

**Кратка справка за научните постижения
на
чл.-кор. Стойчо Стоянов Язджиев**

Научна дейност

1. Обща характеристика

Научната дейност на чл.-кор. Стойчо Язджиев е в областта на теоретичната и математическата физика. По-специално, тя е свързана с изследване на уравненията на Айнщайн (и техните обобщения), описващи структурата на пространство-времето и тяхното приложение в релативистката астрофизика и космология. По тези тематики той има повече от 200 публикации, като 170 от тях са в реномирани рецензируеми международни списания с висок импакт. Забелязаните независими цитирания на избраните за конкурса публикации на проф. Язджиев са над 5 800, а независимият h-индекс е 41 според INSPIRE HEP, NASA ADS, Web of science и Scopus.

Според класация на университета в Станфорд чл.-кор. Стойчо Язджиев е **сред първите 2% на най-добрите учени в света в своята област**, като трябва да се вземе предвид, че конкуренцията включва най-големите научни колаборации в света като CERN, DESI, LIGO, VIGRO, KAGRA, EHT, VLT – всяка една с хиляди учени.

Чл.-кор. С. Язджиев е сред първите в общата класация на български учени, като е един от най-младите.

<https://www.mon.bg/news/17-balgari-sa-v-top-1-na-uchenite-v-sveta-za-tsyalosten-prinos-2/>
https://bgchaos.com/off/2023/2023-Top2_BAS-3.pdf

Наред с формалните критерии като брой статии, брой цитати и h-индекс, има неформални критерии по същество, които показват, че проф. Язджиев е водещ български физик-теоретик и математически физик. В научната литература голяма част от водещите резултати на проф. Язджиев се цитират поименно: **теорема на Холандс-Язджиев, теорема на Седербаум-Язджиев-Лазов, техники и методи на Язджиев, решения на Язджиев, неравенства на Язджиев, модел на Донева-Язджиев и други.**

За своите научни постижения чл.-кор. Стойчо Язджиев е **получил 3 награди „Питагор“ (2005, 2015, 2023), наградата за млад учен (2000) и голямата награда за наука на Софийския университет (2016).** През 2024г. чл.-кор. Язджиев е избран също за „outstanding referee“ от Американското физическо дружество за своята дейност като рецензент за Physical Review Letters и Physical Review D.

Чл.-кор. Язджиев е член на научния борд на гравитационно-вълновия детектор Einstein Telescope (ET), а така също ръководи Research Unit към ET. Той е също и

пълноправен член на колаборацията на космическия гравитационно-вълнов детектор LISA .

Проф. Язаджиев е в основната група автори на програмната статия на колаборацията LISA за изследванията по фундаментална физика с космическия гравитационно-вълнов детектор. Също е избран и натоварен от колаборацията ET да координира (section leader) написването на глави по фундаментална физика за „Einstein Telescope Blue Book“.

Чл.-кор. С. Язаджиев има **30 покани доклада** на различни международни конференции и над 50 доклада като цяло на международни форуми.

Автор е на **4 монографии и един учебник**. Две от монографиите са на английски език в издателството Springer, като едната е поканена монография.

Чл.-кор. Язаджиев е създател на международно известна научна школа по гравитация и релативистка астрофизика. Ръководител е над 50 дипломанти и 10 успешно защитили докторанти. **Негови ученици са носители на наградата „Питагор“ за млад учен (Д. Донева (2018) и К. Стайков (2022)). Неговата възпитаничка д-р Д. Донева беше удостоена с най-престижната награда за млад учен на Немското физическо дружество, а именно Gustav-Hertz-Preis за 2024. Тя е и сред първите 2% на най-добрите млади учени в света в своята област. Д-р Донева също е и член на управителния съвет на Европейското физическо дружество.**

2. Избрани публикации за конкурса

В конкурса за академик на БАН чл.-кор. С. Язаджиев участва с 148 научни статии в реномирани международни списания с импакт фактор, от които 45 през последните 5 години. Сред тези публикации има 1 (поканена) статия в *Reviews of Modern Physics* (IF=50), 1 статия в *Living Reviews in Relativity* (IF=40), 4 статии във *Physical Review Letters* (IF=9) и 84 статии във *Physical Review D* (IF=5). Общият импакт фактор на статиите, представени за конкурса, е около 700.

Избраните 148 статии, с които чл.-кор. Стойчо Язаджиев участва в конкурса, са получили над **5 800 независими цитирания (като над 2 700 са независимите цитирания за последните 5 години)**. 11 от статиите са със 100 или над 100 независими цитата. **Независимият H-индекс на избраните за конкурса статии е H=41.**

Статията му **A.117** *Class. Quant. Grav.* 25 095010 (2008), където е формулирана и доказана фундаментална теорема за единственост на регулярните решения на уравненията на Айнщайн-Максуел във високи измерения е обявена от най-елитното специализирано списание по гравитационна физика *Classical and Quantum Gravity* за „**Research Highlight**“ за 2008 г.

Статията на чл.-кор. Язаджиев, **A.61** *Phys. Rev. Lett.* 120 (2018) no.13, 131103 от 2018, е първата статия полагаща основата на новото направление в теорията на черните

дупки. След тази статия се появиха стотици други статии посветени на изследвания в новото направление. Статията е цитирана до момента над 450 пъти. Създаването на ново направление в теорията на черните дупки беше разпознато и от едно от най-авторитетните списания по физика *Reviews of Modern Physics*, с импакт фактор 50, което покани проф. Язаджиев заедно с колеги да напишат обзорна статия по новото направление. **Статията също участва и в актуалния H-индекс на БАН.**

Статията **A.1** ArXiv: 2403.16192 [gr-qc] (приета за публикуване в JCAP) беше поканена да бъде представена пред една от срещите на консорциума LISA (20.05.2024). Консорциумът LISA организира и „Press-release“ на статията, който ще бъде разпространен в *LISA Consortium social media channels*.

Статията **A.9** *Phys. Rev.D 106 (2022) 10, 104024* беше избрана за „**Featured in Physics**“ от *Physics Magazine* - онлайн списание на Американското физическо дружество, което докладва статии от *Physical Review journals* и се фокусира върху „results that will change the course of research, inspire a new way of thinking, or spark curiosity.“

Основните научни достижения на проф. Язаджиев формулирани накратко са както следва:

- 1) Теорема за структурата на фактор-пространството на пространствено-времени многообразия с четири и повече измерения притежаващи стационарно-аксиални изометрии. Този фундаментален резултат разкрива структурата на фактор-пространството за стационарните и аксиално-симетрични модели на пространство-времето в различни измерения, които играят централна роля в съвременната гравитационна физика и в релятивистката астрофизика. На него се базират топологичните и класификационните теореми за регулярните решения на обобщените уравнения на Айнщайн в различни размерности. Теоремата е известна като **теорема на Холандс-Язаджиев за фактор-пространството**.
- 2) Класификация на топологията на хоризонтите на черни дупки, които са решенията на обобщените уравнения на Айнщайн в пространствено-времени многообразия с високи измерения, включващи като частен случай и 4-мерното пространство-време. Тези резултати са формулирани и доказани в серия теореми и обобщават известната теорема на Хокинг за топологията на хоризонта в 4 измерения. Известни са като **теореми на Холандс-Язаджиев за топологията на хоризонта** във високи измерения. Тези теореми за първи път предсказаха съществуването на нов тип черни дупки с топология на „lens space“ (т.н. black lenses), които по-късно наистина бяха конструирани експлицитно.
- 3) Класификация на стационарните регулярни решения на обобщените уравнения на Айнщайн (и Айнщайн-Максуел) във високи измерения, включващи като частен случай и 4-мерно пространство-време. Тези резултати са формулирани и доказани в серия теореми и играят централна роля във високоразмерната гравитация. Като директно следствие от тези теореми се

решава важна задача на математическата физика останала нерешена повече от 30 години, а именно класификацията на 4-мерните аксиално симетрични гравитационни инстантони, които играят много важна роля в квантовата гравитация. Теоремите са известни в литературата като **класификационни теореми (или теореми за единственост) на Холандс-Язджиев**.

- 4) Извеждане и доказване на фундаментални неравенства за физичните характеристики на уловени повърхнини в произволни динамични пространствено-времеви многообразия описвани от обобщените уравнения на Айнщайн (от тип Айнщайн-Максуел-дилатон) в четири и по-високи измерения. Тези неравенства, играещи роля подобна на ролята на принципа за неопределеност в квантовата механика, ограничават отдолу площта на уловените повърхнини чрез техните физически характеристики като заряд и ъглов момент. В литературата се известни като **неравенства на Язджиев**.
- 5) Създаване на нови методи за конструиране на точни решения на обобщените уравнения на Айнщайн в 4-мерно и по-високо размерно пространство-време. Методите покриват широк диапазон от физически важни области като астрофизиката, космологията и теорията на черните дупки. Методите са формулирани като серия от теореми и тяхното прилагане дава възможност да се конструират на практика голямо количество нови класове точни решения на обобщените уравнения на Айнщайн. Чрез тези методи са генерирани много експлицитни точни решения описващи различни обекти като звезди и черни дупки с различна топология на хоризонта. Някои от развитите методи са наричат **методи или техники на Язджиев за генериране на точни решения**.

Много от решенията получени чрез описаните методи се наричат решения на Язджиев описващи звезди с тъмна енергия, решения на Язджиев описващи скаларно-тензорни звезди, решения на Язджиев описващи заредени дилатонни черни дупки, решения на Язджиев описващи магнетизирани черни дупки и неутронни звезди, решения на Язджиев описващи заредени черни пръстени, решения на Язджиев описващи заредени дилатонни черни дупки с топологично деформиран хоризонт и др.

- 6) Изследване на термодинамиката на черни дупки като първо приближение към квантовата гравитация, включително излъчване на Хокинг. Изведен е първия принцип на термодинамиката и термодинамични тъждества за редица решения описващи черни дупки. За първи път в литературата е изведен първия принцип на термодинамика на черни дупки във външни магнитни полета и за черни дупки взаимодействащи с инстантони и топологични солитони. Развити са методи за извеждане на термодинамични тъждества директно от интервалната структура на решенията.
- 7) Приложение на уравненията на Айнщайн и техните решения за създаване на модели на астрофизични обекти (неутронни звезди, черни дупки) и явления (гравитационен лензинг, излъчване на гравитационни вълни), и предсказване

на нови физически ефекти за тестване на полевите уравнения в режим на силни гравитационни полета и в присъствие на тъмна енергия. Предсказани са нови ефекти свързани с инерчния и квадруполния момент на неутронни звезди и спектър на гравитационните вълни излъчени от неутронни звезди, които ще могат да бъдат използвани за тестване на общата теория на относителността в близките няколко години благодарение на бързия напредък на астрономическите и гравитационно-вълнови наблюдения.

- 8) Получени са първите решения описващи бързо въртящи се неутронни звезди в обобщените теории на гравитацията и е показано, че въртенето може да доведе до съществени отклонения от общата теория на относителността в сравнение със статичния случай при редица астрофизични явления. Доказани са почти универсални (независещи от уравнението на състоянието на материята) зависимости за инерчния и квадруполния момент на бързо въртящи се неутронни звезди за уравненията на Айнщайн и техните обобщения, което отваря нов път за тестване на гравитацията и структурата на пространство-времето в режим на силни полета чрез бързо въртящи се неутронни звезди.
- 9) Открита е почти универсална връзка между ефекта на гравитационната леща и спектър на гравитационните вълни от компактни обекти с фотонна сфера. Тази връзка дава потенциално нов начин за локализация на източниците на гравитационни вълни, което е от критично значение при протичащите в момента експерименти и наблюдения за детектирането на гравитационните вълни. Изследван е също и ефекта на гравитационната леща за различни компактни обекти, изчислени са основните характеристики на лещите като позицията на релативистките изображения, тяхното усиление и критичните криви, което свежда проблема до директните астрономически наблюдения.
- 10) Класификация на решенията на уравненията на Айнщайн притежаващи фотонна сфера. За първи път са доказани фундаменталните класификационни теореми за пространствено-времеви многообразия с фотонни сфери и техните свойства, които играят важна роля в релативистката астрофизика и специално при излъчването на гравитационни вълни. Също така са формулирани и са доказани теореми за класификацията на статичните решения на уравнения на Айнщайн с фантомна материя описващи пространствени тунели.
- 11) Открити са нов тип черни дупки със скаларна коса (скаларизирани черни дупки), породена от самата кривина на пространство-времето, които се формират при фазов преход на стандартните черните дупки в режим на силни гравитационни полета. Доказано е, че скаларизираните черни дупки са устойчиви при произволни (полярни и аксиални) пертурбации. Изследвано е излъчването на гравитационни вълни от скаларизирани черни дупки – изчислени са формата, честота и времето на затихване на гравитационно-вълновия сигнал (за полярните и за аксиалните моди). Изследвана е динамиката на фазовия преход на скаларизация както за статични, така и за

въртящи се черни дупки. Изследван е в детайли въпросът за “well posedness” на уравненията на скаларната Гаус-Боне гравитация.

12) Открити са нови ефекти във физиката на гравитационни вълни, които могат да бъдат наблюдавани при сливане на 2 черни дупки или неутронни звезди, или при избухване на свръхнова. Те са свързани с така наречените гравитационни преходи между две фази на неутронни звезди или черни дупки и са аналогични на фазовите преходи от първи род на материята. Предсказани са ефектите върху гравитационно вълновия сигнал, който ще бъде детектиран на Земята.

Подготовка на кадри

Чл.-кор. Стойчо Язаджиев е дългогодишен преподавател във Физическия факултет на СУ. Чел е или чете лекции по следните 10 дисциплини: Обща теория на относителността, Частни диференциални уравнения, Физика на черните дупки, Векторен и тензорен анализ, Термодинамика и статистическа физика, Теоретична астрофизика, Квантова теория на полето, Квантова теория на полето в изкривено пространство-време, Електродинамика, Космология. В периода 2013-2022 също е изнасял лекции по физика на черните дупки и теореми за единственост в университета в Тюбинген, Германия

Той е изнасял и десетки популярни лекции в различни висши училища, институти, в дните на отворените врати на Физическия факултет, Фестивали на науката организирани от Британския съвет, Астрономическата обсерватория на СУ и др.

Чл.-кор. С. Язаджиев е създател на научна група по гравитация (физика на пространство-времето) и релятивистка астрофизика и е създал международно известна школа в това направление. Ръководил е над 50 дипломанти и 10 успешно защитили докторанти. Бил е консултант и на 3 докторски дисертации в университета в Тюбинген, Германия. В момента под ръководството на чл.-кор. Язаджиев се подготвят още 3-ма докторанти.

Научно-организационна дейност

Чл.-кор. С. Язаджиев е бил ръководител на 4 и координатор от страна на СУ на още 3 големи проекта за научни изследвания към Фонд „Научни изследвания“ на МОН и е участвал в други три. Бил е също ръководител на 12 договора за научни изследвания със СУ. Ръководил е 1 проект (2013-2016) за научни изследвания по теоретична астрофизика (неутронни звезди и гравитационни теории) между СУ „Св. Климент Охридски“ и университета „Eberhard Karls“, Тюбинген, Германия, финансиран от фондация Alexander von Humboldt. В периода 2019-2022 е ръководил на 1 проект по модифицирана гравитация, финансиран от университета в Тюбинген, Германия. В момента е ръководител мащабен на проект по националния план за възстановяване и устойчивост – BG-RRP-2.004-0008-C01, Project No 3.1.1.

Бил е член на международния управителен съвет на следните 4 COST акции за европейско научно сътрудничество: MP1304 (Exploring fundamental physics with compact stars (NewCompStar)), CA15117 (Cosmology and astrophysics network for

theoretical advances and training actions), CA16104 (Gravitational waves, black holes and fundamental physics) и CA16214 (The multi-messenger physics and astrophysics of neutron stars).

Чл.-кор. С. Язаджиев е редовен рецензент на редица престижни международни списания като Phys. Rev. Lett, Phys. Rev. D, Phys. Lett. B, Comm. Math. Phys., Class. Quant. Grav., Gen. Rel. Grav., J. Math. Phys., Mod. Phys. Lett. A, Int. J. Mod. Phys A, Int. J. Mod. Phys. D, Monthly Not. Royal Soc. и други.

Бил е член на борда на редакторите на Bulgarian Journal of Physics и е член на Editorial Advisory Board на Bulgarian Astronomical Journal. В периода 2018-2022 е бил главен редактор на Bulgarian Journal of Physics. Също така е член на борда на редакторите на международното списание Mathematics (IF=2.59) в секция Mathematical Physics.

Бил е също и рецензент на 8 докторски дисертации, 5 хабилитации и 6 професури към СУ и БАН.

Проф. Язаджиев е бил член на СНС по Ядрена енергетика, Ядрена физика и Астрономия при ВАК два последователни мандата 2005-2007 и 2007-2010, а така също член на постоянната експертна комисия по природни науки към ФНИ (2010-2013). В периода 2003-2010 е бил също член на Общото събрание на СУ и член на Факултетния съвет на Физическия факултет. Член на експертната група към Междуведомствената група за разработване на проект за Национална космическа стратегия към МИР (2024).

Бил е организатор на международна конференция по гравитация и релятивистка астрофизика (Tuebingen 2015, 2019) и организатор на международна школа по неутронни звезди и гравитационни вълни (Sofia 2017). Член е на международния координационен съвет на най-големия форум по гравитация, обща теория на относителността, космология и релятивистка астрофизика „Marcel Grossmann Meeting“ (2018, 2021, 2024). Член е също и на международния организационен комитет на „Zeldovich meeting“ (2018, 2021, 2023).

Рецензент е на Фонда за научни изследвания на Холандия, Полша, Чехия и Чили.

Той е (съ)автор на 4 монографии по теория на черните дупки и релятивистка астрофизика, а така също и съавтор на 1 учебник по векторно и тензорно смятане за физици.

Интензивна и времеемка компонента на научно-организационната работа на чл.-кор. Язаджиев е неговото членство в научния борд на ET и пълноправното му членство в LISA, което е свързано с участието в организационни срещи и семинари почти всяка седмица.

Чл.-кор. Язаджиев е също консултант на Нобеловия комитет за номиниране на кандидати за Нобелова награда по физика.