



РЕЦЕНЗИЯ

за кандидатурата на гл. ас. д-р Камен Козарев,
единствен кандидат по конкурса за доцент,
обявен от Института по Астрономия с Национална Астрономическа Обсерватория към БАН
по област 4. Природни науки, математика и информатика,
4.1 Физически науки („Ускоряване на високоенергитични заредени частици от слънчеви
коронални ударни вълни и разпространението им в хелиосферата – числено моделиране,
базирано на дистанционни наблюдения“)
от проф. дфн Диана Петрова Кюркчиева
Шуменски университет «Еп. К. Преславски»

Камен Козарев защитава дисертация на тема “Ускорение на слънчеви високоенергийни протони в коронални ударни вълни и разпространението им в хелиосферата” през 2013 г. в Бостънския университет. В периода 2012-2016 г. той е постдок-изследовател по Хелиофизика в Кембридж, Масачузетс. От 2016 г. е главен асистент в ИА.

Научно-изследователската дейност на кандидата

Обект на научните изследвания на д-р Камен Козарев са короналните изхвърляния на маса (Coronal Mass Ejections – CME), едно от най-енергетичните проявления на слънчевата активност. Тези събития започват с внезапно активиране на глобални плазмено-магнитни структури и са съпроводени с превръщане на магнитна енергия в електромагнитно излъчване и кинетична енергия на частици. CME се формират в слънчевата корона и често биват ускорени до скорости, надвишаващи локалните звукови скорости. Поради това CME могат да причинят ударни вълни при напускане на слънчевата атмосфера. Те от своя страна ускоряват йони и електрони, създавайки т.нар. слънчеви високоенергетични частици (Solar Energetic Particles – SEP). Наблюденията в последните 20 години показват, че често при слънчеви изригвания се наблюдават съпътстващи крупномасабни фронтове в слънчевата корона, както и радиоизлъчвания, типични за ударни вълни, които са способни да ускорят SEP. Ранното детектиране, характеризиране, и предсказване на първоначалното ускорение и разпространение на CME и SEP е от важно значение за хелиофизиката и междупланетните изследвания. Времето между началото на слънчевото избухване и пристигането на първите потоци SEP до Земята е няколко часа, което понякога е твърде кратко, за да бъдат предупредени астронавтите и сателитните оператори. По тази причина една от важните приложни цели на хелиофизиката е разработването на оперативни възможности за оценка и предсказване на междупланетните SEP потоци и CME динамика.

Д-р Козарев участва активно в разработването на специализиран софтуер за числено моделиране на космическата радиация в глобалната хелиосфера от Слънцето и междупланетното пространство. Освен това той работи върху наблюдателно изследване на феномени, свързани с ударни вълни в ниската слънчева корона.

Неговите научни приноси са както следва.

1. Разработен е софтуер Earth-Moon-Mars Radiation Environment Module (EMMREM), който създава модели на дозите радиация от високоенергетични слънчеви частици и космически лъчи в различни места на хелиосферата, за различни човешки органи, и за различни видове защитни материали, симулиращи скафандри и космически кораби. В основата на софтуера е тримерен модел на глобалното разпространение на SEP по време на големи слънчеви бури, който може да бъде използван както за научни изследвания, така и за предсказване на

космическото време.

2. Разработен е софтуер Energetic Particle Radiation Environment Module (EPREM) за оценка на ускорението и разпространението на високоенергетични заредени частици в хелиосферата. Моделът решава числено уравненията за движение и за разпределение на протони, успоредно и перпендикулярно на магнитното поле, в зависимост от ъгъла на орбитален наклон на частиците спрямо магнитното поле, скоростта, времето и положението им. EPREM работи в широк диапазон от енергии и видове йони.

3. Софтуерът EPREM е използван за изучаване разпространението на потоци SEP при големи слънчеви избухвания на разстояния над 1 AU, използвайки наблюдения близо до Земята. Установено е, че резултатите от модела са близки до наблюденията на SEP в близост до Луната, Марс и Юпитер. Получени са модели на радиалните градиенти на потоците SEP в междупланетното пространство от Земята до Юпитер, които са ценни за определяне на радиационните дози за астронавти и електроника при междупланетни космически мисии. Оценен е рискът за развитие на лъчева болест и ракови заболявания при астронавтите, ако бъдат изложени на SEP събития.

4. Чрез комбиниране на модела EPREM с тримерни магнитохидродинамични модели на слънчеви изригвания, е симулирано за пръв път в детайли развитието на големи CME близо до Слънцето и въздействието върху ускорението на SEP. Показано е, че при големи CME, дори в началните стадии, когато те са по-близо от 8 слънчеви радиуса, се ускоряват големи потоци SEP до енергии над 1000 MeV. Установено е, че градиентите на плътностите в крупномасабните структури на слънчевата корона, както и областите с рязка промяна в скоростите между ударните вълни и зараждащия се слънчев вятър, модулират ускорението на частиците. Това са индикатори за утвърждаване на новата идея, че ускорението на SEP може да се предизвиква основно от ударни вълни, предизвиквани от CME и може да се случи много по-близо до Слънцето, отколкото бе смятано преди. Показано е, че ударните вълни на CME предизвикват различно ускорение на SEP в зависимост от мястото и времето, което се дължи на променящите се условия в короната.

5. В резултат на анализ на дистанционни у.в. наблюдения на слънчеви изригвания с телескопа Advanced Imaging Assembly (AIA) с висока времева и пространствена резолюция е изведено заключение, че в голямата си част короналните фронтове, свързани с CME, водят до слаби ударни вълни. За изпълнението на тази задача е създаден специализиран софтуер Coronal Analysis of SHock and Waves (CASHew), който моделира короналните ударни вълни чрез комбинация от наблюдения и модели на короната.

6. Разработен и приложен е аналитичен модел за ускоряване на частици в ударни вълни на базата на дистанционни наблюдения на ударни вълни между 1.1 и 1.5 слънчеви радиуса. Изследвани са 10 ударни вълни, при някои от които протоните могат да се ускорят до енергии над 50 MeV в първите 10 минути на избухването, докато при останалите случаи не става значително увеличаване на енергиите на частиците. Установено е, че взаимодействието на ударните вълни с короналните магнитни полета модулира динамично хелиографските ширини и дължини на разпространение на високоенергетичните частици в Слънчевата система. Този резултат има потенциал за ранно прогнозиране на SEP при слънчеви избухвания.

Важно е да се отбележи, е д-р Камен Козарев има ясна визия за бъдещото развитие на своите научни изследвания.

Кандидатът по процедурата гл. ас. д-р Камен Козарев представя по темата на конкурса: 15 труда в научни издания с импакт фактор, 6 публикации в рецензирани издания, 8 презентации на семинари, 15 поканени доклада на научни форуми.

Същественият личен принос на д-р К. Козарев в представените изследвания личи от факта, че той е първи автор в 4 от най-престижните статии.

Броят цитирания на негови трудове е над 30.

Д-р Козарев е участвал в екипите на 8 международни научни проекта, два от които стартират през 2019 г. Той е бил ръководител на 4 от тези 8 проекта. Повечето от проектите са финансирани от НАСА.

Професионалните качества на д-р Козарев са оценени от астрономическата общност, което проличава от включването му в редица важни международни научни екипи:

- Съорганизатор на международен научен екип, работещ по проблеми на слънчевите избухвания в International Space Science Institute, Bern;
- Съорганизатор на два уъркшопа за докторанти по хелиофизика през 2010 и 2011 г., част от международната конференция SHINE, САЩ;
- Главен координатор по учебната дейност на неформалната образователна програма "Космически предизвикателства", 2014-2015;
- Координатор на провеждането на редовни срещи и работата на мултидисциплинарен екип от над 20 учени по проект EMMREM, финансиран от НАСА.

Високата оценка за професионалните качества на д-р Козарев се илюстрира и от факта, че той е бил оценител на проекти към NASA, NSF, Polish National Science Center, както и рецензент на статии за The Astrophysical Journal; Astronomy and Astrophysics; Solar Physics; Space Weather: The International Journal of Research and Applications; Astronomy and Astrophysics; Scientific Reports; Current Applied Physics. Д-р Козарев е асоцииран редактор на Journal of Space Weather and Space Climate.

За своите научни постижения той е бил отличен със следните награди: Един от "40 под 40" иновативни българи за 2017, класация на Дарик радио; Носител на престижната постдокторантска стипендия на НАСА за хелиофизика "Jack Eddy", 2012-2014 г.; Високо отличие за бакалавърска дипломна работа на Williams College, 2005.

Учебно-преподавателска дейност на кандидата

В последните години д-р Камен Козарев се занимава сериозно и с учебна дейност.

През 2019 г. той е подготвил серия лекции "Радиоастрономия" за студенти от Факултета по телекомуникации на Техническия университет София, както и серия лекции „Увод в радиоастрономията“ за студенти в магистърска програма "Сателитни комуникации".

През 2018 г. д-р Козарев е подготвил и реализирал следните лекционни курсове за студенти бакалаври и магистри от Катедра астрономия на Физическия факултет на Софийски университет "Св. Климент Охридски": а/ "Слънчева физика"; б/ „Увод в принципите на слънчевата физика“; в/ „Увод в радиоастрономията“; г/ „Увод в принципите на радиоастрономията“.

Д-р Козарев е бил ментор на трима студенти по време на летен изследователски стаж в Смитсоновската обсерватория, Solar Research Experience for Undergraduates (REU) - 2013, 2014, 2016 г.

Организационна дейност

Д-р Козарев е участвал в организацията на редица научни форуми:

- Съорганизатор на сесия към Европейска седмица по космическо време (Белгия), 2016 г. - "Flares, coronal mass ejections and solar energetic particles: Space Weather Impact"
- Член на локалния организационен комитет за конференцията "International Symposium on Recent Observations and Simulations of the Sun-Earth System III", Златни пясъци, България, 2016 г.
- Съорганизатор на сесия към Solar, Heliospheric, and Interplanetary Environment (SHINE) уъркшоп - "Particle Acceleration and Wave Generation Across Scales: From Reconnection to Shocks", 2016 г.

- Съорганизатор на сесия към конференцията на Американския геофизичен съюз - ``SH013. Seed Populations, Acceleration, and Transport of Solar Energetic Particles from the Low Corona" AGU Fall Meeting, 2013 г.
- Съорганизатор на сесия към конференцията на Американския геофизичен съюз - ``SH53C. Specification, Prediction, and Observation of the Inner Solar System's Radiation Environment II", AGU Fall Meeting, 2010 г.

Заклучение

Въз основа на предоставените материали по процедурата абсолютно убедено считам, че количеството и качеството на научноизследователската, учебно-преподавателската и организационната дейност на д-р Камен Козарев напълно удовлетворяват изискванията за заемане на академичната длъжност „доцент” на ЗАКОНА за развитието на академичния състав в Република България, на ПРАВИЛНИКА за прилагане на Закона за развитието на академичния състав в Република България, както и на Специфичните допълнителни изисквания на ИА с НАО на БАН.

25.09.2019

проф. дфн Диана Кюркчиева

Peer Review

for the application of Assistant Professor Dr Kamen Kozarev,
the only candidate for the academic position "Associate professor"
of the Institute of Astronomy with the National Astronomical Observatory (IA with NAO)
of the Bulgarian Academy of Sciences (BAS)

field 4. Natural sciences, mathematics and informatics,

4.1 Physical Sciences ("Acceleration of high-energy charged particles from Solar coronal shock waves
and their propagation in the heliosphere - numerical modeling based on remote observations")

by Prof. Diana Petrova Kjurkchieva, Shumen University

Kamen Kozarev defended a thesis "Acceleration of high-energy solar protons in coronal shock waves
and their propagation in the heliosphere" in 2013 at Boston University. From 2012-2016 he was a
postdoctoral researcher in Heliophysics in Cambridge, Massachusetts. Since 2016 he is assistant
professor at IA with NAO.

Research activities

The subject of Dr. Kamen Kozarev's research is Coronal Mass Ejections (CME), one of the most
energetic manifestations of solar activity. These events begin with the sudden activation of global
plasma-magnetic structures and are accompanied by the conversion of magnetic energy into
electromagnetic radiation and kinetic energy of particles. CMEs form in the solar corona and are often
accelerated to speeds in excess of local sonic velocities. Therefore, CMEs can cause shock waves when
leaving the solar atmosphere. They, in turn, accelerate ions and electrons, creating the so-called
solar high energy particles (Solar Energetic Particles - SEP). Observations over the last 20 years indicate
that, with solar eruptions, simultaneous large-scale fronts in the solar corona are often observed, as well
as radio waves typical of shock waves capable of accelerating SEP. The early detection,
characterization, and prediction of the initial acceleration and propagation of CME and SEP is
important for heliophysics and interplanetary research. The time between the onset of the solar
outbreak and the arrival of the first SEP flows to Earth is several hours, which is sometimes too short to
alert astronauts and satellite operators. For this reason, one of the important applied goals of
heliophysics is to develop operational capabilities for evaluating and predicting interplanetary SEP
flows and CME dynamics.

Dr. Kozarev is actively involved in the development of specialized software for numerical
modeling of cosmic radiation in the global solar heliosphere and interplanetary space. He is also
working on an observational study of phenomena associated with shock waves in the low solar corona.
His scientific contributions are as follows.

1. Earth-Moon-Mars Radiation Environment Module (EMMREM) software has been developed
to create radiation dose models from high-energy solar particles and cosmic rays in different locations
of the heliosphere, for different human organs, and for different types of protective materials that
simulate space suits and spaceships. At the heart of the software is a three-dimensional model of the
global spread of SEP during major solar storms, which can be used for both scientific research and
space weather prediction.

2. The Energetic Particle Radiation Environment Module (EPREM) software has been
developed to evaluate the acceleration and propagation of high-energy charged particles in the
heliosphere. The model numerically solves the equations for the motion and distribution of protons,
parallel and perpendicular to the magnetic field, depending on the angle of orbital inclination of the

particles with respect to the magnetic field, velocity, time and position. EPREM operates in a wide range of energies and types of ions.

3. EPREM software has been used to study the propagation of SEP flows in large solar flares over distances of more than 1 AU using observations near Earth. The model results are found to be close to SEP observations near the Moon, Mars and Jupiter. Models of radial gradients of SEP flows in interplanetary space from Jupiter have been obtained, which are valuable for determining radiation doses for astronauts and electronics in interplanetary space missions. The risk of developing radiation sickness and cancer in astronauts is assessed if exposed to SEP events.

4. By combining the EPREM model with three-dimensional magneto-hydrodynamic models of solar eruptions, the development of large CMEs near the Sun and the effects on SEP acceleration have been simulated for the first time in detail. It has been shown that at large CMEs, even in the initial stages, when they are closer than 8 solar radii, large SEP flows are accelerated to energies above 1000 MeV. Density gradients in large-scale structures of the solar corona, as well as regions with a sharp change in velocities between shock waves and the emerging solar wind, have been found to modulate particle acceleration. These are indicators to reinforce the new idea that the acceleration of SEP can be mainly caused by CME-induced shock waves and may occur much closer to the Sun than previously thought. CME shock waves have been shown to cause different SEP acceleration depending on location and time, due to changing coronal conditions.

5. As a result of remote sensing analysis High-temporal and spatial resolution observations of solar eruptions with the Advanced Imaging Assembly (AIA) telescope it is concluded that, for the most part, CME coronal fronts lead to weak shock waves. To accomplish this task, specialized software Coronal Analysis of SHock and Waves (CASHeW) was created to model the coronal shock waves through a combination of observations and coronal models.

6. An analytical model for particle acceleration in shock waves has been developed and applied based on remote observations of shock waves between 1.1 and 1.5 solar radii. 10 shock waves have been investigated, for some of which the protons accelerate to energies above 50 MeV in the first 10 minutes of the burst, while for the other cases there is no significant increase in the energies of the particles. The interaction of shock waves with coronal magnetic fields has been found to modulate dynamically the heliographic latitudes and propagation lengths of high-energy particles in the solar system. This result has the potential for early forecasting of SEP in solar flares.

It is important to note that Dr. Kamen Kozarev has a clear vision for the future development of his research.

Dr Kamen Kozarev presents for the procedure : 15 papers in scientific publications with impact factor, 6 publications in peer-reviewed journals, 8 presentations at seminars, 15 invited papers at scientific forums. Dr. K. Kozarev's significant personal contribution to the presented research is evident from the fact that he is the first author in 4 of the most prestigious articles. The number of citations to his works is over 30. Dr. Kozarev has participated in the teams of 8 international scientific projects, two of which start in 2019. He has been the leader of 4 of these 8 projects. Most of the projects are funded by NASA.

The professional qualities of Dr. Kozarev are appreciated by the astronomical community, which is evident from his involvement in a number of important international scientific teams:

- Co-organizer of an international scientific team working on solar flare problems at the International Space Science Institute, Bern;
- Co-organizer of two workshops for PhD students in Heliophysics in 2010 and 2011, part of the SHINE International Conference, USA;
- Chief Coordinator of the Educational Activities of the informal education program "Space Challenges", 2014-2015;
- Coordinator of regular meetings and the work of a multidisciplinary team of over 20 scientists funded by NASA's EMMREM project.

Dr. Kozarev's high appreciation for his professional skills is also illustrated by the fact that he was a project evaluator for NASA, NSF, the Polish National Science Center, and a reviewer of articles for The Astrophysical Journal; Astronomy and Astrophysics; Solar Physics; Space Weather: The International Journal of Research and Applications; Astronomy and Astrophysics; Scientific Reports; Current Applied Physics. Dr. Kozarev is an associate editor of the Journal of Space Weather and Space Climate.

He has been honored with the following awards for his scientific achievements: One of the "40 under 40" Innovative Bulgarians for 2017, Darik Radio's ranking; Winner of NASA's prestigious Jack Eddy Postdoctoral Fellowship, 2012-2014; Bachelor of Arts Degree with Honors from Williams College, 2005.

Teaching activities

In recent years, Dr. Kamen Kozarev has been seriously involved in educational activities.

In 2019 he has prepared a series of lectures on Radioastronomy for students from the Faculty of Telecommunications of the Technical University of Sofia, as well as a series of lectures on Introduction to Radioastronomy for students in the Master's Program in Satellite Communication.

In 2018, Dr. Kozarev has prepared lecture courses for undergraduate and masters students at the Department of Astronomy at the Faculty of Physics at Sofia University St. Kliment Ohridski ("Solar Physics" and "Introduction to Radioastronomy").

Dr. Kozarev was a mentor to three students during a summer research internship at the Smithsonian Observatory, Solar Research Experience for Undergraduates (REU) - 2013, 2014, 2016.

Organizational activity

Dr. Kozarev has participated in the organization of a number of scientific forums:

- Co-organizer of a session at European Space Week (Belgium), 2016 "Flares, coronal mass ejections and solar energy particles: Space Weather Impact"
- Member of the local organizing committee for the conference "International Symposium on Recent Observations and Simulations of the Sun-Earth System III", Golden Sands, Bulgaria, 2016.
- Co-organizer of a session at Solar, Heliospheric, and Interplanetary Environment (SHINE) Workshop "Particle Acceleration and Wave Generation Across Scales: From Reconnection to Shocks", 2016.
- Co-organizer of the session at the Conference of the American Geophysical Union "SH013. Seed Populations, Acceleration, and Transport of Solar Energy Particles from the Low Corona" AGU Fall Meeting, 2013
- Co-organizer of the session at the Conference of the American Geophysical Union "SH53C. Specification, Prediction, and Observation of the Inner Solar System's Radiation Environment II", AGU Fall Meeting, 2010.

Conclusion

On the basis of the materials provided under the procedure, I am absolutely convinced that the quantity and quality of Dr. Kamen Kozarev's research, teaching and organizational activities completely satisfy the requirements for the academic position of "Associate Professor" of the Law on the Development of Academic Staff in the Republic Bulgaria, the RULES for the implementation of the Law on the Development of Academic Staff in the Republic of Bulgaria, as well as the Specific Additional Requirements of IA with NAO of BAS.

09/25/2019

Prof. Diana Kjurkchieva, DSci.