

Назив НИО који подноси захтев: **Институт за физику у Београду**

**РЕЗИМЕ ИЗВЕШТАЈА О КАНДИДАТУ ЗА СТИЦАЊЕ НАУЧНОГ ЗВАЊА**

**I Општи подаци о кандидату**

Име и презиме: Михаило Савић  
 Година рођења: 1975  
 ЈМБГ: 3112975710452  
 Назив институције у којој је кандидат стално запослен:  
 Институт за физику Београд

Дипломирао: 2009, Физички факултет, Универзитет у Београду  
 Мастер: 2011, Физички факултет, Универзитет у Београду  
 Докторска дисертација: 2019, Физички факултет, Универзитет у Београду

Постојеће научно звање: научни сарадник  
 Научно звање које се тражи: виши научни сарадник  
 Област науке у којој се тражи звање: природно-математичке науке  
 Грана науке у којој се тражи звање: физика  
 Научна дисциплина у којој се тражи звање: физика високих енергија  
 Назив матичног одбора којем се захтев упућује: Матични одбор за физику

**II Датум избора у научно звање:**

Научни сарадник: 10.06.2020.  
 Виши научни сарадник: /

**III Научно-истраживачки резултати (Прилог 1 и 2 Правилника):**

2. Радови објављени у научним часописима међународног значаја; научна критика; уређивање часописа (M20):

	број	вредност	укупно (нормирано)
M21a =	2	10	20 (0,74)
M21 =	4	8	32 (21,63)
M22 =	3	5	15 (10,64)
M23 =	6	3	18 (10,91)

3. Зборници са међународних научних скупова (M30):

	број	вредност	укупно (нормирано)
M32 =	2	1,5	3 (2,32)
M33 =	1	1	1 (0,83)
M34 =	12	0,5	6 (4,93)

6. Предавања по позиву на скуповима националног значаја (M60):

	број	вредност	укупно (нормирано)
M63 =	3	1	3 (2,38)

#### IV Квалитативна оцена научног доприноса (Прилог 1 Правилника):

##### 4.1. Квалитет научних резултата

###### 4.1.1. Научни ниво и значај резултата

Кандидат др Михаило Савић до сада је објавио укупно 30 радова у међународним часописима са ISI листе (категорије M20). Од тога 4 рада спадају у категорију M21a, 10 радова су категорије M21, 7 категорије M22 и 9 категорије M23. Након избора у претходно звање објавио је 30 радова у међународним часописима са ISI листе и саопштења на међународним конференцијама, од којих 2 рада категорије M21a, 4 рада категорије M21, 3 рада категорије M22, 6 радова категорије M23, 2 категорије M32, 1 категорије M33 и 12 категорије M34, као и 3 саопштења са скупа националног значаја штампаних у изводу категорије M63.

Пет радова у којима је кандидат дао значајан допринос и који дају пресек његовог рада од последњег избора у звање су:

1. **Savić, M.**, Maletić, D., Dragić, A., Veselinović, N., Joković, D., Banjanac, R., Udovičić, V., & Knežević, D. (2021). Modeling Meteorological Effects on Cosmic Ray Muons Utilizing Multivariate Analysis. *Space Weather*, 19(8). <https://doi.org/10.1029/2020SW002712> (M21)
2. Bogomilov M, ..., Jokovic Dejan R, Maletic Dimitrije M, **Savic Mihailo R**, Jovancevic Nikola, Nikolov Jovana B,... (2022). Multiple Coulomb scattering of muons in lithium hydride. *Physical Review D*. <https://doi.org/10.1103/PhysRevD.106.092003> (M21)
3. Krmar M., Jovancevic N., Maletic D., Medic Z., Knezevic D., **Savic M.**, Teterov Y., ..., Petrosyan A. (2023). Search for the evidence of  $^{209}\text{Bi}(\gamma, p5n)^{203}\text{Pb}$  reaction in 60 MeV bremsstrahlung beams. *European Physical Journal A*, 59 (7). <https://doi.org/10.1140/epja/s10050-023-01088-3> (M22)
4. **Savić, M.**, Veselinović, N., Dragić, A., Maletić, D., Banjanac, R., Joković, D., Knežević, D., Travar, M., & Udovičić, V. (2023). Forbush decrease events associated with coronal mass ejections: Classification using machine learning. *Contributions of the Astronomical Observatory Skalnaté Pleso*, 53(3). <https://doi.org/10.31577/caosp.2023.53.3.156> (M23)
5. **Savić, M.**, Veselinović, N., Maričić, D., Šterc, F., Banjanac, R., Travar, M., Dragić, A. (2024). Further Study of the Relationship between Transient Effects in Energetic Proton and Cosmic Ray Fluxes Induced by Coronal Mass Ejections. *Universe*, 10, 283. <https://doi.org/10.3390/universe10070283> (M22)

Први рад се бави проблематиком атмосферских ефеката на мионску компоненту секундарног космичког зрачења. На варијацију детектованог флукса миона посебно утичу варијације атмосферског притиска и атмосферске температуре. У овом раду је предложена нова метода за корекцију атмосферских ефеката која се базира на

машинском учењу. Флукс миона на површини Земље је моделован претпостављајући да сва варијација потиче од варијације атмосферских параметара, да би затим на основу моделованог био коригован мерени одброј. Предности нове методе у односу на неке од широко коришћених постојећих састоје се у релативној једноставности примене, чињеници да се не претпоставља независност атмосферског притиска и атмосферске температуре, да се у обзир узима целокупни температурски профил, као и могућност једноставне екстензије на шири скуп атмосферских варијабли. У оквиру овог рада кандидат је радио на предлогу и развоју методологије, имплементацији кода, оптимизацији параметара, тестирању и селекцији најефикаснијих алгоритама машинског учења и интерпретацији резултата.

Други рад је производ ангажованости кандидата у оквиру MICE (Muon Ionization Cooling Experiment) колаборације. Циљ експеримента је био да се успешно демонстрира хлађење мионског снопа путем јонизације за будућу примену те технике у развоју мионских акцелератора и неутринских извора. Неопходан корак за предвиђање ефикасности будућих инсталација овог типа је представљало испитивање компетиције механизма губитка енергије и вишеструког Кулоновог расејања миона у мети. У раду су представљени резултати мерења вишеструког Кулоновог расејања снопова миона са импулсима у интервалу од 160 MeV/c до 245 MeV/c на литијум-хидрид (LiH) мети. Резултати су показали разумно добро слагање са теоријским моделом и врло добро слагање са резултатима пакета за симулацију (*geant4*). У оквиру овог рада кандидат је допринео развојем апликације за визуелизацију догађаја снимљених MICE детектором која се непосредно користила у анализи података.

Трећи рад је из области фотонуклеарних реакција. У раду се испитује допринос реакције ( $\gamma$ , p5n) у продукцији изотопа олова  $^{203}\text{Pb}$ . У ту сврху мета од природног бизмута је озрачивана снопом фотона из заочног зрачења максималне енергије 60 MeV. Претпоставка је да се изотоп  $^{203}\text{Bi}$  продукује путем два процеса - ( $\gamma$ , 6n) и ( $\gamma$ , p 5n), а затим распада у  $^{203}\text{Pb}$ . Мерећи однос активности  $^{203}\text{Pb}/^{203}\text{Bi}$  у принципу је могуће одредити део  $^{203}\text{Pb}$  који потиче из ( $\gamma$ , p 5n) реакције. Резултати су указали да је овај допринос врло вероватно мањи него што је презентовано у неким ранијим публикацијама. Поређење са пакетима за симулацију пресека за нуклеарне реакције нису били конзистентни услед великих варијација у добијеним вредностима у зависности од конкретних параметара коришћених у симулацији. Предложени будући експеримент са већом енергијом снопа би требало да разреши већину постојећих недоумица. У овом раду кандидат је између осталог радио на припреми, обради и анализи мерених, као и на продукцији симулираних података.

Четврти рад се бави везом космичког времена и космичког зрачења. Коронални избачаји масе са Сунца представљају главни узрок апериодичних смањења флукса космичког зрачења, познатих као Форбушова смањења. Претходна анализа везе магнитуде Форбушевих смањења и облика спектра флуенса енергетичних соларних честица указала је на могућност постојања две класе догађаја, где мање интензивни догађаји имају другачију зависност од интензивнијих догађаја. У овом раду је ова претпоставка даље анализирана испитивањем могућности класификације Форбушевих

смањења на основу различитих параметара космичког времена повезаним са короналним избачајима масе. У поређењу различитих метода машинског учења, SVM (Support Vector Machine) алгоритам се показао као најефикаснији класификатор. Резултати класификације су у сагласности са претпоставком о постојању две класе и на основу њих је издвојен подскуп варијабли космичког времена које представљају добре дискриминативне карактеристике. Кандидат је радио на развоју идеје и методологије, припреми и обради података, имплементацији алгоритама и анализи резултата.

Пети рад се тиче проблематике космичког времена и истражује статистичку везу два феномена индукована проласком интерпланетарних короналних избачаја масе. Са једне стране у шоковима асоцираним са короналним избачајима масе долази до убрзања честица (углавном протона пореклом са Сунца), док са друге стране исти феномен доводи до смањења детектованог флукса космичког зрачења. Спектар диференцијалног флуенса енергетичних соларних честица, добијен интеграцијом флукса протона директно мереног у првој Лагранжевој тачки током трајања догађаја, моделован је помоћу три различите функције. Корелације спектралних индекса и магнитуде Форбушових смањења се показала као врло значајна и штавише индиковала да, успркос различитим механизмима којима су ови феномени индуковани, спектрални индекси потенцијално представљају једнако поуздан предиктор магнитуда Форбушевих смањења као било који друга варијабла космичког времена. Кандидат је у оквиру овог рада радио на развоју методологије, припреми и обради података, анализи и интерпретацији резултата.

#### *4.1.2. Позитивна цитираност научних радова кандидата*

Према ISI SCOPUS бази укупан број цитата радова кандидата на дан 29.11.2024. је 617 (Хиршов индекс: 9), број цитата без аутоцитата 563 (Хиршов индекс: 7), док је број цитата без аутоцитата свих аутора 289 (Хиршов индекс: 6).

#### *4.1.3. Параметри квалитета радова и часописа*

Након претходног избора у научно звање кандидат Михаило Савић је објавио укупно 15 радова у међународним часописима M20 категорије, од чега 2 рада M21a категорије, 4 рада M21 категорије, 3 рада M22 и 6 радова M23 категорије:

M21a - 1 рад у Nature (ИФ=49,96; СНИП=9,25)

1 рад у Nature Physics (ИФ=17,6; СНИП=4,42)

M21 - 1 рад у Space Weather (ИФ 4,46; СНИП 1,85 )

1 рад у Advances in Space Research (ИФ 2,18; СНИП 1,34)

1 рад у Remote Sensing (ИФ 5,35; СНИП 1,53)

1 рад у Physical Review D (ИФ 5,00; СНИП 1,19)

M22 - 1 рад у The European Physical Journal Plus ( ИФ 3,76; СНИП 0,98 )

1 рад у European Physical Journal A (ИФ 2,6; СНИП 1,19)

1 рад у Universe (ИФ 2,9; СНИП 0,80)

M23 - 1 рад у Nukleonika (ИФ 0,94; СНИП 0,71)

- 1 рад у Journal of Instrumentation (ИФ 1,12; СНИП 0,79)  
 1 рад у European Physical Journal D (ИФ 1,61; СНИП 0,73)  
 1 рад у Nuclear Technology and Radiation Protection (ИФ 0,9; СНИП 0,70)  
 2 рада у Contribution of the Astro. Observatory Skalnaté Pleso (ИФ 0.50; СНИП 0.23)

Укупан импакт фактор ових радова је 99,38. У следећој табели дате су укупне вредности импакт фактора (ИФ) и импакт фактора нормализованих по импакту цитирајућег чланка (СНИП), као и вредности свих фактора усредњених по броју чланака и по броју аутора по чланку, за радове објављене у М20 категоријама.

	ИФ	М	СНИП
Укупно	99,38	85	25,94
Усредњено по чланку	6,63	5,67	1,73
Усредњено по аутору	3,66	6,65	1,32

#### 4.1.4. Сцхейен самостјалностји и сцхейен учешћа у реализацији радова у научним ценцјрима у земљи и иностјрансцјву

Михаило Савић је као члан NA61/SHINE колаборације у CERN-у радио на анализи барионских резонанци, продукцији података и одржавању и развоју TOF (Time-Of-Flight) детектора. У оквиру ових активности произвео је прелиминарне резултате за процену продукције  $\Delta^{++}$  резонанце у протон-протон сударима на 158 GeV/c на NA61/SHINE експерименту. Аутоматизовао је процес за продукцију NA61/SHINE података и имплементирао систем за контролу квалитета продукције. Одржавао је и унапредио постојећи (*legacy*) софвер за калибрацију, продукцију и контролу квалитета TOF података, као и визуелизацију квалитета рада истог детектора. У оквиру развоја новог софтвера (*SHINE framework*) имплементирао је нове рутине за процесирање сирових података, као и нови софтверски менаџер за геометрију TOF детектора.

Као члан MICE колаборације био је задужен за развој апликације за визуелизацију догађаја снимљених на MICE експерименту. *Command-line* верзија кода је коришћена за контролу квалитета током аквизиције, док је апликација *EventViewer* пружала могућност детаљног приказа сирових података и реконструисаних трагова честица, као и могућност извоза догађаја у екстерну апликацију (*HepRApp*) која подржава и визуелни приказ детектора.

У оквиру Нискофонске лабораторије за нуклеарну физику непосредно је радио на оптимизацији параметара алгоритама за обраду сигнала FADC дигитајзера који се користе за аквизицију у више експерименталних поставки у лабораторији. Био је задужен за имплементацију постојећих алгоритама за корекцију атмосферских ефеката на космичке мионе. У наставку ове делатности је у сарадњи са колегама из лабораторије развио два потпуно нова модела за описивање и корекцију поменутих ефеката: први метод базиран на основу декомпозиције на основне компоненте, и други базиран на техникама машинског учења. У сарадњи са колегама ради на проблематици која се тиче проучавања везе космичког времена и космичког зрачења.

У оквиру ове делатности ради на организацији, процесирању и анализи података, имплементацији нумеричких алгоритама, примени техника класификације и регресије базиране на техникама машинског учења, примени пакета за симулацију и сл. Такође, у оквиру делатности везаних за нуклеарну физику и проблематику радона учествује у мерењу, обради и анализи података у различитим активностима у оквиру лабораторије.

#### **4.2. Ангажованост у формирању научних кадрова**

Кандидат је у периоду од 2009. до 2011. године био запослен као сарадник у настави на Физичком факултету у Београду. Од 2011. бива запослен на Институт за физику али и у току следеће године наставља да врши дужност сарадника у настави на Физичком факултету. У том периоду у оквиру Катедре за физику језгра и честица држао је рачунске и експерименталне вежбе из предмета Нуклеарна физика, Физика језгра и честица, Нумерички методи у физици и др. У истом периоду учествовао је у припреми пријемних задатака за упис на Физички факултет и учествовао у организацији две радионице *Masterclass* под покровитељством CERN-а. Био је ментор два рада ученика основних школа (2015. и 2016. године) у оквиру иницијативе регионалног центра за таленте Земун (у прилогу). У припреми је је практикум за експерименталне вежбе из предмета Нуклеарна физика на Физичком факултету у Београду чији је кандидат коаутор.

#### **4.3. Нормирање броја коауторских радова**

Сви радови кандидата објављених након претходног избора у звање припадају категорији експерименталних радова у природно математичким наукама, који често садрже већи број експерименталних техника и коаутора. Радови који имају више од 7 аутора су нормирани у складу са правилником о нормирању броја коауторских радова. Детаљи нормирања броја коауторских радова представљени су у табелама у одељцима Параметри квалитета радова и часописа и Елементи за квантитативну анализу рада кандидата. Укупан број бодова др Савића у изборном периоду пре нормирања износи 98, а након нормирања 54,38, што је изнад захтеваног броја бодова за избор у звање виши научни сарадник.

#### **4.4. Руковођење пројектима, потпројектима и пројектним задацима**

У оквиру пројекта ОИ171002 Министарства за просвету, науку и технолошки развој, кандидат је руководио пројектним задатком: Развој нових метода за моделирање и корекцију атмосферских ефеката на мионску компоненту космичког зрачења.

#### **4.5. Активност у научним и научно-стручним друштвима**

Кандидат је био члан локалног организационог одбора међународних конференција „Building bridges between climate science and society through a transdisciplinary network“ (Корпаоник Мт., 10 - 14 September 2024), и „International Meeting on Data for Atomic and Molecular Processes in Plasmas: Advances in Standards and Modelling“

(November 12 to 15, 2024 at Palić, Serbia). Такође, био је члан локалног организационог одбора за састанак колаборације NA61/SHINE одржан на Физичком факултету у Београду и састанак колаборације MICE одржан на Институту за физику у Београду. Кандидат је рецензирао радове у следећим међународним часописима: Applied Sciences, Journal of Space Weather and Space Climate, International Journal of Modern Physics A и Remote Sensing.

#### **4.6. Утицај научних резултата**

Утицај научних резултата кандидата је наведен у одељку 1.1 овог документа. Пун списак радова је дат у одељку ЕЛЕМЕНТИ ЗА КВАНТИТАТИВНУ АНАЛИЗУ РАДА КАНДИДАТА као и подаци о цитираности са странице *Scopus* базе.

#### **4.7. Конкретан допринос кандидата у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству**

Више детаља о доприносу кандидата у реализацији радова у научним центрима у земљи и иностранству се налазе у одељцима 4.1. и 4.4. овог материјала.

#### **4.8. Уводна предавања на конференцијама, друга предавања и активности**

Михаило Савић је одржао предавања по позиву:

*“The study of atmospheric effects on cosmic ray muons in the Low Background Laboratory for Nuclear Physics at the Institute of Physics Belgrade”* на 4. Скупу о спектроскопији у астрофизици (*IV Meeting on Astrophysical Spectroscopy: A&M DATA - Atmosphere*)

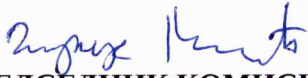
*“Cosmic Rays and Their Connection to Space Weather and Earth’s Climate4”* на конференцији *Building bridges between climate science and society through a transdisciplinary network*

Такође, одржао је предавање у Астрономском друштву Нови Сад (АДНОС) *“Космичко зрачење - од космоса до Србије”* (Новосадски планетаријум 03.10.2019)

## V Оцена комисије о научном доприносу кандидата, са образложењем:

Имајући у виду квалитет научноистраживачког рада кандидата представљеног у овом извештају, сматрамо да кандидат др Михаило Савић испуњава све квалитативне и квантитативне критеријуме за избор у научно звање виши научни сарадник предвиђене Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача Министарства науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије. На основу свега наведеног, задовољство нам је да предложимо Научном већу Института за физику да усвоји овај извештај и подржи избор др. Михаила Савића у звање виши научни сарадник.

У Београду, Јануар 2025.

  
**ПРЕДСЕДНИК КОМИСИЈЕ**  
**др Димитрије Малетић**  
**виши научни сарадник**  
**Институт за физику у Београду**

### МИНИМАЛНИ КВАНТИТАТИВНИ ЗАХТЕВИ ЗА СТИЦАЊЕ ПОЈЕДИНАЧНИХ НАУЧНИХ ЗВАЊА

За природно-математичке и медицинске струке (попунити одговарајући део)

Диференцијални услов - од првог избора у претходно звање до избора у звање:	Потребно је да кандидат има најмање $N$ поена, који треба да припадају следећим категоријама:		
		Неопходно $N$	Остварено (нормирано*)
<b>Научни сарадник</b>	Укупно	16	
	$M_{10}+M_{20}+M_{31}+M_{32}+M_{33}+M_{41}+M_{42} \geq$	10	
	$M_{11}+M_{12}+M_{21}+M_{22}+M_{23} \geq$	6	
<b>Виши научни сарадник</b>	Укупно	50	<b>98 (54,38)</b>
	$M_{10}+M_{20}+M_{31}+M_{32}+M_{33}+M_{41}+M_{42}+M_{90} \geq$	40	<b>89 (47,07)</b>
	$M_{11}+M_{12}+M_{21}+M_{22}+M_{23} \geq$	30	<b>83 (43,92)</b>
<b>Научни саветник</b>	Укупно	70	
	$M_{10}+M_{20}+M_{31}+M_{32}+M_{33}+M_{41}+M_{42}+M_{90} \geq$	50	
	$M_{11}+M_{12}+M_{21}+M_{22}+M_{23} \geq$	35	

\*Нормирање је извршено у складу са Правилником о поступку, начину вредновања и квантитативном исказивању научноистраживачких резултата истраживача.