

## РЕЦЕНЗИЯ

**за доцент дфн Даниела Петрова Кирилова, кандидат по конкурса за професор по 4.1. Физически науки, научна специалност Астрофизика и звездна астрономия, по тематика „Неравновесни процеси в ранната Вселена“, обявен от Институтът по астрономия с Национална астрономическа Обсерватория при БАН в ДВ бр. 91, стр. 41 от 14 ноември 2017 г.**

**от проф. дфн Радослав Костадинов Заманов** - Институт по астрономия с Национална астрономическа обсерватория, Българска академия на науките

Даниела Петрова Кирилова е родена на 19 август 1959 в гр. Годеч. Завършила е висше образование във Физическия Факултет на Софийски Университет, специалност физика, специализация астрономия през 1983. През 1990 г. защитава дисертация в Московския Държавен Университет „М. Ломоносов“ (който е между 150-те най-добри университета в света) и придобива научна степен кандидат на физико-математическите науки. От 2003 до сега е старши научен сътрудник (доцент) в Институт по Астрономия с Национална Астрономическа Обсерватория, БАН. През 2015 г. защитава дисертация на тема „Неравновесни процеси в ранната Вселена и техните космологични ефекти и ограничения“ и получава научната степен „доктор на науките по астрофизика и звездна астрономия“.

Специализирала е във Франция, Италия, Белгия, Дания, Швейцария, Русия, в това число в ЦЕРН (6 месеца), в института „Нилс Бор“, Копенхаген (3 месеца), в ОИЯИ, Дубна (повече от 4 години), в Международния център по теоретична физика „Абдус Салам“ в Триест (>6 месеца), в Свободния университет в Брюксел (>6 месеца). Владее на отлично ниво английски и руски, ползува още френски и италиански. Чела е лекции по астрономия, астрофизика и космология в Американския университет (2 семестъра) в Благоевград. Тя разработва нов курс за ФзФ Софийски университет „Св. Кл. Охридски“ - курс по космология, който преподава на магистри като хонорован преподавател към Катедра по Астрономия, Физически Факултет на СУ в периода 1990-1998 и в Университетския Център по Космически Изследвания и Технологии към Физически Факултет през 2008-2016. Чела е лекции за студенти и млади учени и е изнасяла доклади в международни институти и университети в чужбина - в Белград, Солун, Париж, Брюксел, Женева, Хелзинки, Токио. Била е лектор на 7 национални и 13 международни школи за студенти, докторанти и млади учени - в това число в Международния център по физика Еторе Майорана в Ериче, Италия; в Международния център по теоретична физика в Триест, Италия; в Междунниверситетския център в Пуна, Индия; по програма ERASMUS в Белек, Турция; по оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“ (BG051PO001.3.3.04/54/2009). Няколко години е лектор по космология на Международната конференция и школа за докторанти и млади учени в Приморско, на международна школа и работна среща School and Workshop on Space Plasma Physics в Созопол. Няколко пъти е била лектор по космология в Международна програма в ЦЕРН за учители (2010-2013).

Член е на Научния съвет на Института по Астрономия. Главен редактор е на Bulgarian Astronomical Journal (от 2012 г. досега) и има особени заслуги за получаването на статут на международно списание. Била е редактор на Докладите от международната

конференция International Conference on Physics in Memoriam acad. Prof. Matey Mateev публикувани в Bulg.J.Phys., v.3, 2011 и на 4 книги по астрономия и физика издадени от ДИ „Наука и изкуство“.

Била е научен ръководител на един успешно защитил докторант на ИА с НАО, на 6 магистърски и една бакалавърска теза на студенти от Катедра по Астрономия на Софийски Университет „Св. Кл. Охридски“.

Участвала е в повече от 15 проекта и е била ръководител на 6 от тях, в това число ФНИ Българска научна периодика, проект от Българо-Датско сътрудничество, проект по ЕБР между ИА БАН и Свободен Университет в Брюксел, проект към Международния Център по Теоретична Физика в Триест, Италия и др.

Доц. дфн Даниела П. Кирилова е представила списък от 77 публикации, в това число 32 публикации в списания с импакт фактор и SJR, 29 в трудове от конференции и симпозиуми. Има издадена една монография - Daniela Kirilova, “Nonequilibrium Processes in the Early Universe Cosmological Constraints”, ISBN 978-3-330-00900-4, LAP Lambert Academic Publishing, 2017, брой страници 261 (на английски език). В 34 публикации тя е единствен автор, а в 64 е първи автор.

**Между публикуваните статии заслужават специално да се отбележат:**

**Kirilova D., Chizhov M., „Nonequilibrium Neutrino Oscillations and Primordial Production of He-4“, Phys. Lett. B393, 1997, p.375 (40 цитирания).** В тази работа са анализирани неравновесните осцилации между електронни и стерилни неутрино в среда, за резонансни и нерезонансни случаи. Написани са точни кинетични уравнения и числено е решена матрицата на еволюцията на неутринната плътност. Проследена е еволюцията на плътността на броя неутрино, за пръв път са открити следните качествено нови ефекти на неутринните осцилации: изкривяване на енергетичния спектър и ръст на асиметрията между неутрино и антинеутрино в резултат на неравновесните неутринни осцилации. На база на числен анализ на неравновесните осцилации върху първичната продукция на  $^4\text{He}$  са получени космологични ограничения на параметрите на смесване на неутриното .

**Kirilova D., Chizhov M., „Cosmological Nucleosynthesis and Active-Sterile Neutrino Oscillations with Small Mass Differences: The Nonresonant Case“, Phys. Rev. D 58, p. 073004-073014, 1998 (импакт фактор 4.5, 60 цитирания).** Изследвани са нерезонансни осцилации в плазмата на ранната Вселена между електронни неутрино и нетермализирани стерилни неутрино, в случай когато електронно неутрино не се термализира до 2 MeV. Анализирани са кинетичните уравнения на матрицата на плътността на неутриното вземайки предвид едновременно разширяване на Вселената, осцилации на неутриното и взаимодействието на неутриното с веществото. Показано е, че намаляването на популацията на неутрино и изкривяването на спектъра играят важна роля. Благодарение на точния кинетичен подход са получени по-точни космологични ограничения на параметрите на смесване.

Kirilova D., Chizhov M., 1998, Nucl. Phys. B 534, p. 447-463, „Neutrino Degeneracy Effect on Neutrino Oscillations and Primordial Helium Yield” (импакт фактор 3.2, 35 цитирания). В тази работа е проведен числен анализ на ефектите на лептонна асиметрия върху неутринните осцилации и върху синтеза на хелий в рамките на модел на космологичен нуклео синтезис с активно-стерилни осцилации на неутриното. Проведени са детайлни моделирания на отношението неутрони-протони и последващия синтезис на хелий-4 за начална лептонна асиметрия от  $10^{-4}$  до  $10^{-10}$  и пълен сет от параметри на смесване. Получена е зависимостта на първичната продукция на хелий-4 от параметрите

на модела. От изохелиевите контури са получени граници на параметри на смесване на неутрино съответстващи на нуклеосинтезис с изродено неутрино.

**Kirilova D., Chizhov M., 2000, MNRAS 314, p.256-262, „Non-GUT Baryogenesis and Large Scale Structure of the Universe“**, (импакт фактор 5.0, 8 цитирания, посочена като едно от основните постижения на астрофизиката през 2000 г. в годишното ревю на V. Trimble and M. Aschwanden, 2001, *Astrophysics in 2000*, PASP 113, 1025). В тази статия е дискутиран механизъм за пертурбации в барионната плътност при инфлационния етап и еволюцията на плътността на барионния заряд в рамките на ниско-температурен сценарий на бариогенезис. Този механизъм може да бъде важен за формирането на едромасщабни структури във Вселената, и да допринесе за разбирането на характеристикната скала  $130 \text{ H}^{-1} \text{ Mpc}$  в разпределението на видимата материя. Този модел предполага, че видимата част на Вселената може да се състои от барионни и антибарионни области, които са достатъчно разделени така че да не се наблюдава излъчване от аниhilация.

**Kirilova D., Chizhov M., 2000, Nucl.Phys. B591, p.457-468, „Cosmological nucleosynthesis and active-sterile neutrino oscillations with small mass differences: The resonant case“** - (импакт фактор 3.2, 26 цитирания) - проведено е числено изследване на влиянието на резонансните активно-стерилни неутринни осцилации върху първоначалното създаване на хелий-4. Благодарение на точния кинетичен подход и прецизния числен анализ е установено, че неравновесните неутринни осцилации предоставят възможност за значителен ръст на асиметрията в неутринния сектор - до 5 порядъка в случай на малки масови разлики и големи ъгли на смесване. Изведени са точни от съществуващите дотогава космологични ограничения на параметрите на осцилации на неутрино. Получените ограничения са значително по-строги от получените в предишни анализи и с и от експериментално получените.

**Kirilova D., „Overproduction of helium-4 in the presence of neutrino oscillations“, ApPhys. 19 (2003) 409-417 (импакт фактор 4.0, 8 цитирания)** - анализирано е максималното свръхпроизводство на хелий-4 в космологичния нуклеосинтезис с активно-стерилно осцилации на неутрино, ефективни след отделяне на електронно неутрино. Изследвано е максималното свръхпроизводство на хелий-4 като функция на осцилационните параметри. Регистрирано е максимално относително нарастване на  ${}^4\text{He}$  до 13.1% (за нерезонансни осцилации) и до 31.8% (за резонансни осцилации).

**Kirilova D., Frere J.-M., 2012, New Astronomy Reviews, vol. 56, issue 6, p. 169-180.** В това ревю е разгледана ролята на неутрино родени при Големия взрив (или Космическия неутрино фон), които носят информация от епохата, когато Вселената е била на възраст 1 сек. както и на по-късни етапи. Разгледани са космологичната роля и космологичните ограничения върху редица свойства на неутрино.

Kirilova, D. P.; Chizhov, V. M., 2017, *Modern Physics Letters A*, Volume 32, Issue 34, id. 1750187 “Chiral tensor particles in the early Universe — Present status” - разгледана е космологичната роля и място на кирални тензорни частици и тяхното влияние върху еволюцията на ранната вселена - нарастване на скоростта на разширение на Вселената причинено от добавъчни частици в разширения модел, техните характеристични взаимодействия с частиците на плазмата на горещата Вселена, време на раждане, аниhilация, и др.

Kirilova, D., Panayotova, M. 2015, “Parameterizing the SFC Baryogenesis Model” *Advances in Astronomy*, vol. 2015, id.425342 - Числено е изследван модела за бариогенезис с кондезат на скаларно поле за различни сетове от параметри. Проведен е прецизен числен анализ на еволюцията на полето, на барионния заряд, и на образуване на барион-

антибарион асиметричната плазма. Определена е произведената барионна асиметрия за различни параметри на модела.

Kirilova, D., 2012, Journal of Cosmology and Astroparticle Physics, Issue 06, id. 007 “BBN with electron-sterile neutrino oscillations — the finest leptometer” - Фона на реликтовото неутрино може да крие реликтова лептонна асиметрия на порядъци по-голяма от барионната асиметрия. Засега няма директни теоретични или експериментални граници на нейната величина и знак, само индиректни космологични ограничения. Дискутиран е модел на нуклеосинтезис при Големия взрив включващ осцилации на неутрино и малка начална асиметрия  $L > 10^{-11}$ . Изведени са космологични ограничения върху лептонната асиметрия по строги от съществуващите. В случая на резонансни неутринни осцилации е изучена числено генерацията на лептонна асиметрия в неутринния сектор и е дефинирана областта на нестабилност, т.е. на значително нарастване на асиметрията.

Kirilova, D., 2003, “Baryogenesis model predicting antimatter in the Universe”, Nuclear Physics B Proceedings Supplements, Volume 122, p. 404-408. Разгледана е възможността за наличие на области от антивещество във Вселената. Данните от космичните лъчи и гама излъчване не изключват възможността за съществуване на региони от антиматерия във Вселената отделени на разстояния от нас по-големи от 10 мегапарсека, в тази връзка е анализирано възможното възникване на големи структури от антиматерия през ранните етапи на еволюция на Вселената. Разгледан е модел на нехомогенен бариогенезис базиран на SUSY (суперсиметрия)-кондензат, който предсказва големи райони от материя и антиматерия, разделени от празни пространства. Резултатите не противоречат на наблюдателните данни от различните космични експерименти.

Kirilova, D., 1998, “Baryogenesis Model Suggesting Antigalaxies”, Astronomical and Astrophysical Transactions, Vol. 15, p. 211-217 - разглежда възможността в рамките на модел на бариогенезис да съществуват галактики от антивещество.

Kirilova D., 2004, „Neutrino Spectrum Distortion due to Oscillations and its Bbn Effect”, International Journal of Modern Physics D, Volume 13, Issue 05, pp. 831-841 - Разгледано е изкривяването на енергетичния спектър на на електронното неутрино, дължащо се на на осцилации със стерилното неутрино  $\nu_e \leftrightarrow \nu_s$ . Анализирано е влиянието на това изкривяване върху космологичния нуклеосинтез.

**Цитируемост:** има забелязани повече от 470 цитата на статиите, в това число повече от 250 на статии в които доц. дфн Д. Кирилова е водещ изследовател (първи автор). За нея SCOPUS.com вижда 27 публикации H-index = 8; NASA-ADS дава 54 публикации, в това число 31 рецензируеми; WEB of Science дава 46 публикации, 284 цитата, H-index=9. Google Scholar индексира 77 публикации и дава H-index =14.

На базата на научните резултати, публикуваните научни статии, големия брой цитати на тези статии, ръководството на дипломанти и защитил докторант както и цялостната дейност, аз давам висока положителна оценка и предлагам на Научния съвет да избере **д.ф.н. Даниела Петрова Кирилова на академичната длъжност професор.**



16 февруари 2018

проф. дфн Радослав К. Заманов  
Институт по Астрономия с Национална Астрономическа Обсерватория, БАН