



**ИНСТИТУТ ПО АСТРОНОМИЯ С НАЦИОНАЛНА
АСТРОНОМИЧЕСКА ОБСЕРВАТОРИЯ
БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ**

1784 София, бул. Цариградско шосе 72, тел.: (+359 2) 9741910, E-mail: office@astro.bas.bg

**ОТЧЕТЕН ДОКЛАД
ЗА ДЕЙНОСТТА НА ИНСТИТУТ ПО АСТРОНОМИЯ С НАЦИОНАЛНА
АСТРОНОМИЧЕСКА ОБСЕРВАТОРИЯ - БЪЛГАРСКА АКАДЕМИЯ НА НАУКИТЕ
ПРЕЗ 2023 г.**

приет на съвместно заседание на Общото събрание на учените и Научния съвет на
ИАНАО-БАН, проведено на 24.01.2024 г. (протокол №31, т.1)

Съдържание

1. ПРОБЛЕМАТИКА НА ИАНАО	3
1.1 Преглед на изпълнението на целите (стратегически и оперативни) на звеното, оценка и анализ на постигнатите резултати и на перспективите на звеното в съответствие с неговата мисия и приоритети, съобразени с утвърдените научни тематики	3
1.2 Изпълнение на Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Република България 2017-2030 - извършени дейности и постигнати резултати по конкретните приоритети	4
1.3 Полза/ефект за обществото от извършваните дейности	5
1.4 Взаимоотношения с други институции	8
1.5 Общонационални и оперативни дейности, обслужващи държавата	10
1.5.1. Практически дейности, свързани с работата на национални, правителствени и държавни институции, индустрията, енергетиката, околната среда, селското стопанство, национални културни институции и др. (относими към получаваната субсидия)	10
1.5.2. Проекти, свързани с общонационални и оперативни дейности, обслужващи държавата и обществото, финансирани от национални институции (без Фонд „Научни изследвания“), програми, националната индустрия и пр.	10
2. РЕЗУЛТАТИ ОТ НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА ДЕЙНОСТ ПРЕЗ 2023 г.	12
2.1. Най-значимо научно постижение	13
2.2. Най-значимо научно-приложно постижение	13
3. МЕЖДУНАРОДНО НАУЧНО СЪТРУДНИЧЕСТВО НА ИАНАО	14
4. УЧАСТИЕ НА ИАНАО В ПОДГОТОВКАТА НА СПЕЦИАЛИСТИ	17
5. ИНОВАЦИОННА ДЕЙНОСТ НА ИАНАО И АНАЛИЗ НА НЕЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ	19
5.1. Осъществяване на съвместна иновационна дейност с външни организации и партньори, вкл. поръчана и договорирана с фирми от страната и чужбина	19

5.2. Извършен трансфер на технологии и/или подготовка за трансфер на технологии по договор с фирми; данни за полученото срещу това заплащане; данни за реализираните икономически резултати във фирмите (работни места, печалба, производителност, дял на новите продукти в общия обем на продажбите и т.н.).	20
6. СТОПАНСКА ДЕЙНОСТ НА ИАНАО	20
6.1. Осъществяване на съвместна стопанска дейност с външни организации и партньори /продукция, услуги и др., които не представляват научна дейност на звеното/, вкл. поръчана и договорирана с фирми от страната и чужбина	20
6.2. Отдаване под наем на помещения и материална база	20
6.3. Сведения за друга стопанска дейност	20
7. КРАТЪК АНАЛИЗ НА ФИНАНСОВОТО СЪСТОЯНИЕ НА ИАНАО ЗА 2023 г.	20
8. ИЗДАТЕЛСКАТА И ИНФОРМАЦИОННАТА ДЕЙНОСТ НА ИАНАО	22
9. ИНФОРМАЦИЯ ЗА НАУЧНИЯ СЪВЕТ НА ИАНАО	24
10. КОПИЕ ОТ ПРАВИЛНИКА ЗА РАБОТА В ЗВЕНТО	25
11. СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ В ОТЧЕТА И ПРИЛОЖЕНИЯТА КЪМ НЕГО СЪКРАЩЕНИЯ	25

1. ПРОБЛЕМАТИКА НА ИАНАО

1.1 Преглед на изпълнението на целите (стратегически и оперативни) на звеното, оценка и анализ на постигнатите резултати и на перспективите на звеното в съответствие с неговата мисия и приоритети, съобразени с утвърдените научни тематики

Основната дейност на Института по астрономия с Национална астрономическа обсерватория (ИАНАО) на Българската академия на науките (БАН) е извършване на фундаментални научни изследвания в областта на астрономията и астрофизиката, както и фундаменти и фундаментално-приложни дейности в други области, сродни на астрономията. Основните научни направления в ИАНАО са обособени в **3 отдела**:

- Слънце и Слънчева система
- Звезди и Звездни системи
- Галактики и Космология,

и в **10 вътрешно-институтски проекта**:

- 1) *Взаимодействащи двойни звезди*
- 2) *Гореци звезди и звезден вятър*
- 3) *Звезден магнетизъм*
- 4) *Изследване на физични процеси в ранната Вселена и определяне на характеристиките им на базата на космологични наблюдателни данни*
- 5) *Индивидуални галактики*
- 6) *Комплексно изследване на активни галактични ядра*
- 7) *Планетни изследвания*
- 8) *Променливи звезди и суб-звездни системи*
- 9) *Хелиофизика и космическо време*
- 10) *Химически пекулярни звезди*

В изпълнение на заложените цели, учените от ИАНАО ръководят и участват в научни изследвания и проекти, които включват теоретични и наблюдателни разработки, изграждането на софтуерни пакети за обработка на данни и визуализация на получените резултати, които се публикуват в реномирани научни списания, което е приоритетна дейност на ИАНАО. Важна роля за постигане на тези резултати и за обучението на студенти и докторанти играят НАО-Рожен (база, телескопи и апаратура), включена в базата данни за европейските научни инфраструктури, изградена от Европейската комисия, под номер 838 (<http://www.riportal.eu>) и Астрономическа Обсерватория (АО) Белградчик.

Постигнатите резултати през 2023 г. включват изграждане на нова инфраструктура в НАО-Рожен, а именно монтиране и пускане в експлоатация на 1.5-м роботизиран телескоп и на 30-см слънчев телескоп, извършване на планирани дейности по изграждане на новата LOFAR-BG станция близо до НАО-Рожен, ремонт на офисни помещения и библиотеката в сградата на Института по електроника (ИЕ) - БАН в София, където се помещава ИАНАО.

Перспективите пред ИАНАО за следващата година са насочени към откриване на процедура за кандидатстване за наблюдателно време на новите телескопи, продължаване на изграждането на LOFAR-BG, активната научна дейност, участие в действащи и нови научни проекти и обучение на студенти и докторанти по астрономия и астрофизика.

1.2 Изпълнение на Националната стратегия за развитие на научните изследвания в Република България 2017-2030 - извършени дейности и постигнати резултати по конкретните приоритети

От заложените специфични цели в Националната стратегия (<https://www.mon.bg/bg/143>), през 2023 г. ИАНАО има приключили дейности и конкретни резултати в следните направления:

Човешки ресурси

- Осигуряване на висока квалификация и ефективно кариерно развитие на база на високо ниво на научни изследвания: Поддържане високото ниво на научни изследвания, качествено и количествено, се осъществява и чрез разпределение на Компонента 2 от бюджетната издръжка на ИАНАО на основа резултатите от проведената в началото на 2023 г. атестация на персонала за периода 2020–2022.
- Повишаване на жизнения стандарт и условия на труд: През 2023 г. приключиха планираните ремонти на офисните помещения и библиотеката в сградата на Института по Електроника - БАН в София, както и закупуване на нови компютри за администрацията в НАО-Рожен. Допълнително материално стимулиране и закупуване на компютри и друга техника е възможно предимно с помощта на външно или проектно финансиране.
- Повишаване на броя на учените и тяхната квалификация: Своевременно се обявяват нови конкурси за заемане на академични длъжности в съответствие с щатния състав на ИАНАО, а именно през 2023 г. бяха обявени конкурси за 4 позиции за главен асистент и 2 за асистент. През 2023 г. беше присъдена една ОНС „доктор“ и една научна степен „доктор на науките“.

Инфраструктура

- Развитие, поддържане и ефективно използване на научната инфраструктура: Осъществява се чрез ефективно разпределение на подадените заявки за наблюдателно време от комисията за наблюдателно време на телескопите в НАО-Рожен и АО Белоградчик за 6-месечни периоди. Продължават усилията по своевременна и планирана поддръжка на съществуващата инфраструктура и апаратура там. През отчетния период са завършени ремонтните дейности по кулата на новия 1.5-м телескоп в НАО-Рожен, настройката на телескопа и пускането му в тестови режим.

Други цели

- Разширяване участието в европейското изследователско пространство и международно научно сътрудничество: Постигането на тези цели продължава чрез активното научно сътрудничество на ИАНАО в международни проекти като бенефициент или участник, установяване на нови и поддържане на традиционни връзки с научни екипи от цял свят.
- Увеличаване връзките с образованието, бизнеса, държавните органи и обществото като цяло: През 2023 г. учени от ИАНАО участваха активно в различни научни инициативи - конференции, школи, обучения, семинари, изложби и др., насочени към студенти, млади учени, ученици и широката публика. Продължава сътрудничеството с представители на София Тех Парк и суперкомпютъра Discoverer.

1.3 Полза/ефект за обществото от извършваните дейности

Ползата за обществото се изразява в повишаване на интереса към STEM сферата на образование, в частност в областта на астрономията и астрофизиката чрез изнасяне на тематични семинари и лекции, организиране на школи, насочени към ученици, студенти, докторанти и млади учени, срещи с любители астрономи на събития в НАО-Рожен и цялата страна. Развитието на науката подпомага и за развитието и поддържането на добро ниво на образованието. В този смисъл ИАНАО допринася за поддържането на образователното ниво в областта на физиката и астрономията. Учени от института участват в Комисията за съставяне и проверка на Националната олимпиада по астрономия (към МОН) и в подготовката на специалисти и преподаватели в областта на астрономията, чрез курсове и лекции за студенти, учители и изнасяне на тематични уроци в училища и гимназии. Учени от ИАНАО участваха активно и в събития за широката публика.

С цел популяризиране на астрономията и дейностите на ИАНАО, представители на института, взеха участие следните събития през 2023 г.:

- гл. ас. д-р Цветан Цветков проведе лекции за Слънцето и слънчевата система с ученици от 4-ти класове на 07 и 21.03.2021 г. и 3-ти клас на 04.04.2023 г. от 126 Основно училище (ОУ), участва в честване по случай 70 години Минно-геоложки университет „Св. Иван Рилски“ с лекция на 22.03.2023 г. и изнесе публична лекция там и на 11.10.2023 г., участва в Пролетния световен ден на астрономията в СУ на 29.04.2023 г., в лятна школа по науките за Космоса и Земята „Проф. Марин Бъчваров“, проведена на 17.07.2023 г., и участва в събития на английски език: Erasmus+ STARLIGHT project Webinar No. 3, Erasmus+ Starlight Project Summer School, Erasmus+ STARLIGHT project Multiplier event;
- гл. ас. д-р Александър Куртенков изнесе лекция пред студенти и преподаватели от Минно-геоложкия университет „Св. Иван Рилски“ на 26.04.2023 г.;
- гл. ас. д-р Янко Николов участва в Ало Космос 3.0 (<https://www.bas.bg/?p=45049>) и изнесе 4 лекции по време на Втория Варненски фестивал на науката (<https://beautifulscience.bg/programa-za-uchilishha-varna/>) на 26 и 27.09.2023 г.;
- физик Пенчо Маркишки участва с лекции в следните събития: 49-ма Национална младежка конференция по астрономия, НАОП „Н. Коперник“ Варна, 07–08.04.2023 г., Школа по науките за Космоса и Земята „Проф. Марин Бъчваров“, 12–21.07.2023 г., Технически университет – София, 02.11.2023 г., Кръжок по астрономия в Астрономическата обсерватория на СУ на 30.03.2023 г. и 09.11.2023 г.;
- доц. д-р Росица Митева представи института и новия 1.5 м телескоп в 12-то издание на Клубове и организации, Дом на културата – Средец, София на 13.10.2023 г., както и пред 3-ти класове от 4-то ОУ "Проф. Джон Атанасов" – София на 05.12.2023 г. и участва в ноемврийското издание на Кръжока по астрономия, организиран от катедра „Астрономия“ в СУ (<https://astro.phys.uni-sofia.bg/2023/>);
- проф. дн Евгени Семков изнесе лекция пред стажант-аташетата от XVII-ия випуск „Никола Мушанов“ на Дипломатическия институт към Министерството на външните работи на 05.05.2023 г., взе участие като председател на жури в 12-то издание на Клубове и организации, Дом на културата – Средец, София на 13.10.2023 г., и изнесе лекция за студенти и преподаватели от Минно-геоложкия университет „Св. Иван Рилски“ на 23.11.2023 г.;

- гл. ас. д-р Георги Латев изнесе лекции за слънчевата система по време на „Занимания по интереси” в ОУ „Васил Левски”, с. Рогош на 15 и 22.11.2023 г.;
- гл. ас. д-р Милен Минев представи „Новият 1,5-м телескоп в НАО Рожен” 13.12.2023 г. пред студенти и преподаватели от МГУ „Св. Иван Рилски”.

Денят на отворените врати в НАО Рожен се проведе на 4 юни, като и през 2023 г. обсерваторията посрещна много гости и посетители.



Фиг. 1 Ден на отворените врати в НАО-Рожен на 04.06.2023 г.

ИАНАО представи изложба посветена от първи изображения от „Новият 1.5-метров телескоп на НАО-Рожен“ в централното фойе на БАН.



Фиг. 2 Откриване на изложбата за новия телескоп на 09.10.2023 г. (БАН, София)

Изложбата бе тържествено открита от Директора на ИАНАО и Председателя на БАН на 09.10.2023 г. Първите изображения от новия телескоп бяха направени от гл. ас. д-р Милен Минев, с обработка от астронома Емил Иванов. Поради големият интерес от страна на широката публика събитието продължи до 27.10.2023 г.

Голям интерес предизвика и наблюдаването на 05.11.2023 г. от България северно сияние като интервюта за различни медии дадоха доц. д-р Никола Петров и доц. д-р Росица Митева, а снимки на сиянието бяха направени от гл. ас. д-р Янко Николов.



Фиг. 3 Северно сияние на 05.11.2023 г. (близо до Варна)

Допълнително, с цел по-широко популяризиране на астрономията и астрофизиката, както и на извършваната научна и образователна дейност, се акцентира върху по-активното присъствие на ИАНАО в социалните мрежи чрез:

- официална уеб-страница (<https://astro.bas.bg/>),
- фейсбук-страница (<https://www.facebook.com/ianaoban>),
- instagram (<https://www.instagram.com/instituteofastronomybas/>),
- youtube-канал (<https://www.youtube.com/@instituteofastronomyandnao6152>).

Информационното и медийно присъствие на ИАНАО се изразяваше в десетки участия в интервюта както в националните (БТА, БНТ, БНР) медии, така и в частни медии (bTV, Nova TV, Bulgaria on air, Euronews, Boomerang.tv, Епицентър.бг, Plovdiv24.bg). През годината дейностите на института бяха също отразени в повече от 70 публикации, прессъобщения и кореспонденции в различни национални и регионални издания. Следва да отбележим постоянния интерес през годината към нашите дейности от страна на специализирани сайтове с изявено отношение като науката като „Науката.ком”, „Българска наука”, „OffNews”, „MediaBricks”, „Обекти, заедно с редовното ни присъствие по трите програми на БНР и информационни агенции като БТА, „Фокус”; национални всекидневници: „24 часа”, „Труд”, „Сега”, „Дневник”, седмичникът „Капитал”, „168 часа”; както и в регионални издания като „Утро Русе”, „Про Нюз Добрич”, „Нов живот” - Кърджали. През 2023 г. ИАНАО имаше редовно присъствие на официалната страница и във Фейсбук страницата на БАН.

Публикувани са 3 научно-популярни статии в списание „Природа“ (издателство БАН) и 1 в списание „АзБуки“, както и една научно-популярна книга „Съкровищата на Галактиката“, насочена към гимназисти и студенти.

През 2023 г. бяха изготвени общо 22 експертизи за институции на съдебната и местната власт – в полза на съда, прокуратурата и полицията (от физик Пенчо Маркишки) по повод разследвания на криминални деяния и на пътно-транспортни произшествия.

1.4 Взаимоотношения с други институции

Сътрудничество на ИАНАО-БАН има предимно с други образователни и научни институции, а именно с факултети от СУ (по проект на ESA), ТУ (по STELLAR), ШУ (по LOFAR-BG), с цел съвместно участие в проекти, както и като гост-лектори на курсове от бакалавърски и магистърски програми в тези университети. НАО Рожен се ползва като база и за практики на студентите от СУ и ШУ, както за провеждане на школи по астрономия за студенти и ученици от цяла България.

Научно сътрудничество под формата на съвместни наблюдения, проекти и научни изследвания има с колеги и от други институти на БАН като ИКИТ и ИЕ.

Продължи сътрудничеството със Съюза на астрономите в България (САБ). Учени от ИАНАО организираха и взеха участие в XVI-та годишната конференция, проведена от 14 до 16 юни 2023 г. в Народна Астрономическа Обсерватория и Планетариум (НАОП) „Николай Коперник“, гр. Варна (<http://sab.astro.bas.bg/index.php>). В конференцията с доклад или постер участваха общо 38 участници от 8 различни институции, свързани с астрономията в България и чужбина (ИАНАО-БАН, НАОП „Николай Коперник“, ШУ, СУ, ИКИТ-БАН, Общински център за извънучилищни дейности и занимания по интереси, НБУ, Astronomisches Institut, Universität Bern). По време на откриването конференцията се проведе и награждаване в конкурса „125 години от рождението на астронома Фриц Цвики“ от дъщерите му Маргрит и Франциска. Учени от ИАНАО участват в ръководството и поддържат уеб-страницата на съюза.



Фиг. 4 XVI-та конференция на САБ (Варна, 2023 г.)

Сътрудничеството с „Клон Космос” продължава чрез съвместното организиране и участие с доц. д-р Камен Козарев и доц. д-р Росица Митева в 3-то издание на националния научен форум за космически изследвания (НАФСКИ), проведен в гр. София (<https://bulgarianspace.online/nafski2023/>) през периода 19–20 ноември 2023 г. Проектите на ИАНАО STELLAR и LOFAR-BG бяха представени със специален щанд.



Фиг. 5 Представяне на проекта STELLAR и LOFAR-BG в третото издание на форума НАФСКИ (София Тех Парк, 2023 г.)

Учени от ИАНАО участваха като съ-организатори и участници в школа по Astropy от 24 до 28 ноември 2023 г. в Дома на учения, София (<https://astro.bas.bg/astropy2023/>). Лектори бяха учени от Германия и САЩ, а в школата участваха 20 учени и студенти от България (ИАНАО, СУ, ШУ, ТУ) и чужбина (Сърбия, Северна Македония).



Фиг. 6 Участници школата по Astropy (София, 2023 г.)

На 16.06.2023 г. Генералният директор на Българската телеграфна агенция (БТА) Кирил Вълчев и директорът на ИАНАО проф. д-р Евгени Семков подписаха споразумение за партньорство между двете институции (<https://www.bta.bg/bg/news/bulgaria/>).



Фиг. 7 Подписване на споразумение за партньорство между ИАНАО и БТА (архив БТА)

1.5 Общонационални и оперативни дейности, обслужващи държавата

1.5.1. Практически дейности, свързани с работата на национални, правителствени и държавни институции, индустрията, енергетиката, околната среда, селското стопанство, национални културни институции и др. (относими към получаваната субсидия)

1.5.2. Проекти, свързани с общонационални и оперативни дейности, обслужващи държавата и обществото, финансирани от национални институции (без Фонд „Научни изследвания“), програми, националната индустрия и пр.

През 2023 г. приключи изграждането на 1.5-м телескоп по програмата „Регионален Астрономически Център за Изследвания и Образование (РАЦИО)” в НАО-Рожен. Ръководител на проекта е проф. д-р Евгени Семков, Директор на ИАНАО-БАН. Освен ИАНАО, другите участници в консорциума са Софийски Университет „Св. Климент Охридски” (СУ) и Шуменски Университет „Епископ Константин Преславски” (ШУ). С решение № 692 от 21.09.2010 г. на Министерски съвет на Република България, проектът е част от „Националната пътна карта на България за изследователски инфраструктури” (https://www.mon.bg/upload/4012/Roadmap_2017_BG.pdf). Инсталирането и пускането в експлоатация на новия 1.5-м роботизиран телескоп беше представено в кратък филм (<https://www.youtube.com/newtelescope>) заедно с перспективите, свързани с него. Особено голям медиен интерес предизвика тържественото откриване на новия 1.5-метров телескоп на 1 юли 2023 г.



Фиг. 8 Официално откриване на новия 1.5-м роботизиран телескоп (НАО-Рожен, 2023 г.)

LOFAR-BG представлява проект за Българска наблюдателна станция на пан-Европейския нискочестотен радиотелескоп „Low-Frequency Array” (LOFAR), финансиран също от МОН по „Националната пътна карта на научни инфраструктури” за периода 2020–2032 с ръководител доц. д-р Камен Козарев и бенефициент ИАНАО. Участници в консорциума са и СУ, ШУ и Технически университет–София (ТУ). През 2023 г. продължи закупуването на парцели земя в близост до НАО-Рожен за разполагане на станцията, и приключи изграждането на необходимата инфраструктура (електрификация и оптична връзка). През следващата години предстои заравняването на терена и доставката на контейнер за компютърна и друга техника.



Фиг. 9 Изглед на парцела избран за построяване на радиостанцията LOFAR-BG с информационна табела и представители от ИАНАО, ASTRON и ТУ (НАО-Рожен, 2023 г.)

2. РЕЗУЛТАТИ ОТ НАУЧНОИЗСЛЕДОВАТЕЛСКАТА ДЕЙНОСТ ПРЕЗ 2023 г.

Резултатите от научноизследователската дейност на учените от ИАНАО-БАН се изразяват в публикувани научни статии и цитати. През 2023 г. с афилиацията на ИАНАО-БАН са излезли от печат общо **81** статии, доклади на конференции и телеграми (70 през 2022 г.), в **41** от които учени от ИАНАО са първи автор (35 през 2022 г.). От всички публикации, индексирани в базите данни на Scopus и Web of Science (WoS) са **59** (53 през 2022 г.), в **26** от които учени от ИАНАО са първи автор (24 през 2022 г.), разпределени по списания и квартали както следва:

Q1 (27)

- MNRAS: 8 (в 4 от които първият автор е от звеното)
- ApJ: 2
- ApJ Supplement: 3
- ApJ Letters: 3
- A&A: 7 (в 3 от които първият автор е от звеното)
- A&A Letters: 1 (първият автор е от звеното)
- Remote Sensing: 1
- Universe: 2 (в 1 от които първият автор е от звеното)

Q2 (8)

- Advances in Space Research: 4
- Atmosphere: 1 (първият автор е от звеното)
- Planetary and Space Science: 1 (първият автор е от звеното)
- Journal of Space Weather and Space climate: 1 (първият автор е от звеното)
- Research in Astronomy and Astrophysics: 1

Q3 (3)

- Astronomische Nachrichten: 1 (първият автор е от звеното)
- Astrophysical Bulletin: 1
- Contrib. Astron. Obs. Skalnat Pleso: 1

Q4 (10)

- VAJ: 10 (в 7 от които първият автор е от звеното)

Със SJR в Scopus, неотнесени към квартал (6)

- Proceedings of 11th International Conference of the Balkan Physical Union PoS: 4 (в 3 от които първият автор е от звеното)
- Journal of Physics: Conference Series: 2

Без IF и SJR - индексирани в WoS/Scopus (5)

- Publ. Astron. Soc. "Rudjer Bošković": 5 (в 3 от които първият автор е от звеното)
Приета за печат през 2023 г. е 1 статия, а 7 са вече отпечатани през 2024 г.

Забелязани са общо 710 цитати (746 през 2022 г.), 559 от които в реферирани списания, индексирани в Scopus и/или WoS (667 през 2022 г.).

През отчетния период, учените от ИАНАО са получили финансиране по следните проекти: 7 национални (ФНИ, МОН), 4 международни (ФНИ, Европейска комисия, други), 4 по ЕБР (БАН), 2 по програма "Млади учени" (БАН) и 2 по грантови схеми (БАН).

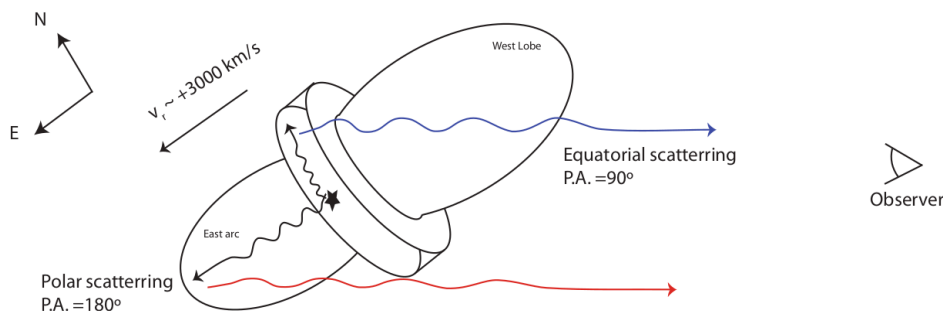
През 2023 г. са финансирани следните нови проекти: двустранно сътрудничество с Австрия (ФНИ) с ръководител доц. д-р Росица Митева, финансиране на фундаментални научни изследвания на млади учени и постдокторанти (ФНИ) с ръководител гл. ас. д-р Цветан Цветков и научен проект (ФНИ) с ръководител проф. дн Евгени Семков.

2.1. Най-значимо научно постижение

RS Oph представлява двойна система, при която бяло джудже акретира вещество от звезда донор - червен гигант. През определен период от време в натрупаното вещество върху повърхността на бялото джудже стартират термоядрени реакции, което води до експлозивно изхвърляне на част от веществото. RS Oph ще избухне като свръхнова в бъдеще. Дългогодишен въпрос при изследването на подобен клас избухвания (нови) е как при тези избухвания може да се образува прах в привидно неблагоприятна среда. Теоретични изследвания сочат, че в резултат на сблъсъка на изхвърлената с висока скорост материя от термоядрената експлозия с околосвездното вещество се формират области, достатъчно плътни и студени, в които има условия да се образува прах часове/дни след избухването. Образуваният прах в първите дни след експлозията представлява наблюдателна трудност, като прахът се наблюдава често на по-късен етап, главно в инфрачервената област.

В изследване, проведено изцяло с 2м телескоп в НАО Рожен, се показва че прах се образува до два дни след избухването на RS Oph като нова на 8 август 2021, като прахът е асиметрично разположен – в орбиталната равнина и перпендикулярно на нея. Образуваният прах съществува в рамките на 9 дена, като през това време прахът постепенно се разрушава в неблагоприятната среда съпътстваща това избухване. Изследването показва най-ранното до момента регистрирано развитие на асиметрия при този обект, както и едно от най-ранните регистрирания на прах при нови въобще. Методиката, която се използва изследва разсеяната светлина (поляризирана). За тази звезда спектрополяриметричните характеристики са подобни на тези, наблюдавани при друг тип обекти - активните галактични ядра (AGNs). Съвпадението не е случайно и се предлага, че подобна геометрия поражда подобни спектрополяриметрични характеристики в различни типове обекти. Изследването показва най-ранната до момента регистрирано развитие на асиметрия при този обект, както и едно от най-ранните регистрирания на прах при нови въобще.

Резултатите са публикувани от колектив с ръководител гл. ас. д-р Янко Николов, “Transient and asymmetric dust structures in the TeV-bright nova RS Oph revealed by spectropolarimetry“, Y. Nikolov, G. J. M. Luna, K.A. Stoyanov, G. Borisov, K. Mukai, J. L. Sokoloski and A. Avramova-Boncheva, 2023, *Astronomy & Astrophysics*, 679, A150 и отразени в <https://www.bas.bg/?p=46503>.



Фиг. 10 Схемa на областите на разсейване при RS Oph – екваториална и полярни области.

2.2. Най-значимо научно-приложно постижение

3. МЕЖДУНАРОДНО НАУЧНО СЪТРУДНИЧЕСТВО НА ИАНАО

През периода от 19 до 21 април 2023 г. в София учени от ИАНАО организираха в хибриден формат и участваха в международна среща по машинно обучение в областта на хелиофизиката “INTERNATIONAL WORKSHOP ON MACHINE LEARNING AND COMPUTER VISION IN HELIOPHYSICS“ (https://mosaiics.astro.bas.bg/?page_id=165) за която се регистрираха 72 участници с афилиации от 54 различни институции. Представени бяха 41 доклади и 15 постера. Видеата на презентациите са налични онлайн: <https://www.youtube.com/mch23> .



Фиг. 11 Участници в Machine Learning workshop (София, 2023 г.)

През периода от 6 до 8 юни 2023 г. учени от ИАНАО организираха и участваха в Stellar Variability, Stellar Multiplicity: Periodicity in Time & Motion MW-GAIA WG2 Hybrid Workshop (<https://astro.bas.bg/SVSM23/>), на която присъстваха над 50 участници с афилиации от различни институции в България, Италия, Испания, Франция, Гърция, Чехия, Полша, САЩ и Чили. Представени бяха 26 доклади и 10 постери, на 33 от които има pdf-копие на страницата на събитието.



Фиг. 12 Участници в MW-GAIA WG2 (София, 2023 г.)

През годината бяха организирани няколко научни школи с целева група докторанти и млади учени, включително с международно участие. Две от школите бяха организирани по проекта STELLAR (<https://stellar-h2020.eu/>). Едната бе на тема „LOFAR Science School“ се проведе в София Тех Парк, от 22 до 26 май 2023 г., в която взеха участие 13 студенти и млади учени, 5 от които от чужбина (Египет, Ирландия, Северна Македония, Унгария). Общо 8 лектори и ментори участваха в школата (един от които се включи виртуално), като 3-ма са от ИАНАО-БАН.



Фиг. 13 Участниците в школата „LOFAR Science School“ по време на посещението в суперкомпютъра Discoverer (София Тех Парк, 2023 г.)

Втората школа „LOFAR Space Weather School“ се проведе в НАО-Рожен от 19 до 23 юни 2023 г. в сътрудничество с „Клон Космос“ към Съюза на Физиките в България. Това е третото издание на докторантската школа в НАО-Рожен. В школата взеха присъствено участие 13 докторанти (от които 2 от Обединено Кралство) и 5 лектори и ментори. Копия от лекциите и упражненията и за двете школи могат да се намерят на сайта на проекта.



Фиг. 14 Участници в съвместното събитие „LOFAR Space Weather School“ по проекта STELLAR и трета школа по космически изследвания, технологии и приложения на клон „Космос“ (НАО-Рожен, 2023 г.)

През 2023 г. продължи научното сътрудничество с научни институции в:

- Великобритания: по външен проект на COST,
- Германия: по външни проекти на Horizon2020 (<https://www.chetec-infra.eu/>) и DFG,
- Египет: по проекти по програмата за международно академично сътрудничество на БАН (грантова схема), съответно с ръководители проф. д-р Бойко Михов и доц. д-р Росица Митева,
- Индия: по проект на ФНИ с ръководител проф. д-р Румен Бачев,
- Китай: по проект на ФНИ с ръководител доц. д-р Антон Стригачев,
- Нидерландия и Ирландия: по проект на Horizon2020 Twinning (Scientific and Technological Excellence by Leveraging LOFAR Advancements in Radio Astronomy – STELLAR, H2020-WIDESPREAD-2018-2020, бенефициент ИАНАО <https://stellar-h2020.eu/>) с ръководител доц. д-р Камен Козарев,
- Полша: по външен проект,
- Русия: по проект на ФНИ с ръководител доц. д-р Мима Томова,
- Сърбия: по ЕБР проекти, съответно с ръководители проф. д-р Румен Бачев, доц. д-р Момчил Дечев, доц. д-р Никола Петров, доц. д-р Люба Славчева-Михова, гл. ас. Георги Латев,
- Швейцария: по проект на Space Science Institute (<https://www.issibern.ch/teams/lifecyclecomet/>) с ръководител гл. ас. д-р Росита Кокотанекова.

4. УЧАСТИЕ НА ИАНАО В ПОДГОТОВКАТА НА СПЕЦИАЛИСТИ

През 2023 г. в ИАНАО бяха проведени две защиты на дисертации: за ОНС „доктор“ от асистент Асен Мутафов и научна степен „доктор на науките“ от проф. д-р Евгени Семков.

През 2023 г. в ИАНАО са се обучавали общо 8 докторанти в редовна форма на обучение:

- продължение: Антоанета Аврамова-Бончева (ръководител доц. д-р Антоанета Антонова), Владислав Марчев (ръководител проф. д-р Радослав Заманов) и Мохамед Недал (ръководител доц. д-р Камен Козарев).
- 3-та година: Гроздан Широв (ръководител доц. д-р Никола Петров) и Нестор Арсенов (ръководител доц. д-р Люба Славчева-Михова).
- 2-ра година: Йовелина Зинкова (ръководител доц. д-р Никола Петров)
- 1-ва година: Емануил Чижов (ръководител проф. д-р Даниела Кирилова), Артъом Епифанов (ръководител доц. д-р Камен Козарев).

С решение на научния съвет (НС) от 15.12.2023 г. са отчислени с право на защита редовните докторанти Антоанета Аврамова-Бончева, Владислав Марчев и Мохамед Недал, а Гроздан Широв е одобрен за едногодишно удължение без право на стипендия.

През 2023 г. доц. д-р Росица Митева е водила лекция към избираем курс „Въведение в Космоса и космическата среда“ в магистърска програма към СУ.

През 2023 г. са проведени и успешно приключили 6 конкурси за заемане на академични длъжности в ИАНАО като съответно са направени следните назначения:

- 2 асистенти: Антоанета Аврамова-Бончева и Владислав Марчев за нуждите на отдел „Звезди и звездни системи“;
- 4 главни асистенти: д-р Олег Степанюк за нуждите на отдел „Слънце и слънчева система“, д-р Стефан Георгиев и д-р Асен Мутафов – отдел „Звезди и звездни системи“, д-р Радостина Желева – отдел „Галактики и космология“.

В края на 2023 г. научният състав на ИАНАО се състои от: 7 – на академична длъжност професор, 15 – доцент, 14 – главен асистент, 2 – асистент, а научно-помощния персонал от: 9 – на длъжност физик и 2 – технически сътрудник, като списъкът се актуализира на веб-страницата на ИАНАО (<https://astro.bas.bg/>).

През 2023 г. учени от ИАНАО бяха отличени със следните награди:

- С наградата за най-млад учен „Иван Евстратиев Гешов“, конкурс 2023 г. (<https://www.bas.bg/?p=44390>), за постижения в научно направление „Астрономия, космически изследвания и технологии“ бе отличена докторант Антоанета Антонова Аврамова-Бончева от ИАНАО-БАН.



Фиг. 15 Награждаване на докторант Аврамова-Бончева проведено в БАН на 23 май 2023 г.

- Д-р Росита Кокотанекова, главен асистент в Института по астрономия с НАО на БАН бе една от трите лауреати на 13-ото издание на националните стипендии „За жените в науката“ 2023 (<https://www.zajenitevnaukata.bg/>;

<https://www.bas.bg/?p=47066>; <https://www.facebook.com/ianaoban>), реномиран научен конкурс на ЮНЕСКО и L'Oréal в сътрудничество със СУ „Св. Климент Охридски“. Стипендията ѝ е присъдена за разработен от нея проект на тема „Участие в мисията Comet Interceptor/Еволюция на кометни ядра“ на Европейската космическа агенция.



Фиг. 16 Награждаване на д-р Кокотанекова на 29 ноември 2023 г. в Софийски университет „Св. Климент Охридски“.

5. ИНОВАЦИОННА ДЕЙНОСТ НА ИАНАО И АНАЛИЗ НА НЕЙНАТА ЕФЕКТИВНОСТ

5.1. Осъществяване на съвместна иновационна дейност с външни организации и партньори, вкл. поръчана и договорирана с фирми от страната и чужбина

Иновационната дейност не носи преки финансови дивиденди за ИАНАО. Тя се изразява в създаване и/или внедряване на нови софтуерни пакети, необходими за получаването или обработването на наблюдателните данни. В повечето случаи, учените от ИАНАО използват или създават сами или в сътрудничество съвременен софтуер с отворен код и достъп, съвместим или идентичен с използвания от международната астрономическа общност.

5.2. Извършен трансфер на технологии и/или подготовка за трансфер на технологии по договор с фирми; данни за полученото срещу това заплащане; данни за реализираните икономически резултати във фирмите (работни места, печалба, производителност, дял на новите продукти в общия обем на продажбите и т.н.).

На територията на НАО Рожен са разположени метеорологична станция на НИМХ, сеизмологична станция на НИГГГ-БАН и фонова екологична станция на МОСВ, които ползват инфраструктурата на обсерваторията за обезпечаване на дейността си. От 2012 г. на територията на НАО Рожен има изградена кула с радиомаяк на ДП „Ръководство на Въздушното Движение” (РВД), която подобрява сигурността на полетите. На територията на АО Белоградчик също има сеизмологична станция на НИГГГ-БАН, създадена по проект за сътрудничество между дунавските държави.

6. СТОПАНСКА ДЕЙНОСТ НА ИАНАО

6.1. Осъществяване на съвместна стопанска дейност с външни организации и партньори /продукция, услуги и др., които не представляват научна дейност на звеното/, вкл. поръчана и договорирана с фирми от страната и чужбина

6.2. Отдаване под наем на помещения и материална база

ИАНАО отдава под наем 3 бр. апартаменти, площ и друга инфраструктурата в НАО Рожен.

6.3. Сведения за друга стопанска дейност

Други приходи се акумулират от продажба на входни билети в НАО Рожен, както и от докторантски такси.

7. КРАТЪК АНАЛИЗ НА ФИНАНСОВОТО СЪСТОЯНИЕ НА ИАНАО ЗА 2023 г.

№ по ред	НАИМЕНОВАНИЕ	СУМА В ЛВ.
1	Преходен остатък от 2022 г.	2972254
2	Бюджетна субсидия за 2023 г.	2553512
3	Превод по договори с Ф”НИ”, в т.ч.:	414035
	КП-06-АВСТРИЯ/5 от 14.08.2023 - Р.Митева	39960
	КП-06-Н58/3 от 16.11.2021 А.Антонова - ЕТАП 2	52486
	КП-06-НП15/39 от 07.12.2023 - Д.Кирилова	8000
	КП-06-Н78/5 от 12.2023 Е.Семков	95000
	КП-06-М78/1 от 05.12.2023 - Ц.Цветков	40000

	КП-06-ДВ-8/18.12.2019_ВИХРЕН - К.Козарев - 5-ТА ГОДИНА	178589
4	Превод от МОН, в т.ч.:	3564302
	Д01-326/04.12.2023 - НПКНИ РАЦИО Е.Семков	1800000
	Д01-362/14.12.2023 - НПКНИ LOFAR BG К.Козарев	1764302
5	Договор с ЕКА - К.Козарев	94895
6	Вътрешен трансфер от БАН, в т.ч.:	36473
	РМС 495 Публикационна активност	20493
	Програма Млади учени - ДОПЛАЩАНЕ Я.Николов, Ц.Цветков	1800
	Грантова схема ЕБР ЕГИПЕТ - договори 2 бр. Б.Михов и Р.Митева	5868
	Възст. разходи по ЕБР + НАГРАДА за А.Бончева	8312
7	Безналичен трансфер БАН - възст.разходи за:	47757
	Обезщетения по чл.222 и чл.224 от КТ	43682
	Процедури - защита на научна степен	4075
8	Приходи от продажба на услуги, стоки и продукция	98594
	за НАО-Рожен (билети)	78099
	използване на инфраструктура в НАО Рожен + такса участие в конф.	20035
	Други приходи /п-ди от такса докторанти/	460
9	Приходи от наеми (РВД и 3бр. апартаменти)	13415
10	Дарения от страната и чужбина	41667
11	Плащане по програма Н2020 Дрезден - И.Статева	12969
12	Реализирани курсови разлики	-1523
13	Внесен данък върху приходите – НАО-Рожен	-1173
14	Банкови гаранции/депозити - временни чужди средства	6264
	Приходи в бюджета на ИА с НАО през 2023 г.	9853440
1	Разходи за заплати	1905191
2	Разходи за заплати по проект ВИХРЕН	113315
3	Осигурителни вноски от работодател	360848
4	Разходи за обезщетения на персонала	47334
5	Разходи за персонал по извънтрудови правоотношения	284302
6	Разходи за болнични	1334
7	Общо разходи за издръжка, в т.ч.	850886
	за НАО-Рожен – 79 % от разходите за издръжка	671615
	за АО-Белоградчик – 2 % от разходите за издръжка	20358
	за София – 19 % от разходите за издръжка	158913
8	Стипендии през 2023г. - 4-ма редовни докторати + 2 по проект	66000
9	Разходи за данъци, такса смет, винетки и др.такси	3248
10	Разходи за членски внос в МАС и сп.Astronomy за 2023 г.	9419
11	Разходи за основен ремонт на ДМА в НАО Рожен	6600

	/строителен надзор/	
12	Придобиване на ДМА и ДНМА	888893
	Компютри, сървъри и др. Подобна ИТ техника	36434
	Машини и съоръжения /вкл. Доплащане за 1.5 м. Телескоп в НАО/	823133
	Стопански инвентар	3440
	Закупуване на земя по LOFAR BG	21010
	Програмни продукти	4876
13	Разходи по HORIZONT_2020 - STELLAR	213175
14	Трансфери по НПКНИ - ШУ,СУ, ТУ	483919
15	Трансфер към ФНИ - възстановени остатъци по договори	3565
16	Вътрешен трансфер към БАН – партия Развитие	5691
	Разходи в бюджета на ИА с НАО през 2023 г.	5243721
1	Собствени средства	201306
2	Средства по договори	4407983
3	Остатък от субсидия	430
	Преходен остатък за 2024 г.	4609719

8. ИЗДАТЕЛСКАТА И ИНФОРМАЦИОННАТА ДЕЙНОСТ НА ИАНО

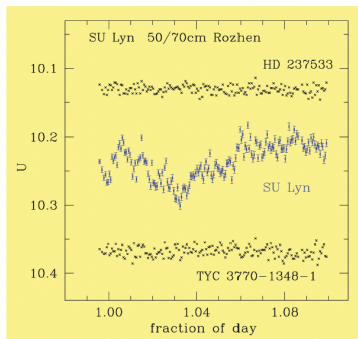
Български астрономически журнал

През 2023 г. са издадени 2 броя на Българския астрономически журнал (БАЖ) (<https://astro.bas.bg/AIJ/>): бр. 38 (129 стр., 9 статии, 5 от които от български колективи, вкл. 1 електронно приложение) с приемащ редактор проф. д-р Ренада Константинова-Антова и бр. 39 (99 стр., 8 статии, 4 от които от български колективи, вкл. 1 резюме на дисертация) с приемащ редактор доц. д-р Светла Цветкова. Автори на публикациите в тези два тома са учени от България, Индия, Испания, Великобритания, Полша, Саудитска Арабия, Египет, Чехия, Германия и Северна Македония. Списанието се разпространява със свободен достъп, като книжната версия се финансира по проект на ФНИ. Всички томове са публикувани онлайн на сайта на журнала.

Bulgarian Academy of Sciences
Institute of Astronomy and Rozhen NAO
Bulgarian Astronomical Society



Bulgarian Astronomical Journal



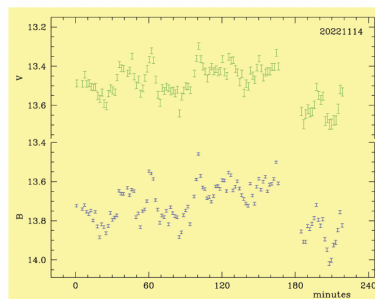
Detection of intranight variability of SU Lyn with the 50/70 cm Schmidt telescope of the NAO Rozhen (Zamanov et al., p. 83).

Volume 38, 2023
PARADIGMA Publishing House

Bulgarian Academy of Sciences
Institute of Astronomy and Rozhen NAO
Bulgarian Astronomical Society



Bulgarian Astronomical Journal



Revealing optical flickering of the dwarf nova RX And by the 50/70 cm Schmidt telescope of the Rozhen NAO. (Zamanov et al, p. 58)

Volume 39, 2023
PARADIGMA Publishing House

Фиг. 17 Изображенията на кориците на двата броя на БАЖ, издадени през 2023 г.

Обновената редакционна колегия на БАЖ от ноември 2023 г. е в следния състав:

Главен редактор: Даниела Кирилова, ИАНАО-БАН

Заместник-главен редактор: Светла Цветкова, ИАНАО-БАН

Уеб-редактор: Момчил Дечев, ИАНАО-БАН

Членове:

Ренада Константинова-Антова, ИАНАО-БАН

Румен Бачев, ИАНАО-БАН

Росица Митева, ИАНАО-БАН

Костадинка Колева, ИКИТ-БАН

Васил Попов

Невена Маркова, ИАНАО-БАН

Антоанета Антонова, ИАНАО-БАН

Мима Томова, ИАНАО-БАН

Люба Данкова, ИАНАО-БАН

Стефан Георгиев, ИАНАО-БАН

Антония Вълчева, СУ

(поради оттегляне на Илиан Илиев и Цветан Георгиев).

SJR индексът на списанието за 2022 е 0.11 (<https://www.scimagojr.com/>), като от 2022 г. има

IF=0.4 и попада в Q4 на WoS (<https://jcr.clarivate.com/jcr-jp/>,

<https://astro.bas.bg/BAJ-IF-2022.pdf>).

Астрономически календар

През 2024 г. ще се навършват 70 години от издаването на Астрономическия календар (АК), който се поддържа от ИАНАО. В календара е включена информация за най-важните астрономически събития през годината като слънчеви и лунни затъмнения, преминаване на комети, данни за изгревите и залезите на Слънцето, Луната и планетите, информация за метерони потоци и планетни конфигурации, и др. Освен от любители, ученици и студенти, АК се използва и за изготвяне на съдебни експертизи. Електронна версия на календара може да се намери на сайта на НАО Рожен (<https://nao-rozhen.org/>).

Редакционна колегия на АК през 2023 г.

Отговорен редактор: Евгени Семков, ИАНАО-БАН

Научен редактор: Георги Латев, ИАНАО-БАН и Сунай Ибрямов, ШУ

Членове: Илиан Илиев, Андон Костов, Пенчо Маркишки, Момчил Дечев, ИАНАО-БАН

Предпечатна подготовка: Люба Данкова, ИАНАО-БАН



Фиг. 18 Изображение на кориците на Астрономическия календар за 2024 г.

9. ИНФОРМАЦИЯ ЗА НАУЧНИЯ СЪВЕТ НА ИАНАО

ПРЕДСЕДАТЕЛ: Доц. д-р Люба СЛАВЧЕВА-МИХОВА

ЗАМ. ПРЕДСЕДАТЕЛ: Доц. д-р Иванка СТАТЕВА

СЕКРЕТАР: Доц. д-р Мима ТОМОВА

ЧЛЕНОВЕ:

Проф. дфн Радослав Заманов

Проф. дфн Илиан Илиев

Проф. дфн Даниела Кирилова

Проф. дн Евгени Семков

Проф. д-р Румен Бачев

Проф. д-р Таню Бонев

Проф. д-р Светозар Жеков

Проф. д-р Бойко Михов

Доц. д-р Антоанета Антонова

Доц. д-р Камен Козарев

Доц. д-р Росица Митева

Доц. д-р Кирил Стоянов

Гл. ас. д-р Александър Куртенков – представител на докторантите и младите учени, без право на глас

Научният съвет на ИАНАО е избран на Общо събрание на учените на Института, проведено на 18.05.2020 г., а на 19.04.2022 г. (протокол №18, т. 2) за секретар на НС е избрана доц. д-р Мима Томова, поради оттегляне на доц. д-р Росица Митева, избрана за научен секретар на ИАНАО. Към момента НС на ИАНАО се състои от 15 члена с право на глас.

10. КОПИЕ ОТ ПРАВИЛНИКА ЗА РАБОТА В ЗВЕНОТО

Правилникът на ИАНАО не е променян през 2023 г. Документът може да се намери на веб-страницата на института: https://astro.bas.bg/admin_bg.php => Администрация => Правилник на ИАНАО или чрез следния [линк](#).

11. СПИСЪК НА ИЗПОЛЗВАНИТЕ В ОТЧЕТА И ПРИЛОЖЕНИЯТА КЪМ НЕГО СЪКРАЩЕНИЯ

На български език:

АО – Астрономическа Обсерватория

АК – Астрономически Календар

БАЖ – Български Астрономически Журнал

БАН – Българска Академия на Науките

БНР – Българско Национално Радио

БНТ – Българска Национална Телевизия

БТА – Българска Телеграфна Агенция

ДМА – Дълготрайни материални активи

ДНМА – Дълготрайни нематериални активи
ДП – Държавно Предприятие
ЕБР – еквивалентен безвалутен размен
ИАНАО – Институт по Астрономия с Национална Астрономическа Обсерватория
ИЕ – Институт по електроника
ИКИТ – Институт за Космически Изследвания и Технологии
МГУ – Минно-геоложки университет
МОН – Министерство на Образованието и Науката
МОСВ – Министерство на Околната Среда и Водите
НАО – Национална Астрономическа Обсерватория
НАОП – Народна астрономическа обсерватория с Планетариум
НАФСКИ – Националният форум за съвременни космически изследвания
НБУ – Нов Български Университет
НИГГГ – Национален Институт по Геофизика, Геодезия и География
НИМХ – Национален Институт по Метеорология и Хидрология
НПКНИ – Националната пътна карта за научна инфраструктура
НС – Научен Съвет
ОНС – образователна и научна степен
ОУ – Основно училище
РАЦИО – Регионален Астрономически Център за Изследвания и Образование
РВД – Ръководство Въздушно Движение
САБ – Съюз на Астрономите в България
СУ – Софийски Университет
ТУ – Технически Университет
ФНИ – Фонд Научни Изследвания
ШУ – Шуменски Университет

На английски език:

A&A – Astronomy & Astrophysics
ApJ – The Astrophysical Journal
BAJ – Bulgarian Astronomical Journal
COST – European Cooperation in Science and Technology
DFG – Deutsche Forschungsgemeinschaft
ESA – European Space Agency
IF – Impact factor
LOFAR-BG – LOw Frequency ARray, Bulgarian station
MNRAS – Monthly Notices of the Royal Astronomical Society
SJR – Scientific Journal Ranking
STELLAR – Scientific and Technological Excellence by Leveraging LOFAR Advancements in Radio Astronomy
STEM – Science, Technology, Engineering and Mathematics