composites. *Ceram. Int.* **2014**, *40* (4), 6165–6170. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2013.11.069>.
- (191) Macutkevicius, J.; Molak, A.; Banys, J. Impedance Spectroscopy of (Pb_{0.5}Na_{0.5})(Mn_{0.5}Nb_{0.5})O₃ Ceramics. *Ferroelectrics* **2014**, *463* (1), 40–47. <https://doi.org/10.1080/00150193.2014.891917>.
- (192) Pozingis, J.; Macutkevicius, J.; Grigalaitis, R.; Banys, J.; Lupascu, D. C. Dielectric Properties of 0.9Ag_{0.9}Li_{0.1}NbO₃–0.1Bi_{0.5}K_{0.5}TiO₃ Ceramics. *Ferroelectrics* **2014**, *463* (1), 99–104.
<https://doi.org/10.1080/00150193.2014.892358>.
- (193) Macutkevicius, J.; Banys, J. Comment on “Order Parameter and Scaling Behavior in BaZr_xTi_{1-x}O₃ (0.3 < x < 0.6) Relaxor Ferroelectrics” [Appl. Phys. Lett. 103, 262905 (2013)]. *Appl. Phys. Lett.* **2014**, *104* (15), 156102. <https://doi.org/10.1063/1.4871414>.
- (194) Samulionis, V.; Banys, J.; Macutkevicius, J.; Vysochanskii, Yu. Ultrasonic Behavior Near Phase Transitions in (Pb_ySn_{1-y})₂P₂S₆ Ferroelectric Materials. *Ferroelectrics* **2014**, *462* (1), 87–96.
<https://doi.org/10.1080/00150193.2014.890882>.
- (195) Svirskas, S.; Ivanov, M.; Bagdzevicius, S.; Macutkevicius, J.; Brilingas, A.; Banys, J.; Dec, J.; Miga, S.; Duncu, M.; Birks, E.; Antonova, M.; Sternberg, A. Dielectric Properties of 0.4Na_{0.5}Bi_{0.5}TiO₃–(0.6-x)SrTiO₃–xPbTiO₃ Solid Solutions. *Acta Mater.* **2014**, *64*, 123–132.
<https://doi.org/10.1016/j.actamat.2013.11.040>.
- (196) Bellucci, S.; Bistarelli, S.; Cataldo, A.; Micciulla, F.; Macutkevicius, J.; Kranauskaitė, I.; Banys, J.; Kuzhir, P.; Volynets, N.; Paddubskaya, A.; Bychanok, D.; Maksimenko, S.; Fierro, V.; Celzard, A. Microwave Response Properties of Epoxy Resin Composites Filled with Graphitic Fillers. In *2014 International Conference on Numerical Electromagnetic Modeling and Optimization for RF, Microwave, and Terahertz Applications (NEMO)*; 2014; pp 1–4. <https://doi.org/10.1109/NEMO.2014.6995701>.
- (197) Grigalaitis, R.; Bagdzevicius, Š.; Banys, J.; Tornau, E. E.; Bormanis, K.; Sternberg, A.; Bdikin, I.; Kholkin, A. Local Piezoelectricity in SrTiO₃–BiTiO₃ Ceramics. *Lith. J. Phys.* **2014**, *54* (3).
<https://doi.org/10.3952/physics.v54i3.2957>.
- (198) Samulionis, V.; Macutkevicius, J.; Banys, J.; Belovickis, J.; Shenderova, O. Ultrasonic Studies of Onion-like Carbons/Polydimethylsiloxane Composites. In *2014 IEEE International Ultrasonics Symposium*; 2014; pp 1986–1987. <https://doi.org/10.1109/ULTSYM.2014.0494>.
- (199) Šimėnas, M.; Ibenskas, A.; Tornau, E. E. Phase Transition Properties of the Bell-Lavis Model. *Phys. Rev. E* **2014**, *90* (4), 042124. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.90.042124>.
- (200) Macutkevicius, J.; Banys, J.; Kuznetsov, V.; Moseenkov, S.; Shenderova, O. Broadband Dielectric Properties of Onion-like Carbon/Polyurethane Composites. *Phys. Status Solidi A* **2013**, *210* (12), 2683–2688. <https://doi.org/10.1002/pssa.201330257>.
- (201) Macutkevicius, J.; Kuzhir, P.; Paddubskaya, A.; Banys, J.; Maksimenko, S.; Moseenkov, S.; Kuznetsov, V. L.; Shenderova, O.; Lambin, Ph. Onset of Electrical Percolation in Onion-Like Carbon/Poly(Methyl Methacrylate) Composites. *Nanosci. Nanotechnol. Lett.* **2013**, *5* (11), 1201–1206.
<https://doi.org/10.1166/nnl.2013.1699>.
- (202) Macutkevicius, J.; Kuzhir, P.; Paddubskaya, A.; Shuba, M.; Banys, J.; Maksimenko, S.; Kuznetsov, V. L.; Mazov, I. N.; Krasnikov, D. V. Influence of Carbon-Nanotube Diameters on Composite Dielectric Properties. *Phys. Status Solidi A* **2013**, *210* (11), 2491–2498.
<https://doi.org/10.1002/pssa.201329254>.

- (203) Kuzhir, P.; Paddubskaya, A.; Plyushch, A.; Volynets, N.; Maksimenko, S.; Macutkevic, J.; Kranauskaite, I.; Banys, J.; Ivanov, E.; Kotsilkova, R.; Celzard, A.; Fierro, V.; Zicans, J.; Ivanova, T.; Merijs Meri, R.; Bochkov, I.; Cataldo, A.; Micciulla, F.; Bellucci, S.; Lambin, Ph. Epoxy Composites Filled with High Surface Area-Carbon Fillers: Optimization of Electromagnetic Shielding, Electrical, Mechanical, and Thermal Properties. *J. Appl. Phys.* **2013**, *114* (16), 164304. <https://doi.org/10.1063/1.4826529>.
- (204) Šimėnas, M.; Sobiestianskas, R.; Bormanis, K.; Banys, J.; Ramoška, T. Dielectric Relaxation and Conductivity in the $\text{PbCo}_0.5\text{Ta}_0.5\text{O}_3$ Ceramics. *Solid State Ion.* **2013**, *247–248*, 98–101. <https://doi.org/10.1016/j.ssi.2013.02.015>.
- (205) Bobić, J. D.; Vijatović Petrović, M. M.; Banys, J.; Stojanović, B. D. Effect of La Substitution on the Structural and Electrical Properties of $\text{BaBi}_4\text{-xLa}_x\text{Ti}_4\text{O}_{15}$. *Ceram. Int.* **2013**, *39* (7), 8049–8057. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2013.03.075>.
- (206) Macutkevic, J.; Kuzhir, P.; Paddubskaya, A.; Maksimenko, S.; Banys, J.; Celzard, A.; Fierro, V.; Stefanutti, E.; Cataldo, A.; Micciulla, F.; Bellucci, S. Epoxy Resin/Carbon Black Composites Below the Percolation Threshold. *J. Nanosci. Nanotechnol.* **2013**, *13* (8), 5434–5439. <https://doi.org/10.1166/jnn.2013.7547>.
- (207) Vijatović Petrović, M. M.; Bobić, J. D.; Uršič, H.; Banys, J.; Stojanović, B. D. The Electrical Properties of Chemically Obtained Barium Titanate Improved by Attrition Milling. *J. Sol-Gel Sci. Technol.* **2013**, *67* (2), 267–272. <https://doi.org/10.1007/s10971-013-3075-9>.
- (208) Macutkevic, J.; Kuzhir, P.; Paddubskaya, A.; Maksimenko, S.; Banys, J.; Celzard, A.; Fierro, V.; Bistarelli, S.; Cataldo, A.; Micciulla, F.; Bellucci, S. Electrical Transport in Carbon Black-Epoxy Resin Composites at Different Temperatures. *J. Appl. Phys.* **2013**, *114* (3), 033707. <https://doi.org/10.1063/1.4815870>.
- (209) Petrović, M. M. V.; Bobić, J.; Grigalaitis, R.; Stojanović, B. D.; Banys, J. La-Doped and La/Mn-Co-Doped Barium Titanate Ceramics. *Acta Phys. Pol. A* **2013**, *124* (1), 155–160. <https://doi.org/10.12693/APhysPolA.124.155>.
- (210) Mackeviciute, R.; Ivanov, M.; Banys, J.; Novak, N.; Kutnjak, Z.; Wencka, M.; Scott, J. F. The Perfect Soft Mode: Giant Phonon Instability in a Ferroelectric. *J. Phys. Condens. Matter* **2013**, *25* (21), 212201. <https://doi.org/10.1088/0953-8984/25/21/212201>.
- (211) Macutkevic, J.; Kuzhir, P. P.; Paddubskaya, A. G.; Banys, J.; Maksimenko, S. A.; Stefanutti, E.; Micciulla, F.; Bellucci, S. Broadband Dielectric/Electric Properties of Epoxy Thin Films Filled with Multiwalled Carbon Nanotubes. *J. Nanophotonics* **2013**, *7* (1), 073593. <https://doi.org/10.1117/1.JNP.7.073593>.
- (212) Dziaugys, A.; Banys, J.; Vysochanskii, Yu. Dielectric Investigations of Layered $\text{Mn}_2\text{P}_2\text{S}_6$ and $\text{Cu}_0.52\text{Mn}_1.74\text{P}_2\text{S}_6$ Single Crystals. *Ferroelectrics* **2013**, *447* (1), 56–62. <https://doi.org/10.1080/00150193.2013.821871>.
- (213) Grigalaitis, R.; Lapinskas, S.; Banys, J.; Tornau, E. E. On Ergodic Relaxation Time in the Three-Dimensional Ising Model. *Lith. J. Phys.* **2013**, *53* (3). <https://doi.org/10.3952/physics.v53i3.2721>.
- (214) Gurskii, L. I.; Macutkevic, J.; Banys, J.; Poddubskaya, A.; Saraseko, M. N.; Petrov, A. V.; Kalanda, N. A.; Sobolev, N. A. Synthesis and Dielectric Properties of $\text{Pb}_0.85\text{Ba}_0.25\text{Zr}_0.53\text{Ti}_0.47\text{O}_3$ Compounds with Nano-Inclusions of Cu and Ni. *Phys. Status Solidi C* **2013**, *10* (4), 640–645. <https://doi.org/10.1002/pssc.201200915>.
- (215) Macutkevic, J.; Banys, J. Comment on “Giant Dielectric Permittivity of Detonation-Produced Nanodiamond Is Caused by Water” by S. S. Batsanov, S. M. Gavrilkin, A. S. Batsanov, K. B. Poyarkov, I. I. Kulakova, D. W. Johnson and B. G. Mendis, *J. Mater. Chem.*, 2012, *22*, 11166. *J. Mater. Chem. C* **2013**, *1* (19), 3255–3256. <https://doi.org/10.1039/C3TC00423F>.

- (216) Macutkevič, J.; Banys, J.; Glemža, K.; Kuznetsov, V.; Borjanovic, V.; Shenderova, O. Dielectric Properties of Annealed Onion-like Carbon Composites in Microwave Region. *Lith. J. Phys.* **2013**, *53* (4). <https://doi.org/10.3952/physics.v53i4.2766>.
- (217) Macutkevic, J.; Grigalaitis, R.; Banys, J.; Hens, S.; Borjanovic, V.; Shenderova, O.; Kuznetsov, V.; Moseenkov, S. Dielectric Properties of Onion-like Carbon Composites. In *Physics, Chemistry and Applications of Nanostructures*; WORLD SCIENTIFIC, 2013; pp 226–229. https://doi.org/10.1142/9789814460187_0056.
- (218) Macutkevic, J.; Kranauskaite, I.; Banys, J.; Paddubskaya, A.; Stefanutti, E.; Cataldo, A.; Micciulla, F.; Celzard, A.; Fierro, V. Dielectric Properties of Epoxy Resin Composites Filled with Nanocarbon Inclusions. In *Physics, Chemistry and Applications of Nanostructures*; WORLD SCIENTIFIC, 2013; pp 238–241. https://doi.org/10.1142/9789814460187_0059.
- (219) Bychanok, D. S.; Paddubskaya, A. G.; Kuzhir, P. P.; Maksimenko, S. A.; Brosseau, C.; Macutkevic, J.; Bellucci, S. A Study of Random Resistor-Capacitor-Diode Networks to Assess the Electromagnetic Properties of Carbon Nanotube Filled Polymers. *Appl. Phys. Lett.* **2013**, *103* (24), 243104. <https://doi.org/10.1063/1.4847335>.
- (220) Kuzhir, P. P.; Paddubskaya, A. G.; Shuba, M. V.; Maksimenko, S. A.; Celzard, A.; Fierro, V.; Amaral-Labat, G.; Pizzi, A.; Valušis, G.; Macutkevic, J.; Ivanov, M.; Banys, J.; Bistarelli, S.; Cataldo, A.; Mastrucci, M.; Micciulla, F.; Sacco, I.; Stefanutti, E.; Bellucci, S. Electromagnetic Shielding Efficiency in Ka-Band: Carbon Foam versus Epoxy/Carbon Nanotube Composites. *J. Nanophotonics* **2012**, *6* (1), 061715. <https://doi.org/10.1117/1.JNP.6.061715>.
- (221) Glukhov, K.; Fedyo, K.; Banys, J.; Vysochanskii, Y. Electronic Structure and Phase Transition in Ferroelectric Sn₂P₂S₆ Crystal. *Int. J. Mol. Sci.* **2012**, *13* (11), 14356–14384. <https://doi.org/10.3390/ijms131114356>.
- (222) Shuba, M. V.; Paddubskaya, A.; Kuzhir, P. P.; Slepyan, G. Y.; Seliuta, D.; Kašalynas, I.; Valušis, G.; Lakhtakia, A. Effect of Annealing and Biaxial Deformation on the Dielectric Properties of Composites of Multiwall Carbon Nanotubes and Poly(Ethylene Terephthalate). *J. Nanophotonics* **2012**, *6* (1), 061708. <https://doi.org/10.1117/1.JNP.6.061708>.
- (223) Bagdzevicius, S.; Grigalaitis, R.; Banys, J.; Sternberg, A.; Bormanis, K. Dielectric Investigation of Sodium Potassium Niobate Ceramic Doped 7% of Antimony. *Solid State Ion.* **2012**, *225*, 667–671. <https://doi.org/10.1016/j.ssi.2012.03.024>.
- (224) Vijatović Petrović, M. M.; Bobić, J. D.; Radojković, A. M.; Banys, J.; Stojanović, B. D. Improvement of Barium Titanate Properties Induced by Attrition Milling. *Ceram. Int.* **2012**, *38* (7), 5347–5354. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2012.03.041>.
- (225) Bobić, J. D.; Vijatović Petrović, M. M.; Banys, J.; Stojanović, B. D. Electrical Properties of Niobium Doped Barium Bismuth-Titanate Ceramics. *Mater. Res. Bull.* **2012**, *47* (8), 1874–1880. <https://doi.org/10.1016/j.materresbull.2012.04.069>.
- (226) Macutkevic, J.; Adomavicius, R.; Krotkus, A.; Banys, J.; Kuznetsov, V.; Moseenkov, S.; Romanenko, A.; Shenderova, O. Localization and Electrical Transport in Onion-like Carbon Based Composites. *J. Appl. Phys.* **2012**, *111* (10), 103701. <https://doi.org/10.1063/1.4714555>.
- (227) Sobiestianskas, R.; Peng, W.; Lemée, N.; Karkut, M.; Banys, J.; Holc, J.; Kosec, M. Microwave Dielectric Dispersion in a Multiferroic Pb(Fe_{1/2}Nb_{1/2})O₃ Thin Film. *Appl. Phys. Lett.* **2012**, *100* (12), 122904. <https://doi.org/10.1063/1.3696043>.
- (228) Bagdzevicius, S.; Banys, J.; Grigalaitis, R.; Sternberg, A.; Bormanis, K. Broadband Dielectric Investigation of Sodium Potassium Niobate Ceramic Doped 8% of Antimony. *Ferroelectrics* **2012**, *428* (1), 14–19. <https://doi.org/10.1080/00150193.2012.675261>.
- (229) Ivanov, M.; Banys, J.; Bogicevic, C.; Kiat, J.-M. Size Effects on Dielectric Properties of Nanograin PSN Ceramics. *Ferroelectrics* **2012**, *429* (1), 43–47. <https://doi.org/10.1080/00150193.2012.676947>.

- (230) Ramoška, T.; Banys, J.; Mitoseriu, L.; Buscaglia, V.; Mažeika, K.; Baltrūnas, D. Mössbauer Investigations of the 0.5BaTiO₃–0.5(Ni,Zn)Fe₂O₄ Composites. *Ferroelectrics* **2012**, *428* (1), 101–108. <https://doi.org/10.1080/00150193.2012.675824>.
- (231) Rudys, S.; Ivanov, M.; Banys, J. Ansoft HFSS Software Application for the Dielectric and Magnetic Measurements of Ferroelectrics and Related Materials in Microwaves. *Ferroelectrics* **2012**, *430* (1), 115–122. <https://doi.org/10.1080/00150193.2012.677732>.
- (232) Svirskas, Š.; Ivanov, M.; Bagdzevičius, Š.; Duncce, M.; Antonova, M.; Birks, E.; Sternberg, A.; Brilingas, A.; Banys, J. Dynamics of Phase Transition in 0.4NBT-0.4ST-0.2PT Solid Solution. *Integr. Ferroelectr.* **2012**, *134* (1), 81–87. <https://doi.org/10.1080/10584587.2012.665300>.
- (233) Kuzhir, P. P.; Paddubskaya, A. G.; Maksimenko, S. A.; Kuznetsov, V. L.; Moseenkov, S.; Romanenko, A. I.; Shenderova, O. A.; Macutkevici, J.; Valušis, G.; Lambin, P. Carbon Onion Composites for EMC Applications. *IEEE Trans. Electromagn. Compat.* **2012**, *54* (1), 6–16. <https://doi.org/10.1109/TEMC.2011.2173348>.
- (234) Macutkevici, J.; Seliuta, D.; Valušis, G.; Adomavicius, R.; Krotkus, A.; Kuzhir, P.; Paddubskaya, A.; Maksimenko, S.; Kuznetsov, V.; Mazov, I.; Simonova, I. Multi-Walled Carbon Nanotubes/PMMA Composites for THz Applications. *Diam. Relat. Mater.* **2012**, *25*, 13–18. <https://doi.org/10.1016/j.diamond.2012.02.002>.
- (235) Macutkevici, J.; Seliuta, D.; Valušis, G.; Adomavicius, R.; Kuzhir, P.; Paddubskaya, A.; Shuba, M.; Maksimenko, S.; Coderoni, L.; Micciulla, F.; Sacco, I.; Bellucci, S. Terahertz Time Domain Spectroscopy of Epoxy Resin Composite with Various Carbon Inclusions. *Chem. Phys.* **2012**, *404*, 129–135. <https://doi.org/10.1016/j.chemphys.2012.02.002>.
- (236) Petrović, M. M. V.; Bobić, J. D.; Ramoška, T.; Banys, J.; Stojanović, B. D. Electrical Properties of Lanthanum Doped Barium Titanate Ceramics. *Mater. Charact.* **2011**, *62* (10), 1000–1006. <https://doi.org/10.1016/j.matchar.2011.07.013>.
- (237) Kleemann, W.; Shvartsman, V. V.; Borisov, P.; Banys, J.; Vysochanskii, Yu. M. Magnetic and Polar Phases and Dynamical Clustering in Multiferroic Layered Solid Solutions CuCr_{1-x}In_xP₂S₆. *Phys. Rev. B* **2011**, *84* (9), 094411. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.84.094411>.
- (238) Petrović, M. M. V.; Bobić, J. D.; Ramoška, T.; Banys, J.; Stojanović, B. D. Antimony Doping Effect on Barium Titanate Structure and Electrical Properties. *Ceram. Int.* **2011**, *37* (7), 2669–2677. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2011.04.015>.
- (239) Macutkevici, J.; Banys, J.; Bussmann-Holder, A.; Bishop, A. R. Origin of Polar Nanoregions in Relaxor Ferroelectrics: Nonlinearity, Discrete Breather Formation, and Charge Transfer. *Phys. Rev. B* **2011**, *83* (18), 184301. <https://doi.org/10.1103/PhysRevB.83.184301>.
- (240) Kuzhir, P.; Paddubskaya, A.; Bychanok, D.; Slepyan, G.; Maksimenko, S.; Macutkevici, J.; Seliuta, D.; Valušis, G.; Banys, J.; Kuznetsov, V.; Moseenkov, S.; Shenderova, O.; Lambin, P. Electromagnetic Response of Polymer Composites with Quasi-Spherical Nanocarbon Inclusions: Theory below the Percolation Threshold. **2011**, *31* (2–3), 167–173. <https://doi.org/10.1515/polyeng.2011.037>.
- (241) Banys, J.; Macutkevici, J.; Lapinskas, S.; Pirc, R.; Kutnjak, Z.; Blinc, R. Low Frequency Dielectric Investigation of Rb_{0.5}(ND₄)_{0.5}D₂PO₄ Dipolar Glass: Comparison with Nuclear Magnetic Resonance Investigations. *J. Appl. Phys.* **2011**, *109* (11), 114101. <https://doi.org/10.1063/1.3590147>.
- (242) Macutkevici, J.; Banys, J. Comment on “Relaxor Behavior and Dielectric Relaxation in Pb(Ba_{1/3}Nb_{2/3})O₃: A Phase Pure New Relaxor Material” [J. Appl. Phys. 109, 014114 (2011)]. *J. Appl. Phys.* **2011**, *109* (11), 116101. <https://doi.org/10.1063/1.3594694>.
- (243) Kuzhir, P.; Paddubskaya, A.; Bychanok, D.; Nemilentsau, A.; Shuba, M.; Plusch, A.; Maksimenko, S.; Bellucci, S.; Coderoni, L.; Micciulla, F.; Sacco, I.; Rinaldi, G.; Macutkevici, J.; Seliuta, D.; Valušis, G.; Banys, J. Microwave Probing of Nanocarbon Based Epoxy Resin Composite Films: Toward

- Electromagnetic Shielding. *Thin Solid Films* **2011**, 519 (12), 4114–4118.
<https://doi.org/10.1016/j.tsf.2011.01.198>.
- (244) Sobiestianskas, R.; Vengalis, B.; Banys, J.; Devenson, J.; Oginskis, A. K.; Lisauskas, V.; Dapkus, L. Microwave Dielectric Properties of BiFeO₃ Multiferroic Films Deposited on Conductive Layers. *Mater. Sci.-Pol.* **2011**, 29 (1), 41. <https://doi.org/10.2478/s13536-011-0008-6>.
- (245) Mazov, I. N.; Kuznetsov, V. L.; Moseenkov, S. I.; Ishchenko, A. V.; Rudina, N. A.; Romanenko, A. I.; Buryakov, T. I.; Anikeeva, O. B.; Macutkevicius, J.; Seliuta, D.; Valusis, G.; Banys, J. Structure and Electrophysical Properties of Multiwalled Carbon Nanotube/Polymethylmethacrylate Composites Prepared via Coagulation Technique. *Nanosci. Nanotechnol. Lett.* **2011**, 3 (1), 18–23.
<https://doi.org/10.1166/nl.2011.1113>.
- (246) Macutkevicius, J.; Banys, J.; Grigalaitis, R. Comment on “Revisit of the Vogel–Fulcher Freezing in Lead Magnesium Niobate Relaxors” [Appl. Phys. Lett. 97, 132905 (2010)]. *Appl. Phys. Lett.* **2011**, 98 (1), 016101. <https://doi.org/10.1063/1.3534789>.
- (247) Banys, J.; Ramoška, T.; Matukas, J.; Pralgauskaitė, S.; Alawneh, F. M. M.; Shvartsman, V. V.; Lupascu, D. C. Investigation of Dielectric and Noise Properties of the Multiferroic Composite BaTiO₃ with CoFe₂O₄. *Ferroelectrics* **2011**, 417 (1), 25–32.
<https://doi.org/10.1080/00150193.2011.578464>.
- (248) Banys, J.; Lapinskas, S.; Rudys, S.; Greicius, S.; Grigalaitis, R. High Frequency Measurements of Ferroelectrics and Related Materials in Coaxial Line. *Ferroelectrics* **2011**, 414 (1), 64–69.
- (249) Bellucci, S.; Coderoni, L.; Micciulla, F.; Sacco, I.; Rinaldi, G.; Kuzhir, P.; Paddubskaya, A.; Shuba, M.; Maksimenko, S.; Macutkevicius, J.; Seliuta, D.; Valusis, G.; Adomavicius, R.; Banys, J. Epoxy — Nano-Carbon Shielding Coating for Super-High-Frequency Range. In *CAS 2011 Proceedings (2011 International Semiconductor Conference)*; 2011; Vol. 1, pp 57–60.
<https://doi.org/10.1109/SMICND.2011.6095712>.
- (250) Grigalaitis, R.; Lapinskas, S.; Banys, J.; Tornau, E. E. Simulation of Relaxation Times Distribution for Relaxors Using Distribution of Three-Dimensional Ising-Type Clusters. *Ferroelectrics* **2011**, 415 (1), 40–50. <https://doi.org/10.1080/00150193.2011.577370>.
- (251) Ivanov, M.; Klemkaite, K.; Khinsky, A.; Kareiva, A.; Banys, J. Dielectric and Conductive Properties of Hydrotalcite. *Ferroelectrics* **2011**, 417 (1), 136–142.
<https://doi.org/10.1080/00150193.2011.578529>.
- (252) Kallaev, S. N.; Omarov, Z. M.; Bormanis, K.; Sadikov, S. A.; Banys, J. Features of Thermal Properties of Ferroelectric PLZT Ceramics in the Region of Phase Transition. *Ferroelectrics* **2011**, 420 (1), 89–94. <https://doi.org/10.1080/00150193.2011.594016>.
- (253) Kupreviciute, A.; Banys, J.; Ramoska, T.; Sobiestianskas, R.; Alawneh, F. M. M.; Gharbi, N.; Lupascu, D. C. Dielectric Properties and Conductivity of Iron Oxide-Barium Titanate Composites. *Ferroelectrics* **2011**, 418 (1), 94–99. <https://doi.org/10.1080/00150193.2011.578947>.
- (254) Pozingis, J.; Banys, J.; Macutkevicius, J.; Adomavicius, R.; Krotkus, A.; Lupascu, D. C. Relaxor Behaviour and Soft Mode in 0.85Ag_{0.9}Li_{0.1}NbO₃ – 0.15Bi_{0.5}K_{0.5}TiO₃ Ceramics. *Ferroelectrics* **2011**, 416 (1), 72–77. <https://doi.org/10.1080/00150193.2011.577675>.
- (255) Rudys, S.; Ivanov, M.; Banys, J.; Vyshatko, N. P.; Shilin, A. D.; Salak, A. N. Dielectric and Impedance Spectroscopy of xNBT–(1-x)LMT Ceramics. *Ferroelectrics* **2011**, 417 (1), 143–150.
<https://doi.org/10.1080/00150193.2011.578530>.
- (256) Macutkevicius, J.; Seliuta, D.; Valusis, G.; Banys, J.; Hens, S.; Borjanovic, V.; Kuznetsov, V.; Shenderova, O. Effect of Thermal Treatment Conditions on the Properties of Onion-like Carbon Based Polymer Composite. *Compos. Sci. Technol.* **2010**, 70 (16), 2298–2303.
<https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2010.09.008>.
- (257) Senyshyn, A.; Schwarz, B.; Lorenz, T.; Adamiv, V. T.; Burak, Ya. V.; Banys, J.; Grigalaitis, R.; Vasylechko, L.; Ehrenberg, H.; Fuess, H. Low-Temperature Crystal Structure, Specific Heat, and

- Dielectric Properties of Lithium Tetraborate Li₂B₄O₇. *J. Appl. Phys.* **2010**, *108* (9), 093524.
<https://doi.org/10.1063/1.3504244>.
- (258) Bobić, J. D.; Vijatović, M. M.; Greičius, S.; Banys, J.; Stojanović, B. D. Dielectric and Relaxor Behavior of BaBi₄Ti₄O₁₅ Ceramics. *J. Alloys Compd.* **2010**, *499* (2), 221–226.
<https://doi.org/10.1016/j.jallcom.2010.03.171>.
- (259) Bagdzevicius, S.; Banys, J.; Grigalaitis, R.; Sternberg, A.; Bormanis, K. Dipolar Glass-Like Perovskite Sr_{0.8}Bi_{0.2}TiO₃ Ceramic. *Ferroelectrics* **2010**, *400* (1), 434–440.
<https://doi.org/10.1080/00150193.2010.506082>.
- (260) Banys, J.; Grigalaitis, R.; Mikonis, A.; Macutkevicius, J.; Keburis, P. Dielectric Spectroscopy of Relaxors and Dipolar Glasses. *Ferroelectrics* **2010**, *405* (1), 3–12.
<https://doi.org/10.1080/00150193.2010.482881>.
- (261) Banys, J.; Rudys, S.; Ivanov, M.; Li, J.; Wang, H. Dielectric Properties of Cubic Bismuth Based Pyrochlores Containing Lithium and Fluorine. *J. Eur. Ceram. Soc.* **2010**, *30* (2), 385–388.
<https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2009.06.032>.
- (262) Bellucci, S.; Coderoni, L.; Micciulla, F.; Rinaldi, G.; Sacco, I.; Paddubskaya, A.; Bychanok, D.; Plushch, A.; Kuzhir, P.; Maksimenko, S.; Shuba, M.; Slepian, S.; Macutkevicius, J.; Seliuta, D.; Valusis, G.; Banys, J. Effectiveness of Microwave Electromagnetic Shielding in Carbon Based Epoxy Nanocomposites. In *35th International Conference on Infrared, Millimeter, and Terahertz Waves*; 2010; pp 1–2.
<https://doi.org/10.1109/ICIMW.2010.5612540>.
- (263) Grigalaitis, R.; Banys, J.; Macutkevicius, J.; Adomavicius, R.; Krotkus, A.; Bormanis, K.; Sternberg, A. Broadband Dielectric Spectroscopy of PbMg_{1/3}Nb_{2/3}O₃–PbSc_{1/2}Nb_{1/2}O₃ Ceramics. *J. Eur. Ceram. Soc.* **2010**, *30* (2), 613–616. <https://doi.org/10.1016/j.jeurceramsoc.2009.05.002>.
- (264) Ivanov, M.; Rudys, S.; Lapinskas, S.; Banys, J.; Macutkevicius, J.; Yermakov, A. Ye.; Uimin, M. A.; Mysik, A. A.; Shenderova, O. Measurements of Complex Dielectric Permittivity and Magnetic Permeability of Carbon-Coated Ni Capsules. In *18-th INTERNATIONAL CONFERENCE ON MICROWAVES, RADAR AND WIRELESS COMMUNICATIONS*; 2010; pp 1–4.
- (265) Macutkevicius, J.; Kuzhir, P.; Seliuta, D.; Valusis, G.; Banys, J.; Paddubskaya, A.; Bychanok, D.; Slepian, G.; Maksimenko, S.; Kuznetsov, V.; Moseenkov, S.; Shenderova, O.; Mayer, A.; Lambin, Ph. Dielectric Properties of a Novel High Absorbing Onion-like-Carbon Based Polymer Composite. *Diam. Relat. Mater.* **2010**, *19* (1), 91–99. <https://doi.org/10.1016/j.diamond.2009.11.011>.
- (266) Mazov, I.; Kuznetsov, V.; Moseenkov, S.; Usoltseva, A.; Romanenko, A.; Anikeeva, O.; Buryakov, T.; Kuzhir, P.; Maksimenko, S.; Bychanok, D.; Macutkevicius, J.; Seliuta, D.; Valusis, G.; Banys, J.; Lambin, P. Electromagnetic Shielding Properties of MWCNT/PMMA Composites in Ka-Band. *Phys. Status Solidi B* **2009**, *246* (11–12), 2662–2666. <https://doi.org/10.1002/pssb.200982294>.
- (267) Macutkevicius, J.; Seliuta, D.; Valusis, G.; Banys, J.; Kuzhir, P.; Maksimenko, S.; Kuznetsov, V.; Moseenkov, S.; Shenderova, O.; Lambin, Ph. Dielectric Properties of Onion-like Carbon Based Polymer Films: Experiment and Modeling. *Solid State Sci.* **2009**, *11* (10), 1828–1832.
<https://doi.org/10.1016/j.solidstatesciences.2009.05.009>.
- (268) Macutkevicius, J.; Seliuta, D.; Valušis, G.; Banys, J.; Kuznetsov, V.; Moseenkov, S.; Shenderova, O. High Dielectric Permittivity of Percolative Composites Based on Onion-like Carbon. *Appl. Phys. Lett.* **2009**, *95* (11), 112901. <https://doi.org/10.1063/1.3224187>.
- (269) Greičius, S.; Banys, J.; Zuo, R.; Granzow, T. Dielectric Investigations of 0.945(Bi_{0.5}Na_{0.5})TiO₃–0.055BaTiO₃. *IEEE Trans. Ultrason. Ferroelectr. Freq. Control* **2009**, *56* (9), 1831–1834.
<https://doi.org/10.1109/TUFFC.2009.1257>.
- (270) Macutkevicius, J.; Seliuta, D.; Valusis, G.; Banys, J.; Kuzhir, P.; Maksimenko, S.; Batrakov, K.; Kuznetsov, V.; Moseenkov, S.; Shenderova, O.; Lambin, Ph. Dielectric Response of Onion-Like Carbon-Based Polymethyl Methacrylate Composites. *J. Nanoelectron. Optoelectron.* **2009**, *4* (2), 261–266. <https://doi.org/10.1166/jno.2009.1029>.

- (271) Banys, J.; Ivanov, M.; Macutkevicius, J.; Krotkus, A.; Fan, H. J.; Kawasaki, S.; Scott, J. F. THz Emission from PZT Nanotubes. *Ferroelectrics* **2009**, *378* (1), 79–83. <https://doi.org/10.1080/00150190902845152>.
- (272) BANYS, J.; IVANOV, M.; ADOMAVICIUS, R.; KROTKUS, A.; MACUTKEVIC, J.; SCOTT, J.; FAN, H. J. THz REFLECTIVITY SPECTROSCOPY OF TUBULAR PZT NANOSTRUCTURES. *Integr. Ferroelectr.* **2009**, *106* (1), 17–22. <https://doi.org/10.1080/10584580903212797>.
- (273) Banys, J.; Grigalaitis, R.; Mikonis, A.; Macutkevicius, J.; Keburis, P. Distribution of Relaxation Times of Relaxors: Comparison with Dipolar Glasses. *Phys. Status Solidi C* **2009**, *6* (12), 2725–2730.
- (274) Greicius, S.; Banys, J.; Szafraniak, I.; Kholkin, A. Conductivity Investigations of Pure and Ba, Ca, Sr Doped BiFeO₃. In *2009 18th IEEE International Symposium on the Applications of Ferroelectrics*; 2009; pp 1–3. <https://doi.org/10.1109/ISAF.2009.5307535>.
- (275) Grigalaitis, R.; Banys, J.; Bagdzevicius, S.; Sternberg, A.; Bormanis, K. Dielectric Investigation of Lead-Free Perovskite Strontium Titanate with 25% Bismuth Ceramics. *Phys. Status Solidi C* **2009**, *6* (12), 2743–2745. <https://doi.org/10.1002/pssc.200982535>.
- (276) Lapinskas, S.; Grigalaitis, R.; Banys, J.; Tornau, E. E. Relaxation Times Obtained From Dynamical Decay Function of 1D and 3D Ising Model. *Ferroelectrics* **2009**, *378* (1), 63–69. <https://doi.org/10.1080/00150190902845103>.
- (277) Macutkevicius, J.; Seliuta, D.; Valusis, G.; Banys, J.; Kuzhir, P.; Maksimenko, S.; Kuznetsov, V.; Moseenkov, S.; Shenderova, O.; Lambin, Ph. Influence of Humidity on Dielectric Properties of PMMA Nanocomposites Containing Onion-Like Carbon. *Ferroelectrics* **2009**, *391* (1), 131–138. <https://doi.org/10.1080/00150190903004601>.
- (278) Macutkevicius, J.; Banys, J.; Vysochanskii, Y. Broadband Dielectric Spectroscopy of CuInP₂Se₆ Crystals. *Phys. Status Solidi A* **2009**, *206* (1), 167–172. <https://doi.org/10.1002/pssa.200824231>.
- (279) Macutkevicius, J.; Seliuta, D.; Valusis, G.; Banys, J.; Kuzhir, P.; Maksimenko, S.; Kuznetsov, V.; Moseenkov, S.; Usolseva, A.; Mazov, I.; Ischenko, A.; Lambin, P. Dielectric Properties of MWCNT Based Polymer Composites Close and below Percolation Threshold. *Phys. Status Solidi C* **2009**, *6* (12), 2814–2816. <https://doi.org/10.1002/pssc.200982531>.
- (280) MIKONIS, A.; MACUTKEVIC, J.; GRIGALAITIS, R.; BANYS, J.; ADOMAVICIUS, R.; KROTKUS, A.; SALAK, A. N.; VYSHATKO, N. P.; KHALYAVIN, D. D. BROADBAND DIELECTRIC SPECTROSCOPY OF La_{1/3}NbO₃ CERAMICS. *Integr. Ferroelectr.* **2009**, *109* (1), 55–60. <https://doi.org/10.1080/10584580903432551>.
- (281) Sobiestianskas, R.; Vengalis, B.; Banys, J. High-Frequency Dielectric Study of Multiferroic Bi_{0.9}La_{0.1}Fe_{0.9}Mn_{0.1}O₃ Thin Films. In *2009 18th IEEE International Symposium on the Applications of Ferroelectrics*; 2009; pp 1–4. <https://doi.org/10.1109/ISAF.2009.5307574>.
- (282) Scott, J. F.; Fan, H. J.; Kawasaki, S.; Banys, J.; Ivanov, M.; Krotkus, A.; Macutkevicius, J.; Blinc, R.; Laguta, V. V.; Cevc, P.; Liu, J. S.; Kholkin, A. L. Terahertz Emission from Tubular Pb(Zr,Ti)O₃ Nanostructures. *Nano Lett.* **2008**, *8* (12), 4404–4409. <https://doi.org/10.1021/nl802277k>.
- (283) Macutkevicius, J.; Banys, J.; Grigalaitis, R.; Vysochanskii, Y. Asymmetric Phase Diagram of Mixed CuInP₂(S_xSe_{1-x})₆ Crystals. *Phys. Rev. B* **2008**, *78* (6), 064101.
- (284) Macutkevicius, J.; Grigalaitis, R.; Adomavicius, R.; Krotkus, A.; Banys, J.; Valusis, G.; Bormanis, K.; Sternberg, A. Soft Mode in PMN–PSN Ceramics. *Phys. Status Solidi B* **2008**, *245* (6), 1206–1209. <https://doi.org/10.1002/pssb.200844040>.
- (285) Banys, J.; Macutkevicius, J.; Grigalaitis, R.; Vysochanskii, Ju. Influence of Small Amount of CuInP₂Se₆ to Conductivity of CuInP₂Se₆ Crystals. *Solid State Ion.* **2008**, *179* (1), 79–81. <https://doi.org/10.1016/j.ssi.2007.12.021>.
- (286) Sobiestianskas, R.; Banys, J.; Grigas, J.; Pawłowski, A. Conductivity Properties of Rb₃H(SeO₄)₂ Crystals in the Region of Superionic Phase Transition. *Solid State Ion.* **2008**, *179* (1), 213–217. <https://doi.org/10.1016/j.ssi.2007.12.042>.

- (287) Macutkevič, J.; Kamba, S.; Pashkin, A.; Banys, J.; Bormanis, K.; Sternberg, A. Polar Phonons in Relaxor Ferroelectric 0.2PSN-0.4PMN-0.4PZN. *Acta Phys. Pol. A* **2008**, *3* (113), 879–882. <https://doi.org/10.12693/APhysPolA.113.879>.
- (288) Banys, J.; Macutkevic, J.; Klimm, C.; Völkel, G. Coexistence of Glass and Ferroelectric Order in Deuterated Betaine Phosphate0.05 Betaine Phosphite0.95 Crystals. *Phase Transit.* **2008**, *81* (4), 303–314. <https://doi.org/10.1080/01411590701695737>.
- (289) BANYS, J.; GRIGALAITIS, R.; IVANOV, M.; CARREAUD, J.; KIAT, J. M. Dielectric Behaviour of a Nanograin Pmn Powders. *Integr. Ferroelectr.* **2008**, *99* (1), 132–139. <https://doi.org/10.1080/10584580802107908>.
- (290) Grigalaitis, R.; Banys, J.; Brilingas, A.; Sternberg, A.; Zauls, V.; Bormanis, K. Broadband Dielectric Spectroscopy of PSN-Rich PMN-PSN Ceramics. *Ferroelectrics* **2008**, *369* (1), 190–197. <https://doi.org/10.1080/08838150802378145>.
- (291) Ivanov, M.; Banys, J.; Rudys, S.; Grigalaitis, R. Measurements of Complex Dielectric Constant of Ferroelectrics with Six-Port Reflectometer in 80–120 GHz Frequency Range. *Ferroelectrics* **2008**, *367* (1), 229–233. <https://doi.org/10.1080/00150190802377603>.
- (292) Macutkevic, J.; Grigalaitis, R.; Adomavicius, R.; Krotkus, A.; Banys, J.; Valusis, G.; Bormanis, K.; Sternberg, A. Broadband Dielectric Spectroscopy of Ferroelectric Phase Transitions in PbSc1/2Nb1/2O3 Ordered Ceramics. *Ferroelectrics* **2008**, *369* (1), 185–189. <https://doi.org/10.1080/00150190802378031>.
- (293) Ramoška, T.; Banys, J.; Grigalaitis, R.; Kareiva, A. Dielectric Investigations of Nanoferroelectric BaTiO3. *Ferroelectrics* **2008**, *368* (1), 170–176. <https://doi.org/10.1080/00150190802368396>.
- (294) Shvartsman, V. V.; Dec, J.; Xu, Z. K.; Banys, J.; Keburis, P.; Kleemann, W. Crossover from Ferroelectric to Relaxor Behavior in BaTi1-x Sn x O3 Solid Solutions. *Phase Transit.* **2008**, *81* (11–12), 1013–1021. <https://doi.org/10.1080/01411590802457888>.

Skyriai monografijose

- (1) J. Macutkevic, V. Samulionis, J. Belovickis, J. Banys and O. Shenderova, „Dielectric Properties and Relaxation of Polydimethylsiloxane Composites,“ in *Polydimethylsiloxane: Structure and Applications*, New York, ISBN 978 – 1 – 53617 – 590 – 5, p. 1 – 28 (**2020**).
- (2) M. Ivanov, J. Macutkevic, R. Grigalaitis, J. Banys, „General view of ferroelectrics: origin of ferroelectricity in metal oxide ferroelectrics and ferroelectric properties“ p. 5 -33, in *Magnetic, ferroelectric and multiferroic metal oxides*, ed. B. Stojanovic, Elsevier, ISBN: 9780128111802, Published: 4th January (**2018**).
- (3) M. Mendt, M. Šimenas, A. Pöppl, “Electron Paramagnetic Resonance” in *The Chemistry of Metal-Organic Frameworks, Synthesis, Characterization, and Applications Volume 2*, Ed. S. Kaskel; Wiley-VCH Verlag GmbH & Co, Weinheim, ISBN 978-3-527-33874-0, pp 629–656, (**2016**).
- (4) J.D. Bobic, J. Macutkevic, R. Grigalaitis, M. Ivanov, M.M. Vijatovic Petrovic, J. Banys, B.D. Stojanovic, „Correlation between microstructure and electrical properties of ferroelectric relaxors“ in *Nano scale ferroelectrics and multiferroics: key processes and*

characterization issues and nanoscale effects, John Wiley and sons ltd, ISBN: 978-1-118-93575-0 pp. 554 – 587, **(2016)**.

Anotacija

Statistinės fizikos metodų taikymai finansinėse ir kitose socialinėse sistemose

Vygintas Gontis, Aleksejus Kononovičius, Julius Ruseckas
Teorinės fizikos ir astronomijos institutas
Fizikos Fakultetas
Vilniaus universitetas
Saulėtekio al. 3, 10257 Vilnius
vygintas@gontis.eu

Fizikos tyrimo metodų taikymas papildo tradicinius finansinių, ekonominių ir kitų socialinių sistemų tyrimo būdus: ekonomiką, finansų matematiką ir ekonometriją [1, 2]. Jau pačioje šio amžiaus pradžioje mūsų grupės nariai ėmėsi Lietuvoje naujos tarpdisciplininės tyrimų krypties, pradėdami taikyti statistinės fizikos metodus ir aiškindamiesi sudėtingų finansinių bei kitų socialinių sistemų veikimą. Šie inovatyvūs mūsų grupės plačios apimties moksliniai tyrimai laikotarpiu nuo 2008 iki 2022 metų yra teikiami 2023 m. Lietuvos mokslo premijos konkursui.

Terminas “Ekonofizika”, jungiantis ekonomikos ir fizikos disciplinas, pradėtas naudoti daugiau nei prieš 30 metų profesoriaus H. E. Stanley iniciatyva. Nors tikslesnio ir išsamesnio šio termino apibrėžimo vis dar ieškoma, daug pripažintų tyrimo grupių ir mokslo žurnalų visame pasaulyje prisideda prie sparčios tarpdisciplininės mokslo srities plėtros. Polymerų studijų centras Bostono universitete, kuriam vadovauja prof. H. E. Stanley, yra tapęs viso pasaulio Ekonofizikos specialistų traukos centru. Verta pastebėti, kad V. Gontis 10 mėnesių 2014-2015 metais stažavosi šiame centre taip pat.

Ekonofizikos pripažinimą nuolat lydi klausimas: kaip teorijos, skirtos aiškinti fizinio pasaulio sudaryto iš negyvų dalelių dėsningumas, gali padėti kiekybiškai aprašyti labai sudėtingą žmonių socialinio ir ekonominio veikimo visumą. Fizika, kaip gamtos mokslas, vertinama ir pripažįstama už savo tikslumą ir prognozavimo patikimumą, jos sėkmę lemia ribotas skaičius gerai nustatytų materijos savybių ir reiškinių. Priešingai, socialiniuose moksluose nėra neginčijamų, universalių veikiančių individų savybių. Žmonės, skirtingai nei dalelės, skiriasi vienas nuo kito labai įvairiomis savo savybėmis. Nepaisant šio fundamentalaus fizinių ir socialinių sistemų skirtumo, stebimi fizinių ir socialinių sistemų statistinio elgesio dėsnių panašumai sąlygoja statistinės fizikos metodų taikymus finansinėse ir kitose socialinėse sistemose.

Statistinė mechanika, kaip ypatingai svarbi fizikos sritis, padeda prognozuoti ir paaiškinti kiekybines makroskopinės sistemos savybes remiantis žinomomis sudedamųjų dalių mikroskopinėmis savybėmis. Vis dėlto, net ir fizinėse sistemose dėl dinaminio chaoso pasireiškimo deterministinis ryšys tarp mikroskopinio ir makroskopinio aprašymo nutrūksta. Ekonominėse sistemose praktiškai yra neįmanoma suformuluoti sudedamųjų dalių mikroskopinio elgesio dėsnių (lygčių). Todėl mokslininkai paprastai pradeda savo tyrimus nuo makroskopinio lygmens ir ieško statistinio pobūdžio dėsningumų. Makroskopinių ekonominių sistemų pažinimui naudojame tokias konceptualias sąvokas kaip sudėtingos sistemos, stochastinė dinamika, koreliacijos, saviorganizacija, savastingumas (self-similarity) ir multifraktališkumas. Dažnai net nėra būtina pasinerti į detalų mikroskopinį ekonominių sistemų nagrinėjimą. Tačiau, statistinės fizikos metodai skatina skverbtis giliau, ypatingai finansinių sistemų tyrimuose. Norėdami paaiškinti nustatomus statistinius socialinių sistemų dėsningumus, fizikai siūlo naudoti kinetinių mainų modelius taip susiedami labai tolimas pažinimo sritis: fizinio ir socialinio pasaulio. Taip atsiranda ir įgauna pripažinimą mikroskopiniai socialinių sistemų modeliai sudaryti iš nulinio intelektualumo agentų, veikiančių, kaip atsitiktinės (stochastinės) dalelės.

Mūsų grupės indėlis į Ekonofizikos plėtrą remiasi statistinės fizikos taikymais, empirine duomenų analize, stochastiniu modeliavimu, agentų modeliavimu, ir pastangomis susieti socialinių sistemų aprašymą makroskopiniame ir mikroskopiniame lygmenyse. Pradėjome savo tyrimus nuo lengvai prieinamų finansinių sistemų duomenų empirinio tyrimo ir plėtėme savo dėmesį į kitas socialines sistemas, kur duomenų prieinamumas pasirodė pakankamas. Ypatingą dėmesį skyrėme duomenims, gautiems Lietuvos institucijose, taip siekdami pastebėti reiškinį specifiką dėl vietinio ir regioninio išskirtinumo [3–5].

Mūsų pirmosios pastangos plėtoti Ekonofizikos tyrimus buvo skirtos finansų rinkų modeliavimui [6, 7]. Tuose tyrimuose mes analizavome sandorius finansų rinkose, kaip taškinius įvykius aprašomus pasiūlyto taškinio proceso modeliu [8–10]. Nors toks aprašymas puikiai atitinka mūsų intenciją, jo pritaikymas aprašyti prekybos aktyvumą ir kintamumą finansuose tapo problematiškas. Norėdami išvengti kylančių problemų, nuosekliai perėjome nuo taškinio proceso prie tolydinio aprašymo stochastinėmis diferencialinėmis lygtimis (SDL) [11, 12]. Šios SDL yra atsakingos už kintamojo statines savybes, kurios gali būti painiojamos su ilgą atminties pasireiškimu stochastinėse laiko eilutėse. Todėl stochastinis modeliavimas naudojant pasiūlytas netiesines SDL mūsų buvo interpretuojamas, kaip apgaulingos ilgą atminties pasireiškimą galimybę [13, 14].

Toliau netiesinės SDL taikymus plėtojome siūlydami naujus tikslesnius kintamumo ir gražos finansų rinkose stochastinius modelius [3, 15–17]. Nauju pasiekimu tapo tai, kad pavyko susieti naudojamą SDL su paprastu agentų modeliu (AM) [18, 19]. Tam labai pasitarnavo Kirmano skruzdžių kolonijos modelis [20] ir žinomas jo makroskopinis aprašymas SDL bei galimas pritaikymas finansų rinkoms [21]. Vėlesniuose darbuose AM pritaikėme gražai modeliuoti, tikslinome jį, įvesdami skirtingus agentų tipus ir skirtingus laiko mastelius, [22]. Atsižvelgę į sandorių srauto kuriamą triukšmą, pasiekėme labiau išbaigtą ir empirinius duomenis geriau aprašančią AM versiją [23]. Po to dar patikslinome ir sandorių srauto mikroskopinį modelį [24].

Bendradarbiaudami su pripažintomis Ekonofizikos asmenybėmis, profesoriais H. E. Stanley, Sh. Havlin, B. Podobnik, ir S. Buldyrev, išplėtėme mūsų pasiūlyto modelio taikymą aiškinant empiriškai stebimą didelio kintamumo sugrįžimo laiko statistiką, parengėme bendrą publikaciją [25]. Mūsų rezultatai patvirtino empirinį faktą, kad laiko intervalai tarp didelių finansinių fluktuacijų τ yra pasiskirstę pagal laipsninę tikimybės tankio funkciją (TTF) $p(\tau) \sim \tau^{-3/2}$ [25]. Tai puikiai dera su mūsų stochastiniu ir agentų modeliavimu bei bendra vienmačių stochastinių Markovo procesų teorija [26]. Priešingai, tikros ilgą atminties sistemos turėtų pasireikšti laiko intervalų skirstiniu $p(\tau) \sim \tau^{2-H}$, kaip gerai žinomo trupmeninio Brauno judėjimo (TBJ) atveju [27]. Sėkmė laiko intervalų tarp didelių fluktuacijų tyrime paskatino plėtoti šią temą tiek teoriniu [28], tiek empirinės analizės aspektais [14, 29]. Norėjome panaudoti stochastinių procesų pirmo kirtimo laikų teoriją, kurdami apgaulingos atminties nustatymo kriterijus [13, 14, 30]. Šių idėjų vedami net pasiūlėme naują gyvybės ir mirties (birth-death) procesą [31]. Šios idėjos platesnį naudojimą riboja tai, kad ji tinka tik vienmačiams stochastiniams procesams.

Tolesnė matematinė Kirmano modelio analizė parodė, kad gerai žinomas marketingo teorijoje Baso difuzijos modelis yra atskiras Kirmano modelio atvejis [32]. Kiek vėliau pastebėtas Kirmano modelio ryšys su sociofizikos literatūroje populiariu rinkėjo modeliu [33]. Tai, kad rinkėjo (ir Kirmano) modelis grindžiamas kitų agentų įtaka, reiškia, kad finansų rinkas ir kitas socialines sistemas galima valdyti pasitelkiant informuotus, nuomonės nekeičiančius agentus. Darbe [34] parodėme, kad turėtų užtekti baigtinio agentų skaičiaus norint paveikti begalinio dydžio sistemą, o darbe [35] patikslinome, kad intervencija negali būti paremta išoriniu triukšmu, kaip siūlyta [36]).

Literatūroje Kirmano modelis buvo įvardijamas kaip turintis dvi interpretacijas [21]: lokalią ir globalią. Lokalioji interpretacija gali būti aprašoma paprastąja diferencialine lygtimi, o globalioji - stochastine diferencialine lygtimi. Darbe [37] pasiūlėme savo išplėstą interpretaciją, kuri įgalino tolydų perėjimą tarp lokalumo ir globalumo, ir parodėme, kad išplėstoji interpretacija leidžia tolydžiai pereiti nuo ekstensyvos (Bolcmano) prie neekstensyvos (Tsolio) statinės mechanikos. Šis darbas taip pat tiesiogiai įkvėpė koreliuotų sukinių modelį [38, 39], kuris yra minimalus modelis pasižymintis neekstensyvumu.

Daugelis egzistuojančių sociofizikos darbų rinkėjo modelį tyrinėja tik iš teorinės perspektyvos [33, 40]: papildo modelį įvairiais naujais mechanizmais, ir stebi kaip šių mechanizmų įtraukimas keičia modelio dinamiką. Mes savo indėlį į sociofizikos plėtrą grindžiame teoriniu modeliavimu ir empirine analize. Darbe [4] nagrinėjome LR Seimo rinkimų rezultatus, ir parodėme, kad daugelio būsenų rinkėjo modelis paaiškina didžiųjų partijų balsų dalies skirstinius. Straipsnyje [41] pademonstravome, kad ankstesnės empirinės analizės nustatė kitokius balsų dalies pasiskirstymus, nes nagrinėjo senųjų demokratijų rinkimų duomenis. Darbe [5] identifikavome rinkimų apylinkių nepriklausomumo paradoksą ir jį išsprendėme, pasiūlydami erdvinį rinkėjo modelį, kurį įkvėpė Izingo modelio Kawasaki interpretacija. Straipsnyje [42] tikrinome hipotezę, kad lankomumo statistiką galima modeliuoti trupmeninės difuzijos lygtimis [43]. Nagrinėdami LR Seimo lankomumo statistiką pamatėme, kad stebimą anomalią lankomumo difuziją atkuria rinkėjo modelis su paslėptomis intencijomis. Darbe [44] pademonstravome, kad bendraminčių paramos mechanizmas sąlygoja ne-Markovo tipo efektus (tokie kaip būsenos senėjimas ar užšalimas). Pastarieji darbai paskatino gilintis į sąryšius tarp netiesiškumo ir ne-Markovo dinamikos iš teorinio modeliavimo perspektyvos [45–47].

Didelė mūsų atliktų tyrimų dalis yra skirta stebimos ilgą atminties bei kitų laipsninių statistinių savybių sudėtingose socialinėse sistemose modeliavimui. Reikia pastebėti, kad mūsų siūlomas modeliavimas esmingai skiriasi nuo kitų žinomų ne Markovo metodų, nes mes iš anksto neatsisakome Markovo prielaidos. Nežiūrint šio esminio conceptualaus skirtumo dėl agentų sąveikos ir gaunamų SDL netiesiškumo mes gauname tiriamų kintamųjų statistines savybes, kurios puikiai atitinka empirines. Todėl mūsų darbai kelia pagrįstą klausimą: Ar visais empiriškai

stebimais ilgą atminties pasireiškimo socialinėse sistemose atvejais galime patikimai teigti, kad stebima atmintis nėra apgaulinga ir kylanti iš reiškinų ne tiesinės prigimties? Ekonofizikos tyrimuose patikimiausiai atrodo darbai, vertinantys ir modeliojantys ilgą atminties pasireiškimą pavidimų sraute pirkti parduoti akcijas finansų rinkose [48]. Mes taip pat atlikome empirinę pavidimų srauto duomenų analizę, ieškodami ilgą atminties pasireiškimo sandorių disbalanso laiko eilutės [30]. Tyrimas parodė, kad net pati bendriausia stochastinės laiko eilutės, kaip Trupmeninio Levy stabilaus judėjimo, prielaida yra nepakankama gauti vienareikšmišką atsakymą [49]. Tik pačiame naujausiame mūsų darbe parodėme, kad ši prielaida yra teisinga tik sandorių pavidimų srautui, kuriame nėra (išimami) sandorių naikimo ir įvykdymo pavidimai.

Daugelis sudėtingų fizinių ir socialinių sistemų pasižymi ne Gauso skirstiniais, laipsninio pobūdžio autokoreliacijomis ir fraktališkumu. Šių savybių aprašymui statistinė fizika apibendrinama ir plėtojama kaip neekstensyvi Tsallio statistinė mechanika. Įvedamas neekstensyvumo parametras q , kuris apibendrina eksponentinius skirstinius ir įprastą logaritmo funkciją. Tsallio statistinė mechanika tampa plačiai naudojama tiek fizinėse, tiek socialinėse sistemose. Darbuose [17, 50] pasiūlėme netiesinę SDL, generuojančią Tsallio statistikos skirstinius, $1/f$ triukšmą ir finansinių kintamųjų dinamiką. Tsallio q -skirstinius galima gauti superstatistikos atveju, kaip įvairių lokalių dinamikų suprepoziciją, gaunamą skirtingais laiko intervalais. Tokiu atveju, stochastinio kintamojo vidurkis yra aprašomas netiesiniu stochastiniu procesu, o momentinis signalo skirstinys yra eksponentinis arba Gauso pobūdžio.

Tinklaraštyje “Rizikos fizika” [51] populiarinome savo ir kitų mokslinius rezultatus, atliekamus statistinės fizikos, ekonofizikos ir sociofizikos srityse. Jame iliustruojame įvairius tematiškai artimus modelius ir tyrimo metodus. Tinklaraštį pradėjome kurti lietuvių kalba, vėliau, sulaukus susidomėjimo iš užsienio kolegų, pradėjome rašyti ir anglų kalba. Šiuo metu tinklaraštis yra rašomas tik anglų kalba, o jame prieinama virš 400 įvairios apimtys įrašų. Iš 2010-2022 m. laikotarpyje publikuotų įrašų apie 150 turi interaktyvių elementų. Tinklaraštis atlieka tiek mokslo populiarinimo, tiek paskaitų konspekto analogo funkcijas.

Literatūra

- [1] R. N. Mantegna, Presentation of the english translation of Ettore Majoranas paper: The value of statistical laws in physics and social sciences, *Quantitative Finance* 5 (2) (2005) 133–140. doi:10.1080/14697680500148174.
- [2] B. K. Chakrabarti, A. Chakraborti, A. Chatterjee (Eds.), *Econophysics and Sociophysics*, Wiley, 2006. doi:10.1002/9783527610006.
- [3] V. Gontis, A. Kononovicius, Nonlinear stochastic model of return matching to the data of New York and Vilnius stock exchanges, *Dynamics of Socio-Economic Systems* 2 (2011) 101–109.
- [4] A. Kononovicius, Empirical analysis and agent-based modeling of Lithuanian parliamentary elections, *Complexity* 2017 (2017) 7354642. doi:10.1155/2017/7354642.
- [5] A. Kononovicius, Compartmental voter model, *Journal of Statistical Mechanics* 2019 (2019) 103402. doi:10.1088/1742-5468/ab409b.
- [6] V. Gontis, Modelling share volume traded in financial markets, *Lithuanian Journal of Physics* 41 (2001) 551–555.
- [7] V. Gontis, Multiplicative stochastic model of the time interval between trades in financial markets, *Nonlinear Analysis: Modelling and Control* 7 (2002) 43–54. doi:10.15388/NA.2002.7.1.15201.
- [8] B. Kaulakys, T. Meskauskas, Modeling $1/f$ noise, *Physical Review E* 58 (1998) 7013–7019. doi:10.1103/PhysRevE.58.7013.
- [9] B. Kaulakys, Autoregressive model of $1/f$ noise, *Physics Letters A* 257 (1999) 37–42. doi:10.1016/S0375-9601(99)00284-4.
- [10] B. Kaulakys, V. Gontis, M. Alaburda, Point process model of $1/f$ noise vs a sum of Lorentzians, *Physical Review E* 71 (2005) 1–11. doi:10.1103/PhysRevE.71.051105.
- [11] V. Gontis, B. Kaulakys, J. Ruseckas, Trading activity as driven Poisson process: comparison with empirical data, *Physica A* 387 (2008) 3891–3896. doi:10.1016/j.physa.2008.02.078.
- [12] J. Ruseckas, B. Kaulakys, $1/f$ noise from nonlinear stochastic differential equations, *Physical Review E* 81 (2010) 031105. doi:10.1103/physreve.81.031105.

- [13] V. Gontis, A. Kononovicius, Spurious memory in non-equilibrium stochastic models of imitative behavior, *Entropy* 19 (2017) 387. doi:10.3390/e19080387.
- [14] V. Gontis, A. Kononovicius, The consentaneous model of the financial markets exhibiting spurious nature of long-range memory, *Physica A* 505 (2018) 1075–1083. doi:10.1016/j.physa.2018.04.053.
- [15] V. Gontis, J. Ruseckas, A. Kononovicius, A non-linear stochastic model of return in financial markets, in: C. Myers (Ed.), *Stochastic Control*, InTech, 2010, pp. 559–580. doi:10.5772/9748.
- [16] V. Gontis, J. Ruseckas, A. Kononovicius, A long-range memory stochastic model of the return in financial markets, *Physica A* 389 (2010) 100–106. doi:10.1016/j.physa.2009.09.011.
- [17] J. Ruseckas, V. Gontis, B. Kaulakys, Nonextensive statistical mechanics distributions and dynamics of financial observables from the nonlinear stochastic differential equations, *Advances in Complex Systems* 15 (2012) 1250073. doi:10.1142/S0219525912500737.
- [18] J. Ruseckas, B. Kaulakys, V. Gontis, Herding model and 1/f noise, *EPL* 96 (2011) 60007. doi:10.1209/0295-5075/96/60007.
- [19] A. Kononovicius, V. Gontis, Agent based reasoning for the non-linear stochastic models of long-range memory, *Physica A* 391 (2012) 1309–1314. doi:10.1016/j.physa.2011.08.061.
- [20] A. P. Kirman, *Ants, rationality and recruitment*, *Quarterly Journal of Economics* 108 (1993) 137–156. doi:10.2307/2118498.
- [21] S. Alfarano, T. Lux, F. Wagner, Estimation of agent-based models: The case of an asymmetric herding model, *Computational Economics* 26 (2005) 19–49. doi:10.1007/s10614-005-6415-1.
- [22] A. Kononovicius, V. Gontis, Three state herding model of the financial markets, *EPL* 101 (2013) 28001. doi:10.1209/0295-5075/101/28001.
- [23] V. Gontis, A. Kononovicius, Consentaneous agent-based and stochastic model of the financial markets, *PLoS ONE* 9 (2014) e102201. doi:10.1371/journal.pone.0102201.
- [24] A. Kononovicius, J. Ruseckas, Order book model with herding behavior exhibiting long-range memory, *Physica A* 525 (2019) 171–191. doi:10.1016/j.physa.2019.03.059.
- [25] V. Gontis, S. Havlin, A. Kononovicius, B. Podobnik, H. E. Stanley, Stochastic model of financial markets reproducing scaling and memory in volatility return intervals, *Physica A* 462 (2016) 1091–1102. doi:10.1016/j.physa.2016.06.143.
- [26] S. Redner, *A guide to first-passage processes*, Cambridge University Press, 2001.
- [27] M. Ding, W. Yang, Distribution of the first return time in fractional Brownian motion and its application to the study of on-off intermittency, *Physical Review E* 52 (1995) 207. doi:10.1103/PhysRevE.52.207.
- [28] A. Kononovicius, V. Gontis, Approximation of the first passage time distribution for the birth-death processes, *Journal of Statistical Mechanics* 2019 (2019) 073402. doi:10.1088/1742-5468/ab2709.
- [29] V. Gontis, A. Kononovicius, Burst and inter-burst duration statistics as empirical test of long-range memory in the financial markets, *Physica A* 483 (2017) 266–272. doi:10.1016/j.physa.2017.04.163.
- [30] V. Gontis, Long-range memory test by the burst and inter-burst duration distribution, *Journal of Statistical Mechanics* 2020 (2020) 093406. doi:10.1088/1742-5468/abb4db.
- [31] V. Gontis, A. Kononovicius, Bessel-like birth-death process, *Physica A* 540 (2020) 123119. doi:10.1016/j.physa.2019.123119.
- [32] V. Daniunas, V. Gontis, A. Kononovicius, Agent-based versus macroscopic modeling of competition and business processes in economics, in: *ICCGI 2011, The Sixth International Multi-Conference on Computing in the Global Information Technology*, Luxembourg, 2011, pp. 84–88.
URL http://www.thinkmind.org/index.php?view=article&articleid=iccgi_2011_4_40_10188

- [33] C. Castellano, S. Fortunato, V. Loreto, Statistical physics of social dynamics, *Reviews of Modern Physics* 81 (2009) 591–646. doi:10.1103/RevModPhys.81.591.
- [34] A. Kononovicius, V. Gontis, Control of the socio-economic systems using herding interactions, *Physica A* 405 (2014) 80–84. doi:10.1016/j.physa.2014.03.003.
- [35] A. Kononovicius, V. Gontis, Herding interactions as an opportunity to prevent extreme events in financial markets, *Eur. Phys. J. B* 88 (2015) 189. doi:10.1140/epjb/e2015-60160-0.
- [36] A. E. Biondo, A. Pluchino, A. Rapisarda, D. Helbing, Stopping financial avalanches by random trading, *Physical Review E* 88 (2013) 062814. doi:10.1103/PhysRevE.88.062814.
- [37] A. Kononovicius, J. Ruseckas, Continuous transition from the extensive to the non-extensive statistics in an agent-based herding model, *European Physics Journal B* 87 (2014) 169. doi:10.1140/epjb/e2014-50349-0.
- [38] J. Ruseckas, Probabilistic model of N correlated binary random variables and non-extensive statistical mechanics, *Physics Letters A* 379 (2015) 654–659. doi:10.1016/j.physleta.2014.12.038.
- [39] A. Kononovicius, J. Ruseckas, Stochastic dynamics of N correlated binary variables and non-extensive statistical mechanics, *Physics Letters A* 380 (2016) 1582–1588. doi:10.1016/j.physleta.2016.03.006.
- [40] A. F. Peralta, J. Kertesz, G. Iniguez, Opinion dynamics in social networks: From models to data, preinamas kaip arXiv:2201.01322 [physics.soc-ph] (2022).
URL <https://arxiv.org/abs/2201.01322>
- [41] A. Kononovicius, Modeling of the parties’ vote share distributions, *Acta Physica Polonica A* 133 (2018) 1450–1458. doi:10.12693/APhysPolA.133.1450.
- [42] A. Kononovicius, Noisy voter model for the anomalous diffusion of parliamentary presence, *Journal of Statistical Mechanics* 2020 (2020) 063405. doi:10.1088/1742-5468/ab8c39.
- [43] D. S. Vieira, J. M. E. Riveros, M. Jauregui, R. S. Mendes, Anomalous diffusion behavior in parliamentary presence, *Physical Review E* 99 (2019) 042141. doi:10.1103/PhysRevE.99.042141.
- [44] A. Kononovicius, Supportive interactions in the noisy voter model, *Chaos, Solitons & Fractals* 143 (2021) 110627. doi:10.1016/j.chaos.2020.110627.
- [45] A. Kononovicius, J. Ruseckas, Nonlinear GARCH model and $1/f$ noise, *Physica A* 427 (2015) 74–81. doi:10.1016/j.physa.2015.02.040.
- [46] R. Kazakevicius, A. Kononovicius, Anomalous diffusion in nonlinear transformations of the noisy voter model, *Physical Review E* 103 (2021) 032154. doi:10.1103/PhysRevE.103.032154.
- [47] A. Kononovicius, R. Kazakevičius, B. Kaulakys, Resemblance of the power-law scaling behavior of a non-Markovian and nonlinear point processes, *Chaos, Solitons & Fractals* 162 (2022) 112508. doi:10.1016/j.chaos.2022.112508.
- [48] B. Toth, I. Palit, F. Lillo, J. D. Farmer, Why is equity order flow so persistent?, *Journal of Economic Dynamics & Control* 51 (2015) 218–239. doi:10.1016/j.jedc.2014.10.007.
- [49] V. Gontis, Order flow in the financial markets from the perspective of the fractional Lévy stable motion, *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation* 105 (2022) 106087. doi:10.1016/j.cnsns.2021.106087.
- [50] J. Ruseckas, B. Kaulakys, Tsallis distributions and $1/f$ noise from nonlinear stochastic differential equations, *Physical Review E* 84 (2011) 051125. doi:10.1103/PhysRevE.84.051125.
- [51] *Physics of Risk*.
URL <https://rf.mokslasplius.lt>

Teikiamų darbų sąrašas

- [1] A. Kononovicius, R. Kazakevičius, B. Kaulakys, Resemblance of the power-law scaling behavior of a non-Markovian and nonlinear point processes, *Chaos, Solitons & Fractals* 162 (2022) 112508. doi:10.1016/j.chaos.2022.112508.
- [2] V. Gontis, Order flow in the financial markets from the perspective of the fractional Lévy stable motion, *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation* 105 (2022) 106087. doi:10.1016/j.cnsns.2021.106087.
- [3] R. Kazakevičius, A. Kononovicius, Anomalous diffusion in nonlinear transformations of the noisy voter model, *Physical Review E* 103 (2021) 032154. doi:10.1103/physreve.103.032154.
- [4] A. Kononovicius, Supportive interactions in the noisy voter model, *Chaos, Solitons & Fractals* 143 (2021) 110627. doi:10.1016/j.chaos.2020.110627.
- [5] M. Levene, A. Kononovicius, Empirical survival jensen-shannon divergence as a goodness-of-fit measure for maximum likelihood estimation and curve fitting, *Communications in Statistics - Simulation and Computation* 50 (2021) 3751–3767. doi:10.1080/03610918.2019.1630435.
- [6] R. Kazakevičius, A. Kononovicius, B. Kaulakys, V. Gontis, Understanding the nature of the long-range memory phenomenon in socioeconomic systems, *Entropy* 23 (2021) 1125. doi:10.3390/e23091125.
- [7] V. Gontis, A. Kononovicius, Bessel-like birth-death process, *Physica A* 540 (2020) 123119. doi:10.1016/j.physa.2019.123119.
- [8] V. Gontis, Long-range memory test by the burst and inter-burst duration distribution, *Journal of Statistical Mechanics* 2020 (2020) 093406. doi:10.1088/1742-5468/abb4db.
- [9] A. Kononovicius, Noisy voter model for the anomalous diffusion of parliamentary presence, *Journal of Statistical Mechanics* 2020 (2020) 063405. doi:10.1088/1742-5468/ab8c39.
- [10] A. Kononovicius, V. Gontis, Approximation of the first passage time distribution for the birth-death processes, *Journal of Statistical Mechanics* 2019 (2019) 073402. doi:10.1088/1742-5468/ab2709.
- [11] A. Kononovicius, J. Ruseckas, Order book model with herding behavior exhibiting long-range memory, *Physica A* 525 (2019) 171–191. doi:10.1016/j.physa.2019.03.059.
- [12] A. Kononovicius, Compartmental voter model, *Journal of Statistical Mechanics* 2019 (2019) 103402. doi:10.1088/1742-5468/ab409b.
- [13] A. Kononovicius, Illusion of persistence in NBA 1995–2018 regular season data, *Physica A* 520 (2019) 250–256. doi:10.1016/j.physa.2019.01.039.
- [14] V. Gontis, A. Kononovicius, The consentaneous model of the financial markets exhibiting spurious nature of long-range memory, *Physica A* 505 (2018) 1075–1083. doi:10.1016/j.physa.2018.04.053.
- [15] A. Kononovicius, Modeling of the parties' vote share distributions, *Acta Physica Polonica A* 133 (2018) 1450–1458. doi:10.12693/aphyspola.133.1450.
- [16] V. Gontis, A. Kononovicius, Spurious memory in non-equilibrium stochastic models of imitative behavior, *Entropy* 19 (2017) 387. doi:10.3390/e19080387.
- [17] A. Kononovicius, Empirical analysis and agent-based modeling of Lithuanian parliamentary elections, *Complexity* 2017 (2017) 7354642. doi:10.1155/2017/7354642.
- [18] V. Gontis, A. Kononovicius, Burst and inter-burst duration statistics as empirical test of long-range memory in the financial markets, *Physica A* 483 (2017) 266–272. doi:10.1016/j.physa.2017.04.163.
- [19] B. Kaulakys, M. Alaburda, J. Ruseckas, Modeling of long-range memory processes with inverse cubic distributions by the nonlinear stochastic differential equations, *Journal of Statistical Mechanics* 2016 (2016) 054035. doi:10.1088/1742-5468/2016/05/054035.

- [20] V. Gontis, S. Havlin, A. Kononovicius, B. Podobnik, H. E. Stanley, Stochastic model of financial markets reproducing scaling and memory in volatility return intervals, *Physica A* 462 (2016) 1091–1102. doi:10.1016/j.physa.2016.06.143.
- [21] V. Gontis, Interplay between endogenous and exogenous fluctuations in financial markets, *Acta Physica Polonica A* 129 (2016) 1023–1031. doi:10.12693/aphyspola.129.1023.
- [22] R. Kazakevicius, J. Ruseckas, Influence of external potentials on heterogeneous diffusion processes, *Physical Review E* 94 (2016) 032109. doi:10.1103/physreve.94.032109.
- [23] A. Kononovicius, J. Ruseckas, Stochastic dynamics of N correlated binary variables and non-extensive statistical mechanics, *Physics Letters A* 380 (2016) 1582–1588. doi:10.1016/j.physleta.2016.03.006.
- [24] J. Ruseckas, R. Kazakevicius, B. Kaulakys, Coupled nonlinear stochastic differential equations generating arbitrary distributed observable with $1/f$ noise, *Journal of Statistical Mechanics* 2016 (2016) 043209. doi:10.1088/1742-5468/2016/04/043209.
- [25] J. Ruseckas, R. Kazakevicius, B. Kaulakys, $1/f$ noise from point process and time-subordinated Langevin equations, *Journal of Statistical Mechanics* 2016 (2016) 054022. doi:10.1088/1742-5468/2016/05/054022.
- [26] J. Ruseckas, Canonical ensemble in non-extensive statistical mechanics, *Physica A* 447 (2016) 85–99. doi:10.1016/j.physa.2015.12.011.
- [27] J. Ruseckas, Canonical ensemble in non-extensive statistical mechanics, $q > 1$, *Physica A* 458 (2016) 210–218. doi:10.1016/j.physa.2016.04.020.
- [28] B. Kaulakys, M. Alaburda, J. Ruseckas, $1/f$ noise from the nonlinear transformations of the variables, *Modern Physics Letters B* 29 (2015) 1550223. doi:10.1142/s0217984915502231.
- [29] R. Kazakevicius, J. Ruseckas, Power-law statistics from nonlinear stochastic differential equations driven by Lévy stable noise, *Chaos, Solitons & Fractals* 81 (2015) 432–442. doi:10.1016/j.chaos.2015.08.024.
- [30] R. Kazakevicius, J. Ruseckas, Power law statistics in the velocity fluctuations of Brownian particle in inhomogeneous media and driven by colored noise, *Journal of Statistical Mechanics* 2015 (2015) P02021. doi:10.1088/1742-5468/2015/02/p02021.
- [31] R. Kazakevicius, J. Ruseckas, Anomalous diffusion in nonhomogeneous media: Power spectral density of signals generated by time-subordinated nonlinear Langevin equations, *Physica A* 438 (2015) 210–222. doi:10.1016/j.physa.2015.06.047.
- [32] A. Kononovicius, V. Gontis, Herding interactions as an opportunity to prevent extreme events in financial markets, *European Physical Journal B* 88 (2015) 189. doi:10.1140/epjb/e2015-60160-0.
- [33] A. Kononovicius, J. Ruseckas, Nonlinear GARCH model and $1/f$ noise, *Physica A* 427 (2015) 74–81. doi:10.1016/j.physa.2015.02.040.
- [34] J. Ruseckas, Probabilistic model of N correlated binary random variables and non-extensive statistical mechanics, *Physics Letters A* 379 (2015) 654–659. doi:10.1016/j.physleta.2014.12.038.
- [35] V. Gontis, A. Kononovicius, Consentaneous agent-based and stochastic model of the financial markets, *PLoS ONE* 9 (2014) e102201. doi:10.1371/journal.pone.0102201.
- [36] A. Kononovicius, V. Gontis, Control of the socio-economic systems using herding interactions, *Physica A* 405 (2014) 80–84. doi:10.1016/j.physa.2014.03.003.
- [37] A. Kononovicius, J. Ruseckas, Continuous transition from the extensive to the non-extensive statistics in an agent-based herding model, *European Physics Journal B* 87 (2014) 169. doi:10.1140/epjb/e2014-50349-0.
- [38] J. Ruseckas, B. Kaulakys, Scaling properties of signals as origin of $1/f$ noise, *Journal of Statistical Mechanics* 2014 (2014) P06005. doi:10.1088/1742-5468/2014/06/p06005.
- [39] R. Kazakevičius, J. Ruseckas, Lévy flights in inhomogeneous environments and $1/f$ noise, *Physica A* 411 (2014) 95. doi:10.1016/j.physa.2014.06.020.

- [40] V. Gontis, A. Kononovicius, Fluctuation analysis of the three agent groups herding model, in: 2013 22nd International Conference on Noise and Fluctuations (ICNF), Montpeiler, France, 2013, pp. 1–4. doi:10.1109/icnf.2013.6578896.
- [41] A. Kononovicius, V. Daniunas, Agent-based and macroscopic modeling of the complex socio-economic systems, *Social Technologies* 3 (2013) 85–103. doi:10.13165/st-13-3-1-06.
- [42] A. Kononovicius, V. Gontis, Three state herding model of the financial markets, *EPL* 101 (2013) 28001. doi:10.1209/0295-5075/101/28001.
- [43] J. Ruseckas, B. Kaulakys, Intermittency in relation with $1/f$ noise and stochastic differential equations, *Chaos* 23 (2013) 023102. doi:10.1063/1.4802429.
- [44] V. Gontis, A. Kononovicius, S. Reimann, The class of nonlinear stochastic models as a background for the bursty behavior in financial markets, *Advances in Complex Systems* 15 (2012) 1250071. doi:10.1142/s0219525912500713.
- [45] A. Kononovicius, V. Gontis, V. Daniunas, Agent-based versus macroscopic modeling of competition and business processes in economics and finance, *International Journal On Advances in Intelligent Systems* 5 (2012) 111–126.
URL <https://www.thinkmind.org/index.php?view=article&articleid=intsys%5Fv5%5Fn12%5F2012%5F9>
- [46] A. Kononovicius, V. Gontis, Agent based reasoning for the non-linear stochastic models of long-range memory, *Physica A* 391 (2012) 1309–1314. doi:10.1016/j.physa.2011.08.061.
- [47] J. Ruseckas, V. Gontis, B. Kaulakys, Nonextensive statistical mechanics distributions and dynamics of financial observables from the nonlinear stochastic differential equations, *Advances in Complex Systems* 15 (2012) 1250073. doi:10.1142/s0219525912500737.
- [48] V. Daniunas, V. Gontis, A. Kononovicius, Agent-based versus macroscopic modeling of competition and business processes in economics, in: ICCGI 2011, The Sixth International Multi-Conference on Computing in the Global Information Technology, Luxembourg, 2011, pp. 84–88.
URL <https://www.thinkmind.org/index.php?view=article&articleid=iccgi%5F2011%5F4%5F40%5F10188>
- [49] V. Gontis, A. Kononovicius, Nonlinear stochastic model of return matching to the data of New York and Vilnius stock exchanges, *Dynamics of Socio-Economic Systems* 2 (2011) 101–109.
- [50] S. Reimann, V. Gontis, M. Alaburda, Interplay between positive feedback in the generalized CEV process, *Physica A* 390 (2011) 1393–1401. doi:10.1016/j.physa.2010.11.043.
- [51] J. Ruseckas, B. Kaulakys, V. Gontis, Herding model and $1/f$ noise, *EPL* 96 (2011) 60007. doi:10.1209/0295-5075/96/60007.
- [52] J. Ruseckas, B. Kaulakys, Tsallis distributions and $1/f$ noise from nonlinear stochastic differential equations, *Physical Review E* 84 (2011) 051125. doi:10.1103/physreve.84.051125.
- [53] V. Gontis, J. Ruseckas, A. Kononovicius, A non-linear stochastic model of return in financial markets, in: C. Myers (Ed.), *Stochastic Control*, InTech, 2010, pp. 559–580. doi:10.5772/9748.
- [54] V. Gontis, J. Ruseckas, A. Kononovicius, A long-range memory stochastic model of the return in financial markets, *Physica A* 389 (2010) 100–106. doi:10.1016/j.physa.2009.09.011.
- [55] J. Ruseckas, B. Kaulakys, $1/f$ noise from nonlinear stochastic differential equations, *Physical Review E* 81 (2010) 031105. doi:10.1103/physreve.81.031105.
- [56] V. Gontis, B. Kaulakys, J. Ruseckas, Nonlinear stochastic differential equation as the background of financial fluctuations, in: *AIP Conference Proceedings*, Vol. 1129, AIP, 2009, pp. 563–566. doi:10.1063/1.3140536.
- [57] B. Kaulakys, M. Alaburda, V. Gontis, J. Ruseckas, Modeling long-memory processes by stochastic difference equations and superstatistical approach, *Brazilian Journal of Physics* 39 (2009) 453–456. doi:10.1590/s0103-97332009000400020.

- [58] B. Kaulakys, M. Alaburda, V. Gontis, Modeling scaled processes and clustering of events by the nonlinear stochastic differential equations, in: AIP Conference Proceedings, Vol. 1129, AIP, 2009, pp. 13–16. doi:10.1063/1.3140414.
- [59] V. Gontis, B. Kaulakys, J. Ruseckas, Trading activity as driven Poisson process: Comparison with empirical data, Physica A 387 (2008) 3891–3896. doi:10.1016/j.physa.2008.02.078.

Informacija teikimui mokslo premijai gauti.

2023 Lietuvos mokslo premijai teikiamas **technologijos mokslų eksperimentinės plėtros darbas Jonas Adamonis, Rimantas Budriūnas, Andrejus Michailovas, Tomas Stanislauskas, Arūnas Varanavičius „Kelių optinių ciklų teravatų smailinės galios impulsų generacija parametrinio stiprinimo sistemomis“**. Numatoma, kad teikėjai premijai gauti bus šios organizacijos: Vilniaus universitetas, Fizinių ir technologijos mokslų centras, UAB „Light conversion“ ir UAB „Ekspla“.

Šį ciklą sudaro 42 moksliniai straipsniai, 2008-2022 metais paskelbti Lietuvos bei užsienio moksliniuose leidiniuose, kurių didžioji dauguma yra įtraukta į Mokslinės Informacijos Instituto (ISI) sąrašą. Patentų skaičius yra 7 bei bendras pateikiamų darbų citavimo indeksas viršija 600.

Pristatomame darbų cikle pateikiami Vilniaus universitete, Fizinių ir technologijos mokslų centre, bei Lietuvos lazerių įmonėse UAB „Light conversion“ ir UAB „Ekspla“ atlikti lazerių fizikos ir netiesinės optikos tyrimai narinėjantys įvairius itin trumpų šviesos impulsų generacijos, stiprinimo, ekstremalaus spektro pločio impulsų formavimo, parametrinio stiprinimo bei jų laikinės spūdos aspektus. Šių tyrimų išdavoje glaudžiai bendradarbiaujant mokslo institucijoms ir verslo įmonėms buvo sukurtos didelės smailinės ir vidutinės galios kelių, aukšto stabilumo kelių optinių ciklų trukmės impulsų parametrinio stiprinimo sistemos, iš kurių net keturios yra sėkmingai instaliuotos išskirtiniame lazerių mokslo centre ELI (Segedas, Vengrija). Pažymėtina, kad šie darbai tapo pagrindu Lietuvos lazerių pramonės įmonėms kurti paklausias plataus charakteristikų spektro parametrines lazerines sistemas ir tuo būdu svariai prisidėti prie Lietuvos pramonės konkurencingumo didinimo.

DETALŪS METADUOMENYS

Dokumento sudarytojas (-ai)	Fizikos fakultetas, tel. 2366000, faks. 2366003, Saulėtekio al. 9, III rūmai, LT-10222 Vilnius, el. p.: ff@ff.vu.lt
Dokumento pavadinimas (antraštė)	DĖL FIZIKOS FAKULTETO TEIKIAMŲ MOKSLO DARBŲ 2023 M. LIETUVOS MOKSLO PREMIJOS KONKURSUI
Dokumento registracijos data ir numeris	2023-09-20, (1.2 E) 120000-TPN-23
Adresatas	–
Dokumentą pasirašė	Instituto direktorius Egidijus Anisimovas
Veiksmo atlikimo data ir laikas	2023-09-20 10:02:42
Registratorius	Studijų administratorė Andželika Jankauskytė
Veiksmo atlikimo data ir laikas	2023-09-20 10:05:41
Dokumento nuorašo atspausdinimo data ir jį atspausdinęs darbuotojas	2023-09-20 atspausdino Studijų administratorė Andželika Jankauskytė

Nuorašas tikras
Vilniaus universitetas
2023-09-20