



SPRÁVA

o výsledkoch výskumu pracovníkov zo SR
v JINR v Dubne (RF) v roku 2020

Správu vypracovala:

Prof. RNDr. Anna Zuzana Dubníčková, DrSc.
Katedra teoretickej fyziky FMFI UK v Bratislave
Vedecká tajomníčka Výboru pre spoluprácu SR s JINR

Joint Institute for Nuclear research

Spojený ústav jadrových výskumov (SÚJV, ang. Joint Institute for Nuclear Research, ďalej JINR) v Dubne (RF) je medzinárodná, medzivládna výskumná organizácia riadená Výborom vládnych splnomocnencov riadnych členských krajín a volený generálny riaditeľ na 5 rokov je poverený týmto výborom riadiť ústav vždy medzi dvoma nasledujúcimi zasadnutiami. Od 1. 1. 2021 je ním akademik Grigorij V. Trubnikov, bývalý námestník ministra vlády RF pre vedu a vysoké školstvo. Ústav združuje 18 riadnych členských štátov (od roku 2015, KĽDR je pozastavené členstvo na základe Hlavy II., odst. 7 a bodu 6 Štatútu JINR v dôsledku neplnenia si finančných záväzkov vyplývajúcich z jeho členstva v JINR) a 6 asociovaných štátov ako sú Južná Afrika, Egypt, Taliansko, Srbsko, Maďarsko, Nemecko a od roku 2019 je v procese o asociované členstvo do JINR aj Francúzsko. Slovenská republika je riadnym členom JINR od r. 1993.

Medzinárodná, medzivládna organizácia JINR v Dubne má svetové prvenstvo v objavovaní nových najťažších elementov Mendelejevovej periodickej tabuľky prvkov, ostatné (nie posledné) objavené v JINR prvky sú 115, 116, 117 a 118. Po dobudovaní urýchľovacieho komplexu ťažkých iónov NICA, budú významné výsledky výskumov dosiahnuté aj v oblasti tzv. kvark-gluónovej plazmy a rovnaké šance poskytuje aj doposiaľ najintenzívnejší zdroj neutrónov zrekonštruovaného reaktora IBR-2. Treba spomenúť, že JINR v Dubne je hlavným realizátorom výskumu mimogalaktických neutrín pomocou GVD 1 km³ detektoru budovaného v Bajkalskom jazere, ktorý je konkurenčným americkému detektoru v ladovcoch na Južnom póle v Antarktíde.

V JINR bolo dodnes odborne vychovaných do 600 expertov zo Slovenska v oblasti teoretickej fyziky, aplikovanej matematiky, informačných technológií, jadrovej a subjadrovej fyziky, fyziky ťažkých nerelativistických a tiež relativistických iónov, neutrínovej fyziky, fyziky kondenzovaných látok a biologických materiálov, kozmickej biológie a supravodivých technológií a v súčasnej dobe do výskumov v JINR je zapojených skutočne aktívne do 200 expertov zo SR.

Experimentálna základňa JINR umožňuje uskutočňovať nielen špičkový základný výskum, ale aj rôznorodé aplikované výskumy zamerané na vývoj a vytváranie nových jadrovo-fyzikálnych a informačných technológií využiteľných v praxi.

JINR má aj veľmi dobré podmienky na výchovu a vzdelávanie talentovaných mladých vedcov – výskumníkov. Disponuje Univerzitným centrom, ktoré okrem iného každoročne organizuje prax do 10 vybraných študentov magisterského a doktorandského štúdia zo všetkých vedecko-výskumných pracovísk SR, zapojených do spolupráce s JINR. Organizovaním praxe je zo SR je poverená Výborom prof. A. Z. Dubničková z FMFI UK v Bratislave. Každému z nich je nevyhnutné v JINR zabezpečiť takých vedúcich expertov, aby uchádzač pracoval na problematike, z ktorej bude mať úžitok v ďalšej vedecko-výskumnej činnosti.

JINR organizuje každoročne aj Medzinárodnú školu CERN–JINR, vždy v jednom z členských štátov CERNU, alebo JINR. Okrem toho sa organizuje aj 1 týždňová odborná prax do JINR v počte do 10-tich vybraných učiteľov fyziky gymnázií SR v júli každého roku.

Návratnosť z členského príspevku SR do SÚJV v roku 2020

Členský príspevok SR do SÚJV v roku 2020 bol stanovený na **3 290 100 USD**.

Z toho

1. rubľové platy špecialistov SR v JINR	475 874 USD
2. valutové kompenzácie expertov SR v SÚJV	710 188 USD
3. penziónny fond a zdravotné poistenie exp. v SR	44 305 USD
4. doplatok za ubytovanie expertov SR v Dubne	10 245 USD
5. cestovné náklady expertov SR vysielaných do SÚJV	2 910 USD
6. granty vládneho splnomocnenca	237 950 USD
7. cieľové projekty kolektívov SR na prehĺbenie spolupráce s JINR	300 000 USD

Celkovo sa vrátilo do SR 1 781 472 USD, t. j. **55 %** z príspevku.

Forma spolupráce

Dlhodobé pobyty v JINR Dubna v roku 2020

Meno a priezvisko	Vysielajúce pracovisko
1. Ján Buša ml.	ÚEF SAV Košice
2. Ján Buša st.	FEI TU Košice
3. Rastislav Dvornický	FMFI UK Bratislava
4. Ján Fedorišin	ÚEF SAV Košice
5. Michal Hnatič	ÚFV PrF UPJŠ Košice
6. Slavomír Hnatič	ÚEF SAV Košice
7. Ladislav Hrubcín	EIÚ SAV Bratislava
8. Pavol Hrubovčák	ÚFV PrF UPJŠ Košice
9. Jozef Huran	EIÚ SAV Bratislava
10. Zdenka Kalaninová	FMFI UK Bratislava
11. Dušan Kamas	FÚ SAV Bratislava
12. Jozef Klimo	FÚ SAV Bratislava
13. Tomáš Kondela	FaF UK Bratislava
14. Norbert Kučerka	FaF UK Bratislava
15. Mária Lalkovičová	ÚEF SAV Košice
16. Lubomír Martinovič	FÚ SAV Bratislava
17. Martin Menkyna	ÚEF SAV Košice
18. Katarína Michaličková	ÚFV PrF UPJŠ Košice
19. Lukáš Mižišin	ÚFV PrF UPJŠ Košice
20. Miroslav Nagy	FÚ SAV Bratislava
21. Richard Remecký	ÚEF SAV Košice
22. Fedor Šimkovic	FMFI UK Bratislava
23. Robert Urban	FÚ SAV Bratislava

3-mesačné pobyty v JINR Dubna v roku 2020

1. Šarlota Birnšteínová	ÚFV PrF UPJŠ Košice
2. Adam Broniš	FMFI UK Bratislava
3. Ján Mušínský	ÚEF SAV Košice
4. Blahoslav Pastirčák	ÚEF SAV Košice
5. Richard Pinčák	ÚEF SAV Košice
6. Juraj Smieško	FMFI UK Bratislava

Krátkodobé pobyty do mesiaca v roku 2020

1. Stanislav Dubnička	FÚ SAV Bratislava
2. Anna Zuzana Dubničková	FMFI UK Bratislava
3. Olena Mezhenska	ÚFV PrF UPJŠ Košice

Celkový počet pracovníkov SR na dlhodobom a trojmesačnom pobyte v JINR v r. 2020 bol **29**.

Spolupracujúce pracoviská a pracovníci SR v roku 2020

Do aktívnej spolupráce s JINR sa v roku 2020 zapojili nasledujúce vedecko-výskumné inštitúcie s uvedenými pracovníkmi a študentmi:

Fyzikálny ústav (FÚ) SAV v Bratislave:

C. Adamuščín, M. Balogh, E. Bartoš, E. Běták, S. Dubnička, P. Filip, Š. Gmuca, D. Kamas, J. Kliman, J. Klimo, A. Liptaj, L. Martinovič, V. Matoušek, M. Nagy, A. Repko, M. Sedlák, R. Urban,

Chemický ústav (ChÚ) SAV v Bratislave:

V. Sasinková

Elektrotechnický ústav (ElÚ) SAV v Bratislave:

J. Arbet, P. Boháček, L. Hrubcín, J. Huran, E. Kováčová, J. Osvald, M. Sekáčová, B. Zaťko

Ústav krajinnej ekológie (ÚKE) SAV v Bratislave:

J. Borovská, K. Gerhartová, Z. Izakovičová

Ústav polymérov (ÚPo) SAV v Bratislave:

A. Kleinová

Ústav experimentálnej fyziky (ÚEF) SAV v Košiciach:

L. Balejíková, J. Buša ml., J. Fedorišin, S. Hnatič, M. Hnatič, M. Jurčišin, E. Jurčišinová, M. Karpets, P. Kopčanský, M. Kubovčíková, V. Lacková, M. Lalkovičová, J. Majorošová, M. Menkyna, L. Mižišin, M. Molčan, A. Musatov, J. Mušínský, B. Pastirčák, K. Paulovičová, R. Pinčák, M. Pudlák, M. Rajňák, R. Remecký, K. Šipošová, M. Timko, N. Tomašovičová, K. Zakuťanská

Farmaceutická fakulta (FaF) UK v Bratislave:

P. Balgavý, A. Búcsi, M. Dubničková, J. Gallová, L. Hubčík, M. Chovancová, N. Kanjaková, M. Klacsová, T. Kondela, N. Kučerka, G. Liskayová, D. Uhríková, K. Želinská

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky (FMFI) UK v Bratislave:

R. Astaloš, D. Babál, Z. Bardačová, P. Bartoš, T. Dado, A.-Z. Dubničková, M. Dubovský, R. Dvornický, B. Eckerová, E. Eckerová, L. Fajt, V. Fekete, M. Florek, M. Gregor, K. Holý, S. Hyrych, M. Ješkovský, Z. Kalaninová, P. Kerényi, A. Khatun, O. Majerský, J. Masarik, M. Melo, O. Nătescu, A. Plecenik, T. Plecenik, T. Roch, J. Smieško, D. Suchý, I. Sýkora, F. Šimkovic, D. Štefánik, S. Tokár, S. Volkov, T. Ženiš

Prírodovedecká fakulta (PrF) UPJŠ v Košiciach:

Š. Birnšteinová, M. Hnatič, P. Hrubovčák, Z. Jakubčinová, G. Kalagov, A. Kravčáková, T. Lučivjanský, G. Martinská, O. Mezhenska, K. Michaličková, Cs. Török, J. Urbán, M. Vaľa, S. Vokál, J. Vrláková, V. Zeleňák, A. Zeleňáková

Fakulta elektrotechniky a informatiky (FEI) TU v Košiciach:

F. Jakab, M. Kulifaj, R. Vápeník

Fakulta materiálov, metalurgie a recyklácie (FMMR) TU v Košiciach:

I. Pokorný

Katedra fyziky, Elektrotechnická fakulta, ŽU v Žiline:

M. Janek, M. Krasňan, G. Tarjányiová

Katedra matematických metód, Fakulta manažmentu PU v Prešove:

M. Popovičová

Elektrotechnický výskumný a projektový ústav (EVPU) v Novej Dubnici:

M. Hudák, J. Buday, I. Gerek

Dosiahnuté výsledky za rok 2020

Vedecké výsledky dosiahnuté v r. 2020 špecialistami SR v SÚJV (alebo v spolupráci s SÚJV) v Dubne sú doložené publikáciami. Publikácie (pozri príloha) sú štandardne rozdelené do siedmich skupín:

- A. Články publikované v karentovaných časopisoch (CC).
- B. Práce vydané vo forme preprintov svetových vedeckých centier vrátane SÚJV a v nekarentovaných vedeckých časopisoch.
- C. Práce prezentované na medzinárodných konferenciách a workshopoch.
- D. Práce prijaté resp. zaslané do medzinárodných vedeckých a odborných časopisov a do zborníkov medzinárodných konferencií.
- E. Učebnice a monografie.
- F. Organizácia konferencií a editovanie zborníkov.
- G. Kvalifikačné práce obhájené slovenskými špecialistami alebo pod vedením slovenských špecialistov v rámci spolupráce s SÚJV.

Publikácie jednotlivých spolupracovníkov sú v Prílohe.

Stručné charakteristiky významnejších výsledkov výskumu vyššie uvedených pracovísk za rok 2020

Téma: 01-3-1135-2019/2023 „Fundamental Interactions of Fields and Particles“

Vedúci témy zo SÚJV: D.I. Kazakov, O.V. Teryaev

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Anna Dubničková, Fedor Šimkovic (FMFI UK Bratislava); Stanislav Dubnička (FÚ SAV Bratislava); Michal Hnatič (ÚFV PrF UPJŠ Košice, ÚEF SAV Košice)

Riešitelia zo SR: Rastislav Dvornický, Amina Khatun, Dušan Štefánik, Ovidiu Nitescu – doktorand (FMFI UK Bratislava); Šarlota Birnšteinová, Tomáš Lučivjanský (ÚFV PrF UPJŠ Košice); Eva Jurčišinová, Marián Jurčišin, Martin Menkyna, Lukáš Mižišin, Richard Remecký (ÚEF SAV Košice); Lubomír Martinovič (FÚ SAV Bratislava)

V rámci danej témy sa členovia špičkového tímu z FMFI UK v Bratislave s názvom „NuMassNS – Fyzika hmotných neutrín, podzemných laboratórií a štruktúra jadra“ zaoberali aktuálnymi teoretickými úlohami fyziky hmotných neutrín a atómového jadra:

- Naša pozornosť bola sústredená na proces miónového záchytu jadrom. Využívajúc mnohonukleónovej metódy kvázicasticného priblíženia náhodných fáz („quasi-particle random phase approximation“) boli systematicky počítané šírky procesov miónového záchytu na jadrách pre izotopy participujúce v procese dvojitého beta rozpadu jadier. Boli realizované rôzne varianty výpočtov včítane tých navrhnutých v našej práci. Dosiahnuté teoretické výsledky sú v dobrom súhlase s nameranými hodnotami bez toho, aby sa zaviedlo potlačenie hodnôt axiálno-vektorovej konštanty, čo je v súlade so skoršie publikovanými prácami a v nesúlade s nedávno publikovanou prácou využívajúcou uvedenú metódu opisu štruktúry jadra [A1].
- Množstvo experimentov po celom svete je sústredených na hľadanie signálu bezneutrínového dvojitého beta rozpadu ($0\nu\beta\beta$ -rozpad) jadier. Hlavnou motiváciou sú nenulová hmotnosť neutrín a možnosť objaviť novú fyziku za Štandardným modelom fyziky častíc. Pri love na tento hypotetický jadrový proces je k dispozícii značné množstvo údajov o dvojneutrínovom dvojitém beta rozpade $2\nu\beta\beta$ -rozpad jadier. Aj keď tento proces je považovaný a registrovaný väčšinou ako nevyhnutné pozadie v experimentoch $0\nu\beta\beta$ -rozpadu jadier, môže sa tiež použiť na skúmanie novej fyziky mimo rámca Štandardného modelu. V práci [A2] sme ukázali, že možná existencia pravých prúdov v prírode ovplyvňuje uhlové rozdelenie vyletujúcich elektrónov v $2\nu\beta\beta$ -rozpade jadier. Ukázali sme, že z dát $2\nu\beta\beta$ -rozpadu jadier je možné získať ohraničenia na parametre pravých leptónových prúdov, ktoré sú konkurencieschopné s existujúcimi ohraničeniami na ne v prípade diracovských neutrín.
- Zaoberali sme sa možným rozšírením Štandardného modelu o tri pravé neutrína, čo umožňuje existenciu 6-ich ľahkých kvázi-dirakovských neutrín ktorých podstata je majoranovská, t. j., sú samými sebe antičasticami. V danej súvislosti sme navrhli 6×6 unitárnu maticu pozostávajúcu z dvoch 3×3 unitárnych matíc z ktorých

jedna je určená PMNS maticou. Pre túto možnosť zmiešavania neutrín sme odvodili pravdepodobnosti neutrínových oscilácií. Využívajúc experimentálne neurčitosti parametrov kvadrátov hmotností neutrín z pozorovania neutrínových oscilácií od reaktora na úrovni 1σ a 3σ získali sme ohraničenia na malú majoranovskú komponentu hmotnosti neutrín. Danú hodnotu sme diskutovali v kontexte so súčasnými a pripravovanými experimentami $0\nu\beta\beta$ -rozpadu jadier [A3].

- V rámci lavo-pravého symetrického modelu fyziky častíc, ktorý vychádza za rámec Štandardného modelu, sme zovšeobecniili efektívnu hmotnosť majoranovských neutrín zahŕňajúcu ľahké a ťažké neutrína pomocou nami zavedeného interpolačného vzorca. Predmetom záujmu boli aj jadrové maticové elementy bezneutrínového dvojitého beta rozpadu jadier. Bola stanovená ich súvislosť s maticovými elementmi dvojitého Gamow-Tellerovského operátora pre prechod medzi základnými stavmi počiatočného a konečného jadra zúčastňujúcich sa procesu dvojitého beta rozpadu jadier. Taktiež sme prezentovali nový spôsob určenia potlačenia axiál-vektorovej konštanty g_A , ktorej štvrtá mocnina určuje šírku procesov dvojitého beta rozpadu jadier [B1].
- Dvojneutrínový dvojité beta rozpad ($2\nu\beta\beta$ -rozpad) sa obyčajne interpretuje ako nevyhnutné pozadie v experimentoch hľadajúcich signál bezneutrínového dvojitého beta rozpadu jadier. Napriek tomu predstavuje možnosť hľadať novú fyziku za Štandardným modelom. Uvažovali sme existenciu ťažkého neutrína s hmotnosťou v MeV oblasti, ktoré interaguje prostredníctvom ľavých alebo pravých prúdov a zúčastňuje sa $2\nu\beta\beta$ -premeny. Analyzovali sme možné dôsledky pre energetické a uhlové rozdelenia vyletujúcich elektrónov ako funkciu hmotnosti daného neutrína v kontexte s súčasnými a budúcimi experimentmi dvojitého beta rozpadu jadier. Naše výsledky dopĺňajú analogické štúdie týkajúce sa efektov sterilných neutrín v obyčajnom beta rozpade jadier [D1].

Dosiahnuté originálne výsledky boli prezentované na medzinárodných konferenciách: *International Conference on Neutrino and Nuclear Physics (CNNP2020)*, Arabella Hotel and Spa, South Africa, February 24–28, 2020 [C1]; *Conference on the 50th anniversary of the Institute for Nuclear Research (INR) of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, December 3–4, 2020* [C2].

V súvislosti s medzinárodnou letnou školou „VIII International Pontecorvo Neutrino Physics School“, ktorá sa uskutočnila v Sinai, Rumunsko, v roku 2019, bol vydaný zborník so základnými údajmi o škole ako aj príspevkami študentov [F1].

Ocenenie výnimočných vedcov ESET Science Award za rok 2020 bolo udelené **Fedorovi Šimkovicovi**, ktorý v následných vystúpeniach v médiách propagoval SÚJV v Dubne a tam prebiehajúci výskum fyziky neutrín, napr. konštrukciu a prevádzku neutrínového teleskopu v jazere Bajkal.

Metódami kvantovej teórie poľa a nerovnovážnej štatistickej fyziky boli skúmané zložité stochastické systémy klasickej fyziky a fázové prechody. Konkrétne boli študované a riešené nasledovné javy a úlohy:

- Vplyv turbulentných fluktuácií stlačiteľného hydrodynamického prostredia na fázový prechod tekutiny do supratekutého stavu [A4].

- Fázový prechod prvého druhu do feromagnetického stavu Fermiho systému s vyššími spinmi $N \geq 4$ v rámci unitárneho $SU(N)$ modelu [A5].
- Algoritmus na výpočet funkcionálnych integrálov generovaných relativistickým Hamiltonianom [B2].
- Výpočty kritických exponentov triedy univerzality orientovanej perkolácie v dvoch rôznych schémach odčítania [B3] a v trikritickej orientovanej perkolácii s ďalekosahovou interakciou [B4, C3].
- Reakčno-difúzny systém s ďalekosahovou interakciou pre chemicky aktívne molekuly [B5, B6, C4].
- Vplyvy stlačiteľnosti a helicity na škálovacie zákony v teórii rozvinutej hydrodynamickkej turbulencie v rámci hračkových modelov (Kraichnanov model skalárnej prímеси a Kazantsevov model vektorovej prímеси) [A6, A7, B7, B8, B9, C5, C6, C7, D2].

Boli vydané zborníky recenzovaných prác [F2, F3], M. Hnatič bol prijatý za člena edičnej rady sekcie časopisu *Symmetry*, MDPI, Basel, Švajčiarsko a bol editorom špeciálneho vydania [F4]. Boli obhájené dizertačné práce Šarloty Birnšteinovej [G1] a Martina Menkynu [G2].

Bolo ukázané [A8], že vákuové diagramy (slučky) v skalárnych modeloch teórií poľa na svetelnom fronte (LF) sú napriek všeobecnému očakávaniu nenulové a zhodné s výsledkami z Feynmanových diagramov rátaných zvyčajnou metódou i pomocou premenných svetelného frontu. Správne hodnoty v LF teórii boli nájdené ako limitné hodnoty súvisiacich diagramov vlastnej energie pre nulovú vonkajšiu hybnosť. Tento výsledok sčasti mení predstavu o vlastnostiach LF vákuua, avšak základná vlastnosť, ktorou je existencia Fockových operátorov pre interagujúce teórie v Heisenbergovom obraze a podmienka anihilácie pre fyzikálne vákuum, zostáva v platnosti.

Boli vyriešené niektoré zdanlivé protirečenia v teórii poľa na svetelnom fronte [D3]. Prvý raz bolo konzistentne prekvantované dvojrozmerné LF kalibračné pole, a to ako limita masívneho vektorového poľa. Výsledkom su dva komponenty poľa typu nulových modov, avšak ako poľná a nie kvantovo-mechanická veličina. Bol nájdený podstatný rozdiel v nulových modoch „originálnych“ LF polí a nulových modov, vystupujúcich pri vyjadrení kovariantných Feynmanových amplitúd pomocou LF premenných. Bolo ukázané, že prítomnosťou malých imaginárnych členov v rovinných vlnách v rozvojoch LF kvantových polí sa získa regularizovaná formulácia, vedúca k správnym hodnotám 2-bodových LF korelačných funkcií aj v limite nulového LF času, čo sa doteraz javilo ako problematická (nesplnená) vlastnosť. Rovnako to viedlo k potlačeniu nežiadúcich povrchových členov v transformačných vlastnostiach LF polí (vlastnosť kovariantnosti) pre asymptotické hodnoty priestorovej LF premennej x^- .

Bol nájdený súvis medzi dvojrozmernými nehmotnými LF poľami a konformnou teóriou poľa (CFT) na úrovni kvantového rozvoja poľa i korelačných funkcií. Bol odvodený nezávislý tvar LF bozonizácie fermionových polí v dvoch rozmeroch [D4].

Bolo ukázané, že rezonanciu $Y(4260)$ možno považovať za štvorkvarkový stav v rámci modelu kovariantného uväznenia kvarkov. Ukázali sme dve možnosti interpolujúceho prúdu, či už molekulárneho typu prúdu, ktorý odpovedá buď súčinu D a \bar{D}_1 kvarkovým prúdov alebo predstavuje tetrakvark. V oboch prípadoch sme vypočítali šírky rozpadov $Y(4260) \rightarrow Z_c(3900) + \pi$ a $Y(4260) \rightarrow D^{(*)} + \bar{D}^{(*)}$. Zistili sme, že v oboch prípadoch rozpad $Y \rightarrow Z + c + \pi^-$ je v porovnaní zosilnený v porovnaní so šarm-módom a teda absolútna hodnota $Y \rightarrow Z + c + \pi^-$ šírky rozpadu získaná v molekulárnom obraze je pravdepodobne príliš veľká. Avšak hodnota získaná v tetrakvarkovom obraze je primeraná [A9].

Naša pozornosť bola sústredená na existujúce výsledky o exotických XZY stavov a ich rozpadov získaných z kovariantného modelu uväznených kvarkov, ktorého dynamika je vybudovaná v rámci modelu nelokálneho Lagranžiánu (so zabudovaným uväznením kvarkov) a vhodným na popis rôznych multikvarkových stavov, aj štvorkvarkových. Analýza bola prevedená pre rôzne módy piatich kvarkových stavov: $X(38720)$, $Z_c(3900)$, $Y(4260)$, $Z_b(10610)$ a $Z'_b(10650)$ [A10].

Téma: 01-3-1137-2019/2023 „Theory of Complex Systems and Advanced Materials“

Vedúci témy zo SÚJV: V.A. Osipov

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Andrej Pleceník (FMFI UK Bratislava); Michal Pudlák (ÚEF SAV Košice)

Riešitelia zo SR: Tomáš Pleceník, Maroš Gregor, Tomáš Roch (FMFI UK Bratislava); Richard Pinčák (ÚEF SAV Košice)

Na prstencovej štruktúre tlmených Josephsonovských spojov bol študovaný tvar a pôvod rezonančných javov. Bolo ukázané, že súčasný pohyb zachytených fluxónov a fluxón-antifluxónových párov a Josephsonovskej frekvencie vedie k výskytu skokov v nulovom poli na prúdovo-napäťovej charakteristike, pričom počet skokov je daný počtom Josephsonovských spojov a celkovým počtom excitácií v systéme.

Boli rozpracované nasledujúce témy:

1. Resonance phenomena in an annular array of underdamped Josephson junctions [A11].
2. Magnetization Dynamics Features in the SFS Josephson Junction [C8].

Bola skúmaná možnosť využitia grafénu v spintronike, kde bola na využitie riadenia toku elektrónov navrhnutá štruktúra na báze grafénu, kde sa striedajú zvlnenia s plochými úsekmi. Takýmto spôsobom bola vytvorená supermriežka, ktorá mení vlastnosti grafénu. Takáto štruktúra má selektívne vlastnosti, čo sa prejavuje tým, že elektróny so spinom v jednom smere prejdú cez supermriežku ale elektróny s opačným spinom sú odrazené späť [A12]. Bolo ukázané aké symetrie systému sú zodpovedné za takéto vlastnosti [A13].

V roku 2020 naďalej pokračovalo rozpracovanie teórie popisujúcej kvantový transport v dvojdimenzionálnych a jednodimenzionálnych systémoch. Rozvíjaná bola teória opisujúca fyzikálne vlastnosti grafénových nanoštruktúr, v ktorých by sa dosiahol supravodič len s pomocou topologických defektov a spin-orbitálnou interakciou [A14]. Aplikované

boli tiež moderné metódy matematickej fyziky v biofyzike na skúmanie a použitie supersymetrie pre živé organizmy, analýzu odpadovej DNA, teda neaktívnej oblasti DNA v biologických systémoch ako aj tvorbu proteínov [A15, A16, A17, A18]. Boli rozvíjané teórie opisujúce predpovede výmenného kurzu na finančných trhoch, ako aj dynamiku vývoja akciových trhov založenú na teórii strún a ‘volatility clustering’u [A19].

Téma: 02-0-1066-2007/2023 „Investigation of the Properties of Nuclear Matter and Particle Structure at the Collider of Relativistic Nuclei and Polarized Protons“

Vedúci témy zo SÚJV: R. Lednický, Yu.A. Panebratsev

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Stanislav Vokál (ÚFV PrF UPJŠ Košice)

Riešitelia zo SR: Ján Fedorišin (ÚEF SAV Košice); Peter Filip (FÚ SAV Bratislava)

V rámci projektu „STAR at RHIC“ bola skúmaná produkcia relativistických častíc v jadrových zrážkach Au + Au a ľahších jadier pri energiách urýchľovača RHIC. V prácach [A20]–[A32] sú predstavené posledné výsledky experimentu STAR, na ktorom participujeme spolu so skupinou z LFVE SÚJV.

Prvýkrát bola v interakciách ťažkých iónov (Au + Au pri 200 GeV) zmeraná produkcia pôvabného Λ_c baryónu. V semi-centrálnych zrážkach jadier zlata pri energiách od 7,7 do 39 GeV bol zmeraný parameter azimutálnej asymetrie v_1 deuterónov. V „minimum bias eventoch“ Au + Au pri 200 GeV boli skúmané 2-rozmerné uhlové korelácie neutrálnych D mezónov a iných nabitých častíc. Spektrá priečnych hybností nabitých piónov, kaónov, protónov a antiprotónov boli skúmané pri stredných rapiditách ($|y| < 0.1$) v deviatich intervaloch rôznej centrality. Bola zmeraná väzbová energia Λ -hyperónu v hypertritóne a v antihypertritóne. V p + p interakciách pri 200 GeV bola zmeraná emisia párov nabitých hadrónov (π , K a p). Výsledky boli porovnané s teoretickými výpočtami.

Téma: 02-0-1081-2009/2024 „Particle Physics in Experiment ATLAS“

Vedúci témy zo SÚJV: V.A. Bednyakov

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Stanislav Tokár (FMFI UK Bratislava)

Riešitelia zo SR: Róbert Astaloš, Dominik Babál, Pavol Bartoš, Michal Dubovský, Barbora Eckerová, Sofia Hyrych, Oliver Majerský, Matej Melo, Juraj Smieško, Daniel Suchý, Ivan Sýkora, Tibor Ženiš (FMFI UK Bratislava)

Spolupráca v rámci experimentu ATLAS

Prevádzka hadrónového Tile-kalorimetra pre kolaboráciu ATLAS (LHC, CERN). V r. 2020 prebiehala odstávka LHC, počas ktorej sa realizovali opravy a upgrade detektorov na experimente ATLAS. Naša skupina naďalej vyvíjala softvér na rekonštrukciu signálu a kontrolu kvality nameraných dát z hadrónového kalorimetra TileCal, využívajúc dáta z testovacích a kalibračných „runov“. Táto činnosť prispela k ďalšiemu vylepšeniu kvality softvéru na získavanie informácie z hadrónového kalorimetra. Pri kontrole kvality dát z kalorimetra veľmi úzko spolupracujeme s SÚJV Dubna – pre túto činnosť FMFI UK drží post DQ (data quality) koordinátora (T. Ženiš) a FMFI UK a SÚJV dodávajú pracovníkov (DQ leader) pre zmeny (shifts).

Vývoj softvéru a práca na poste DQ leader: FMFI UK – R. Astaloš, P. Bartoš, B. Eckerová, S. Hyrych, J. Smieško, I. Sýkora, T. Ženiš; SÚJV – I. Minašvili, J. Kulchitsky, P. Tsiarehka.

Táto činnosť prispela predovšetkým k prácam [A33, A34]. Výsledky našej práce v tejto oblasti boli prezentované na medzinárodných workshopoch a konferenciách [C9, C10, C11] a publikované v [A35].

Bose-Einsteinove korelácie (BEC). V r. 2020 sme sa zaoberali štúdiom BEC v protón-protónových (pp) zrážkach so zameraním hlavne na energiu 13 TeV. V priebehu roku 2020 sme do dokumentov BEC analýzy zapracovali pripomienky edičnej rady a pripravili sme súbor C2-funkcií pri energiách 7 a 13 TeV vo forme histogramov pre verejné použitie. Analýza pri 13 TeV bola ukončená a Edičná rada ATLASu nemá k výsledkom pripomienky. V súčasnosti pracujeme na doladení príslušného „note“ kolaborácie [B10] a na vylepšení draftu článku [B11]. Výsledky našej BEC analýzy sme predstavili Edičnej rade ATLASu [C12, C13] s pozitívnym výsledkom. Predpokladáme schválenie (approval) Edičnou radou ATLASu v priebehu decembra 2020 resp. januára 2021. Naše výsledky získané v rámci štúdia BEC sme prezentovali aj na workshope v CERN [C14].

Pomimo BEC sa podieľame na diskusii o ďalších problémoch tzv. mäkkej QCD fyziky (soft QCD physics) a v súvislosti s tým sme reprezentovali kolaboráciu ATLAS na medzinárodnej konferencii [C11].

FMFI UK – R. Astaloš, S. Hyrych, J. Smieško, D. Suchý, I. Sýkora, S. Tokár, T. Ženiš; SÚJV – Yu.A. Kulchitsky, E. Plotnikova, N. Rusakovich, P. Tsiarehka.

Štúdium prítomnosti vnútorného šarmu v protóne. Úspešne sme zavíšili úsilie o preskúmanie možných prejavov existencie vnútorného šarmu protónu (IC, intrinsic charm), ktorý by sa mal prejavovať zvýšením c -kvarkových distribučných funkcií (PDF) v oblasti veľkých x (pre $x > 0.4$). Nadviazali sme na výsledky z roku 2019, v rámci tejto tematiky bola úspešne obhájená vo februári 2020 dizertačná práca J. Smieška [G3].

FMFI UK – J. Smieško, S. Tokár, T. Ženiš; SÚJV – V.A. Bednyakov, A.V. Lipatov, G.I. Lykasov, M.A. Malyshev.

Fyzika vysokých priečných hybností (top kvark, procesy s jetmi, hľadanie novej fyziky). Pokračovali sme v štúdiu procesov s top kvarkami, kde študujeme rozpadovú pološírku top kvarku, asociovanú produkciu top-kvarkových párov a Z bozónu a nábojovú asymetriu v produkcii top-kvarkových párov. Štúdium rozpadovej pološírky top kvarku pri $\sqrt{s} = 13$ TeV bolo zavíšené ešte v r. 2019 a výsledky boli publikované ako konferenčný „note“, avšak vzhľadom na pokrok v technike tagovania b -jetov ako aj v simulácii top-kvarkových procesov, kolaborácia požadovala „updatovať“ analýzu s novými vzorkami. Správu o pokroku v tejto téme sme prezentovali na mítingu Edičnej rady ATLASu [C15]. Práce na finálnej verzii pokračujú.

Zakončili sme aj štúdium procesu $t\bar{t}Z$ pri $\sqrt{s} = 13$ TeV na vzorke 139 fb^{-1} . Výsledky analýzy boli publikované ako konferenčný note [B12]. V rámci tejto problematiky naša skupina študovala subproces v leptón+jetovom kanáli s rozpadom Z bozónu na leptónový pár. Práca bola schválená Edičnou radou ATLASu a v súčasnosti prechádza druhú fázu komentovania inštitútmi kolaborácie ATLAS (Institute reading). Draft publikácie je pripravený ako ATLAS note [B13].

Podobne v záverečnom štádiu je aj analýza nábojovej asymetrie v $t\bar{t}$ produkcii, kde

analýza bola realizovaná na vzorke 139 fb^{-1} . Získané výsledky, zahŕňajúce ako lep-tón+jetový tak aj dileptónový kanál, sú zosumarizované v internom note kolaborácie ATLAS [B14]. Draft príslušného článku je v procese prípravy a bude poskytnutý kola-borácii ATLAS v priebehu decembra 2020. Ostatná prezentácia výsledkov pred Edičnou radou bola v novembri 2020 [C16]. V rámci našej činnosti v top-kvarkovej skupine sme reprezentovali kolaboráciu ATLAS na medzinárodných konferenciách, kde sme predsta-vili naše výsledky ako aj výsledky iných pracovných grúp [C17, C18].

Na tomto poli naša spolupráca s SÚJV Dubna má charakter vzájomných konzultácií. FMFI UK – P. Bartoš, D. Babál, T. Dado, M. Dubovský, B. Eckerová, O. Majerský, M. Melo a S. Tokár; SÚJV – N.A. Rusakovich, V.A. Bednyakov.

Téma: 02-0-1127-2016/2023 „Advanced Studies on Systems of New-Genera-tion Accelerator and Colliders for Fundamental and Applied Rese-arch“

Vedúci témy zo SÚJV: G.D. Shirkov

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Jozef Huran (EIÚ SAV Bratislava)

Riešitelia zo SR: Juraj Arbet, Pavol Boháček, Eva Kováčová, Mária Sekáčová (EIÚ SAV Bratislava); Vlasta Sasinková (ChÚ SAV Bratislava); Angela Kleinová (ÚPo SAV Bratislava)

Výskum v rámci témy bol zameraný na niekoľko oblastí: výskum technológie na prípra-vu veľmi tenkých vrstiev na báze uhlíka pre transmisné fotokatódy, štúdium štruktúr-nych vlastností tenkých vrstiev a výskum fotoemisných charakteristík tenkých vrstiev na báze uhlíka.

Veľmi tenké uhlíkové vrstvy sa pripravovali vysokofrekvenčným (RF) reaktívnym magnetronovým naprašovaním s využitím targetu uhlíka a plynov argón, dusík a vodík. Uhlíkové tenké vrstvy sa taktiež pripravovali modifikovanou metódou vákuového odpara-vania materiálu súčasne elektrónovým zväzkom a plazmou EBP (electron beam-plasma). Tenké vrstvy pre skúmanie štruktúrnych vlastností sa pripravovali na kremíkový sub-strát a substrát z kremenného skla. Štruktúrne vlastnosti tenkých vrstiev sa skúmali metódami RBS, ERD, FTIR, RAMAN a SEM. Pripravené transmisné fotokatódy boli osvetľované zo zadnej strany pulzným laserom (15 ns, 266 nm). Na extrakciu elektrónov sa používalo elektrické pole v rozsahu 0.5–6 kV/mm.

Skúmali sa emisné vlastnosti transmisných fotokatód na báze veľmi tenkých dusí-kom dopovaných uhlíkových vrstiev na kremennom substráte pri rôznych extrakčných elektrických poliach (0.5–5.0 kV/mm). Vrstvy sa pripravovali RF reaktívnym magnet-ronovým naprašovaním pri teplotách substrátov v intervale 600–900°C. Výsledky SEM ukázali zmenu povrchovej morfológie vrstiev s teplotou substrátu počas depozície. Hod-nota kvantovej účinnosti (QE) sa zvyšovala s elektrickým poľom. Maximálna vypočítaná hodnota bola $QE (\%) = 85,22 \times 10^{-4}$ pri elektrickom poli 5,0 kV/mm [C19, C20].

Veľmi tenké vrstvy na báze uhlíka sa nanášali na substráty z kremenného skla a zaříru vákuovou depozíciou (EBP). V systéme EBP, sú elektróny emitované žeraveným vláknom a urýchľované elektrickým poľom medzi katódou a téglikom naplneným mate-riálom. V počiatocnom okamihu sa materiál roztaví v dôsledku účinku bombardovania elektrónmi. Zvýšenie energie elektrónového lúča (v dôsledku zvýšenia pracovného napä-tia) dochádza k odparovaniu materiálu. Po dosiahnutí určitej hustoty pár odparovaného

materiálu sa v medzere medzi anódou a katódou (6–10 mm) vytvorí nezávislý výboj. Priamo ohriata katóda zmení svoj čisto tepelný emisný režim prevádzky na kombinovaný – t. j. termo plus iónový emisný režim. Rýchlosť odparovania sa stáva $\sim 10\text{--}100$ krát vyššia. V experimente použitý materiál na odparovanie bol pyrolitický grafit. Teplota držiaka substrátov bola 350°C a 500°C . Hrúbka vrstiev bola 20 nm a 25 nm. Extrakčné elektrické pole bolo 4 kV. Najvyššia hodnota QE bola dosiahnutá v prípade transmisnej fotokatódy pripravenej na zařirový substrát pri teplote 350°C a hrúbke veľmi tenkej uhlíkovej vrstvy 25 nm a to $QE(\%) = 2.0 \times 10^{-2}$ [C21, D5].

Pokračoval výskum emisných vlastnosti veľmi tenkých vrstiev nanoštruktúrovaného (ns) uhlíka. Vrstvy sa nanášali na kremenné alebo zařirové substráty pri rôznych technologických podmienkach a rôznych hrúbkach s použitím technológie RF magnetronového naprašovania. Dosiahnuté výsledky ukázali, že existuje optimálna hrúbka (17–19 nm) veľmi tenkých vrstiev ns-uhlíka s optimálnymi štruktúrnymi a chemickými vlastnosťami pre získanie najlepších výsledkov QE pri elektrickom poli 1.5 kV/mm. Optimálna teplota substrátov počas nanášania vrstiev bola okolo 800°C . Pri tejto teplote a z výsledkov Ramanovej spektroskopie je možné konštatovať, že veľmi tenké vrstvy začínajú rásť ako grafénu podobný uhlík, potom rast pokračuje ako grafitu podobný uhlík alebo nanokryštalický diamant. Horšie výsledky QE (max. 8.4) pre kremenné substráty možno tiež pripísať väčším pnutiám medzi veľmi tenkými vrstvami ns-uhlíka a kremenným substrátom, čo vedie k väčšiemu množstvu rozptylových centier pre fotoexcitované elektróny [A36].

Veľmi tenké vrstvy na báze uhlíka dotované dusíkom rôznej hrúbky sa nanášali na zařirové substráty vysokofrekvenčným reaktívnym magnetronovým naprašovaním. Takto vyrobené transmisné fotokatódy sa použili na štúdium fotoelektrónových emisných vlastností uhlíkových tenkých vrstiev. Vrstvy obsahovali C, N a malé množstvo vodíka a kyslíka. Ramanove spektrá ukázali zaujímavé intenzity, ktoré môžu byť priradené grafénu podobný uhlík, grafitu podobný uhlík a nanokryštalickému diamantu. Maximálna hodnota QE (%) = $23,8 \times 10^{-4}$ bola nameraná pre transmisnú fotokatódu s hrúbkou uhlíkovej vrstvy okolo 17 nm pri ekstrakčnom elektrickom poli 2.0 kV [B15].

Okrem riešenia témy, časť aktivít v SÚJV Dubna bola zameraná na skúmanie radiačnej odolnosti polovodičových štruktúr a výskum štruktúrnych vlastností vrstiev metódami RBS a ERD.

Skúmali sa štruktúrne vlastnosti nedopovaných a dopovaných (P alebo B) amorfných SiC tenkých vrstiev metódami RBS, ERD a elektrické vlastnosti štruktúry Al/SiC/Si/Al pred a po ponorení (200 hod.) vzoriek do vodného elektrolytu kyseliny sírovej s pH2 a pH1 s cieľom ich využitia v zariadeniach pre generáciu vodíka. Vrstvy karbidu kremíka boli pripravené technológiou PECVD na kremíkových substrátoch. Výsledky RBS a ERD spektroskopie ukázali hlavné koncentrácie prvkov ako Si, C, H, P alebo B, ktoré sa významne nemenili po ponorení do elektrolytu. Dopované a nedopované vrstvy karbidu kremíka boli po ponorení do elektrolytu amorfnejšie ako pred ponorením. Vyšetovanie koróznej odolnosti ukázalo, že najlepšiu stabilitu (malé rozdiely medzi nameranými parametrami pred a po ponorení do elektrolytu) možno priradiť štruktúre Al/SiC(P)/Si(typ P)/Al [D6].

Téma: 02-1-1087-2009/2023 „Research on the Relativistic Heavy and Light Ions Physics. Experiments at the Accelerator Complex Nuclotron-NICA at JINR and CERN SPS“

Vedúci témy zo SÚJV: A.I. Malachov

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Stanislav Vokál (ÚFV PrF UPJŠ Košice)

Riešitelia zo SR: Adela Kravčáková, Katarína Michaličková – doktorandka, Martin Vaľa, Janka Vrláková (ÚFV PrF UPJŠ Košice)

Bola skúmaná problematika hľadania a štúdia exotických eta mezónových jadier v pA a dA zrážkach na Nuklotróne LFVE SÚJV s modifikovaným detekčným zariadením SCAN3 (vedúci projektu Eta-jadrá: dr. S.V. Afanasiev, PhD.). V rokoch 2019–20 boli našou doktorandkou RNDr. K. Michaličkovou v aktívnej spolupráci s dr. D. Dryablovom a dr. S. Afanasievom, PhD. preskúmané možnosti použitia módu so zvyšujúcim sa magnetickým poľom pre zber experimentálnych dát. Boli analyzované experimentálne dáta z reakcie $d + {}^{12}\text{C} \rightarrow \pi + p + X$ pri energii nalietaujúcich deuterónov 0,6–2,3 GeV na nukleón. Súbežne bola vykonaná analýza dát na vyvedenom zväzku experimentu BM@N s cieľom možného štúdia eta-jadier. Výsledky analýzy ukázali, že efektívnejšie je študovať eta-jadrá na vnútornom terčiku kvôli lepšej štatistike „našich“ eventov. Pracovnou skupinou v LFVE boli pripravené scintilačné vrstvy pre neutrónový detektor a bol vytvorený elektronický blok pre testovanie pomocou kozmického žiarenia. Po opätovnom spustení Nuklotrónu sa predpokladá použitie takého detektora s viacerými vrstvami v experimentoch na detekčnom systéme SCAN3 pre zmeranie π n a pn rozpadových kanálov eta-jadier. V súčasnosti sa aktívne pracuje na simuláciach neutrónového detektora.

Súbežne bola študovaná produkcia relativistických častíc v centrálnych jadrových zrážkach ľahkých (C, O, Ne, Si a S) a ťažkých (Au, Pb) primárnych jadier s terčovými jadrami Ag (Br) v emulznom dráhovom detektore pri energiách od 4 do 200 A GeV. Na konferencii v Prahe boli predstavené poster [C22, C23] a na publikáciu boli zaslané práce [D7, D8].

Téma: 02-1-1088-2009/2022 „ALICE. Study of Interactions of Heavy Ion and Proton Beams at LHC“

Vedúci témy zo SÚJV: A.S. Vodopyanov

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Janka Vrláková (ÚFV PrF UPJŠ Košice)

Riešitelia zo SR: Adela Kravčáková, Martin Vaľa, Zuzana Jakubčinová, r. Reščáková – doktorandka (ÚFV PrF UPJŠ Košice); Ján Mušínský (ÚEF SAV Košice)

Podielali sme sa na aktivitách 2. „Physical process simulation and data analysis“ a 3. „ALICE Computing in the distributed environment – GRID“. Pokračovala analýza prípadov rozpadu Φ mezónu na dva kaóny $\Phi \rightarrow K^+ + K^-$ a analýza prípadov $K^* \rightarrow K\pi$ produkovaných v protónovo-protónových zrážkach. Analýza prípadov rozpadu $\Phi \rightarrow K^+K^-$ a $K^* \rightarrow K\pi$ bola zameraná na možnosť stanovenia polarizácie Φ mezónu viacerými metódami. Pokračovalo štúdium vlastností K^0^* a Φ mezónu produkovaných v PbPb a protónovo – protónových zrážkach. Boli analyzované uhlové a multiplicitné korelácie hadrónov a rezonancií v pp zrážkach pri 5 TeV, výpočty boli realizované na GRIDe.

Pokračoval aj vývoj analyzačnej knižnice na spracovanie, analýzu experimentálnych dát a efektívne spracovanie n -rozmerných histogramov pre potreby rezonančnej skupiny.

Skupina je zapojená do práce experimentu ALICE v skupine PWG-LF (Light Flavour Spectra), v rámci rezonančnej skupiny. Kolaborácia ALICE v roku 2020 publikovala viacero článkov v renomovaných medzinárodných časopisoch [A37]–[A56].

Téma: 02-1-1097-2010/2021 „Study of Polarization Phenomena and Spin Effects at the JINR Nuclotron – M Facility“

Vedúci témy zo SÚJV: A.D. Kovalenko

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Marián Janek (KF FEIT ŽU Žilina), Gabriela Martinská (ÚFV PrF UPJŠ Košice), Ján Mušínský (ÚEF SAV Košice)

Riešitelia zo SR: Gabriela Tarjániová, Maroš Krasňan – diplomant (KF FEIT ŽU Žilina), Jozef Urbán, Olena Mezhenska – doktorandka (ÚFV PrF UPJŠ Košice)

V roku 2020 pokračovala spolupráca Katedry fyziky ŽU a Katedry jadrovej a subjadrovej fyziky PF UPJŠ s LFVE SÚJV. V rámci témy Katedra jadrovej a subjadrovej fyziky PF UPJŠ a ÚEF SAV v Košiciach v roku 2020 spolupracovali s LFVE SÚJV pri riešení projektov ALPOM2 a STRELA. Aparatúra ALPOM2 bola navrhnutá na meranie uhlovej závislosti analyzačnej schopnosti protónov a neutrónov. Jej hlavnou súčasťou sú dráhové driftové detektory a veľkorozmerný kalorimeter pomocou ktorého je možné eliminovať mnohočasticové koncové stavy. Pokračovalo sa v analýze experimentálnych dát získaných počas ožarovania experimentálnej aparatury ALPOM2 vo zväzku polarizovaných protónov a neutrónov rozptýlených na rôznych terčíkoch CH_2 , CH , C a Cu v intervale hybností 3–4,2 GeV/c na urýchľovacom komplexe Nuklotrón v LFVE SÚJV Dubna. Bola získaná uhlová závislosť analyzačnej schopnosti pre protóny v danom intervale hybností, ktorá je v súlade s údajmi iných experimentov. Prvýkrát boli získané údaje o analyzačnej schopnosti kanálu reakcie s výmenou náboja v reakcii $n(\text{pol}) + \text{CH}_2 \rightarrow n + X$, ako aj pre terčiky C , CH , CH_2 (scintilátor) a Cu . Merania v zväzku polarizovaných neutrónov bolo možné realizovať vďaka unikátnemu polarizovanému zväzku deuterónov. Určenie uhlovej závislosti analyzačnej schopnosti neutrónov je nevyhnutné pre meranie neutrónového formfaktoru v oblasti vyšších prenesených hybností Q_2 v Jefferson Laboratóriu. Získané výsledky boli publikované v [A57] a [B16]. V r. 2020 na urýchľovači Nuklotrón neboli realizované fyzikálne experimenty v súvislosti s prácami na projekte nového urýchľovacieho komplexu NICA. Tým nebolo možné získať nové experimentálne dáta ožiarením aparatury STRELA pri vyšších energiách a pokračovať v meraní energetickej závislosti príspevku spinovo-závislej časti amplitúdy $np \rightarrow pn$ rozptylu, podľa možnosti aj v polarizovanom zväzku. V uvedenom roku boli ale realizované práce na modernizácii aparatury STRELA, zakúpením nových driftových komôr a vykonané prípravné práce pre možné ožiarenie aparatury v r. 2021.

Pokračovala tiež spolupráca Katedry fyziky, fakulty FEIT, Žilinskej Univerzity a Katedry jadrovej a subjadrovej fyziky PF UPJŠ s LFVE SÚJV pri riešení projektu DSS (Deuteron Spin Structure). Najdôležitejšia časť výskumu s polarizovaným a nepolarizovaným deuterónovým zväzkom je spojená s detailným štúdiom reakcie pružného rozptylu deuterónu na protóne v intervale energií od 200 MeV do 2000 MeV v uhlovom záchyťe od 19 do 54 stupňov v laboratórnej sústave. Teoretické štúdie naznačujú dôležitosť NN a 3N korelácií ako aj relativistických efektov, ktorých vplyv rastie s energiou.

Štúdium fragmentácie deuterónu na protóne poukázalo na rôznu veľkosť vplyvu krátko-dosahových korelácií do energií 100–200 MeV. Fragmentácia deuterónu na protóne bola skúmaná v oblasti energií od 300 do 500 MeV v určitých špecifických častiach fázového priestoru, kde vplyv krátko-dosahových korelácií by mohol byť významný. Práce týkajúce sa pružného dp rozptylu a fragmentácie deuterónu na protóne boli opublikované v [B17]–[B23]. Pri polarizovaných meraniach je dôležitou časťou monitoring polarizácie zväzku a ďalší vývoj polarimetra [B24] na vnútornom terčíku Nuklotróna.

Výsledky boli prezentované na medzinárodných vedeckých konferenciách [C24]–[C30], konferenčné príspevky [D9] a [D10] boli zaslané editorom konferencie.

V rámci spolupráce bola obhájená diplomová práca [G4] týkajúca sa nájdenia polohy častice v neutrónovom detektore. Implementácia algoritmu by mohla byť použitá na rekonštrukciu treku v neutrónových detektoroch plánovaných na skúmanie reakcie $^{12}\text{C} + A$ pri niekoľkých GeV na vnútornom terčíku Nuklotróna. Nakoľko v roku 2020 neboli na urýchľovači Nuklotrón realizované fyzikálne experimenty, nebolo možné získať nové experimentálne dáta a pozornosť sa upriamila na vylepšenie detektorového a softvérového vybavenia.

Téma: 03-2-1100-2010/2021 „Non-Accelerator Neutrino Physics and Astrophysics“

Vedúci témy zo SÚJV: V.B. Brudanin, A. Kovalík, E.A. Yakushev

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Ladislav Hrubčín (EIÚ SAV Bratislava); Fedor Šimkovic (FMFI UK Bratislava); Blahoslav Pastirčák (ÚEF SAV Košice)

Riešitelia zo SR: Bohumír Zátka, Jozef Osvald, Pavol Boháček (EIÚ SAV Bratislava); Rastislav Dvornický, Zuzana Bardačová – doktorandka, Eliška Eckerová – doktorandka (FMFI UK Bratislava); Miroslav Kulifaj (FEI TU Košice)

Tesná spolupráca pracovníkov Elektrotechnického ústavu SAV (EIÚ SAV), kde vyššie uvedení riešitelia študujú a pripravujú detektory jadrového žiarenia z SiC (karbid kremíka) s SÚJV Dubna, kde sa na pripravených detektorov vykonávajú merania ich vlastností, testuje sa ich radiačná odolnosť a využívajú sa aj pri reálnych experimentoch na urýchľovačoch SÚJV, prináša v rámci riešenia tejto témy benefity pre oboch partnerov.

V rámci spolupráce v SÚJV Dubna využívame techniku nedostupnú v EIÚ SAV, napr. rádioaktívne zdroje žiarenia, urýchľovače častíc na ožarovanie, resp. špeciálnu meraciu techniku. Pripravené a zamerané detektory, ako aj rôzne polovodičové štruktúry vyrobené v EIÚ SAV, ožarujeme rôznymi dávkami ťažkých iónov, neutrónov, alebo elektrónov v jednotlivých laboratóriách SÚJV a študujeme zmeny ich vlastností po ich ožiarení, resp. ich používame pri vedeckých experimentoch v SÚJV. Časť meracieho komplexu i príslušnej elektroniky na pracovisku v Laboratóriu jadrových problémov SÚJV bola v rokoch 2014 až 2020 zakúpená aj z grantov splnomocnenca vlády pre SÚJV Dubna, napr. v r. 2020 precízny nábojovo citlivý predzosilňovač.

Na základe vyššie uvedeného boli naše aktivity v SÚJV počas r. 2020 zamerané na nasledovné oblasti:

1. Na prípravu SiC detektorov jadrového žiarenia, na meranie ich elektrických a detekčných parametrov, realizáciu výpočtov a analýzu ich vlastností. Detektory

s kruhovou vstupnou elektródou priemeru 3 mm boli pripravené na základe požiadavky z SÚJV na 4H-SiC substrátoch s hrúbkou epitaxnej vrstvy 25 a 50 mikrometrov (μm).

Elektrické parametre (V-A a C-V krivky) detektorov boli merané pomocou analyzátoru parametrov 4200A-SCS a vysokonapäťového zdroja 2657A (Keithley). Spektrometrické vlastnosti detektorov boli merané pomocou štandardných alfa (^{238}Pu , ^{226}Ra) a gama (^{241}Am) žiaričov.

Zhrnutie: Boli komplexne zmerané charakteristiky 12 kusov detektorov nezapúzdrených a 6 kusov okontaktovaných na keramické púzdro. Taktiež boli zmerané aj 2 detektory pred a po ich ožiarení ťažkými iónmi Xenónu (Xe) počas merania amplitúdového defektu na cyklotróne IC-100 a bolo vyhodnotené aj ich radiačné poškodenie.

Namerané a spracované údaje boli použité v publikáciách [A58, C31, C32, C33].

2. Na analýzu v SÚJV vykonaných precíznych meraní V-A kriviek Schottkyho kontaktu SiC detektorov [A59].

V našej práci sme sa venovali riešeniu problému pomocou tzv. „neinteragujúcich diód“, nakoľko štandardná analýza výšky bariéry pomocou jednej ostrej bariéry neumožňovala dostatočne presne reprodukovať V-A krivku meraných SiC detektorov (diód). Bolo zistené, že ak sa použije Gaussovské rozloženie hustoty bariér je možné V-A krivku nasimulovať podstatne presnejšie. Predpokladali sme, že kontakt sa chová ako množstvo paralelne radených malých diód, z ktorých každá má svoj seriový odpor. Alternatíva interagujúcich diód, kde tieto malé diódy majú spoločný odpor neumožňovala nájsť riešenie, ktoré by súhlasilo s experimentom.

3. Na štúdium tzv. amplitúdového defektu (pulse-height defect) SiC detektorov [C31, C32].

Na konferenciách NUCLEUS [C31] a SSSI [C32] sme referovali o výsledkoch z meraní amplitúdového defektu pomocou SiC detektorov pripravených v EIÚ SAV. Vykonané experimenty nadväzovali na predchádzajúce merania amplitúdového defektu na cyklotróne IC-100 v Laboratóriu jadrových reakcií SÚJV. Pri meraní bola použitá modifikovaná metóda a nové SiC detektory s hrúbkou 25 a 50 μm . Na reguláciu energie iónov Xe bol navrhnutý nový prípravok s plastickou fóliou hrúbky 3 μm , ktorá sa zasúvala do zväzku Xe. Jej naklápaním v intervale od 00 po 680 sa zväčšovala dráha preletu Xe cez fóliu, čo sa následne prejavovalo v znižovaní energie Xe. Z nameraných spektier boli pomocou počítačového programu SRIM vypočítané hodnoty amplitúdového defektu pre SiC detektory.

4. Na štúdium radiačného poškodenia SiC detektorov po ich ožiarení neutrónmi na reaktore IBR-2.

Po komplexnom zmeraní elektrických charakteristík 6 kusov SiC detektorov (3 + 3 kusy s hrúbkami 25 a 50 μm) boli tieto detektory na IBR-2 ožiarené neutrónmi s dávkami od $5 \times 10^{13}/\text{cm}^2$ po $5 \times 10^{15}/\text{cm}^2$. Po opätovnom zmeraní elektrických i detekčných charakteristík sme zistili, že SiC detektory si aj po ožiarení najväčšou dávkou neutrónov zachovali schopnosť detekcie žiarenia. Rozhodli sme preto zopakovať uvedené experimenty, avšak s ešte vyššími dávkami neutrónov, čo si však vyžaduje dlhšie časové obdobie, preto výsledky budú známe až v priebehu nasledujúceho roku.

Po zosumarizovaní opublikovaných výsledkov, za najdôležitejšiu považujeme skutočnosť, že SiC detektory vykazujú veľmi dobré detekčné parametre, čo sa potvrdilo i ich úspešným použitím na detekciu iónov Xe na cyklotróne IC-100. Významné sú i kompletne merania V-A a C-V kriviek vykonané na detektoroch a polovodičových štruktúrach spolu s vyhodnotením a analýzou ich parametrov, ako aj experimenty ktoré boli vykonané s SiC detektormi pri meraní amplitúdového defektu a pri ich ožarovaní neutrónmi.

V rámci témy bola aktivita riešiteľov zameraná na úlohy experimentu **Baikal-GVD**, ktorý patrí medzi popredné projekty v rámci SÚJV v Dubne:

- Počas zimnej expedície 2020 sa R. Dvornický a F. Šimkovic zúčastnili servisných a inštalačných prác na jazere Bajkal. Výsledkom je úspešná inštalácia dvoch nových klasterov v priebehu jednej expedície. Týmto sa zvýšil počet klasterov na 7 s celkovým počtom inštalovaných optických modulov na 2016. Taktiež sa zvýšil celkový objem detektora pre kaskádne eventy s energiou vyššou než 100 TeV na 0.35 km³. Neutrínový teleskop Baikal-GVD sa tak stal najväčším na severnej pologuli a druhým najväčším vo svete, hneď po americkom experimente IceCube v Antarktíde [B25].
- Predmetom záujmu R. Dvornického bola analýza optických šumov v jazere Bajkal. Nábojové rozdelenie šumov je dôležité z hľadiska adekvátneho opisu pozadia pomocou MC simulácií. Vytvorené programové vybavenie umožňuje analyzovať časový priebeh šumov, čím umožňuje robiť približné závery o prúde vody v hĺbkách na úrovni ~ 1 km [C34].
- Predmetom aktivity Z. Bardáčovej bol vývin programu na rekonštrukciu kaskádnych prípadov registrácie neutrín. Podstatným prínosom bola úspešná implementácia kódu do programového vybavenia kolaborácie. Týmto sa proces identifikácie kaskád plne automatizoval. Bude tak môcť byť použitý v prípade tzv. „multi-messenger alert“ štúdií. Hlavným výsledkom jej aktivít je úspešná obhajoba diplomovej práce [G5] na KJFB, FMFI, UK.
- Predmetom aktivity E. Eckerovej bolo štúdium dvojitéch impulzov v detektore Baikal-GVD. Bol vyvinutý algoritmus na detekciu dvojitéch pulzov, ktorý využíva strojové učenie (tzv. „machine learning“) v rámci knižníc „Boosted Decision Trees“. Výsledky daného programu pomôžu k vývoju programu na rekonštrukciu tzv. dvojitéch kaskád. Tieto vznikajú pri interakcii tau neutrína, ktoré doposiaľ nebolo zaregistrované v experimente Baikal-GVD. Hlavným výsledkom jej aktivít je úspešná obhajoba diplomovej práce [G6] na KJFB, FMFI, UK.
- Výsledky experimentu Baikal-GVD boli úspešne opublikované v [B26, B27, B28, B29, B30, B31, B32, B33], [C34, C35, C36].

B. Pastirčák sa v experimente Baikal-GVD zaoberá simuláciami produkcie atmosférických miónov ako pozadia k toku astrofyzikálnych neutrín, ktoré experiment detekuje. V tomto roku sa venoval hlavne nasledovným úlohám:

- Produkcia banky dát zo simulácií toku atmosférických miónov na úrovni mora softvérovým balíkom CORSIKA pre rôzne primárne častice pri viacerých energiách, na použitie v ďalších krokoch simulačného reťazca pre experiment Baikal.

- Porovnanie výsledkov simulácií balíkov CORSIKA7 a CORSIKA5.
- Vývoj a testovanie nového softvérového „frameworku“ PROPOSAL pre transport častíc prostredím vody do detektora z jej hladiny, kam boli nasimulované balíkom CORSIKA, jeho prepojenie s prostredím ROOT a testovacie prepojenie s našim simulačným reťazcom.
- Čiastočné porovnanie výsledkov získaných použitím softvéru PROPOSAL a pôvodného softvéru MUM.

Výsledky boli prezentované na celokolaboračných poradách experimentu Baikal a publikované v [B34].

Téma: 03-4-1128-2017/2022 „Investigations of Neutron Nuclear Interactions and Properties of the Neutron“

Vedúci témy zo SÚJV: E.V. Lychagin

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Janka Borovská (ÚKE SAV Bratislava)

Riešitelia zo SR: Matej Florek, Karol Holý, Miroslav Ješkovský, Jozef Masarik, Ivan Sýkora (FMFI UK Bratislava); Katarína Gerhartová, Zita Izakovičová (ÚKE SAV Bratislava)

V roku 2020 Katedra jadrovej fyziky a biofyziky FMFI a Ústav krajinnej ekológie SAV spolupracovali s Rádioanalytickým odd. Laboratória neutrónovej fyziky (LNF) SÚJV (I. Zinicovscaia, M. Frontasyeva, S. Pavlov) na projekte „Atmospheric Deposition of Heavy Metals in Slovakia Studied by the Moss Biomonitoring Technique Employing Nuclear and Related Analytical Techniques and GIS Technology“. Odobrali sme ďalších 46 vzoriek machov z rôznych lokalít v SR, ktoré budú v LNF SÚJV analyzované v r. 2021.

V decembri 2020 bol podpísaný Protokol o spolupráci medzi ÚKE SAV a LNF SÚJV – projekt REGATA, podľa ktorého zodpovedným riešiteľom tohto projektu v SR sa stala Jana Borovská, pracovníčka ÚKE SAV.

Téma: 04-4-1121-2015/2020 „Investigations of Condensed Matter by Modern Neutron Scattering Methods“

Vedúci témy zo SÚJV: D.P. Kozlenko

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Norbert Kučerka (FaF UK Bratislava); Peter Kopčanský (ÚEF SAV Košice)

Riešitelia zo SR: Pavol Balgavý, Alexander Búcsi, Jana Gallová, Lukáš Hubčík, Marcela Chovancová, Nina Kanjaková, Mária Klacsová, Tomáš Kondela, Gilda Liskayová, Daniela Uhríková, Katarína Želinská (FaF UK Bratislava), Pavol Hrubovčák (ÚFV PrF UPJŠ Košice); Lucia Balejčíková, Martina Kubovčíková, Veronika Lacková, Jozefína Majorošová, Matúš Molčan, Andrey Musatov, Michal Rajňák, Katarína Šipošová, Milan Timko, Natália Tomašovičová – vedeckí pracovníci; Maksym Karpets, Katarína Zakuťanská – PhD. študenti (ÚEF SAV Košice)

V spolupráci s Farmaceutickou fakultou Univerzity Komenského v Bratislave pokračoval výskum modelových biologických membrán pri využití spektrometra malouhlového rozptylu neutrónov (YuMO) na pulznom reaktore (IBR2) vo Frankovom laboratóriu neutrónovej fyziky (FLNP). Rozptylom neutrónov boli sledované zmeny modelových

membrán vplyvom pridania do vodnej fázy dvojmocných iónov. Sledovali sa rozdiely v efektoch Ca^{2+} a Mg^{2+} na membrány pripravené z nasýtených alebo mono-nenasýtených lipidov. Jedným z rozhodujúcich faktorov interakcií sa ukázala byť veľkosť laterálnej plochy lipidu, ktorá je určená práve stupňom nenasýtenosti, ale aj hydratácie membrán. Experimentálne výsledky boli podporené výsledkami simulácií molekulárnej dynamiky, ktoré spolu vyústili do návrhu modelu interakcií v daných membránach. Pri medzilipidovej vzdialenosti menšej ako je kritická, vznikajú medzi polárnymi fragmentami lipidov iónové mostíky, ktoré elektrostatickými silami membránu kondenzujú. Naopak, v prípade nadkritickej vzdialenosti medzi lipidmi, ióny interagujú s lipidmi oddelene, čo má za následok ich čiastočné nabitie a vzájomné odpudzovanie. Počiatočné vlastnosti lipidov preto ovplyvňujú, či štruktúra membrány sa vplyvom iónov zmení smerom k menej usporiadanej fluidnej fáze, alebo naopak.

V oblasti štúdia lipidových nanonosičov liečiv bola vypracovaná metodika na stanovenie rozdeľovacích koeficientov antivirotik, sledovali sa ďalšie fyzikálnochemické charakteristiky ako vplyv liečiv na povrchový náboj a agregáciu unilamelárnych lipozómov. Pokračovali sme v štúdiu štruktúrnych zmien modelových systémov pľúcneho surfaktantu ako aj klinicky používanej náhrady, vyvolaných vybranými liečivami. Cieľom experimentov je štúdium potenciálneho využitia lipidových nosičov pre antivirotiká.

Experimentálne štúdie štruktúry modelových membrán boli v roku 2020 rozšírené aj o aplikovanie metódy neutrónovej reflektometrie využitím GRAINS reflektometra (IBR2, FLNP). Takto je možné skúmať samostatnú lipidovú dvojvrstvu v planárnej forme. Prvotné experimenty na systémoch obsahujúcich DOPC, cholesterol a melatonín preukázali súlad s výsledkami publikovanými pre podobné systémy získanými prostredníctvom iných metód. V ďalšom rozšírení výskumu boli vykonané série experimentov, kde zložitosť systému bola zvýšená prímiesami amyloid-beta peptidu a elektricky nabitých lipidov (DOPS). Získané dáta sú v procese vyhodnocovania a prípravy pre publikovanie.

[A60, A61, A62, A63, A64], [B35, B36], [C37, C38, C39, C40, C41, C42, C43], [D11, D12, D13, D14], [E1, E2], [G7]

Vo výskume štruktúry magnetických kvapalín na báze dielektrických kvapalín bol v r. 2020 realizovaný jeden experiment v Laboratóriu neutrónovej fyziky metódou neutrónovej reflektometrie. Pre tento experiment bol využitý multifunkčný neutrónový reflektometer s horizontálnou vzorkovou rovinou. Skúmaným materiálom bola magnetická kvapalina vyrobená na báze unikátneho transformátorového oleja (technológia ‘gas to liquid’) a nanočastíc oxidu železa. Táto nanokvapalina bola umiestnená na kremíkový kryštál pokrytý tenkou vrstvou medi, ktorá slúžila ako pracovná elektróda. Na hladinu nanokvapaliny bola priložená elektróda s opačným potenciálom. V tejto konfigurácii dvoch elektród bola skúmaná nanokvapalina vystavená statickému elektrickému poľu s rôznou intenzitou. Pre jednotlivé intenzity elektrického poľa boli merané intenzity neutrónov reflektovaných z rozhrania nanokvapalina-kryštál-elektroda. Analogicky bol vykonaný aj experiment neutrónovou reflektometriou pri pôsobení externého magnetického poľa. Analýzou experimentálnych dát bolo zistené, že skúmaná magnetická kvapalina vytvára špecifické multivrstvy na rozhraní s elektródou (vrstva medi). Štruktúra a zloženie týchto vrstiev výrazne závisí od amplitúdy naloženého napätia na elektródy. Toto konštatovanie sa opiera o podrobné modelovanie hustoty rozptylovej dĺžky vstupujúcej

do zaznamenanej intenzity rozptylu. Zistenou tvorbou multivrstiev pri elektróde bude možné prispieť k lepšiemu pochopeniu efektívneho prenosu Joulovho tepla z elektrického vodiča do chladiacej magnetickej kvapaliny [A65, A66, A67, A68]. Podobne bude možné uvažovať o vplyve multivrstiev na iniciáciu elektrických výbojov z elektródy. Spracované výsledky budú publikované vo v zahraničnom vedeckom časopise.

Ďalšou z úloh v rámci projektu bolo štúdium vplyvu fullerénov na amyloidnú agregáciu proteínov. V súčasnosti je výskum v oblasti amyloidnej agregácie zameraný na možnosti inhibície tvorby amyloidných štruktúr. Avšak, je potrebné poznamenať, že pri amyloidných chorobách už sú v tkanivách prítomné amyloidné štruktúry, fibrily. Preto je veľmi dôležité študovať aj možnosti ich deštrukcie. V rámci spolupráce bol preukázaný významný deštrukčný účinok fullerénov na inzulínové a lyzozýmové amyloidné fibrily. Kombináciou viacerých techník boli určené aj účinné DC50 hodnoty, pri ktorých je pozorovaný pokles množstva agregátov na 50 %. SANS merania umožnili detailne monitorovať proces deštrukcie fibríl a navrhnúť mechanizmus účinku fullerénov na amyloidné fibrily, pozostávajúci z dvoch fáz: počiatočnej adsorpcie na povrch fibríl a formovaním aglomerátov, a následnej deštrukcie fibríl [A69]. Okrem toho bola spolupráca zameraná aj na štúdium štruktúrnej a funkčnej integrity membránového proteínu, cytochróm c oxidázy vo fosfolipidových bicelách. Kombináciou viacerých techník a využitím metódy SANS a variácie kontrastu bolo dokázané, že hydrofóbny proteín cytochróm c oxidáza je v bicelách v monomérskej, plne funkčnej forme. Získané výsledky môžu napomôcť pri štúdiu hydrofóbných membránových proteínov, ktorých funkčná a štruktúrna stabilita závisia od experimentálnych podmienok [A70].

Začali sa študovať magneticky modifikované materiály s cieľom pripraviť magneticky značené nanotextílie pre rôzne druhy aplikácií v biotechnológiách a biomedicíne [A71, A72].

Na medzinárodných konferenciách boli prezentované výsledky [C44, C45, C46, C47, C48, C49, C50, C51], práca [D15] bola zaslaná na publikáciu. Podieľali sme sa na organizácii medzinárodných konferencií [F5, F6].

Táto téma bude pokračovať ako téma 04-4-1142-2021/2025 „Investigations of Functional Materials and Nanosystems Using Neutron Scattering“.

Téma: 04-4-1133-2018/2023 „Modern Trends and Developments in Raman Microspectroscopy and Photoluminescence for Condensed Matter Studies“

Vedúci témy zo SÚJV: G.M. Arzumanyan, N. Kučerka

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Norbert Kučerka (FaF UK Bratislava)

Riešitelia zo SR: Pavol Hrubovčák, Adriana Zelenáková (ÚFV PrF UPJŠ Košice); Vladimír Zelenák (ÚChV PrF UPJŠ Košice)

V spolupráci s ÚFV a ÚChV PF UPJŠ v Košiciach pokračoval výskum vlastností magnetických nanočastíc a nanokompozitov. V typickom superparamagnetickom systéme nanočastíc Co@Au (jadro@obal) bol pozorovaný a podrobne analyzovaný magnetický relaxačný proces. Štúdia ukázala, že ide o zamrzanie superspinov častíc do stavu superspinového skla namiesto obvyklého procesu ich blokovania, čo svedčí o prítomnosti silných medzičasticových interakcií. Pre nanokompozit zložený z nanočastíc Gd₂O₃

umiestnených v póroch amorfnej matrice zo SiO_2 bol pri nízkych teplotách pozorovaný výrazný magnetokalorický jav, čo naznačuje potenciálnu možnosť využitia systému ako magnetického chladiaceho materiálu. Pre vnútornú štruktúru analogického nanokompozitu obsahujúceho nanočastice Fe_2O_3 bol navrhnutý analytický model zodpovedajúci experimentálnym dátam SANS, pomocou ktorého možno stanoviť hlavné štruktúrne parametre daného typu kompozitu. Modelovanie experimentálnych dát z magnetických meraní ukázalo zhodu v štruktúrnych parametroch odpovedajúcich systému nanočastíc Fe_2O_3 s parametrami získanými modelovaním SANS. Časť experimentálnych meraní bola vyhodnotená a publikovaná vo významných vedeckých časopisoch a ďalšia časť dát je v procese spracovania [A73, A74, A75].

Téma: 04-4-1141-2020/2022 „Development of the SOLCRYST Structural Research Laboratory at the SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre“

Vedúci témy zo SÚJV: N. Kučerka

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Norbert Kučerka (FaF UK Bratislava)

V roku 2020 bola v rámci tematického plánu SÚJV otvorená *nová téma* na podporu spoločného projektu s Poľským národným centrom synchrotrónového žiarenia SOLARIS v Krakove. Cieľom projektu je vybudovanie laboratória štruktúrnej analýzy SOLCRYST, ktorého súčasťou budú aj 2 nové experimentálne stanice na meranie rozptylu synchrotrónového žiarenia pod malými uhlami a na proteínovú kryštalografiu. Laboratórium bude k dispozícii špecialistom SÚJV a jeho členským krajinám, čo sa vzhľadom na polohu centra javí obzvlášť výhodné pre špecialistov zo Slovenska. V prvom roku projektu bol za budúci zdroj žiarenia vybraný supervodivý wiggler, ktorého konštrukcia bola dohodnutá aj zmluvne. Ďalším dôležitým bodom budovania laboratória je rozšírenie samotnej budovy centra, ktoré bolo tiež zazmluvnené a začaté.

Téma: 04-9-1077-2009/2023 „Research on the Biological Effect of Heavy Charged Particles with Different Energies“

Vedúci témy zo SÚJV: E.A. Krasavin, G.N. Timoshenko

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Mária Lalkovičová (ÚEF SAV Košice); Martina Dubničková (FaF UK Bratislava)

Boli rozpracované nasledujúce témy:

- Téma 1: Výskum s cerebrolýzínom, účinky na správanie a pamäť po ožiarení protónmi [C52].
- Téma 2: Výskum behaviorálnych reakcií a morfológických zmien v mozgu potkanov po ionizujúcom žiarení s rôznymi fyzikálnymi vlastnosťami [C53].
- Téma 3: Výskum účinku cytostatika cytarabínu (AraC) na tkanivo v kombinácii s ožarovaním protónmi, prvá fáza.
- Téma 4: Príprava a začatie experimentálneho projektu výskumu biologicky aktívnej látky s neuroprotektívnymi vlastnosťami VT.01 – INPC v spolupráci s vietnamským partnerom.

Téma 5: Výskum účinku nootropík na CNS u zvierat po totálnom frakčnom ožiarení celého tela [C54, D16].

M. Lalkovičová sa stala členkou vedecko-technickej rady Laboratória radiačnej biológie SÚJV a je vedúcou medzinárodného projektu výskumu biologicky aktívnej látky s neuroprotektívnymi vlastnosťami VT.01 – INPC v spolupráci s vietnamským partnerom.

Začala sa spolupráca s Laboratóriom informačných technológií SÚJV, s cieľom vytvorenia softvéru na automatické rozpoznanie buniek v mikrofotografických zobrazeniach, použiteľného v biomedicínskom výskume [B37, C55].

V spolupráci s Rádiobiologickým laboratóriom SÚJV Dubna sa pokračovalo v riešení podtémy „Biological responses to low dose radiation“. V roku 2020 sa plánovalo pokračovať v experimente na ochranu nervových buniek hippocampusu po pôsobení gama žiarenia (^{60}Co) in vivo, s už potvrdenými ochrannými schopnosťami MLA. Tento má schopnosť chrániť bunky nervového systému pred ionizačným žiarením. Celý zámer je uskutočnený z úlohy ochrany buniek imunitného systému a hippocampusu z limbického systému mozgu človeka, ktorý hrá dôležitú úlohu pri konsolidácii informácií z krátkodobej pamäti do dlhodobej pamäti a hlavne priestorovej orientácie v podmienkach ionizačného žiarenia.

Téma: 05-6-1118-2014/2023 „Information and Computing Infrastructure of JINR“

Vedúci témy zo SÚJV: V.V. Koreňkov

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Slavomír Hnatič (ÚEF SAV Košice)

Riešitelia zo SR: František Jakab, Roman Vápeník (FEI TU Košice); Peter Kopčanský (ÚEF SAV Košice); Martin Vaľa (ÚFV PrF UPJŠ Košice)

1. V spolupráci medzi SÚJV, ÚEF SAV, UCITT TU Košice a rezidentom technologického centra inovácií Skolkovo – spoločnosťou Videointellect, pokračujeme vo vývoji unikátnej technológie prediktívnej behaviorálnej videoanalýzy s využitím metód jadrovej fyziky a fyziky vysokých energií. Predovšetkým sa jedná o vývoj vysokocitlivých kamerových detektorov pre oblasť bezpečnosti – detektorov zanechaných predmetov, vandalizmu, podozrivého správania, krádeží, toku ľudí.
2. Vzhľadom na tohtoročné ohraničené možnosti sme sa zamerali na analýzu výkonnosti klasifikátorov počítačového videnia a takisto analýzu rôznych implementácií neurónových sietí.
3. V publikácii [B38] sme ukázali, že najefektívnejšou kombináciou pre real-time detekovanie objektov na GPU je architektúra YOLOv3 s frameworkom Darknet a na CPU s frameworkom OpenCV. V publikácii [C56] sme zhrnuli a analyzovali rôzne metódy detekcie objektov použiteľných na konštrukciu real-time videodetektorov.

M. Vaľa sa venoval paralelným výpočtom na HYBRILIT klastri, superpočítači GO-VORUN a prepojení implementácií s projektom NICA pre detektor MPD. Taktiež

sa podieľal na dizajne administrácií, zlepšení možností spúšťania úloh a monitorovaní klastra HYBRILIT a superpočítača GOVORUN. Boli obnovené balíky na paralelné výpočty ako je OpenMPI, Cuda a iné. Ďalej sa podieľal na administrácii servisu VDI (Virtual Desktop Interface) a prepojení s EOS storage technológiou, na nastavení sieťového úložného priestoru EOS [C57], pokračoval na už existujúcich servisoch ako je GitLab, Mattermost chat, Indico a FreeIPA. Vyvíjal nové prostredie na spracovanie dát v N -rozmernom priestore a návrh na vizualizáciu a interaktivitu N -rozmerných histogramov.

Téma: 05-6-1119-2014/2023 „Methods, Algorithms and Software for Modeling Physical Systems, Mathematical Processing and Analysis of Experimental Data“

Vedúci témy zo SÚJV: Gh. Adam, P.V. Zrelov

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Ján Buša ml. (ÚEF SAV Košice)

Riešitelia zo SR: Ján Buša; Imrich Pokorný (FM MR TU Košice); Mária Popovičová (FM PU Prešov); Csaba Török (ÚI PrF UPJŠ Košice)

V rámci témy boli zakončené práce na programovom balíku, určenom na riešenie rovnice Poissona-Bolzmannova pre proteíny s možnými dutinami. Tento balík bol publikovaný spolu s príslušným článkom v časopise Computer Physics Communications [A76]. Boli publikované výsledky počítačových simulácií molekulárnej dynamiky pár v póristých materiáloch [B39, B40].

V spolupráci s J. Šebom z Technickej Univerzity v Košiciach sme sa venovali optimalizácii vyhľadávacej trasy v 2-zložkovom sklade. Výsledok bol publikovaný v článku [A77].

Témou, ktorá je pokračovaním minuloročnej práce bol prevod a optimalizácia programu MFD, určeného na simulácie zrážok ťažkých častíc z FORTRANU do C++ a jeho doplnenie o nové stavové rovnice. Vzhľadom na rozsah potrebných prác, táto téma nebola ukončená a jej dokončenie predpokladáme v nasledujúcom roku.

Bola navrhnutá metóda na určenie/upresnenie polohy štvorice laserových triangulačných senzorov na základe zosnímaných údajov z pohybujúceho sa hranola (angl. Gauge Block), vzdialenosť stien ktorého je daná s vysokou presnosťou. Na riešenie úlohy bol použitý prístup nazývaný diferenciálna evolúcia (angl. Asynchronous Differential Evolution) [A78].

Venovali sme sa výskumu vplyvu teplôt valcovania v podmienkach 293 K a 77 K na vlastnosti ocele AISI 316 LN určenej pre konštrukčné účely fúzných reaktorov [A79].

Bol navrhnutý nový prístup k cyklickej redukcii pre diagonálne dominantné trojdiagonálne systémy lineárnych algebrických rovníc, ktorý až trojnásobne výpočtovo prekonáva klasický Golubov k -krokový CR vďaka aplikácii nových modelových rovníc [A80].

Ciele SR v SÚJV na rok 2021

Téma: 01-3-1135-2019/2023 „Fundamental Interactions of Fields and Particles“

Vedúci témy zo SÚJV: D.I. Kazakov, O.V. Teryaev

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Anna Dubničková, Fedor Šimkovic (FMFI UK Bratislava); Stanislav Dubnička (FÚ SAV Bratislava); Michal Hnatič (ÚFV PrF UPJŠ Košice, UEF SAV Košice)

- Plánujeme využiť nami navrhnutú schému kvázidiracovských neutrín na štúdium ich oscilácií v spojitosti s plánovaným experimentom JUNO alebo aj T2K. Budeme sa zaoberať aj možnosťou oscilácií neutrín v antineutrína.
- Naše pozornosť bude sústredená aj na rozptyl neutrín na jadrách v kanáloch s nábojovou premenou pre jadrá participujúce v dvojitej beta premene jadier. Nadviážeme tým na súvisiace štúdie záchytu miónov jadrami. Predmetom nášho záujmu zostáva aj proces rozptylu nízkoenergetických neutrín na elektrónoch atómového obalu jadier. Plánujeme uskutočniť podrobný výpočet totálneho účinného prierezu pre nepružný rozptyl snečných neutrín a reaktorových antineutrín na elektrónoch viazaných v atónoch rôznych chemických prvkov, a to v kontexte relativistickej kvantovej teórie poľa.
- Plánujeme nakoniec dokončiť publikáciu prezentujúcu nami vyvinutou mnohonukleónovú metódou „QRPA with non-linear phonon operator“ v kontexte s proton-neutrónovým Lipkinovým modelom. Predmetom našich štúdií bude možnosť aplikovať danú mnohonukleónovú metódu aj na realistické výpočty jadrových prechodov.
- Predmetom nášho záujmu budú aj naďalej mechanizmy $0\nu\beta\beta$ -rozpadu jadier v kontexte s generovaním majoranovskej hmotnosti neutrín, a to hlavne pomocou kvarkového a neutrínového kondenzátov majúcich pôvod v neštandardných neutrínových interakciách.
- Budeme aj naďalej poskytovať teoretickú podporu experimentom NEMO3, SuperNEMO, TGV, GERDA, ECHo, Baikal GVD a iným, na ktorých pracujú fyzici z SÚJV Dubna a z FMFI UK v Bratislave.

V nasledujúcom období sa v spolupráci s kolegami z LTF SÚJV aj naďalej budeme venovať štúdiu zložitých stochastických systémov klasickej fyziky. Budeme pokračovať v štúdiu stochastickej dynamiky, fázových prechodov, perkolácie a rozvinutej turbulencie metódami kvantovej teórie poľa a nerovnovážnej štatistickej fyziky. Vypočítame pevné body riešení rovníc renormalizačnej grupy a kritické indexy určujúce mocninové asymptotické správanie sa štatistických korelácií parametra usporiadania v trojslučkovom priblížení. Naďalej sa budeme venovať štúdiu fázového prechodu kvapaliny do supratekutého stavu a vplyvu narušenia zrkadlovej symetrie a anizotropie na škálovanie. Hlbšie bude rozpracovaný unitárny model $SU(N)$ opisujúci fázový prechod do feromagnetického stavu Fermiho systému pre vyššie spiny.

E. Martinovič plánuje v spolupráci s A. Dorokhovom z Laboratória teoretickej fyziky SÚJV:

1. Zovšeobecniť výpočet vákuových slučiek v „light-front“ poruchovej teórii poľa na prípad modelov s fermiónmi.
2. Nájsť operátorové riešenie Federbushovho modelu v „light-front“ verzii pomocou bozonizácie masívneho fermiónového poľa a pomocou metódy „triple-dot ordering“.

Téma: 01-3-1137-2019/2023 „Theory of Complex Systems and Advanced Materials“

Vedúci témy zo SÚJV: V.A. Osipov

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Andrej Pleceník (FMFI UK Bratislava); Michal Pudlák (ÚEF SAV Košice)

V roku 2021 budú študované jemné interakcie fluxon a fluxon-antifluxónových párov s Josephsonovským žiarením v systéme tlmených Josephsonovských spojov v prstencovej geometrii, hlavne z hľadiska pôvodu rezonančných javov v takýchto systémoch.

Budeme pokračovať v skúmaní vlastností grafénu. Zameriame sa aj na skúmanie prenosu energie a elektrónov v biologických systémoch ako sú anténne komplexy a reakčné centrá fotosyntetizujúcich baktérií. Budeme tiež aplikovať moderné metódy matematickej fyziky v biofyzike na popis symetrie a jej využitie v biologických systémoch.

Téma: 02-0-1066-2007/2023 „Investigation of the Properties of Nuclear Matter and Particle Structure at the Collider of Relativistic Nuclei and Polarized Protons“

Vedúci témy zo SÚJV: R. Lednický, Ju.A. Panebratsev

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Stanislav Vokál (ÚFV PrF UPJŠ Košice)

Účasť na analýze spoločných experimentálnych dát zameraných na detektorovom komplexe STAR na urýchľovači RHIC v BNL, kde sa skúmajú zrážky relativistických jadier a polarizovaných protónov. Analýza produkcie častíc v interakciách relativistických jadier a fluktuácií v ich emisii v závislosti od energie zrážajúcich sa jadier.

Téma: 02-0-1081-2009/2024 „Particle physics in experiment ATLAS“

Vedúci témy zo SÚJV: V.A. Bednyakov

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Stanislav Tokár (FMFI UK Bratislava)

V priebehu r. 2021 plánujeme zaoberať sa nasledovnými činnosťami:

- Z hľadiska hadrónového Tile kalorimetra v r. 2021 bude pokračovať prestávka v naberaní dát, avšak v rámci jeho opravy a vylepšenia sa bude realizovať celý rad testov kvality dát (kozmicke mióny, kalibračné runy), ktoré sú veľmi dôležité z hľadiska overenia funkčnosti TileCalu, kde hráme veľmi dôležitú úlohu. Budeme

spracúvať výsledky testov a pokračovať v rozvoji softvéru pre TileCal, čo umožní skvalitniť prácu detektora a na vyššej úrovni získavať informáciu o jeho chode.

- Chceme finalizovať tzv. jednorozmernú BEC-analýzu pri energii 13 TeV a zavrieť ju publikáciou a zároveň naplno rozbehnúť 3-rozmernú BEC-analýzu charakterizovanú 3 diametrami oblasti hadronizácie. Prvé kroky v tomto smere sme už urobili v priebehu r. 2020. Chceme zavrieť štúdium vplyvu topológie eventov na BEC pri energiách 8 a 13 TeV a taktiež zavrieť štúdium systematiky spojenej s výberom rôznych referenčných rozdelení.
- Ukončíme kompletovanie zariadenia pre testovanie fotonásobičov a začneme testy nových fotonásobičov pre upgrade subdetektora TileCal. Tu predpokladáme úzku spoluprácu s našimi kolegami z SÚJV Dubna. Dúfame, že v priebehu r. 2021 sa vyriešia problémy s korona-vírusom a bude možné uskutočniť pracovné stretnutia.
- Budeme pokračovať v rozbehnutých analýzach top-kvarkovej fyziky. Otázku štúdia vnútorného šarmu protónu považujeme za ukončenú.

Téma: 02-0-1127-2016/2023 „Advanced Studies on Systems of New-Generation Accelerator and Colliders for Fundamental and Applied Research“

Vedúci témy zo SÚJV: G.D. Shirkov

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Jozef Huran (EIÚ SAV Bratislava)

V rámci tejto témy budeme v roku 2021 pokračovať vo výskume fotoemisných charakteristík rôznych materiálov v aplikácii v rôznych typoch transmisných fotokatód. Materiály budú nanášané vo forme tenkých vrstiev rôznych hrúbok na kremenné sklo a safír rôznymi technológiami ako EBP vákuové naparovanie, magnetronové naprašovanie. Ďalej predpokladáme využitie doplnkových technológií ako PECVD, ECRPECVD, HWCVD. Na charakterizáciu vrstiev využijeme dostupné metódy ako RBS, ERD, SEM, Raman a FTIR. Fotoelektrónové emisné charakteristiky sa budú skúmať pri použití rôznych hodnôt elektrického poľa pre extrakciu foto-indukovaných elektrónov. Transmisné fotokatódy sa budú osvetľovať zo zadnej strany pulzným laserom (15 ns, 266 nm) a bude sa merať náboj elektrónového zväzku a počítať kvantová účinnosť.

Bude pokračovať štúdium elementárneho zloženia vodivých, polovodičových a izolantných materiálov vo forme tenkých vrstiev metódami RBS, ERD a taktiež bude pokračovať štúdium radiačnej odolnosti polovodičových tenkých vrstiev a štruktúr.

Téma: 02-1-1087-2009/2023 „Research on the Relativistic Heavy and Light Ions Physics. Experiments at the Accelerator Complex Nuclotron-NICA at JINR and CERN SPS“

Vedúci témy zo SÚJV: A.I. Malachov

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Stanislav Vokál (ÚFV PrF UPJŠ Košice)

V roku 2021 sa pripravuje zariadenie na výrobu tenkého vnútorného terčika ^{13}C (doteraz sa používal terčik ^{12}C), ktorý bude efektívnejší pre produkciu eta-jadier. Plánuje sa testovanie neutrónového detektora a súradnicových detektorov, spolu so simuláciami modifikovaného experimentálneho zariadenia SCAN3 pomocou programu GEANT4. Bude

modernizovaná elektronika a vykonané upgrady PC. Súbežne s tým budeme pokračovať aj v analýze rozsiahleho experimentálneho materiálu o jadrovo-jadrových interakciách zmeraných predtým v spoločných experimentoch s SÚJV v Dubne.

Téma: 02-1-1088-2009/2022 „ALICE. Study of Interactions of Heavy Ion and Proton Beams at LHC“

Vedúci témy zo SÚJV: A.S. Vodopyanov

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Janka Vrláková (ÚFV PrF UPJŠ Košice)

V roku 2021 plánujeme:

1. Pokračovať v analýze zameranej na možnosti štúdia polarizácie Φ mezónu v rozpadovom kanále $\Phi \rightarrow K^+K^-$ a $K^* \rightarrow K\pi$ rôznymi metódami.
2. Pokračovať v analýze uhlových korelácií hadrónov a rezonancií na GRID.
3. Pokračovať vo vývoji analyzačnej knižnice, určenej na spracovanie, analýzu dát a efektívne spracovanie n -rozmerných histogramov pre potreby rezonančnej skupiny.

Téma: 02-1-1097-2010/2021 „Study of Polarization Phenomena and Spin Effects at the JINR Nuclotron – M Facility, (DSS project, ALPOM2, STRELA)“

Vedúci témy zo SÚJV: Alexandr Dmitrievich Kovalenko, Vladimir Petrovich Ladygin, Nikolai Mikhailovich Piskunov

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Marián Janek (KF FEIT ŽU Žilina), Gabriela Martinská (ÚFV PrF UPJŠ Košice), Ján Mušínský (ÚEF SAV Košice)

V roku 2021 plánujeme ďalšie ožarovanie aparatury ALPOM2 v zväzku polarizovaných protónov a neutrónov rozptýlených na rôznych terčíkoch CH_2 , CH , C a Cu pri hybnosti do 7.5 GeV/c. Predpokladáme, že koncom roku 2021 už bude možné realizovať fyzikálne experimenty po znovu spustení urýchľovacieho komplexu Nuklotrón v LFVE. Taktiež počítame s ožarovaním aparatury STRELA v zväzku polarizovaných/nepolarizovaných deuterónov pri vyšších hybnostiach do 5 GeV/c s cieľom určenia energetickej závislosti spinovo závislej časti amplitúdy $np \rightarrow pn$ rozptylu.

V prípade spustenia urýchľovača Nuklotrón v roku 2021 plánujeme tiež testovacie merania s použitím iónových zväzkov na vnútornom terčíku Nuklotróna, konkrétne skúmanie krátko-dosahových korelácií v procese $^{12}\text{C} + A$ pri niekoľkých GeV. Silná citlivosť na spinovú štruktúru izoskalárnych NN korelácií s krátkym dosahom je pozorovaná v elasticom dp rozptyle v deuteronových analyzujúcich schopnostiach. Bude vykonaná prednostná analýza polarizačných dát reakcie pružného dp rozptylu v energetickom intervale od 300 do 1000 MeV. Výsledky pružného dp rozptylu budú porovnané s aktualizovaným relativistickým modelom viacnásobného rozptylu rozpracovávaným v SÚJV. Budú spracovávané dáta fragmentácie deuterónu na protóne získané v predchádzajúcich rokoch. Projekt vyžaduje tiež dobrú znalosť polarizácie deuterónového zväzku a jej stále monitorovanie počas ožarovania. V roku 2021 bude prebiehať modernizácia aparatury zberu dát ako aj detektorovej časti. Vplyv geometrie ΔE detektora na šírenie sa svetla v ňom bude skúmaný v programovom prostredí Geant4. Prebehne tiež aktualizácia výsledkov efektívnosti detektorov dp fragmentácie.

Téma: 03-2-1100-2010/2021 „Non-Accelerator Neutrino Physics and Astrophysics“

Vedúci témy zo SÚJV: V.B. Brudanin, A. Kovalík, E.A. Yakushev

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Ladislav Hrubčín (EIÚ SAV Bratislava); Fedor Šimkovic (FMFI UK Bratislava); Blahoslav Pastirčák (ÚEF SAV Košice)

Na základe požiadaviek pripravíme v r. 2021 nové SiC detektory vrátane stripových pre potreby plánovaných experimentov v SÚJV.

Budeme pokračovať v meraní elektrických a detekčných vlastností detektorov jadrového žiarenia.

Taktiež budeme pokračovať vo výskume radiačnej odolnosti SiC detektorov voči neutrónom, pričom budeme merať a vyhodnocovať aj ďalšie mikroelektronické štruktúry pripravené v EIÚ SAV.

Plánovaná činnosť v rámci Baikal-GVD kolaborácie bude vo svojej podstate analogická činnosti v roku 2020:

- Počas zimnej expedície je plánované ustanoviť nový klaster, t. j. pridanie nových 288 optických modulov. Týmto sa zvýši celkový počet klastrov v rámci teleskopu Baikal-GVD na 8.
- Predmetom náplne slovenských pracovníkov budú otázky analýzy dát s ohľadom na extrakciu dvojitých kaskád v prípadoch interakcie neutrín vo vodách jazera Bajkal.
- Z. Bardačová i E. Eckerová sa budú aj naďalej zaoberať detekciou dvojitých impulzov, ktorá môže pr viesť nielen k lepšiemu popisu opísania signálov z detektora, ale taktiež aj môže umožniť v budúcnosti detekciu tau neutrína.
- R. Dvornický bude pokračovať v štúdiách svetelného pozadia jazera Bajkal pomocou neutrínového teleskopu Baikal-GVD, ktoré môže mať zaujímavý prínos pre limnológiu.

Budeme pokračovať v dlhodobých simuláciách toku atmosférických miónov na úrovni mora softvérovým balíkom CORSIKA na vytvorenie databázy miónov na použitie v ďalších krokoch simulačného reťazca, predovšetkým vo vývoji softvéru na transport miónov prostredím vody bajkalského jazera do detektora GVD na báze softvérového balíka PROPOSAL. Dokončíme započaté porovnanie výsledkov získaných použitím balíkov PROPOSAL a MUM. Plánujeme implementáciu prepojenia s celým simulačným reťazcom a plnú funkčnosť simulačného reťazca, ako aj účasť na jesennom zbere dát.

Téma: 03-4-1128-2017/2022 „Investigations of Neutron Nuclear Interactions and Properties of the Neutron“

Vedúci témy zo SÚJV: E.V. Lychagin

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Janka Borovská (ÚKE SAV Bratislava)

V roku 2021 budú v LNF SÚJV analyzované vzorky namerané v roku 2020 spolu so vzorkami odobratými v r. 2019 a budú zahrnuté do atlasu „Heavy Metals and Nitrogen in Mosses: Spatial Patterns in 2019/2020 and Long-Term Temporal Trends in Europe“.

V rámci projektu REGATA plánujeme odobratie ďalších 80, ako aj prípravu vzoriek na krátkodobé a dlhodobé ožarovanie v reaktore IBR-2 SÚJV Dubna.

Časť vzoriek machu odobratých na Slovensku sa bude analyzovať s ohľadom na rádionuklidy emitujúce gama žiarenie na Katedre jadrovej fyziky a biofyziky FMFI UK Bratislava, časť analýz bude vykonaná v Ústave krajinnej ekológie SAV.

Téma: 04-4-1133-2018/2023 „Modern Trends and Developments in Raman Microspectroscopy and Photoluminescence for Condensed Matter Studies“

Vedúci témy zo SÚJV: G.M. Arzumanyan, N. Kučerka

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Norbert Kučerka (FaF UK Bratislava)

Kryštalická štruktúra získavaná dlhodobo rozptylom neutrónov v spoločnom projekte FaFUK v Bratislave a FLNP v Dubne, ktorého cieľom je štúdia interakcií modelových biologických membrán s beta-amyloidnými peptidmi bude v roku 2021 doplnená informáciami o dynamických vlastnostiach študovaných membrán za pomoci Ramanovej spektroskopie. Výsledky budú doplnené aj teoretickými výpočtami simulácií molekulovej dynamiky.

Téma: 04-4-1141-2020/2022 „Development of the SOLCRY S Structural Research Laboratory at the SOLARIS National Synchrotron Radiation Centre“

Vedúci témy zo SÚJV: N. Kučerka

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Norbert Kučerka (FaF UK Bratislava)

Budovanie laboratória pre štruktúrnu analýzu SOLCRY S bude pokračovať konštrukčnými prácami na samotnej budove laboratória. Paralelne prebieha konštrukcia supervodivého wigglera, ktorý bude slúžiť zdrojom synchrotronového žiarenia. Najväčšími úlohami pre rok 2021 je návrh meracích staníc a vypracovanie ich technického riešenia, spolu s návrhom vybavenia laboratória doplnkovými zariadeniami potrebnými pre prípravu vzoriek a dokomplektovanie meraní.

Téma: 04-4-1142-2021/2025 „Investigations of Functional Materials and Nanosystems Using Neutron Scattering“

Vedúci témy zo SÚJV: D.P. Kozlenko, V.L. Aksenov, A.M. Balagurov

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Norbert Kučerka (FaF UK Bratislava); Peter Kopčanský (ÚEF SAV Košice)

Táto téma je pokračovaním témy 04-4-1121-2015/2020 „Investigations of Condensed Matter by Modern Neutron Scattering Methods“.

V spolupráci Farmaceutickej fakulty Univerzity Komenského s Frankovým laboratóriom neutrónovej fyziky plánujeme v roku 2021 pokračovať v štúdiu interakcií amfilných molekúl s modelovými biologickými membránami a ich vplyvu na inkorporáciu a lokalizáciu beta-amyloidných peptidov, ktoré sú spájané so vznikom a rozvojom Alzheimerovej choroby. V oblasti štúdia systémov pľúcneho surfaktantu budeme vyšetřovať

vplyv primárnych alifatických alkoholov, molekúl s anestetickým účinkom. Experimenty prispievajú k objasneniu javov pri inhlačnej anestézii, kde lipidové membrány pľúcneho surfaktantu sú prvým miestom kontaktu anestetika. Experimenty budú pokračovať metódou malouhlového rozptylu neutrónov na spektrometri YuMO, ako aj neutrónovej reflektometrie na spektrometri GRAINS.

Opäť si kladieme za cieľ získať prehľadujúce informácie o štruktúrnych efektoch v magnetických kvapalinách v externých magnetických a elektrických poliach. Okrem štandardnej magnetickej kvapaliny na báze magnetických nanočastíc a transformátorového oleja, bude náš záujem orientovaný na hybridné nanokvapaliny pozostávajúce z dvoch disperzných fáz, a to fullerénu a nanočastíc oxidov železa. Cieľom bude zistiť ich kolektívne správanie a štruktúrne usporiadanie v dôsledku pôsobenia elektrických a magnetických síl. V súvislosti s týmto cieľom budú pripravené experimentálne návrhy a žiadosti o merací čas na zariadeniach YuMO (SANS) a GRAINS (neutrónová reflektometria).

V roku 2021 naďalej plánujeme študovať účinok usporiadania hlavného reťazca biopolymérov (proteínov) na následný proces samousporiadania do amyloidných štruktúr. Dopovanie takýchto systémov magnetickými nanočasticami umožňuje ich manipuláciu po vložení do externého magnetického/elektrického poľa. Budeme sa venovať aj štúdiu vplyvu tvaru a koncentrácie nanočastíc na fázové premeny a ich následnú citlivosť na vonkajšie polia.

Tento čiastkový cieľ projektu je v priamom spojení s problémami, ktoré zatiaľ bránia praktickej aplikácii feronematík v rôznych magneto-optických alebo magneto-mechanických zariadeniach. Druhou čiastkovou úlohou v rámci projektu je príprava a štúdium bio-nanokompozitov, ktoré vykazujú podobnosť s klasickými kvapalnými kryštálmi ponúka aplikačný potenciál v bionanovedách (napr. detekcia a monitorovanie priebehu neurodegeneratívnych ochorení s prítomnosťou amyloidných fibríl v tkanivách).

Ďalším cieľom našej spolupráce je pripraviť multifunkčné grafénoxidové nanoplatformy s naviazanými funkcionalizovanými nanočasticami, ktoré budú slúžiť na detekciu nádorových buniek. Použité nanočastice pozostávajú z magnetitového jadra obaleného poly-L-lyzínom. Na ich povrchu je adsorbovaná monoklonálna protilátka špecifická pre karbonickú anhydrázu CA IX, ktorá sa nachádza na povrchu nádorových buniek, a je dôležitým markerom hypoxie spojenej s rakovinovým ochorením. Doteraz sme dokázali špecifickú väzbu takto funkcionalizovaných nanočastíc na vybrané typy nádorových tkanív *in vitro*. Pomocou metód využívajúcich neutróny na štúdium štruktúry chceme študovať interakciu medzi funkcionalizovanými nanočasticami a GO substrátom, ktorý má slúžiť ako materiál na depozíciu a dopravu nanočasticových „detektorov“ na miesto použitia v organizme. Ide hlavne o spôsob naviazania nanočastíc na substrát, a štúdium štruktúry vzniknutých komplexov (častice naviazané jednotlivo, vznik aglomerátov).

Naša spolupráca bude zameraná aj na výskum textilných nanomateriálov. Pre celkovú charakterizáciu pripravených modifikovaných textilných vlákien nanočasticami je potrebné použitie čo najrôznejších experimentálnych techník. Metóda SANS bude preto použitá ako doplnková metodika k SEM, AFM a TEM pre štúdium homogenity rôznych typov a koncentrácií inkorporovaných nanočastíc a ich depozíciu na vláknach v celkovom objeme pre budúcu generáciu multifunkčných textílií.

Téma: 04-9-1077-2009/2023 „Research on the Biological Effect of Heavy Charged Particles with Different Energies“

Vedúci témy zo SÚJV: E.A. Krasavin, G.N. Timoshenko

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Mária Lalkovičová (ÚEF SAV Košice)

V roku 2021 bude pokračovať výskum vplyvu intravaskulárneho podania cytarabínu (AraC) na apoptózu v bunkách mozgu, pečene, obličiek a tenkého čreva, histológie a biochemických analýz. Príprava histologickej časti: farbenie kresyl-violetom, hematoxylin-eozínom, fluorescentné analýzy s pomocou Fluoro Jade B, metóda TUNEL.

Naplánovaný je nový experiment sledovania dlhodobých účinkov ožarovania (viac ako rok) na morfológické zmeny v centrálnom nervovom systéme.

Do tlače pripravíme a odošleme CC publikácie *Research of the behavioral reactions and morphological changes in the rat brain after the ionizing radiation with different physical characteristics* a *Neuroprotectants effective against radiation damage*.

V spolupráci s vietnamským partnerom bude prebiehať experimentálny projekt výskumu biologicky aktívnej látky s neuroprotektívnymi vlastnosťami VT.01 – INPC, zameraný na testovanie toxicity a sekundárnych účinkov, skúmanie účinku pri použití s ionizujúcim žiarením, kognitívno-behaviorálne testovanie, histológiu a biochemické časti.

Budeme pokračovať vo vývoji, testovaní a použití softvéru na automatické vyhodnocovanie mikrofotografických zobrazení pre potreby biomedicínskeho výskumu.

Téma: 05-6-1118-2014/2023 „Information and Computing Infrastructure of JINR“

Vedúci témy zo SÚJV: V.V. Koreňkov

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Slavomír Hnatič (ÚEF SAV Košice)

V roku 2021 chceme pokračovať vo vývoji a automatizácii vývojového prostredia pre paralelné výpočty pomocou grafických akceleratorov NVIDIA a co-processorov Intel a taktiež na implementácii nástrojov, ako je MPD ROOT software pre experiment NICA a hlavne pre detektor MPD. Následne vytvorenie skriptov na spúšťanie simulácií pre experiment NICA. Taktiež pokračovať na novom prostredí na spracovanie dát v N -rozmernom priestore.

- Použitie technológií docker/podman a spúšťanie úloh pomocou docker kontajnerov.
- Nastavenie a rozšírenie úložného priestoru EOS najmä pre superpočítač GOVORUN. Optimalizácia nastavenia EOS vo vnútri superpočítača GOVORUN.

Téma: 05-6-1119-2014/2023 „Methods, Algorithms and Software for Modeling Physical Systems, Mathematical Processing and Analysis of Experimental Data“

Vedúci témy zo SÚJV: Gh. Adam, P.V. Zrelou

Zodpovedný riešiteľ témy zo SR: Ján Buša ml. (ÚEF SAV Košice)

Hlavným cieľom pre rok 2021 je ukončenie práce súvisiacej s prevodom a modernizáciou programového balíka MFD.

V roku 2021 bude J. Buša ml. spoluriešiteľom projektu „Superheavy nuclei and atoms: limits of nuclear mass and boundaries of the Periodic Table“ pod vedením Yu.Ts. Oganessiana, v rámci ktorého sa bude venovať najmä numerickým simuláciám, vykonávaným na superpočítači Govorun.

Budeme sa venovať numerickému riešeniu diagonalizácie veľkých matíc vznikajúcich v teórii náhodných matíc (angl. Random Matrix Theory) s fyzikálnymi aplikáciami.

Budeme rozpracovávať efektívne algoritmy zakladajúce sa na metóde multigríd a programy na riešenie okrajových úloh pre viacrozmerné rovnice z oblasti výpočtovej fyziky.

Nedávna publikácia Trefethena a kol. dokazuje, že na konečnom intervale nie je možné aproximovať funkciu s geometrickou rýchlosťou konvergencie na rovnomernej sieti bodov. Pretože použitie rovnomerných sietí v numerických metódach, interpolačných úlohách, ako aj grafických aplikáciách je štandardné, budeme sa sústrediť na hľadanie rozširujúcich podmienok na dosiahnutie danej konvergencie.

A. Články publikované v karentovaných časopisoch

- [A1] **F. Šimkovic**, **R. Dvornický**, P. Vogel, *Muon capture rates: Evaluation within the Quasiparticle Random Phase Approximation*, Phys. Rev. C **102**, 3 (2020) 034301.
- [A2] **F. Deppisch**, L. Gráf, **F. Šimkovic**, *Searching for new physics in two-neutrino double beta decay*, Phys. Rev. Lett. **125**, 17 (2020) 171801.
- [A3] A. Khatun, A. Smetana, **F. Šimkovic**, *Three flavor quasi-Dirac neutrino mixing, oscillations and neutrinoless double beta decay*, Symmetry **12**, 8 (2020) 1310.
- [A4] M. Dančo, **M. Hnatič**, **T. Lučivjanský**, **L. Mižišin**, *Renormalization group study of superfluid phase transition: Effect of compressibility*, Physical Review E **102** (2020) 022118.
- [A5] **M. Hnatič**, **G. Kalagov**, N.Yu. Nalimov, *On the first-order phase transition in $SU(N)$ matrix models*, Nuclear Physics B **102** (2020) 115060.
- [A6] **M. Menkyna**, *Influence of compressibility on scaling regimes of Kraichnan model with finite time correlations: two-loop RG analysis*, Euro. Phys. J. **93**, 71 (2020) 71–87.
- [A7] **E. Jurčišínová**, **M. Jurčišin**, **R. Remecký**, *Anomalous dimensions of leading composite operators in the kinematic MHD turbulence: two-loop renormalization group analysis*, Physics of Particles and Nuclei **51**, 4 (2020) 812–815.
- [A8] **L. Martinovič**, A. Dorokhov, *Vacuum loops in light-front field theory*, Physics Letters B **811** (2020) 135925.
- [A9] **S. Dubnička**, **A.Z. Dubničková**, A. Isadykov, M.A. Ivanov, **A. Liptaj**, *$Y(4260)$ as a four-quark state*, Phys. Rev. D **101** (2020) 094030.
- [A10] **S. Dubnička**, **A.Z. Dubničková**, M.A. Ivanov and **A. Liptaj**, *Dynamical Approach to Decays of XYZ States*, Symmetry **12**, **884**, (2020) /sym12060884.
- [A11] I.R. Rahmonov, J. Tekić, P.M. Mali, I. Akinobu, **A. Plecenik**, Yu.M. Shukrinov, *Resonance phenomena in an annular array of underdamped Josephson junctions*, Physical Review B **101** (2020) 174515-1–9.
- [A12] **M. Pudlák**, R.G. Nazmitdinov, *Spin-dependent electron transmission across the corrugated graphene*, Physica E **118**, (2020) 113846.
- [A13] **M. Pudlák**, J. Smotlacha, R.G. Nazmitdinov, *On symmetry properties of the corrugated graphene system*, Symmetry **12**, (2020) 533.
- [A14] S. Capozziello, **R. Pinčák**, **E. Bartoš**, *Chern-Simons current of left and right chiral superspace in graphene wormhole*, Symmetry **12** (2020) 774.

- [A15] **R. Pinčák**, K. Kanjamapornkul, **E. Bartoš**, *Cohomology theory for biological time series*, *Mathematical Methods in the Applied Sciences* **42** (2020) 552.
- [A16] **R. Pinčák**, K. Kanjamapornkul, **E. Bartoš**, *A theoretical investigation on the predictability of genetic patterns*, *Chemical Physics* **535** (2020) 110764.
- [A17] **R. Pinčák**, **E. Bartoš**, *Chemical evolution of protein folding in amino acids*, *Chemical Physics* **537**, (2020) 110856.
- [A18] S. Capozziello, **R. Pinčák**, **E. Bartoš**, *A Supersymmetry and Quantum Cryptosystem with Path Integral Approach in Biology*, *Symmetry* **12** (2020) 1214.
- [A19] K. Kanjamapornkul, **R. Pinčák**, **E. Bartoš**, *Cohomology theory for financial time series*, *Physica A* **546** (2020) 122212.
- [A20] J. Adam, . . . , **J. Fedorišin**, **P. Filip**, **S. Vokál** (STAR Collaboration), *Beam-energy dependence of the directed flow of deuterons in Au + Au collisions*, *Physical Review C* **102** (2020) 44906.
- [A21] J. Adam, . . . , **J. Fedorišin**, **P. Filip**, **S. Vokál** (STAR Collaboration), *Investigation of the linear and mode-coupled flow harmonics in Au + Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV*, *Physics Letters B* **809** (2020) 135728.
- [A22] J. Adam, . . . , **J. Fedorišin**, **P. Filip**, **S. Vokál** (STAR Collaboration), *Measurement of the central exclusive production of charged particle pairs in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 200$ GeV with the STAR detector at RHIC*, *Journal of High Energy Physics*, **7** (2020) 178.
- [A23] J. Adam, . . . , **J. Fedorišin**, **P. Filip**, **S. Vokál** (STAR Collaboration), *Results on Total and Elastic Cross Sections in Proton-Proton Collisions at $\sqrt{s} = 200$ GeV*, *Physics Letters B* **808** (2020) 135663.
- [A24] J. Adam, . . . , **J. Fedorišin**, **P. Filip**, **S. Vokál** (STAR Collaboration), *Beam energy dependence of net-Lambda fluctuations measured by the STAR experiment at the BNL Relativistic Heavy Ion Collider*, *Physical Review C* **102** (2020) 24903.
- [A25] J. Adam, . . . , **J. Fedorišin**, **P. Filip**, **S. Vokál** (STAR Collaboration), *Underlying event measurements in p+p collisions at $\sqrt{s} = 200$ GeV at RHIC*, *Physical Review D* **101** (2020) 52004.
- [A26] J. Adam, . . . , **J. Fedorišin**, **P. Filip**, **S. Vokál** (STAR Collaboration), *Measurement of D0-meson + hadron two-dimensional angular correlations in Au + Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV*, *Physical Review C* **102** (2020) 14905.
- [A27] L. Adamczyk, . . . , **J. Fedorišin**, **P. Filip**, **S. Vokál** (STAR Collaboration), *First measurement of Λ_c baryon production in Au + Au collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 200$ GeV*, *Physical Review Letters* **124** (2020) 172301.
- [A28] J. Adam, . . . , **J. Fedorišin**, **P. Filip**, **S. Vokál** (STAR Collaboration), *Bulk Properties of the System Formed in Au + Au Collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 14.5$ GeV*, *Physical Review C* **101** (2020) 24905.

- [A29] J. Adam, . . . , **J. Fedorišin, P. Filip, S. Vokál** (STAR Collaboration), *Beam-energy dependence of identified two-particle angular correlations in Au + Au collisions at RHIC*, Physical Review C **101** (2020) 14916.
- [A30] J. Adam, . . . , **J. Fedorišin, P. Filip, S. Vokál** (STAR Collaboration), *Measurement of away-side broadening with self-subtraction of flow in Au + Au collisions at $\sqrt{s_{\text{NN}}} = 200$ GeV*, Chinese Phys. C **44** (2020) 104001.
- [A31] J. Adam, . . . , **J. Fedorišin, P. Filip, S. Vokál** (STAR Collaboration), *Strange hadron production in Au + Au collisions at $\sqrt{s_{\text{NN}}} = 7.7, 11.5, 19.6, 27,$ and 39 GeV*, Physical Review C **102** (2020) 34909.
- [A32] J. Adam, . . . , **J. Fedorišin, P. Filip, S. Vokál** (STAR Collaboration), *Measurement of the mass difference and the binding energy of the hypertriton and antihypertriton*, Nature Physics **16** (2020) 409–412.
- [A33] **R. Astaloš, J. Kulchitsky, J. Smieško; I. Sýkora, S. Tokár, T. Ženiš**, et al. (ATLAS Collaboration), *Search for new resonances in mass distributions of jet pairs using 139 fb^{-1} of pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*, J. High En. Phys. **03** (2020) 145.
- [A34] **R. Astaloš, P. Bartoš, T. Dado, M. Melo, I. Sýkora, S. Tokár, T. Ženiš**, et al. (ATLAS Collaboration) *Measurement of isolated-photon plus two-jet production in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*, J. High En. Phys. **03** (2020) 179.
- [A35] Yu.A. Kulchitsky (ATLAS and CMS Collaborations), *Soft QCD at ATLAS and CMS*, Acta Phys. Polon. B **51**, 6 (2020) 1411–1423.
- [A36] **J. Huran, N.I. Balalykin, V. Sasinková, A. Kleinová, M.A. Nozdrin, A.P. Kobzev, E. Kováčová**, *Very thin N-doped nanostructured carbon films on quartz and sapphire substrate: Photoelectron emission properties*, Thin Solid Films **709** (2020) 138200.
- [A37] S. Acharya, . . . , **A. Kravčáková, J. Mušinský, M. Vaľa, J. Vrláková** (ALICE col.), *Multiplicity dependence of (multi-)strange hadron production in proton-proton collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV*, European Physical Journal C **80** (2020) 167.
- [A38] S. Acharya, . . . , **A. Kravčáková, J. Mušinský, M. Vaľa, J. Vrláková** (ALICE col.), *Global polarization of Λ and $\bar{\Lambda}$ hyperons in Pb-Pb collisions at $\sqrt{s_{\text{NN}}} = 2.76$ and 5.02 TeV*, Physical Review C **101** (2020) 044611.
- [A39] S. Acharya, . . . , **A. Kravčáková, J. Mušinský, M. Vaľa, J. Vrláková** (ALICE col.), *Studies of J/ψ production at forward rapidity in Pb–Pb collisions at $\sqrt{s_{\text{NN}}} = 5.02$ TeV*, Journal of High Energy Physics, 2 (2020) 041.
- [A40] S. Acharya, . . . , **A. Kravčáková, J. Mušinský, Z. Reščáková, M. Vaľa, J. Vrláková** (ALICE col.), *Measurements of inclusive jet spectra in pp and central Pb–Pb collisions at $\sqrt{s_{\text{NN}}} = 5.02$ TeV*, Physical Review C **101** (2020) 034911.

- [A41] S. Acharya, . . . , **A. Kravčáková, J. Mušinský, Z. Reščáková, M. Vaľa, J. Vrláková** (ALICE col.), *Production of charged pions, kaons, and (anti-)protons in Pb–Pb and inelastic pp collisions at $\sqrt{s_{\text{NN}}} = 5.02$ TeV*, Physical Review C **101** (2020) 044907.
- [A42] S. Acharya, . . . , **A. Kravčáková, J. Mušinský, M. Vaľa, J. Vrláková** (ALICE col.), *$K^*(892)(0)$ and $\phi(1020)$ production at midrapidity in pp collisions at $\sqrt{s} = 8$ TeV*, Physical Review C **102** (2020) 024912.
- [A43] S. Acharya, . . . , **A. Kravčáková, J. Mušinský, Z. Reščáková, M. Vaľa, J. Vrláková** (ALICE col.), *Jet-hadron correlations measured relative to the second order event plane in Pb–Pb collisions at $\sqrt{s_{\text{NN}}} = 2.76$ TeV*, Physical Review C **101** (2020) 064901.
- [A44] S. Acharya, . . . , **A. Kravčáková, J. Mušinský, Z. Reščáková, M. Vaľa, J. Vrláková** (ALICE col.), *Search for a common baryon source in high-multiplicity pp collisions at the LHC*, Physics Letters B **811** (2020) 135849.
- [A45] S. Acharya, . . . , **A. Kravčáková, J. Mušinský, Z. Reščáková, M. Vaľa, J. Vrláková** (ALICE col.), *J/ψ elliptic and triangular flow in Pb–Pb collisions at $\sqrt{s_{\text{NN}}} = 5.02$ TeV*, Journal of High Energy Physics, 10 (2020) 141.
- [A46] S. Acharya, . . . , **A. Kravčáková, J. Mušinský, Z. Reščáková, M. Vaľa, J. Vrláková** (ALICE col.), *Constraining the Chiral Magnetic Effect with charge-dependent azimuthal correlations in Pb–Pb collisions at $\sqrt{s_{\text{NN}}} = 2.76$ and 5.02 TeV*, Journal of High Energy Physics, 9 (2020) 160.
- [A47] S. Acharya, . . . , **A. Kravčáková, J. Mušinský, Z. Reščáková, M. Vaľa, J. Vrláková** (ALICE col.), *Multiplicity dependence of J/ψ production at midrapidity in pp collisions at $\sqrt{s_{\text{NN}}} = 13$ TeV*, Physics Letters B **810** (2020) 135758.
- [A48] S. Acharya, . . . , **A. Kravčáková, J. Mušinský, Z. Reščáková, M. Vaľa, J. Vrláková** (ALICE col.), *J/ψ production as a function of charged-particle multiplicity in p–Pb collisions at $\sqrt{s_{\text{NN}}} = 8.16$ TeV*, Journal of High Energy Physics, 9 (2020) 162.
- [A49] S. Acharya, . . . , **A. Kravčáková, J. Mušinský, Z. Reščáková, M. Vaľa, J. Vrláková** (ALICE col.), *Multiplicity dependence of π , K , and p production in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV*, European Physical Journal C **80** (2020) 693.
- [A50] S. Acharya, . . . , **A. Kravčáková, J. Mušinský, Z. Reščáková, M. Vaľa, J. Vrláková** (ALICE col.), *Non-linear flow modes of identified particles in Pb–Pb collisions at $\sqrt{s_{\text{NN}}} = 5.02$ TeV*, Journal of High Energy Physics, 6 (2020) 147.
- [A51] S. Acharya, . . . , **A. Kravčáková, J. Mušinský, Z. Reščáková, M. Vaľa, J. Vrláková** (ALICE col.), *Evidence of rescattering effect in Pb–Pb collisions at the LHC through production of $K^*(892)(0)$ and $\phi(1020)$ mesons*, Physics Letters B **802** (2020) 135225.

- [A52] S. Acharya, . . . , **A. Kravčáková**, **J. Mušínský**, **Z. Reščáková**, **M. Vaľa**, **J. Vrláková** (ALICE col.), *Underlying event properties in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV*, Journal of High Energy Physics, 4 (2020) 192.
- [A53] S. Acharya, . . . , **A. Kravčáková**, **J. Mušínský**, **M. Vaľa**, **J. Vrláková** (ALICE col.), *Measurement of $\Lambda(1520)$ production in pp collisions at root $s=7$ TeV and p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV*, European Physical Journal C **80** (2020) 160.
- [A54] S. Acharya, . . . , **A. Kravčáková**, **J. Mušínský**, **M. Vaľa**, **J. Vrláková** (ALICE col.), *Multiplicity dependence of light (anti-)nuclei production in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5.02$ TeV*, Physics Letters B **800** (2020) 135043.
- [A55] S. Acharya, . . . , **A. Kravčáková**, **J. Mušínský**, **Z. Reščáková**, **M. Vaľa**, **J. Vrláková** (ALICE col.), *Multiplicity dependence of $K^*(892)(0)$ and $\phi(1020)$ production in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV*, Physics Letters B **807** (2020) 135501.
- [A56] S. Acharya, . . . , **A. Kravčáková**, **J. Mušínský**, **Z. Reščáková**, **M. Vaľa**, **J. Vrláková** (ALICE col.), *Measurement of nuclear effects on $\psi(2S)$ production in p-Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 8.16$ TeV*, Journal of High Energy Physics, 7 (2020) 237.
- [A57] S.N. Basilev, . . . , **G. Martinská**, **J. Urbán**, **J. Mušínský**, ALPOM2 Collaboration, *Measurement of neutron and proton analyzing powers on C, CH, CH₂, and Cu targets in the momentum region 3–4.2 GeV/c*, Eur. Phys. J. A **56**, 26 (2020).
- [A58] **B. Zařko**, **L. Hrubćín**, A. řagátová, **J. Osvald**, **P. Boháćek**, E. Kováčová, Y. Halahovets, S.V. Rozov, V.G. Sandukovskij, *Study of Schottky barrier detectors based on high quality 4H-SiC epitaxial layer with different thickness*, Applied Surface Science **536** (2020) 147801.
- [A59] **J. Osvald**, **L. Hrubćín**, **B. Zařko**, *Schottky barrier height inhomogeneity in 4H-SiC surface barrier detectors*, Applied Surface Science **533** (2020) 147389.
- [A60] T. Murugova, O. Ivankov, E. Ermakova, **T. Kondela**, **P. Hrubovćák**, V. Skoi, A. Kuklin, **N. Kućerka**, *Structural changes introduced by cholesterol and melatonin to the model membranes mimicking preclinical conformational diseases*, General Physiology and Biophysics **39**, 2 (2020) 135–144.
- [A61] D. Marquardt, F.A. Heberle, J. Pan, X. Cheng, G. Pabst, T.A. Harroun, **N. Kućerka**, J. Katsaras, *The structures of polyunsaturated lipid bilayers by joint refinement of neutron and X-ray scattering data*, Chemistry and Physics of Lipids **229** (2020) 104892, 1–7.
- [A62] M. Doktorova, **N. Kućerka**, J.J. Kinnun, J. Pan, D. Marquardt, H.L. Scott, R.M. Venable, R.W. Pastor, S.R. Wassall, J. Katsaras, F.A. Heberle, *The molecular structure of sphingomyelin in fluid phase bilayers determined by the joint analysis of small-angle X-ray and neutron scattering data*, Journal of Physical Chemistry B **124** (2020) 5186–5200.

- [A63] P. Džubák, S. Gurská, K. Bogdanová, **D. Uhríková**, **N. Kanjaková**, S. Combet, T. Klunda, M. Kolář, M. Hajdúch, M. Poláková, *Antimicrobial and cytotoxic activity of (thio)alkyl hexopyranosides, nonionic glycolipid mimetics*, Carbohydrate Research **488** (2020) 107905.
- [A64] **K. Želinská**, **J. Gallová**, S. Huláková, **D. Uhríková**, O. Ivankov, *Solubilisation of model membrane by DDAO surfactant – partitioning, permeabilization and liposome-micelle transition*, Gen. Physiol. Biophys **39** (2020) 107–122.
- [A65] M. Karpets, **M. Rajňák**, O. Ivankov, **K. Paulovičová**, **M. Timko**, **P. Kopčanský**, L. Bulavin, *Small-angle neutron scattering study of transformer oil-based ferrofluids*, Ukr. J. Phys. **65** (2020) 729–734.
- [A66] **K. Zakuřanská**, A. Feoktystov, **V. Lacková**, **N. Tomašovičová**, I. Appel, S. Behrensand, **P. Kopčanský**, *SANS study of liquid crystal doped with CoFe₂O₄ nanoparticles*, Acta Physica Polonica A **137**, 5 (2020) 663.
- [A67] **M. Rajňák**, V.M. Garamus, **M. Timko**, **P. Kopčanský**, **K. Paulovičová**, J. Kurimský, B. Dolník, R. Cimbalá, *Small angle X-ray scattering study of magnetic nanofluid exposed to an electric field*, Acta Physica Polonica A **137**, 5 (2020) 942.
- [A68] **M. Rajňák**, J. Kurimský, R. Cimbalá, Zs. Čonka, P. Bartko, M. Šuga, **K. Paulovičová**, J. Tóthová, **M. Karpets**, **P. Kopčanský**, **M. Timko**, *Statistical analysis of AC dielectric breakdown in transformer oil-based magnetic nanofluids*, Journal of Molecular Liquids **309** (2020) 113243.
- [A69] **K. Šipošová**, V.I. Petrenko, O.I. Ivankov, A. Musatov, L.A. Bulavin, M.V. Avdeev, O.A. Kyzyma, *Fullerenes as an effective amyloid fibrils disaggregating nanomaterial*, ACS Applied Materials & Interfaces **12**, 29 (2020) 32410–32419.
- [A70] **K. Šipošová**, V.I. Petrenko, O.I. Ivankov, L.A. Bulavin, **A. Musatov**, *Small-angle neutron scattering study oZacali sa studovat magneticky modifikovane materialy s cieľom pripraviť magneticky znacene nanotextilie pre rozne druhy aplikacii v biotechnologiach a biomedicine "f bicelles and proteobicyelles with incorporated mitochondrial cytochrome c oxidase*, Ukr. J. Phys. **65**, 8 (2020) 662–669.
- [A71] I. Šafárik, J. Procházková, E. Baldiková, **M. Timko**, **P. Kopčanský**, **M. Rajňák**, N. Torma, K. Pospíšková, *Modification of diamagnetic materials using magnetic fluids*, Ukr. J. Phys. **65**, 9 (2020) 751–760.
- [A72] **M. Molčan**, I. Šafárik, K. Pospíšková, **K. Paulovičová**, **M. Timko**, **P. Kopčanský**, N. Torma, *Magnetically modified electrospun nanofibers for hyperthermia treatment*, Ukr. J. Phys. **65**, 8 (2020) 655–661.
- [A73] **P. Hrubovčák**, **N. Kučerka**, **A. Zeleňáková**, **V. Zeleňák**, *Particle size determination in SBA-15 nanocomposite using model based analysis of SANS and magnetization experimental data*, Acta Physica Polonica A **137**, 5 (2020) 730–732.

- [A74] **P. Hrubovčák**, **A. Zeleňáková**, **V. Zeleňák**, D. Peddis, D. Fiorani, *Magnetic relaxation process determination in the Co/Au nanoparticle system*, Physical Review B **102** (2020) 024433.
- [A75] A. Berkutova, **A. Zeleňáková**, **P. Hrubovčák**, O. Kapusta, *Low-temperature heat capacity measurements in Gd-based nanocomposites*, Acta Physica Polonica A **137**, 5 (2020) 911–913.
- [A76] **J. Buša Jr.**, **J. Buša**, E. Ayryan, Sh. Hayryan, Ch-K. Hu, **I. Pokorný**, J. Skřivánek, *PBCAVE: Program for exact classification of the mesh points of a protein with possible internal cavities and its application to Poisson-Boltzmann equation solution*, Computer Physics Communications **250**, (2020) 107003.
- [A77] J. Šebo, **J. Buša Jr.**, *Comparison of advanced methods for picking path optimization: case study of dual-zone warehouse*, Int J. Simul. Model **19** (2020) 3, 410–421.
- [A78] **J. Buša**, M. Dovica, M. Zhabitsky, *Using a gauge block for derivation of parameters of four laser triangulation sensors in a local coordinate system*, Measurement Science Review **20**, 5 (2020) 210–217.
- [A79] T. Kvačkaj, A. Rozsypalová, R. Kočiško, J. Bidulská, P. Petroušek, M. Vlado, **I. Pokorný**, J. Sas, K. Weiss, M. Duchek, R. Bidulský, J. Duchon, *Influence of processing conditions on properties of AISI 316LN steel grade*, Journal of Materials Engineering and Performance: design, process, characterization, evaluation **29**, 3 (2020) 1509–1514.
- [A80] V. Kačala, **Cs. Török**, *Speedup of tridiagonal system solvers*, Journal of Computational and Applied Mathematics **381** (2021) 112997.

B. Práce vydané vo forme preprintov svetových vedeckých centier vrátane SÚJV a v nekarentovaných vedeckých časopisoch

- [B1] **F. Šimkovic**, *Neutrinoless double beta decay theory*, J. Phys. Conf. Ser. **1468**, 1 (2020) 012143.
- [B2] E.A. Ayryan, **M. Hnatič**, V.B. Malyutin, *Approximate evaluation of functional integrals generated by the relativistic Hamiltonian*, Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus. Physics and Mathematics Series **56** (2020) 72–83.
- [B3] L.Ts. Adzhemyan, **M. Hnatič**, M.V. Kompaniets, **T. Lučivjanský**, **L. Mižišin**, *Renormalization approach of Gribov process: numerical evaluation of critical exponents in two subtraction scheme*, EPJ Web of Conferences **226** (2020) 02001.

- [B4] **M. Hnatič, T. Lučivjanský, L. Mižišin**, *Tricritical directed percolation with long-range spreading*, „12th Chaotic Modeling and Simulation International Conference“, Springer Proceedings in Complexity (2020) 101–110.
- [B5] **Š. Birnšteinová, M. Hnatič, T. Lučivjanský**, *Effect of long-range spreading on two-species reaction-diffusion system*, „12th Chaotic Modeling and Simulation International Conference“, Springer Proceeding in Complexity (2020) 45–52.
- [B6] **Š. Birnšteinová, M. Hnatič, T. Lučivjanský**, *Two-species reaction-diffusion system: The effect of long-range spreading*, EPJ Web of Conferences **226** (2020) 02005.
- [B7] **E. Jurčišínová, M. Jurčišin, R. Remecký**, *Anomalous Scaling in the Kinematic Magnetohydrodynamic Turbulence*, EPJ Web of Conferences **226** (2020) 02012.
- [B8] **M. Menkyna**, *Finite Time Correlations and Compressibility Effects in the Three-Dimensional Kraichnan Model*, EPJ Web of Conferences **226** (2020) 02016.
- [B9] **E. Jurčišínová, M. Jurčišin, R. Remecký**, *Anisotropic MHD turbulence near two spatial dimensions: General field theoretic renormalization group analysis*, „12th Chaotic Modeling and Simulation International Conference“, Springer Proceeding in Complexity (2020) 111–122.
- [B10] Yu. Kulchitsky, E. Plotnikova, N. Rusakovich, P. Tsiareshka, **R. Astaloš, S. Hyrych, I. Sýkora, S. Tokár, T. Ženiš**, *Two-particle Bose–Einstein correlations in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV measured with the ATLAS detector*, ATL-COM-PHYS-2016-1621, update November 2020, CERN, Geneva.
- [B11] Yu. Kulchitsky, E. Plotnikova, N. Rusakovich, P. Tsiareshka, **R. Astaloš, S. Hyrych, I. Sýkora, S. Tokár, T. Ženiš**, *Two-particle Bose–Einstein correlations in pp collisions at $\sqrt{s} = 13$ TeV measured with the ATLAS detector*, ANA-STDM-2017-08-PAPER, update November 2020, CERN, Geneva.
- [B12] ATLAS Collaboration: **D. Babal, M. Dubovsky, S. Tokár**, et al., *Measurements of the inclusive and differential production cross sections of a top-quark-antiquark pair in association with a Z boson at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*, ATL-COM-PHYS-2020-043, August 2020 (presented at ICHEP 2020 conference).
- [B13] **A D. Babal, M. Dubovsky, S. Tokár**, et al., *Measurements of the inclusive and differential production cross sections of a top-quark-antiquark pair in association with a Z boson at $\sqrt{s} = 13$ TeV with the ATLAS detector*, ATL-COM-PHYS-2019-334, November 2020, CERN, Geneva.
- [B14] **P. Bartoš, E. Eckerova, O. Majersky, T. Dado, S. Tokár**, et al. (ATLAS Collaboration), *Top-antitop charge asymmetry at 13 TeV with the ATLAS Detector*, ATL-COM-PHYS-2019-945, updated: December 2020, CERN, Geneva.

- [B15] N.I. Balalykin, **J. Huran**, M.A. Nozdrin, **V. Sasinková**, **E. Kováčová**, A.P. Kobzev, G.D. Shirkov, *Very thin carbon-based films for transmissive photocathodes*, Journal of Physics: Conference Series **1492** (2020) 012034.
- [B16] I.M. Sitnik, . . . , **G. Martinska**, **J. Urbán**, **J. Mušínský**, ALPOM2 Collaboration, *Results of Measurements of the Analyzing Powers for Polarized Neutrons on C, CH₂ and Cu Targets for Momenta Between 3 and 4.2 GeV/c*, Journal of Physics: Conf. Ser. **1435** (1) (2020) 012048.
- [B17] **M. Janek**, . . . , **O. Mezhenska**, . . . , *Cross section investigation in dp breakup reaction at the intermediate energies*, Journal of Physics: Conference Series **1435**, (1) (2020) 012013.
- [B18] V.P. Ladygin, . . . , **M. Janek**, . . . , *Deuteron analyzing powers in dp-elastic scattering at large transverse momenta*, Journal of Physics: Conference Series **1435** (1) (2020) 012039.
- [B19] Y.T. Skhomenko, . . . , **M. Janek**, . . . , *The results of the deuteron beam polarization measurement for dp-elastic scattering reaction at 270 MeV energy*, Journal of Physics: Conference Series **1435** (1) (2020) 012050.
- [B20] **O. Mezhenska**, . . . , **M. Janek**, . . . , **J. Urban**, *Study of the polarization observables in dp → dp reaction at the deuteron energy of 800 MeV*, Journal of Physics: Conference Series **1435** (1) (2020) 012042.
- [B21] **M. Janek**, . . . , **O. Mezhenska**, . . . , **J. Urban**, *Experimental Study of Few Nucleon Correlations Using Deuteron Beam at Nuclotron*, Springer Proceedings in Physics **238** (2020) 493–496.
- [B22] **M. Janek** . . . , **O. Mezhenska**, . . . , *Latest results concerning short range correlations obtained in the dp elastic and dp breakup processes at Nuclotron JINR*, Sci. Post Phys. Proc. **3** (2020) 011.
- [B23] **M. Janek** . . . , **O. Mezhenska**, . . . , *Angular and energy dependence of A_y, A_{yy} and A_{xx} analyzing powers in dp elastic scattering and dp breakup reaction investigation*, PoS LC2019 (2020) 048.
- [B24] A.A. Terekhin, . . . , **M. Janek**, . . . , *Upgrade of the polarimeter at the Internal Target Station at the Nuclotron*, Journal of Physics: Conference Series **1435** (1) (2020) 012051.
- [B25] O. Suvorova, . . . , **R. Dvornický**, **F. Šimkovic** (The Baikal-GVD Collaboration), *Recent progress of the Baikal-GVD project*, PoS EPS-HEP2019 (2020) 050.
- [B26] A.D. Avrorin, . . . , **R. Dvornický**, **F. Šimkovic** (The Baikal-GVD Collaboration), *Search for cascade events with Baikal-GVD*, PoS ICRC2019 (2020) 873.
- [B27] A.D. Avrorin, . . . , **R. Dvornický**, **F. Šimkovic** (The Baikal-GVD Collaboration), *Data Quality Monitoring system in the Baikal-GVD experiment*, PoS ICRC2019 (2020) 874.

- [B28] A.D. Avrorin, . . . , **R. Dvornický, F. Šimkovic** (The Baikal-GVD Collaboration), *The optical noise monitoring systems of the Lake Baikal environment for the Baikal-GVD telescope*, PoS ICRC2019 (2020) 875.
- [B29] A.D. Avrorin, . . . , **R. Dvornický, F. Šimkovic** (The Baikal-GVD Collaboration), *The inter-cluster time synchronization systems within the Baikal-GVD detector*, PoS ICRC2019 (2020) 877.
- [B30] A.D. Avrorin, . . . , **R. Dvornický, F. Šimkovic** (The Baikal-GVD Collaboration), *The Baikal-GVD detector calibrations*, PoS ICRC2019 (2020) 878.
- [B31] A.D. Avrorin, . . . , **R. Dvornický, F. Šimkovic** (The Baikal-GVD Collaboration), *Neutrino Telescope in Lake Baikal: Present and Future*, PoS ICRC2019 (2020) 1011.
- [B32] A.D. Avrorin, . . . , **R. Dvornický, F. Šimkovic** (The Baikal-GVD Collaboration), *A positioning system for Baikal-GVD*, PoS ICRC2019 (2020) 1012.
- [B33] A.D. Avrorin, . . . , **R. Dvornický, F. Šimkovic** (The Baikal-GVD Collaboration), *The Baikal-GVD neutrino telescope: First results of multi-messenger studies*, PoS ICRC2019 (2020) 1013.
- [B34] **B. Pastirčák**, *CORSIKA Based Simulations of Background in Baikal Experiment*, EPJ Web of Conferences **226** (2020) 03015.
- [B35] S.A. Kurakin, **N. Kučerka**, *The effect of metal cations on the structure of model phospholipid membranes*, JINR experimental report 2019-04-11-16-46-17.
- [B36] **N. Kučerka, N. Kanjaková, K. Želinská, D. Uhríková**, *Phospholipid bilayer of pulmonary surfactant: the effect of SP-B protein and Polymyxin B*, ILL experimental report 8-02-847.
- [B37] I.A. Kolesnikova, N.N. Budennaya, Yu.S. Severyukhin, **M. Lalkovicova**, *Algorithmic approach to the recognition of cells in the sensorimotor cortex from microphotographs*, Proceedings of the Workshop on Information system for the radiation biology tasks, Dubna, Russia, June 18, 2020, CEUR Workshop Proceedings **2743** (2020).
- [B38] A.V. Stadnik, P.S. Sazhin, **S. Hnatič**, *Comparative performance analysis of neural network real-time object detections in different implementations*, European Journal of Physics – Web of Conferences **226** (2020) 02020.
- [B39] E. Nikonov, **M. Popovičová**, V. Korenkov, E. Litavcová, *Numerical investigation of the water vapour diffusivity inside homogeneous porous media*, EPJ Web of Conferences **226** (2020) 02017.
- [B40] E. Nikonov, **M. Popovičová**, *Mathematical study of the water-vapor permeability of the surface layer of a homogeneous porous material*, Journal of Surface Investigation. X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques, **14**, 2 (2020) 298-305.

C. Práce prezentované na mezinárodných konferenciách a workshopoch

- [C1] **F. Šimkovic**, *Majorana neutrino mass generation, $0\nu\beta\beta$ -decay and nuclear matrix elements*, „International Conference on Neutrino and Nuclear Physics“ (CNNP2020), Arabella Hotel and Spa, South Africa, February 24–28, 2020.
- [C2] **F. Šimkovic**, *Laboratory neutrino experiments*, „Conference on the 50th anniversary of the Institute for Nuclear Research (INR) of the Russian Academy of Sciences“, Moscow, Russia, December 3–4, 2020.
- [C3] **M. Hnatič, T. Lučivjanský, L. Mižišin**, *Effects of turbulent mixing on the tricritical behavior of the directed percolation*, Proceedings of „The 21st Small Triangle Meeting on Theoretical Physics“, ISBN 978-80-8143-280-4 (2020) 36–43.
- [C4] **S. Birnšteinová, M. Hnatič, T. Lučivjanský**, *Effect of long-range spreading on two-species reaction-diffusion system*, Proceedings of „The 21st Small Triangle Meeting on Theoretical Physics“, ISBN 978-80-8143-280-4 (2020) 8–13.
- [C5] **M. Menkyna**, *Finite time correlations in compressible Kraichnan model*, Proceedings of „The 21st Small Triangle Meeting on Theoretical Physics“, ISBN 978-80-8143-280-4 (2020) 116–125.
- [C6] **E. Jurčišínová, M. Jurčišin, R. Remecký**, *Anomalous scaling in the kinematic magnetohydrodynamic turbulence*, Proceedings of „The 21st Small Triangle Meeting on Theoretical Physics“, ISBN 978-80-8143-280-4 (2020) 54–61.
- [C7] **E. Jurčišínová, M. Jurčišin, R. Remecký**, *Anomalous scaling in the kinematic MHD turbulence under the influence of helicity*, „The 13th International Conference CHAOS 2020“, June 9–12, 2020, Florence, Italy, turned into a virtual conference due to coronavirus incidents.
- [C8] Yu. Shukrinov (invited speaker), I. Rahmonov, A.E. Botha, **A. Plecenik**, D. Angel, *Magnetization dynamics features in the SFS Josephson junction*, Int. Conf. „Superconducting Terahertz Device 2020“, University of Glasgow Glasgow, UK, August 21, 2020.
- [C9] **T. Ženiš**, *Teststands for PMT characterization and latest PMT measurements*, „The TileCal Week“ workshop, CERN, Geneva, February 10–14, 2020.
- [C10] **T. Ženiš** (ATLAS Collaboration), *PMT characterization teststands and PMT studies – ATLAS Annual Review for the Tile*, „The TileCal Week“ workshop, CERN, Geneva, October 12–16, 2020.
- [C11] Yu.A. Kulchitsky (ATLAS and CMS Collaborations), *Soft QCD at ATLAS and CMS*, „Epiphany“ conference, January 6–10, 2020, Krakow, Poland.

- [C12] Yu.A. Kulchitsky, *The MC systematic for BEC13*, Editorial Board meeting, May 13, CERN, Geneva.
- [C13] Yu.A. Kulchitsky, *BEC13 – Status report*, Editorial Board meeting, September 9, 2020, CERN, Geneva.
- [C14] **R. Astaloš**, *Correlation studies: Bose-Einstein correlations and hadronic chains*, „ATLAS Standard Model Jamboree“, September 29, 2020, CERN, Geneva.
- [C15] **T. Dado**, *Direct measurement of the top quark decay width*, „Top Properties and Mass“ meeting, November 18, 2020, CERN, Geneva.
- [C16] **P. Bartoš**, *Measurement of the charge asymmetry in $t\bar{t}$ events at 13 TeV with the ATLAS detector*, Editorial Board meeting, November 27, 2020, CERN, Geneva.
- [C17] **P. Bartoš**, *Highlights of top quark properties measurements with the ATLAS detector*, Conference Lake Louise Winter Institute, February 9–15, 2020, Chateau Lake Louise, Canada.
- [C18] **M. Dubovský** (ATLAS Collaboration), *single associated production of top quarks to neutral bosons to probe standard model couplings*, ICNFP 2020, September 4–12, 2020, Crete, Greece.
- [C19] **J. Huran**, N.I. Balalykin, **V. Sasinková**, M.A. Nozdrin, **E. Kováčová**, A.P. Kobzev, **A. Kleinová**, G.D. Shirkov, *Photo-induced electron emission at different electric field of nanostructured carbon thin film based transmission photocathodes*, „8th International Conference on Advances in Electronic and Photonic Technologies“ (VIRTUAL), September 14–17, 2020, High Tatras, Slovakia.
- [C20] **J. Huran**, N.I. Balalykin, **V. Sasinková**, M.A. Nozdrin, **E. Kováčová**, A.P. Kobzev, **A. Kleinová**, G.D. Shirkov, *Photo-induced electron emission at different electric field of nanostructured carbon thin film based transmission photocathodes*, Proceedings of the „International Conference on Advances in Electronic and Photonic Technologies“, ISBN 978-80-554-1735-6 (2020) 29–32.
- [C21] **J. Huran**, N.I. Balalykin, M.A. Nozdrin, A.V. Skrypnik, G.D. Shirkov, *Electron beam-plasma vacuum deposition of very thin nanostructured carbon films: Photocathode application*, „47th IEEE International Conference of Plasma Science“, ICOPS2020 (VIRTUAL), December 6–10, 2020, Singapore.
- [C22] **A. Kravčáková**, **S. Vokál**, *Study of ring-like structures in nuclear interactions*, The book of abstracts of „20th Conference of Czech and Slovak Physicists“, Praha, September 7–10, 2020, poster P31
- [C23] **J. Vrláková**, **S. Vokál**, **M. Vaľa**, *Search for pseudorapidity fluctuations in high energy nuclear collisions*, The book of abstracts of „20th Conference of Czech and Slovak Physicists“, Praha, September 7–10, 2020, poster P33.

- [C24] **M. Janek**, V.P. Ladygin, S.M. Piyadin, *Properties of detectors used in dp breakup experiment investigated at intermediate energies*, „ELEKTRO 2020“ conference, 25–28. 5. 2020, Žilina, Slovensko, conference proceedings s. 1–4.
- [C25] **M. Janek**, . . . , **O. Mezhenska**, . . . , **G. Tarjányiová**, **J. Urban**, *Short-range correlation investigation in deuteron induced reactions*, 20. Konferencia Českých a Slovenských fyzikov, 7.–10. sept. 2020, Praha, Česko.
- [C26] V.P. Ladygin, . . . , **M. Janek**, . . . , *Angular dependencies of the deuteron analyzing powers in dp- elastic scattering at large transverse momenta*, LXX International conference „NUCLEUS – 2020. Nuclear physics and elementary particle physics. Nuclear physics technologies“, October 11–17, 2020, Saint Petersburg, Russia.
- [C27] **O. Mezhenska**, . . . , **M. Janek**, . . . , **J. Urban**, *Dp breakup reaction investigation at intermediate energies at Nuclotron*, The XXIV International Scientific Conference of Young Scientists and Specialists (AYSS-2020), November 9–13, 2020, Dubna, Russia.
- [C28] I.S. Volkov, . . . , **M. Janek**, . . . , *Analyzing power in quasi-elastic proton-proton scattering at 500 and 650 MeV/nucleon*, The XXIV International Scientific Conference of Young Scientists and Specialists (AYSS-2020), November 9–13, 2020, Dubna, Russia.
- [C29] A.V. Tishevskiy, . . . , **M. Janek**, . . . , **O. Mezhenska**, *Study of the 16-Channel Scintillation Detector Prototype with Silicon Photomultipliers Readout*, The XXIV International Scientific Conference of Young Scientists and Specialists (AYSS-2020), November 9–13, 2020, Dubna, Russia.
- [C30] A. A. Terekhin, . . . , **M. Janek**, . . . , *New proton polarimeter at the Nuclotron*, The XXIV International Scientific Conference of Young Scientists and Specialists (AYSS-2020), November 9–13, 2020, Dubna, Russia.
- [C31] **L. Hrubčín**, **B. Zařko**, Yu.B. Gurov, **P. Boháček**, S.V. Rozov, V.G. Sandukovskij, V.A. Skuratov, *SiC nuclear radiation detectors based on 4H-SiC epitaxial layer*, „The 50th NUCLEUS 2020“, October 11–17, 2020, Saint Petersburg, Russia, Book of Abstracts, p. 219. Presented by video-conference on October 15, 2020.
- [C32] **B. Zařko**, **L. Hrubčín**, A. řagátová, **P. Boháček**, O.M. Ivanov, M. Sekáčová, Yu.B. Gurov, V.A. Skuratov, *Pulse height defect in 4H-SiC Schottky barrier detectors for detection of heavy ions*, „The 11th SSSI 2020“, November 23–26, 2020, Smolenice Castle, Slovakia, Book of Abstracts, pp. 106–107.
- [C33] **B. Zařko**, A. řagátová, **L. Hrubčín**, **P. Boháček**, E. Kováčová, Y.B. Gurov, *The Schottky barrier detectors based on 4H-SiC epitaxial layer*, Eds. T. Izsák et al., ASDAM 2020, „The 13th International Conference on Advanced Semiconductor Devices And Microsystems“, IEEE 2020, ISBN 978-1-7281-9776-0, pp. 143–146.

- [C34] A.D. Avrorin, . . . , **Z. Bardačová**, **R. Dvornický**, **E. Eckerová**, **F. Šimkovic** (The Baikal-GVD Collaboration), *Optical Noise of Luminescent Water in Lake Baikal Observed with Baikal-GVD telescope*, „VIII International Pontecorvo Neutrino Physics School“ (Sinaia, Romania, September 1–10, 2019): Proceedings of the Student Poster Session, ISBN 978-5-9530-0538-8 (2020) 65.
- [C35] A.D. Avrorin, . . . , **Z. Bardačová**, **R. Dvornický**, **E. Eckerová**, **F. Šimkovic** (The Baikal-GVD Collaboration), *A Search for Cascade Events with Baikal Gigaton Volume Detector*, „VIII International Pontecorvo Neutrino Physics School“ (Sinaia, Romania, September 1–10, 2019): Proceedings of the Student Poster Session, ISBN 978-5-9530-0538-8 (2020) 141.
- [C36] A.D. Avrorin, . . . , **Z. Bardačová**, **R. Dvornický**, **E. Eckerová**, **F. Šimkovic** (The Baikal-GVD Collaboration), *Multicluster Events in the Baikal-GVD Telescope*, „VIII International Pontecorvo Neutrino Physics School“ (Sinaia, Romania, September 1–10, 2019): Proceedings of the Student Poster Session, ISBN 978-5-9530-0538-8 (2020) 148.
- [C37] **T. Kondela**, O.I. Ivankov, E.V. Ermakova, T.N. Murugova, D.R. Badreeva, E. Dushanov, K.T. Kholmurodov, A.I. Kuklin, **N. Kučerka**, *Interactions in the pre-AD mimicking model membranes*, Proceedings of The 21st Small Triangle Meeting on theoretical physics, 978-80-8143-280-4 (2020) 72–81.
- [C38] S.A. Kurakin, E. Ermakova, E. Dushanov, K. Kholmurodov, **D. Uhríková**, **N. Kučerka**, *The influence of divalent metal cations on the structural organization of model biological membranes*, XXI Winter model school of biophysics and molecular biology, NIC KI, Gatchina, February 24–29, 2020.
- [C39] **N. Kučerka**, *The Role of Hydration in Model Biological Membranes as Revealed by Neutron Diffraction*, „BioNanoSmart“, Stará Lesná, Slovakia: March 10–13, 2020 (invited lecture).
- [C40] **N. Kučerka**, *Advances in understanding the conformational diseases mimicking model membranes by neutron scattering*, „Condensed Matter Research at the IBR-2“ (CMR @ IBR-2), online: October 14, 2020 (plenary lecture).
- [C41] **P. Hrubovčák**, E. Dushanov, **T. Kondela**, O. Tomchuk, K. Kholmurodov, **N. Kučerka**, *Single lipid bilayer changes induced by cholesterol and melatonin*, „Condensed Matter Research at the IBR-2“ (CMR @ IBR-2), online: October 14, 2020 (oral talk).
- [C42] **T. Kondela**, **P. Hrubovčák**, E. Dushanov, K. Kholmurodov, O. Ivankov, T. Murugova, A. Kuklin, **N. Kučerka**, *Investigation into the Effect of Cholesterol and Melatonin on the Amyloid Embedded Model Membrane through Neutron Scattering*, „Condensed Matter Research at the IBR-2“ (CMR @ IBR-2), online: October 14, 2020 (poster).

- [C43] **L. Hubčík, N. Kanjaková, Z. Stašková, D. Uhríková**, *Vplyv lipopolysacharidu a polymyxínu B na fluiditu lipidových modelov pľúcneho surfaktantu*, „96. Fyziologické dni“, Martin, Slovensko, 4.–6. februára 2020 (poster).
- [C44] **M.L. Karpets**, T.V. Tropin, Ye.N. Kosiachkin, I.V. Gapon, Yu.E. Gorshkova, M.V. Avdeev, L.A. Bulavin, *Investigations of polystyrene-fullerene nanocomposites thin films by neutron and X-ray reflectometry*, European XFEL Users' Meeting-2020, January 29–31, Hamburg, Germany, Book of Abstracts, p. 74, poster.
- [C45] **M. Karpets, M. Rajňák, K. Paulovičová**, V. Petrenko, Ye. Kosiachkin, I. Gapon, **P. Kopčanský**, M. Timko, *Neutron reflectometry study of transformer oil-based ferrofluids*, The International Conference „Condensed Matter Research at the IBR-2“ CMR@IBR2-2020, October 12–16, 2020, Dubna, Russia (online), Book of Abstracts, p. 180, poster.
- [C46] **M. Rajňák**, V.I. Petrenko, M.V. Avdeev, A. Feoktystov, J. Kurimský, R. Cimbala, B. Dolník, **M. Karpets, K. Paulovičová, P. Kopčanský, M. Timko**, *Structure and dielectric properties of low-polarity ferrofluids under an electric field*, The International Conference „Condensed Matter Research at the IBR-2“ CMR@IBR2-2020, October 12-16, 2020, Dubna, Russia (online), Book of Abstracts, p.180, talk.
- [C47] I. Šafárik, J. Procházková, M. Schroer, V.M. Garamus, **P. Kopčanský, M. Timko, M. Molčan, M. Rajňák**, O.I. Ivankov, M.V. Avdeev, V.I. Petrenko, K. Pospíšková, *Cotton textile/iron oxide nanozyme composites with peroxidase-like activity: preparation and SANS/SAXS characterization*, The International Conference „Condensed Matter Research at the IBR-2“ CMR@IBR2-2020, October 12–16, 2020, Dubna, Russia (online), Book of Abstracts, p. 180, talk.
- [C48] **K. Šipošová, A. Musatov**, *Effect of nanomaterials on protein amyloid aggregation*, The International Conference „Condensed Matter Research at the IBR-2“ CMR@IBR2-2020, October 12–16, 2020, Dubna, Russia (online), Book of Abstracts, p. 180, talk.
- [C49] **M. Rajňák**, M.V. Avdeev, V.I. Petrenko, **P. Kopčanský, M. Timko, M.L. Karpets**, *Magnetic fluids in electric fields: from structural changes to impedance transitions*, The international conference on nanoscience and technology „BioNanoSmart 2020“, March 10–13, 2020, Stará Lesná, Slovakia, talk.
- [C50] M.V. Avdeev, **P. Kopčanský, M. Timko**, V.I. Petrenko, *Biomolecules and nanoparticles: friends or enemies?* The international conference on nanoscience and technology „BioNanoSmart 2020“, March 10–13, 2020, Stará Lesná, Slovakia, talk.
- [C51] V.I. Petrenko, **P. Kopčanský, M. Timko, M. Rajňák**, M.V. Avdeev, *Structural characterization of biocompatible magnetic nanoparticles in bulk and at*

interface by neutron scattering methods, The international conference on nanoscience and technology „BioNanoSmart 2020“, March 10–13, 2020, Stará Lesná, Slovakia, talk.

- [C52] K.N. Lyakhova, D.M. Utina, I.A. Kolesnikova, Yu.S. Severyukhin, **M. Lalkovicova**, A.G. Molokanov, *Investigation of the effect of Cerebrolysin on behavioral responses in the Open Field, and on working memory in the T-maze of rats after irradiation with protons* [in Russian], The 11th „Neuroscience for Medicine and Psychology: XVI International Interdisciplinary Congress“, June 3–13, 2020, Sudak, Russia, Proceedings of the Congress, p. 306.
- [C53] I.A. Kolesnikova, N.N. Budennaya, Yu.S. Severyukhin, K.N. Lyakhova, D.M. Utina, **M. Lalkovicova**, V.N. Gaevsky, *The influence of gamma quanta on the behavioral responses of old mice in the Open Field* [in Russian], The 11th „Neuroscience for Medicine and Psychology: XVI International Interdisciplinary Congress“, June 3–13, 2020, Sudak, Russia, Proceedings of the Congress, pp. 262–263.
- [C54] D.M. Utina, K.N. Lyakhova, I.A. Kolesnikova, Yu.S. Severyukhin, **M. Lalkovicova**, V.N. Gaevsky, *Influence of piracetam on behavioral responses of sexually mature rats and morphological changes in the brain after total fractional gamma irradiation* [in Russian], The 11th „Neuroscience for Medicine and Psychology: XVI International Interdisciplinary Congress“, June 3–13, 2020, Sudak, Russia, Proceedings of the Congress, p. 471.
- [C55] I.A. Kolesnikova, Yu.S. Severyukhin, D.M. Utina, K.N. Lyakhova, **M. Lalkovicova**, *Setting tasks for the development of an information system to analyze morphofunctional changes in the central nervous system when studying the effects of ionizing radiation and other damaging factors*, The Workshop on „Information system for the radiation biology tasks“, Dubna, Russia, June 18, 2020.
- [C56] A.V. Stadnik, P.S. Sazhin, **S. Hnatič**, *Construction of cascaded neural network classifiers and analysis of their effectiveness*, Proceedings of The 21st Small Triangle Meeting on theoretical physics, ISBN 978-80-8143-280-4 (2020) 146–149.
- [C57] EOS using docker and experience, EOS workshop, CERN, Geneva, Switzerland (<https://indico.cern.ch/event/775181/>).

D. Práce prijaté resp. zaslané do medzinárodných vedeckých a odborných časopisov a do zborníkov medzinárodných konferencií

- [D1] P.D. Bolton, F. Deppisch, L. Gráf, **F. Šimkovic**, *Two-neutrino double beta decay and sterile neutrinos*, e-Print: 2011.13387 [hep-ph], submitted to Physical Review D.

- [D2] **E. Jurčišínová, M. Jurčišín, R. Remecký**, *Anomalous scaling in the kinematic MHD turbulence under the influence of helicity*, zaslané a prijaté: C.H. Skiadas (Ed.) Proceedings of „The 13th International Conference CHAOS 2020“, June 9–12, 2020, Florence, Italy.
- [D3] **E. Martinovič**, *Subtleties of light-front quantization: zero modes, vacuum bubbles, surface terms*, zaslané do Physical Review D.
- [D4] **E. Martinovič**, *Two-dimensional massless light-front fields and conformal field theory*, zaslané do Physics Letters B.
- [D5] **J. Huran**, N.I. Balalykin, M.A. Nozdrin, A.V. Skrypnik, G.D. Shirkov, *Electron beam-plasma vacuum deposition of very thin nanostructured carbon films: Photocathode Application*, „47th IEEE International Conference of Plasma Science“, ICOPS2020 (VIRTUAL), December 6–10, 2020, Singapore, zaslané do sborníka.
- [D6] **J. Huran, P. Boháček, V. Sasinková, A. Kleinová**, M. Mikolášek, A.P. Kobzev, *Amorphous silicon carbide thin films doped with P or B for the Photoelectrochemical water splitting devices*, zaslané do časopisu Current Applied Physics.
- [D7] **A. Kravčáková, S. Vokál**, *Study of ring-like structures in nuclear interactions*, zaslané do Zborníka konferencie „20th Conference of Czech and Slovak Physicists“, Praha, 7.–10. 9. 2020.
- [D8] **J. Vrláková, S. Vokál, M. Vaľa**, *Search for pseudorapidity fluctuations in high energy nuclear collisions*, zaslané do Zborníka konferencie „20th Conference of Czech and Slovak Physicists“, Praha, 7.–10. 9. 2020.
- [D9] **M. Janek, . . . , O. Mezhenska, . . . , G. Tarjányiová, J. Urbán**, *Short-range correlation investigation in deuteron induced reactions*, zaslané do zborníka 20. Konferencie Českých a Slovenských fyzikov.
- [D10] V.P. Ladygin, . . . , **M. Janek**, . . . , *Angular dependencies of the deuteron analyzing powers in dp- elastic scattering at large transverse momenta*, zaslané do Phys. Part. Nucl.
- [D11] S.A. Kurakin, E.V. Ermakova, O.I. Ivankov, S.G. Smerdova, **N. Kučerka**, *The effect of divalent ions on the bilayer structure of dimyristoyl-phosphatidylcholine vesicles*, accepted to Journal of Surface Investigation: X-ray, Synchrotron and Neutron Techniques.
- [D12] **N. Kučerka**, E. Ermakova, E. Dushanov, K. Kholmurodov, S.A. Kurakin, **K. Želinská, D. Uhríková**, *Cation-zwitterionic lipid interactions are governed by the lateral area per lipid*, submitted to Langmuir.
- [D13] **P. Hrubovčák**, E. Dushanov, **T. Kondela**, O. Tomchuk, K. Kholmurodov, **N. Kučerka**, *Reflectometry and molecular dynamics study of the impact of cholesterol and melatonin on model lipid membranes*, submitted to European Biophysics Journal.

- [D14] **M. Klacsová**, A. Bóta, P. Westh, S.S. Funari, **D. Uhríková**, **P. Balgavý**, *Thermodynamic and structural study of DMPC – alkanol system*, Submitted to Phys. Chem. Chem. Phys.
- [D15] T.V. Tropin, **M.L. Karpets**, Ye. Kosiachkin, V.L. Aksenov, *X-ray reflectometry for comparison of structural organization of fullerenes C60/C70 in polystyrene thin films*, J. Surf. Invest. – zaslané.
- [D16] Yu.S. Severyukhin, **M. Lalkovičová**, I.A. Kolesnikova, D.M. Utina, K.N. Lyakhova, V.N. Gaevsky, *The effect of piracetam on behavioral reactions of adult rats and morphological changes in the brain after whole body fractional gamma irradiation – an exploratory study*, Accepted in Radiation and Environmental Biophysics.

E. Učebnice a monografie

- [E1] **T. Kondela**, **P. Hrubovčák**, T. Murugova, V. Skoi, A. Kuklin, O. Ivankov, **N. Kučerka**, *Chapter 12: Approaches for a closer look at problems of liquid membranes with amyloid-beta peptides*, Submitted to L. Bulavin and N. Lebovka (eds.), *Soft Matter Systems for Biomedical Applications*, Springer Proceedings in Physics.
- [E2] O. Ivankov, E. Ermakova, T. Murugova, D. Badreeva, E. Dushanov, **T. Kondela**, K. Kholmurodov, A. Kuklin, **N. Kučerka**, *Interactions in the model membranes mimicking preclinical conformational diseases*, in *Advances in Biomembranes and Lipid Self-Assembly*, edited by Ales Iglic, Ana García Sáez, Michael Rappolt, Elsevier (2020).

F. Organizácia konferencií a editovanie zborníkov

- [F1] Proceedings of Student Poster Session of the „VIII International Pontecorvo Neutrino Physics School“ (Sinaia, Romania, September 1–10, 2019), edited by **F. Šimkovic**, Dubna: JINR, 2020, ISBN 978-5-9530-0538, <http://theor.jinr.ru/~neutrino19/proceedings.html>.
- [F2] Gh. Adam, **J. Buša**, **M. Hnatič**, editori European Physical Journal Web of Conferences **226** (2020) eISSN: 2100-014X, tlačová verzia ISBN 978-2-7598-9095-8.
- [F3] **J. Buša**, **M. Hnatič**, **P. Kopčanský**, editori Proceedings of „The 21st Small Triangle Meeting on Theoretical Physics“, October 6–9, 2019, Špišské Tomášovce, Slovakia, IEP SAS Košice, 2020, ISBN 978-80-8143-280-4.
- [F4] **M. Hnatič** Editor špeciálneho vydania medzinárodného časopisu Symmetry, „Symmetry in particle physics“, MDPI, Basel, Švajčiarsko, 2020, tlačová verzia ISBN 978-3-03943-801-3.

- [F5] The international conference on nanoscience and technology „BioNanoSmart 2020“, March 10–13, 2020, Stará Lesná, Slovakia, **P. Kopčanský** – conference chairman.
- [F6] International conference „Condensed matter research at IBR-II“, October 12–16, Dubna, Russia, **P. Kopčanský** – a member of the international program committee.

G. Kvalifikačné práce obhájené slovenskými špecialistami alebo pod vedením slovenských špecialistov v rámci spolupráce s SÚJV

- [G1] **Š. Birnšteinová**, *Vplyv fluktuujúcich polí na škálovacie režimy v stochastickej a kritickej dynamike*, dizertačná práca, obhájená 29. 10. 2020 na Univerzite Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, školiteľ **M. Hnatič**.
- [G2] **M. Menkyna**, *Anomálne škálovanie prímiesových polí v turbulentných prostrediach*, dizertačná práca, obhájená 26. 8. 2020 na Univerzite Pavla Jozefa Šafárika v Košiciach, školiteľ **M. Jurčišin**.
- [G3] **J. Smieško**, *Intrinsic Charm in Proton*, dizertačná práca, obhájená 11. 2. 2020 na FMFI UK v Bratislave, školiteľ **S. Tokár**.
- [G4] **Maroš Krasňan**, *Nájdenie polohy častice v neutrónovom detektore: návrh a implementácia algoritmu*, diplomová práca, obhájená 9. 7. 2020 na Fakulte elektrotechniky a informačných technológií Žilinskej univerzity v Žiline, vedúci **M. Janek**.
- [G5] **Z. Bardačová**, *Neutrino Induced Cascade Reconstruction in the Baikal-GVD neutrino Telescope*, diplomová práca, obhájená 9. 6. 2020 na Fakulte Matematiky, Fyziky a Informatiky, Univerzity Komenského v Bratislave.
- [G6] **E. Eckerová**, *Advanced Double Pulse Detection Techniques in the Baikal-GVD Neutrino Telescope*, diplomová práca, obhájená 9. 6. 2020 na Fakulte Matematiky, Fyziky a Informatiky, Univerzity Komenského v Bratislave.
- [G7] S.A. Kurakin, *Štúdium vplyvu dvojmocných iónov kovov na štruktúru modelových lipidových membrán využitím dát rozptylu neutrónov pod malými uhlami*, Magisterská záverečná práca, obhájená 2020 na Kazaňskej federálnej univerzite, Kazaň, Rusko, vedúci **N. Kučerka**.