

Научном већу  
Института за физику  
Универзитета у Београду

Пошто смо на седници Научног већа Института за физику, Универзитета у Београду, одржаној 4. јуна 2024. године, именовани за чланове комисије за избор др Илије Иванишевића у звање научни сарадник, прегледом материјала који је достављен, као и на основу личног познавања кандидата и увида у његов рад, Научном већу Института за физику у Београду подносимо следећи

## Извештај

### 1 Биографија кандидата

Илија Иванишевић рођен је 17. јула 1991. године у Мостару, Република Босна и Херцеговина. Завршио је Математичку гимназију у Београду, 2010. године. Дипломирао је на Физичком факултету Универзитета у Београду на смеру теоријска и експериментална физика, 2014. године са просечном оценом 9.66. Наредне године на истом факултету завршио је мастер студије физике одбраном рада „Т-дуализација у закривљеном простору”.

Илија Иванишевић је докторске студије физике на Физичком факултету Универзитета у Београду уписао 2015. године. Определио се за научну област: квантна поља, честице и гравитација. Са Институту за физику, Универзитета у Београду је започео сарадњу прво израдом мастер рада, затим као стипендиста, докторанд Министарства науке а од 2018. и као истаживач у области теорије струна. Докторску дисертацију написану на енглеском језику под називом “Courant algebroids in bosonic string theory” одбранио је у септембру 2023. године. Дисертација је урађена под менторством др Љубице Давидовић, вишег научног сарадника Института за физику.

Током школовања Илија је био стипендиста града Београда (2007-2010), Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије (2010-2013, 2015-2016) и Фонда за младе таленте (2014-2015). Био је сарадник у настави Физичког факултета на предметима Основи математичке физике и Методи математичке физике. Усавршавао се у академским дебатама, јавном говорништву и страним језицима. Говори енглески, немачки и француски. Био је члан локалног организационог одбора 10. Скупа из математичке физике, одржаног у Београду 2019. године. Био је активан у оквиру пројекта Министарства просвете, науке и технолошког развоја ОН171031 „Физичке импликације модификованог простор-времена” од запошљавања до његовог окончања. Од септембра 2022. до јануара 2023. учествовао је на пројекту из програма ИДЕЈЕ „Квантна гравитација из градијентних теорија вишег реда” (“Quantum Gravity from Higher Gauge Theory”) који је финансиран од стране Фонда за науку Републике Србије.

## 2 Преглед научне активности

У докторској дисертацији колеге Иванишевића, дат је свеобухватан преглед проблема теорије струна обухваћених његовим радовима објављеним у часописима у врху листе за област физике високих енергија, као и математичких појмова и дефиниција диференцијалне геометрије. Он је у току истраживања показао самосталност у писању радова и природну приврженост темама математичке физике. У радовима се тежи усклађивању језика развијених у области физике и математике, насталих при независном решавању проблема теорије струна и сродних теорија.

Основна тема дисертације су Т-дуалност, симетрије и записи бозонске теорије струна, Поасонове алгебре уопштених конституената канонске теорије и генератора симетрија. Дисертација је донела помак у разумевању начина спаривања параметара генерализаних струја и генератора симетрија, и њихових веза помоћу Т-дуалности. Испитиване су различите репрезентације канонске теорије, независно полазна и Т-дуална теорија и обе обједињене у тзв. дуплу теорију. Нађене су везе између за физику релевантних математичких структура које се у различитим записима јављају. Основна веза која се испитује је она условљена Т-дуалношћу, укључујући и Т-дуалност реализовану унутар истог фазног простора.

Напредак истраживања Илија Иванишевић је успешно презентовао на редовним семинарима групе за гравитацију, честице и поља на Институту за физику, као и на међународним конференцијама. Један је од чланова локалног организационог одбора међународне конференције Скуп из математичке физике која ће се ове године одржати у Београду, на једној од претходних је био аутор саопштења штампаног у целини у домаћем часопису Свеске физичких наука.

Као резултат истраживања публиковани су следећи радови:

1. Ilija Ivanišević, Ljubica Davidović, Branislav Sazdović,  
*Courant bracket found out to be T-dual to Roytenberg bracket*  
Eur. Phys. J. C 80 (2020) 571, M21, IF 4.843, SNIP 1.584,
2. Ljubica Davidović, Ilija Ivanišević, Branislav Sazdović  
*Courant and Roytenberg bracket and their relation via T-duality*  
SFIN year XXXIII Series A: Conferences, No. A1 (2020) 87, M33,
3. Lj Davidović, I. Ivanišević, B. Sazdović  
*Courant bracket as T-dual invariant extension of Lie bracket*  
JHEP 03 (2021) 109, M21, IF 6.376, SNIP 1.321,
4. Lj Davidović, I. Ivanišević, B. Sazdović  
*Courant bracket twisted both by a 2-form B and by a bi-vector  $\theta$*   
Eur. Phys. J. C 81 8 (2021) 685, M21, IF 4.994, SNIP 1.513,
5. Lj Davidović, I. Ivanišević, B. Sazdović  
*Twisted C-brackets*  
Fortschritte der Physik 71 (2023) M21, IF 5.532, SNIP 1.29.

Сви радови др Илије Иванишевића су у оквиру бозонске теорије струна. Теорија је дефинисана на светској површи, објекту насталом кретањем једнодимензионе струне под утицајем



позадинских поља: поља метрике и Калб-Рамоновог поља. Бозонска теорија струна чини део шире теорије која за циљ има обједињење описа свих конституената природе и интеракција које се међу њима јављају. Показано је, да је унутар саме теорије струна обједињење вођено Т-дуалношћу, трансформацијом која је последица обмотавања струне око компактних димензија, и која је као таква нова и не јавља се у честичним теоријама. У теорији се природно јављају концепти карактеристични за све теорије на Планковим скалама: некомутативност координата која описује немогућност локализовања тачке, у теорији струна је природна последица нове геометрије, док се неасоцијативност може јавити у координатно зависним позадинским пољима.

Поставка проблема је таква да позадинска поља у којима се струна креће задовољавају једначине кретања, које проистичу из Виразоро алгебре за тензор енергије-импулса. Алгебра тих тензора се не нарушава трансформацијама сличности, па из њих следе симетрије позадинских поља. Генератори тих симетрија, као и конституенти тензора енергије-импулса и њихове алгебре су конкретан предмет спроведеног истраживања. Укратко, у радовима Илије Иванишевића се разматра уопштење струјних компонената тензора енергије-импулса [1,2], као и генератори симетрија стандардне теорије и њој Т-дуалне теорије [1,2,3,4], двоструког Т-инваријантног записа [3], дупле теорије [5] и рачунају се њихове алгебре. И у полазној и у њој Т-дуалној теорији се узима да основне канонске варијабле фазног простора задовољавају стандардну Поасонову заграду. Међутим, могуће је извршити трансформације унутар фазног простора које мењају алгебру основних варијабли. Акцент свих радова је на структури која се назива заграда, а која одражава чињеницу да се параметри генератора симетрија, генералисаних струја и генератора не повезују у алгебрама поменутих величина на исти начин у различитим случајевима. Информација о начину повезивања је садржана у заградама, дефинисаним над полазним параметрима.

Као уопштење Лијеве заграде која диктира спаривање параметара генератора помака координате, у алгебри Т-инваријантног генератора, дефинисаног у полазном фазном простору, инваријантног на Т-дуалне трансформације реализоване у истом, се јавља Курантова заграда. У присуству било Калб-Рамоновог, било поља некомутативности (Т-дуалног Калб-Рамоновог поља) исти генератор губи инваријантност а унутар алгебри се појављују  $B$  и  $\theta$  уврнута Курантова заграда. Занимљиво је да се теорије у којој постоји само метрика и оне у којој постоји и Калб-Рамоново поље могу једна из друге добити тзв.  $B$ -трансформацијом над варијаблама фазног простора и пољима двоструког записа. Исте заграде се добијају и при разматрању генералисаних струја, уопштења струја које су конституенти тензора енергије-импулса.

Аналогним поступком бирајући једновремено завртање по оба Калб-Рамонова поља, чиме се поступак компликује, појавом реда и хиперболичких функција, у алгебри генератора се појављује уопштена Курантова заграда. У дуплој теорији, дефинисаној на дуплом конфигурационом простору, која садржи поља пара Т-дуалних теорија извршени су аналогни прорачуни и добијене стандардна и уврнуте  $C$ -заграде. Добијена су Т-дуална пресликавања одговарајућих заграда.

### 3 Елементи за квалитативну оцену рада

#### 3.1 Квалитет научних резултата

##### 3.1.1 Научни ниво и значај научних резултата, утицај научних радова

У свом досадашњем научно истраживачком раду, др Илија Иванишевић је објавио је четири рада у врхунским међународним часописима категорије M21, као и један раду у домаћем часопису. Занимљиво је да су радови објављени у периоду од 2020. до 2023. а имају укупан импакт фактор 21.745.

Квалитет научних резултата се између осталог може проценити на основу квалитета научних часописа у којима су објављени. Др Илија Иванишевић је објавио два рада у часопису

#### **The European Physical Journal: Particles and Fields**

средњег импакт фактора 4.64 и по један у часописима

#### **Journal of High Energy Physics**

средњег импакт фактора 4.9 и

#### **Fortschritte der Physik - Progress of Physics**

средњег импакт фактора 4.43, са рекордних 6.099 за 2020.

Радови су из области теорије струна, теоријски, сви са три аутора, па се стога сваком од аутора признају у целости.

У радовима [1] и [4] објављеним у часопису EPJС, главна тема су различите Курантове заграде. У раду [1], из рачунате Поасонове алгебре генералисаних струја екстракована је Курантова заграда, уврнута уз помоћ 2-форме пропорционалне Калб-Рамоновом пољу. У Т-дуалној слици, екстракована је Ројтенбергова заграда, једнака Курантовој заврнутој помоћу 2-вектора пропорционалног параметру некомутативности. Показано је да су повезане правилима Т-дуалности, када су оба фактора деформације међусобно Т-дуална поља.

У раду [4] је спроведен поступак конструкције Курантове заграде при истовременом завртању помоћу 2-форме пропорционалне Калб-Рамоновом пољу и 2-вектора пропорционалног параметру некомутативности. Заграда се добија унутар Поасонове алгебре генератора симетрије у бази насталој завртањем канонске базе одговарајућом матрицом увртања. Добијена заграда је уопштење Курантове јер поред стандардних чланова садржи додатне.

Најзначајнији рад по мишљењу кандидата је [3]

Lj. Davidović, I. Ivanišević and B. Sazdović

*“Courant bracket as T-dual invariant extension of Lie bracket“*

Journal of High Energy Physics **03** (2021) 109, M21, IF 6.376, SNIP 1.321.

У њему се посматрају симетрије затворене бозонске струне. Упаривање параматара генератора помака координате у алгебри генератора је вођено Лијевом заградом. Реализацијом Т-дуалности унутар истог фазног простора, захтевом инваријантности генератора добија се уопштени генератор, чији су параметри двоструки: садрже векторску и компоненту форме. Унутар њихове алгебре као аналогон Лијеве заграде јавља се Курантова заграда, која



се интерпретира као Т-инваријантно уопштење Лијеве заграде. Присуство Калб-Рамоновог поља условљава некомутативност координата, док на заграде утиче појавом тзв. В-уврнуте Курантове заграде, или за Т-даулни генератор  $\theta$ -уврнуте Курантове заграде. Уколико се посматра генератор дефинисан преко унутрашњег производа дуплог простора, чији параметри зависе од дупле координате у алгебри се јавља С-заграда.

Рад [5] посвећен је управо тим заградама. У дуплој формулацији теорије струна, израчуната је алгебра уопштеног генератора обједињених симетрија у пољу метрике и засебно при ненултим Калб-Рамоновим односно дуалним Калб-Рамоновим пољем. Аналогно Курантовој, В-уврнутој Курантовој и  $\theta$ -уврнутој Курантовој загради добијају се С-заграда, и њене уврнуте заграде и објашњава веза са претходним, једноструко уврнутим заградама.

### 3.1.2 Позитивна цитираност научних радова кандидата

Укупни број цитата кандидата према WoS бази износи 6 ( $h=2$ ), док према Scopus бази износи 5 ( $h=1$ ). Према бази Scopus, кандидат има један цитат који није аутоцитат.

Непосредно су уочена два цитата у раду

B. Nikolić and D. Obrić ,  
„Double space  $T$  dualization and coordinate dependent  $RR$  field”  
PRD 109, 106004 (2024):

[29] Lj. Davidović, I. Ivanišević, and B. Sazdović, Twisted C-brackets, Fortschr. Phys. 71, 2200187 (2023).

[30] Lj. Davidović, I. Ivanišević, and B. Sazdović, Courant bracket as T-dual invariant extension of Lie bracket, J. High Energy Phys. 03 (2021) 109.

Према бази inspirehep.net радови Илије Иванишевића су цитирани 13 пута.

### 3.1.3 Параметри квалитета радова и часописа

Кандидат др Илија Иванишевић је објавио укупно четири рада у међународним часописима и то:

- 1 рад у врхунском међународном часопису:  
**Fortschritte der Physik** (IF = 5.532, SNIP= 1.29)
- 2 рада у врхунском међународном часопису:  
**European Physical Journal C** ({IF = 4.843, SNIP = 1.584}; {IF = 4.994, SNIP = 1.513})
- 1 рад у врхунском међународном часопису:  
**Journal of High Energy Physics** (IF = 6.376, SNIP = 1.321)

Укупан импакт фактор објављених радова износи 21.745

Библиометарски показатељи су сумирани у наредној табели:

Табела 1: додатни биометријски показатељи током каријере

	IF	M	SNIP
Укупно	21.745	32	5.708
Усредњено по чланку	5.43625	8	1.427
Усредњено по аутору	7.2483	10.67	1.903

### 3.1.4 Степен самосталности и степен учешћа у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству

Кандидат је у области теорије струна урадио мастер рад, а истраживање на Институту за физику је започео уписом на докторске студије. Може се рећи да је био члан подгрупе, унутар групе за теорију струна којом је руководио проф. др Бранислав Саздовић, која се бавила изучавањем искључиво бозонске теорије струна. Унутар те подгрупе је био задужен за координацију ефективних писања публикација, одржавања кореспонденције с едиторима и рецензентима, вршење корекција, чиме је стекао самосталност у процесу публикација научних радова. У самом истраживању кандидат је учествовао у одабиру и формулисању проблема и реализацији прорачуна.

### 3.1.5 Елементи применљивости научних резултата

Како је теорија струна теоријска наука која би требало да да одговор на питање зашто је природа таква каква је и да реконструише теорије познатих елементарних интеракција и честица, док је дефинисана на скалама које нису мерљиве, она може дати идеје теоријској математици о томе какве нове математичке структуре, и нове особине су потребне за опис природе.

### 3.2 Ангажованост у формирању научних кадрова

Илија Иванишевић је био сарадник у настави на предметима Основи математичке физике и Методи математичке физике, основних студија Физичког факултета.

### 3.3 Нормирање броја коауторских радова, патената и техничких решења

Сви радови кандидата др Илије Иванишевића урађени су на Институту за физику, његови коаутори су ментор др Љубица Давидовић и оснивач правца истраживања на институту проф. др Бранислав Саздовић истраживач емеритус у пензији. Радови су у оквиру бозонске теорије струна, припадају класи теоријских радова, природним наукама. Радови имају три аутора па се сваком аутору признају у целости.

### 3.4 Руковођење пројектима, потпројектима и пројектним задацима

Кандидат др Илија Иванишевић учествовао је на следећим пројектима:

- пројекту Министарства просвете, науке и технолошког развоја Републике Србије ОН171031 „Физичке импликације модификованог простор-времена”,

- пројекту „Quantum Gravity from Higher Gauge Theory 2021“ (7745968), програма „Идеје“ Фонда за науку Републике Србије од септембра 2022. године до јануара 2023. године.

### 3.5 Активност у научним и научно-стручним друштвима

Био је члан локалног организационог одбора 10. Скупа из математичке физике, одржаног у Београду септембра 2019., док је тренутно члан истог одбора за 11. Скуп из математичке физике (11th Mathematical Physics Meeting, [www.mphys11.ipb.ac.rs](http://www.mphys11.ipb.ac.rs)) који ће се одржати у септембру ове године.

### 3.6 Утицај научних резултата

Утицај научних резултата кандидата се огледа у броју цитата коју су наведени у тачки 3.1.2. Значај резултата је такође описан у тачки 3.1.1.

### 3.7 Конкретан допринос кандидата у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству

Кандидат др Илија Иванишевић све своје истраживачке активности реализовао је у Институту за физику у Београду. Свој допринос током истраживања дао је у рачунању, интерпретацији и презентовању резултата, писању радова и комуникацији са рецензентима.

### 3.8 Уводна предавања на конференцијама, друга предавања и активности

Током докторских студија кандидат др Илија Иванишевић је одржао предавања на међународним конференцијама и скуповима у земљи и иностранству:

- на конференцији  
Workshop on Gravity and String Theory: "New ideas for unsolved problems III"  
на Златибору 2018. године, предавање  
*"Courant and Roytenberg bracket and their relations to the current algebra in bosonic string theory"*;
- на конференцији  
"10th MATHEMATICAL PHYSICS MEETING:  
School and Conference on Modern Mathematical Physics"  
у Београду 2019. године предавање:  
*"Courant and Roytenberg bracket and their relation via T-duality"*;
- на школи  
XVII DIAS-TH Winter School "Supersymmetry and Integrability"  
одржаној 2022. године у Дубни (Русија) предавање  
*"Courant algebroids in bosonic string theory"*.

Учествовао је на Радионици из теорије струна, холографије и црних рупа Интернационалног центра за теоријску физику „Абдус Салам“ у Трсту (ICTP Workshop on String Theory, Holography, and Black Holes) 2023. године.



#### 4 Елементи за квантитативну оцену научног доприноса кандидата

Др Илија Иванишевић је у досадашњој научној каријери објавио пет радова, од тога четири у врхунским међународним часописима и један у домаћем часопису: саопштење са међународне конференције штампано у целини.

Радови су цитирани укупно 13 пута.

Укупан импакт фактор радова је **21.745**.

Објављени су у периоду **2020-2023**.

Радови [3] и [5] имају по један хетероцитат.

Остварени резултати у досадашњој каријери сумирани су у табели 2.

Табела 2: остварени резултати током каријере

Категорија	М бодова по раду	Број радова	Укупно М бодова	Нормираних М бодова
М21	8	4	32	32
М33	1	1	1	1
М70	6	1	6	6

Поређење са минималним квантитативним условом потребним за избор у звање научног сарадника дато је у у табели 3.

Табела 3: поређење с минималним квантитативним условом

Минималан број М бодова	Остварени резултати	Нормирани резултати
Укупно	16	39
М10+М20+М31+М32+М33+М41+М42	10	33
М11+М12+М21+М22+М23	6	32




## 5 Закључак


На основу Правилника о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научно-истраживачких резултата Министарства науке, технолошког развоја и иновација закључујемо да *др Илија Иванчишевић* испуњава све услове за избор у звање *научни сарадник*. Кандидат је радом на докторској дисертацији, под називом „*Курантови алгеброиди у бозонској теорији струна*“ (у оригиналу „*Courant algebroids in bosonic string theory*“) одбрањеној 15. септембра 2023. стекао самосталност у писању научних радова, уобличавању добијених резултата, показао склоност ка мултидисциплинарности, и успешност у решавању конкретних истраживачких проблема. Тема истраживања је актуелна а досадашњи резултати објављени у оквиру четири рада М21 категорије, и једног М33.


Имајући у виду све наведено, задовољство нам је да предложимо Научном већу Института за физику да донесе одлуку о прихватању предлога да се *др Илија Иванчишевић* изабере у звање *научни сарадник*.

У Београду,  
12. јуна 2024.

Чланови комисије:

  
др Љубица Давидовић  
виши научни сарадник  
Института за физику

  
др Бојан Николић  
виши научни сарадник  
Института за физику

  
проф. др Воја Радовановић  
редовни професор  
Физичког факултета