

УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
ФИЛОЗОФСКИ ФАКУЛТЕТ
ДС/ВМ05/4-02 бр. 2685/1-XVI/I 5
22.12.2016. године

ВЕЋЕ НАУЧНИХ ОБЛАСТИ
ДРУШТВЕНО-ХУМАНИСТИЧКИХ НАУКА

Наставно-научно веће Филозофског факултета у Београду на својој IX редовној седници, одржаној 22.12.2016. године – на основу чл. 231. став 1. алинеја 15. и 16. и члана 278. Статута Факултета, прихватило је Извештај Комисије за докторске студије с предлогом теме за докторску дисертацију: КУНОВЕ ПАРАДИГМЕ И ЛАКАТОШЕВИ НАУЧНОИСТРАЖИВАЧКИ ПРОГРАМИ: СЛУЧАЈ САВРЕМЕНЕ ФИЗИКЕ, докторанда Бојана Нешића.

За ментора је одређена доц. др Александра Зорић.

Доставити:

1x Универзитету у Београду
1x Стручном сараднику за
докторске дисертације
1x Шефу Одсека за правне послове
1x Архиви

ПРЕДСЕДНИК ВЕЋА

Проф. др Војислав Јелић

Факултет <u>Филозофски</u>	УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ
<u>04/1-2 бр. 6/228</u>	Веће научних области друштвено-хуманистичких
(број захтева)	наука
<u>23.12.2016.</u>	(Назив већа научних области коме се захтев упућује)
(датум)	

ЗАХТЕВ

за давање сагласности на предлог теме докторске дисертације

Молимо да, сходно члану 46. ст. 5. тач. 3. Статута Универзитета у Београду («Гласник Универзитета», бр. 131/06), дате сагласност на предлог теме докторске дисертације:

Кунове парадигме и Лакатошеви научноистраживачки програми: случај савремене физике

(пун назив предложене теме докторске дисертације)

НАУЧНА филозофија
ОБЛАСТ

ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ:

Име, име једног од родитеља и презиме кандидата:

Бојан Бранко Нешић

Назив и седиште факултета на коме је стекао високо образовање: Филозофски факултет,
Универзитет у Нишу, Ћирила
и Методија 2

2009.

Година дипломирања:

Назив мастер рада кандидата: Фајерабенд против епистемолошког тоталитаризма

Назив факултета на коме је мастер рад одбрањена: Филозофски факултет Ниш

Година одбране мастер рада: 2009.

Обавештавамо вас да је Наставно-научно веће

на седници 22.12.2016. одржаној

размотрило предложену тему и закључило да је тема подобна за израду докторске дисертације.

	ДЕКАН ФАКУЛТЕТА
	Проф. др Војислав Јелић

Додатак уз образац 1.

ПОДАЦИ О МЕНТОРУ

за кандидата Бојан Нешић

Име и презиме ментора: Александра Зорић

Звање: доцент

Списак радова који квалификују ментора за вођење докторске дисертације:

1. "Реализам и закључак на најбоље објашњење", *Theoria* 2, 2009, Српско филозофско друштво, Београд, стр.37-52.
2. "Конвергентни реализам о истини, прогресу и референцијалности", *Тхеориа* 4, 2011, Српско филозофско друштво, Београд, стр. 51-71.
3. "Квајн о аналитичности и логичким истинама", *Theoria* 4, 2012, Српско филозофско друштво, Београд, стр. 39-69.
4. "Квајнова бихејвиористичка теорија језика", *Theoria* 1, 2014, Српско филозофско друштво, Београд, стр. 19-35.
5. "О разлици између Дијемове и Квајнове тезе", *Филозофија и друштво* 1, 25, 2014, стр. 193-207.

Заокружити одговарајућу опцију (А, Б, В или Г):

А) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији техничко-технолошких, природно-математичких и медицинских наука ментор треба да има најмање три рада са SCI, SSCI, AHCI или SCIE листе, као и Math-Net.Ru листе.

Б) У случају менторства дисертације на докторским студијама у групацији друштвено-хуманистичких наука ментор треба да има најмање три рада са релевантне листе научних часописа (Релевантна листа научних часописа обухвата SCI, SSCI, AHCI и SCIE листе, као и ERIH листу, листу часописа које је Министарство за науку класификовало као M24 и додатну листу часописа коју ће, на предлог универзитета, донети Национални савет за

високо образовање. Посебно се вреднују и монографије које Министарство науке класификује као M11, M12, M13, M14, M41 и M51.)

В) У случају израде докторске дисертације према ранијим прописима за кандидате који су стекли академски назив магистра наука ментор треба да има пет радова (референци) које га, по оцени Већа научних области, квалификују за ментора односне дисертације.

Г) У случају да у ужој научној области нема квалификованих наставника, приложити одлуку Већа докторских студија о именовању редовног професора за ментора.

ДЕКАН ФАКУЛТЕТА

Датум _____

М.П.

проф. др Војислав Јелић

Универзитет у Београду
Филозофски факултет Београд
Одељење за филозофију

Образложење теме докторске дисертације
Кунове парадигме и Лакатошеви научноистраживачки
програми: случај савремене физике

Кандидат: Бојан Нешић (ОФ15-201)
Александра Зорић

Ментор: доц. др

Београд, октобар 2016.

Предмет и образложење теме докторске дисертације

Предмет истраживања

Предмет истраживања овог рада јесте испитивање и доказивање (у мери у којој је то могуће) могућности истовременог постојања више различитих међусобно супротстављених, ривалских парадигми или научноистраживачких програма у

оквиру савремене теоријске физике (која на неки начин представља парадигму савремене науке).

И поред тога што у својој „*Структури научних револуција*“ тврди да постојање једне парадигме у одређеном временском периоду представља уобичајено стање у науци, Томас Кун, оставља могућност коегзистенције више алтернативних, ривалских, па и конкурентских парадигми у оквиру једне науке. То превасходно важи за друштвене науке. Али такво стање није уобичајено, нити је пак одрживо на дужи временски рок (или, бар не би требало да јесте) у природним наукама. Па ипак, управо савремена теоријска физика представља својеврсни изузетак. Наиме, након смењивања класичне механике као владајуће парадигме у савременој физици, долази до својеврног „двовлашћа“, па чак и „вишевлашћа“. На сцену ступају релативистичка физика и квантна механика (при томе, ова друга са својим бројним различитим интерпретацијама).

Модел филозофије науке који Имре Лакатош предлаже, односно пролиферација и коегзистенција научноистраживачких програма знатно више одговара тренутном стварном стању у савременој физици у односу на Кунов модел филозофије науке.

Основне хипотезе

Основна полазна хипотеза овог рада јесте да мултипликација и коегзистенција више различитих, по бројним кључним питањима, често међусобно супротстављених, алтернативних, ривалских парадигми или научноистраживачких програма није само карактеристична за друштвене науке, већ и да је то тренутно стање у оквиру савремене теоријске физике, која пак, на неки начин, представља парадигму модерне науке.

Однос квантне механике и релативистичке физике не представља однос између старе и нове парадигме, јер се ниједна од њих не сматра побијеном, односно оповргнутом од стране друге. У питању је, дакле, однос између две владајуће парадигме које доминирају савременом теоријском физиком. На њих се често не гледа као на алтернативне парадигме, већ као на парадигме које, у неку руку, једна другу допуњују и употпуњавају. Па ипак, и једна и друга парадигма се сусрећу са истим проблемима, на које могу понудити сасвим различита решења.

Обе ове парадигме су тренутно владајуће, иако се и једна и друга понекад сусрећу са аномалијама. Но, те аномалије нису довољне за њихово побијање. (Заправо, према Карлу Поперу, аномалије никада нису ни довољне за то, потребно је постојање боље научне теорије, научне теорије која објашњава све оно што је и претходна научна теорија објашњавала, објашњава и оно на чему је претходна научна теорија пала, и при томе има вишак поткрепљеног емпиријског садржаја. Наравно, при томе на саме те аномалије не треба гледати као на (пуку) акумулацију случајности, нити их пак треба игнорисати, што, рецимо, конвенционалисти чине.) Заступници оваквих супротстављених парадигми не желе да од својих парадигми одступе, будући да за то немају довољно добре разлоге. По њима, ове две парадигме у највећем броју случајева успешно решавају проблеме са којима се суочавају, односно проблеме са којима се суочава савремена теоријска физика, то јест мање-више успешно излазе на крај са евентуалним аномалијама. Али, оно што се често занемарује јесте да често ове две парадигме — од којих би прва, наводно, требало да описује макросвет, а ова друга, опет наводно, микросвет¹ — дају различите одговоре на једна те иста питања савремене теоријске физике, конкретно модерне физичке космологије. Чини се да то што дају различите одговоре на иста питања из области модерне физичке космологије, ипак не оставља неке значајне последице ни на квантну механику, нити пак на релативистичку физику. Међутим, не постоји само јаз између релативистичке физике и квантне механике, него је и сама квантна механика (за коју се често тврди да је најуспешнија физичка научна теорија² икада) расцепкана на низ супротстављених, па и контрадикторних интерпретација.

Структура рада

¹Заправо, свет је само један (осим ако, наравно, не прихватимо физичку теорију о мултиверзуму, што је исто тако легитимно). Но, ако се одлучимо за прву позицију (да је свет само један) и да нема неког посебног макросвета потпуно одвојеног од микросвета, требало би да се потрудимо да дамо (или прихватимо) једну јединствену физичку теорију, ону која би нам давала одговоре на сва релевантна питања.

²А свака је (научна) теорија само (научна) хипотеза и ништа више од тога.

У раду најпре бисмо се дотакли појмова парадигме и научноистраживачког програма. Целина би, дакле, била подељена на два основна дела: први се тиче појма парадигме, а други појма научноистраживачког програма. Такође, пажња би била посвећена и критици Кунове и Лакатошеве позиције, али и проналажењу сличности међу њима. Покушаћемо да одговоримо на питање који од та два модела више одговара стварном стању у савременој науци, првенствено савременој теоријској физици.

1. Увод

У уводном делу рада дефинисаћемо предмет и циљ истраживања, изложићемо позиције које намеравамо да заступамо, навешћемо и образложићемо основну полазну хипотезу и разлоге зашто од ње полазимо.

2. Кунов појам парадигме

У овом поглављу размотрићемо Куново схватање појма парадигме, али и других кључних Кунових појмова чије је разумевање потребно и неопходно.

Појам парадигме није код Томаса Куна једнозначно и до краја одређен, па и то представља додатни (али свакако не и непремостиви) проблем са којим се можемо суочити. Јер, то што појам парадигме није недвосмислено одређен, не значи да није уопште одређен. Томас Кун даје више одређења тог свог кључног појма. Једно од њих јесте да је парадигма „успостављени оквир фундаменталне појмовне мреже у којој се крећу и раде научници“. Друго одређење јесте да је парадигма „основна догма научне заједнице“. Други кључан Кунов појам, при томе блиско повезан са појмом парадигме јесте појам нормалне науке, те како сам Томас Кун каже „висококумулативне епизоде у развоју науке“.

Под појмом нормалне науке Томас Кун подразумева ону врсту научног истраживања заснованог на једном или више прошлих научних достигнућа за које једна научна заједница сматра да представљају довољну основу и добру базу за даљу научну праксу. Научна заједница је, при томе, превасходно језичка заједница, односно заједница која користи заједнички језик, то јест дели заједничку научну терминологију и на исти начин дефинише, формулише и употребљава релевантне научне појмове. Задатак такве научне заједнице, барем током нормалне науке, јесте (пуко) решавање загонетки у оквиру постојеће, тренутно владајуће парадигме.

Покаткад би се „нормални“ научник суочио са аномалијама са којима би, уз мало или много потешкоћа, излазио на крај. Покаткад не би могао да изађе на крај са аномалијама, па би их само регистровао и остављао, или другим научницима, или пак другим генерацијама научника. А покаткад би се аномалије толико опирале свим могућим решењима, да би почеле да угрожавају и саму владајућу парадигму, толико да би и сама наука упала у кризу. Евентуално решење би могла пружити нова парадигма која би произашла из научне револуције, некумулативне и, по Томасу Куну, поприлично ретке епизоде у развоју науке. Таква нова парадигма неспојива је и несамерљива са старом парадигмом. *Несамерљивост* је појам који се сусреће и код Фајерабенда. Несамерљиве парадигме и када се служе наизглед истоветним терминима, у ствари често говоре о различитим стварима. Тако је маса, као мера инерције неког физичког тела, у класичној механици константна физичка величина, док је у релативистичкој физици променљива и зависи од брзине којом се одређено физичко тело креће, и при брзинама које се приближавају брзини светлости, она тежи бесконачности.

Управо због постојања *несамерљивости*, круцијални експерименти — експерименти који би требало да дају коначан одговор, односно коначни суд која је од две (или више) ривалских научних теорија или хипотеза исправна, односно тачна, а која то није — нису могући, јер се резултати добијени круцијалним експериментом описују терминима једне од конкурентских научних теорија или хипотеза, и тиме им се даје понекада одлучујућа (неоправдана) предност. Са друге стране, круцијални експерименти нису могући ни (како) због тога што не постоји „одлучиво оповргавање“, али и (тако и) због тога је увек могуће избећи оповргавање.

Нова парадигма треба да буде боља од своје претходнице, јер би требало да успе да објасни и реши проблеме који су довели до „пада“ претходно владајуће парадигме. Дакле, нова парадигма не мора, а у ствари и не може, објаснити све чињенице са којима се може суочити³, јер то би подразумевало постојање једино исправне и једном за свагда дате, односно дефинитивно утврђене парадигме за одређену

³Упореди: Кун, Томас Самјуел, *Структура научних револуција*, Београд, Нолит, 1974, стр. 59.

научну област, парадигме која би представљала врхунац научног прогреса, а самим тиме и његов крај. Уколико новоуведена парадигма не би била боља и успешнија од своје претходнице, не би имало баш пуно смисла уводити је уместо ње. Али, само процењивање вредности ривалских парадигми, старе, или како Томас Кун понекад каже, традиционалне парадигме и оне нове, није нимало једноставно. Јер, ми не можемо тек тако, просто и лако, рећи која је од њих боља. Можемо наравно рећи да једна од њих, обично она нова, решава неке проблеме које стара није успела да реши, додуше готово увек на уштрб неких других проблема, које често нова парадигма проглашава за тривијалне, псеудопроблеме или их препушта некој другој научној дисциплини.⁴ Дакле, проблем је, између осталог, и у томе што алтернативне парадигме решавају различите скупове проблема, не увек исте и скоро никада све, при чему користе различите стандарде, методе и технике и дају различита решења за „исте“ проблеме (а заправо, често различито интерпретиране и постављене). Поврх свега тога, оне користе и различите језике и на другачији начин интерпретирају искуство, тумаче „једно те исто“ научно истраживање коришћењем паралелни научних термина, који иако „исти“ немају исто значење, што додатно отежава избор међу ривалским парадигмама.⁵

По Поперовом мишљењу нова научна теорија мора објаснити успехе своје претходнице.⁶ То наравно важи и када су у питању парадигме, иако, наравно, парадигме нису само (пуке) научне теорије, већ много више од тога. Са овим Поперовим захтевом се, највероватније, не би могли у потпуности сложити ни Фајерабенд, ни Кун. Јер тај успех нова парадигма може прогласити привидним. Нове парадигме у потпуности или делимично побијају старе парадигме. Попер тврди да нове теорије могу да обухвате своје претходнице као граничне случајеве, и у том смислу често наводи однос између Ајнштајнове теорије релативности и Њутнове класичне механике, где она прва, наводно, садржи ову другу као некакав посебни случај. Одбацивање једне парадигме мора бити праћено увођењем и

⁴Упореди: *Исто*, стр. 158. и 208.

⁵Упореди: *Исто*, стр. 208. и 209.

⁶Упореди: Попер, Карл Рајмонд, *Рационалност научних револуција*, стр. 330, у: Лакатош, Имре и Масгрејв, Ален, *Критика и раст сазнања*, Плато, Београд, 2003.

успостављањем друге.⁷ Уколико одбацимо једну парадигму, а не прихватимо другу, ми заправо одбацујемо саму науку. Било је случајева да поједини научници или нису могли издржати кризу, па су се повлачили из науке, или пак нису прихватили нову парадигму, те су свој научноистраживачки рад везивали за стару, ону коју су и раније заступали. Наравно, ништа од тога није довело у питање постојање саме науке, нити јој је у некој већој мери нашкодило.

Са променом парадигме можда се не мења сам свет, али се свакако мења наш поглед на њега. Кун каже – научници раде у другачијем свету након промене парадигме.⁸

3. Лакатошева методологија научноистраживачких програма

У овом поглављу размотрићемо Лакатошеву методологију научноистраживачких програма, као и сличности и разлике између Кунових и Лакатошевих кључних појмова.

Кунова „*Структура научних револуција*“ наишла је како на бројне похвале и бројна одобравања, тако и на бројне критике, али је и дефинисала даљи развитак филозофије науке. Кун је покушао да пронађе повезаност, између својих кључних појмова и кључних појмова Лакатошеве методологије научноистраживачких програма. Тако, Лакатошево тврдо језгро научноистраживачких програма упоређује са својом научном парадигмом, рад у заштитном појасу са нормалном науком, а дегенеришућу фазу научноистраживачких програма са кризом у науци. И научне парадигме, баш као и тврдо језгро научноистраживачких програма, карактерише изванредна истрајност. И Кун и Лакатош сматрају Поперов (наивни) методолошки фалсификационизам неодрживим, са тиме што Имре Лакатош у њему види само пролазну фазу и прелазну етапу у развоју Поперове концепције. (Наивни методолошки фалсификациониста сматра да сингуларни посматрачки искази могу евентуално оповргнути научну теорију, али да, заправо ниједан коначан број

⁷Упореди: Кун, Томас Самјуел, *Структура научних револуција*, Београд, Нолит, 1974, стр. 129.

⁸Упореди: *Исто*, стр. 178 и 193.

посматрања није довољан да то учини.⁹ Како су грешке у посматрању и експериментисању увек могуће, и често се и дешавају, неопходно је моћи поновити експеримент или посматрање, не би ли смо отклонили сумњу са њих.¹⁰ Међутим, Лакатош сматра да ниједан научноистраживачки програм не може бити и не сме постати арбитар у процењивању вредности других научноистраживачких програма, нити пак сме задобити монопол у науци (као парадигме у периоду нормалне науке). Пролиферација научноистраживачких програма (или чак парадигми) јесте оно чему у науци треба тежити (по сваку цену).¹¹ Наравно увек је присутан проблем објективности критеријума на основу којих одбацујемо и уклањамо један научноистраживачки програм (или парадигму). Међутим, док код Куна не постоје никакви универзални критеријуми унутар науке, који се тичу процењивања парадигми, код Лакатоша то није случај. Онај научноистраживачки програм који боље предвиђа чињенице, или их чак и производи, несумњиво је бољи од свог директног конкурента. Па ипак, чак и код прогресивне проблемске смене, смењени научноистраживачки програм не треба отписати једном заувек и треба га штитити и бранити, колико год, и где год је то могуће.¹²

Плурализам научноистраживачких програма постоји, иако је најчешће само један од њих тренутно владајући, јер као што они „оповргнути“ нису једном заувек одбачени, тако се могу појавити и неки нови научноистраживачки програм и преузети место тренутно владајућег. Сами научноистраживачки програми могу бити или у перманентном сукобу са ривалима, или у савршеној изолованости и сами суверено владати одређеном научном облашћу дужи период времена.

Научноистраживачки програм обележавају два типа методолошких правила, она методолошка правила која нам кажу који пут треба следити у научном истраживању (позитивна хеуристика), и она методолошка правила која нам указују на пут који у истом том научном истраживању треба избегавати (негативна

⁹ Упореди: Лакатош, Имре, Оповргавање и методологија научноистраживачких програма, стр. 125, у: Имре Лакатош и Алан Масгрејв, *Критика и раст сазнања*, Плато, Београд, 2003.

¹⁰ Упореди: *Исто*, стр. 122.

¹¹ Упореди: *Исто*, стр. 173. и 174.

¹² Упореди: *Исто*, стр. 176.

хеуристика). Ова методолошка правила треба да омогуће одбрану тврдог језгра научноистраживачког програма и да контраевиденцију усмере ка некој од помоћних научних хипотеза. У извесном смислу, помоћне научне хипотезе су привремене и њихово евентуално одбацивање и (обавезна) замена новим и другим не угрожава нешто нарочито читав научноистраживачки програм. Иако привремене, помоћне научне хипотезе су ипак неопходне, како због одбране тврдог језгра од емпиријске контраевиденције, тако и због предвиђања која омогућавају.

Емпиријска контраевиденција, односно емпиријски контрапримери у судару са заштитним појасом постају безопасне аномалије. Позитивна хеуристика дефинише и формулише проблеме и технике којима ће се научноистраживачки програм бавити и уједно твори заштитни појас око тврдог језгра. Негативна хеуристика онемогућава примену оповргавања на тврдо језгро и преусмерава контрапримере на заштитни појас, који управо представља скуп помоћних научних хипотеза, при чему је само тврдо језгро неоповргљиво. Негативна хеуристика практично забрањује научницима да доводе у питање, нападају и критикују тврдо језгро одређеног научноистраживачког програма.

Али, научноистраживачки програми, баш као и научне парадигме нису само у опасности од емпиријске контраевиденције. Највеће смене у науци и највеће научне револуције догодиле су се због појаве нових, бољих научноистраживачких програма, односно научних парадигми, а не због резултата експеримената (били они круцијални експерименти, или не).

Дакле, хеуристика код Лакатоша јесте скуп уверења којим се служи научник унутар неког научноистраживачког програма приликом одлуке о смени старих научних теорија новим, или пак скуп савета о начину промене помоћних научних хипотеза у циљу усклађивања основне научне теорије са релевантним чињеницама. Код Куна се пак појам хеуристика односи на савете везане за решавање загонетки у склопу нормалне науке.

Имре Лакатош се, дакле, држао Дијемове тезе, односно идеје, да је увек могуће избећи стриктно и коначно оповргавање неке научне теорије или неког њеног дела преусмеравањем емиријских контрапримера на неку другу научну теорију или неки њен део.

Занимљиви су и Лакатошеви погледи на такозване круцијалне експерименте и на њихов значај у самој науци. Док Пол Фајерабенд, рецимо, изражава сумњу у ваљаност и уопште вредност круцијалних експеримената, наводећи као разлог то што се описују терминима једне од супарничких несамерљивих научних теорија, дајући јој на тај начин неоправдану предност у односу на ону другу, дотле Имре Лакатош сматра да они, у неку руку, ипак постоје, али да се они као такви могу видети тек након извесног (нешто мало дужег) временског периода, тек након што „оповргнути“ научноистраживачки програм престане да пружа неки озбиљнији отпор.¹³

Не постоје заувек спецификовани услови под којима једну научну теорију треба одбацити, односно уклонити из науке. Увек је, због евентуалних неправилности или одступања од очекивања, могуће окривити неку од помоћних научних хипотеза. Могуће је, такође, кривицу свалити и на експерименте и посматрања, који нипошто нису непогрешиви, као што то нису ни на експериментатор нити посматрач. Дакле, у случају емпиријске контраевиденције није неопходно напустити читав научноистраживачки програм. Довољно је само изменити помоћне научне хипотезе.

Један научноистраживачки програм је теоријски прогресиван, ако стално предвиђа нове чињенице, а емпиријски је прогресиван, ако су ова његова предвиђања тачна. Са друге стране, један научноистраживачки програм је дегенеративан, ако само објашњава новооткривене чињенице тек након њиховог емпиријског открића. Али, и једном дегенерисан научноистраживачки програм може постати прогресиван и може се даље развијати, на шта треба обратити посебну пажњу. Заправо, велики проблем може бити то што не знамо која је дегенерација фатална за један научноистраживачки програм, сам Лакатош сматра да не треба одбацивати један научноистраживачки програм, ако нема бољег, или бар другог. Па ипак, веће су шансе да управо дегенерисани научноистраживачки програм буде лакше потиснут, односно побијен од стране својих алтернатива.

Понекад, чак и прогресивни научноистраживачки програм може начинити нереалистичке претпоставке и нетачна емпиријска предвиђања, и ово прво обично

¹³Упореди: Исто, стр. 177. и 178.

чини у раним фазама свог постојања, односно већ приликом свог настанка. Тада може доћи и обично долази до модификација заштитног појаса у циљу очувања самог научноистраживачког програма, прецизније његовог тврдог језгра. Дакле, модификације нису корените, већ само површинске, своде се само на промене у склопу заштитног појаса, будући да тврдо језгро остаје читаво, оно се не мења, нити је уопште подложно променама. Али, ни све модификације заштитног појаса нису исте. И оне могу бити прогресивне и дегенеративне. Прогресивне су у случају да омогућују нова предвиђања унутар научноистраживачког програма, а дегенеративне су ако то не чине, односно уколико су изведене на *ad hoc* начин, односно у циљу пуког очувања основне научне теорије одређеног научноистраживачког програма. Дакле, нису све модификације помоћних научних хипотеза, односно све проблемске смене, једнако прихватљиве. Прогресивне проблемске смене су, наравно, прихватљивије, али ни дегенеративне модификације помоћних научних хипотеза није могуће у потпуности искључити из науке, нити су оне строго неким правилом забрањене и онемогућене. Дакле, прогресивност научноистраживачког програма, или пак проблемске смене, не подразумева то да је самим тиме он одмах и прихватљивији некој научној заједници, односно, прогресивност не повлачи за собом и аутоматско прихватање.

4. Физичка космологија као пример двовлашћа парадигми и/или научноистраживачких програма

У овом поглављу испитаћемо конкретне примере неслагања између релативистичке физике и квантне механике.

Један од најзначајнијих примера неслагања између релативистичке физике и квантне механике јесте проблем дефинисања сингуларитета црних рупа у модерној физичкој космологији. Обично се тврди да сингуларитет црне рупе од физичких својстава поседује масу, електрични набој и спин, као и да је центар изузетно високе гравитације, температуре и притиска, при чему су простор и време максимално закривљени, што је у складу са основним законима, постулатима и принципима релативистичке физике. Велики број физичких космолога, међутим, негира постојање волумена, односно запремине сингуларитета, а то се коси са основним законима квантне механике, по којој сваки физички објекат, појава или

феномен мора имати одређену, макар и најмању величину. Они физички космолози који не одбацују основне законе квантне механике, сингуларитет црне рупе дефинишу као највећу могућу масу концентрисану у најмању могућу запремину, то јест волумен. Међутим, и такво схватање је проблематично, јер угрожава неке основне физичке законе. Заправо, и само постојање сингуларитета црне рупе угрожава бројне основне физичке законе. Наиме, у сингуларитету црне рупе материја је толико сабијена захваљујући деловању огромне гравитационе силе (која је, пак, резултат огромне масе) да атоми и друге честице буквално ишчезавају и прелазе у неки други вид енергије (или материје). Гравитациона сила је, дакле, толико јака да једноставно надвладава преостале три основне силе у космосу — електромагнетну силу, јаку нуклеарну силу и слабу нуклеарну силу. Тако се електрони просто „слећују“ за нуклеон атома око кога „круже“ или су бар „кружили“, баш као што се и протони и неутрони „слећују“.

Сингуларитет црне рупе тако схваћен представља масивну тачку, тачку која истовремено и јесте физичка тачка, јер има масу, и није физичка тачка, јер нема запремину. Неко би могао чак тврдити да је сингуларитет црне рупе масивна математичка тачка, што је, опет, само по себи парадоксално, јер знамо да математичке тачке, као уосталом и све математичке слике немају физичка својства, а маса свакако јесте физичко својство. Излаз из ове замршене ситуације било би или негирање постојања сингуларитета црне рупе, хоризонта догађаја, као другог елемента црне рупе, то јест негирање постојања саме црне рупе, или, што је чешћи случај, негирање укорењене дефиниције сингуларитета црне рупе, хоризонта догађаја, па и самих црних рупа. И на то се одлучује не тако мали број физичких космолога. У скорије време то чине и некада најокобелији поборници, то јест заступници постојања црних рупа. Дакле, поједини физички космолози су све спремнији да тврде да сингуларитет црне рупе, како је уобичајено био дефинисан и не постоји и да сажимање космичке материје, односно њено урушавање ка центру космичке масе (под притиском гравитационе силе) иде само до одређене границе, то јест да сингуларитет црне рупе ипак задржава запремину и да не долази до потпуног потирања преостале три основне силе у космосу.

Неслагања између релативистичке физике и квантне механике нису везана само за проблем дефинисања сингуларитета црне рупе, већ и за неке друге проблеме модерне физичке космологије. На пример, на питање шта би се догодило са космонаутом који би се приближио хоризонту догађаја релативистичка физика и квантна механика дају различите одговоре. По релативистичкој физици, космонаут би упао у црну рупу издужујући се попут шпагете и на крају би завршио у сингуларитету црне рупе, или би тамо завршило оно што је од њега остало приликом пута од хоризонта догађаја ка сингуларитету црне рупе. По квантној механици, космонаут који би се приближио хоризонту догађаја и који би упао у црну рупу био би моментално спаљен услед деловања снажног енергетског поља црне рупе.

Која је од конкурентских научних парадигми тачна могло би се одлучити неким круцијалним експериментом. На страну то што се резултати круцијалног експеримента описују научном терминологијом једне од ривалских научних парадигми, што јој даје понекада одлучујућу предност, круцијални експеримент у случају црне рупе није могућ из чисто техничких разлога. Наиме, могуће је да човек-експериментатор створи црну материју у практичним експерименталним условима (додуше, у малим, такорећи незнатним, количинама, али сасвим довољним за мање-више успешна научна истраживања), могуће је чак и да експериментатор створи малену црну рупу у практичним експерименталним условима. Међутим, та малена црна рупа не би била довољна да омогући круцијални експеримент. Са друге стране, построје и бројне научне теорије које негирају постојање црних рупа. По тим научним теоријама, објекти којима се приписало да су црне рупе, ипак постоје, али ти објекти дефинитивно нису црне рупе, већ имају другачије особине.

Модел алтернативни моделу црне рупе јесу: магнетносферски вечно колапсирајући објекат, нејасна лопта, звезда тамне материје, тамна звезда и гравазвезда под којом се подразумева гравитациона вакуумска звезда.

Поједини предложени алтернативни модели црних рупа компатибилнији су са једном од владајућих парадигми од модела црне рупе и успевају да изађу на крај са аномалијама са којима се модел црне рупе суочава. Тако, на пример,

магнетносферски вечно колапсирајући објекат, за разлику од црне рупе, може формирати своје сопствено магнетно поље. У случају црне рупе, само акрециони диск може формирати своје сопствено магнетно поље. Магнетносферски вечно колапсирајући објекат, за разлику од црне рупе, нема хоризонт догађаја, а сам бива формиран кроз вечни колапс материје. Материја, по овом моделу, никада не колапсира у потпуности, већ улази у вечни колапс, што ће рећи да магнетносферски вечно колапсирајући објекат има коначно одређену величину и то такву да она није једнака нули. Међутим, критичари овог модела истичу да је он заснован на погрешној претпоставци да формирање црне рупе није могуће, јер би колапсирајућа или колабирајућа материја морала, наводно, да се креће или да путује брже од брзине светлости. Гравазвезда, баш као и магнетносферски вечно колапсирајући објекат, нема коначно одређени хоризонт догађаја. Такође, модел гравазвезде негира могућност формирања сингуларитета и тиме избегава парадокс о губитку информација у сингуларитету. Међутим, гравазвезде, под одређеним условима, нису увек стабилне када ротирају. Стабилност приликом ротације представља проблем и за готово све друге алтернативне моделе црних рупа. Тај се проблем може, евентуално, отклонити извесним модификацијама унутар алтернативних модела црних рупа. Код нејасне лопте, цео регион унутар хоризонта догађаја сачињен је од физичких струна. Нејасне лопте нису сингуларитет, али јесу црне рупе (?!). Њихова густина је променљива и смањује се обрнуто или обратно сразмерно квадрату њихове масе.

Ваља разликовати и појмове хоризонта догађаја, апсолутног хоризонта и привидног хоризонта. (Овим последњим појмом се, у последње време, све чешће замењује појам хоризонта догађаја.) При томе, хоризонт догађаја представља границу преко које светлост не може побећи од црне рупе, уколико је једном пређе. Али то не значи да се светлост не може удаљавати од црне рупе. Апсолутни хоризонт јесте граница унутар које догађаји не могу утицати на посматрача који се налази изван те границе.

Сви ови појмови биће детаљније објашњени у самом раду. Оно што сада можемо нагласити јесте да су у питању хипотетички конструкти, што се може рећи и за сам појам црне рупе, а можда чак и за све научне појмове.

Свака је научна теорија само научна хипотеза, а поједине научне теорије модерне физичке космологије су спекулације, које је тешко проверити, а камоли доказати. Заправо, у неку руку, ниједну научну теорију није могуће доказати, али научне теорије модерне физичке космологије које се тичу црних рупа јако је тешко, готово немогуће оповргнути, нити пак побити. А Карл Попер је тражио да научне теорије буду бар у принципу оповргљиве. Наравно, све оне могу избећи коначно оповргавање или коначно одбацивање, али научним теоријама модерне физичке космологије ће то знатно лакше поћи за руком.

Чак и да постоје у космосу, црне рупе, а поготово њихово средиште — сингуларитет, поприлично су негостољубива места за човека-експериментатора. Најблаже речено, није их могуће посетити, нити ближе им прићи, и проверити чије су поставке и тврдње о њима тачне. Преко хоризонта догађаја, као виртуелне границе, може се проћи, али само у једном смеру — ка центру црне рупе — сингуларитету. Повратка натраг нема. Не само што се материја и енергија губе у форми у којој их познајемо, него се и информације (или, барем, већина њих) губе. Додуше, тек у новије време, поједини познати и признати физички космолози остављају могућност да (барем) информације напусте црну рупу, али како кажу, не у изворној форми, већ „поприлично смућкане“.

5. Закључак

У закључном поглављу указаћемо на то које су тачке Кунове и Лакатошеве позиције одрживе, које је потребно модификовати и побољшати, а које пак одбацити као неодрживе и незадовољавајуће. Тренутно стање у савременој теоријској физици нам показује да је Кунова теза о радикалној смени једне парадигме другом парадигмом, једноставно неодржива. Парадигме, евидентно, могу коегзистирати и умножавати се. И то јесте „нормално“ стање у науци. До ревизија у науци долази чешће него што то Томас Кун признаје, а те ревизије нису ни изблиза толико драматичне да би морале да се одвијају кроз модел нормална наука—криза у науци—научна револуција—нормална наука. Појам *несамерљивости* је сувише радикално постављен. Опсервације начињене под окриљем различитих парадигми или различитих научноистраживачких програма, без обзира на то колико биле теоријски импрегниране, нису толико међусобно

различите. Научници који су упознати са релативистичком физиком, обично су упознати и са квантном механиком и *vice versa*, па се не може рећи да истовремено или једновременно живе у међусобно различитим световима. Такође, поставићемо и питање оправданости и рационалности Лакатошевих методолошких правила за евалуацију различитих научноистраживачких програма.

Циљ докторске дисертације

Циљ тезе која се овом приликом предлаже јесте испитивање и доказивање могућности истовременог постојања више различитих међусобно супротстављених парадигми и њиховог умножавања у оквиру савремене теоријске физике. Оно што се жели показати јесте да истовремено постојање и умножавање више различитих парадигми и/или научноистраживачких програма није нешто што важи само за друштвене науке, већ нешто што и у савременој теоријској физици, као парадигми природних наука, не само што није изузетак, већ је тренутно стање. И то се не односи само на двовлашће релативистичке физике и квантне механике, већ и на чињеницу да постоје бројне различите интерпретације ове друге.

Методе истраживања

Истраживање и сама израда докторске дисертације биће спроведени уз помоћ метода карактеристичних за модерну аналитичку филозофску традицију и савремену филозофију науке – појмовну анализу, аргументацију, апстракцију и семантичка разматрања. Наравно, томе ће претходити прикупљање и анализа релевантних података. Основна метода биће, ипак, појмовна анализа, јер истраживање захтева једнозначну, јасну, разговетну и недвосмислену концептуализацију. Будући да се ово као и већина других истраживања обично започиње и завршава појмовима, кључне појмове ћемо покушати прецизно дефинисати. Такође, изабраћемо део садржаја појма који је релевантан за истраживање. Уколико се појмовном анализом дође до закључка да треба редифинисати или одбацили неки појам, такав поступак ће бити образложен. Кључни појмови ће, уколико је то могуће, бити дефинисани помоћу вишег родног појма и специфичне разлике. У деловима у којима се позивамо на примере из савремене теоријске физике и модерне физичке космологије, служићемо се

научним методама карактеристичним за поменућу науку и поменућу научну дисциплину.

Предлог литературе:

Гордић, др Александар, *Наука, рационалност и историја: Лакатошева методологија научноистраживачких програма*, Институт за филозофију Филозофског факултета у Београду, Београд, 1998.

Дијем, Пјер, *Циљ и структура физичке теорије*, Издавачка књижарница Зорана Стојановића, Сремски Карловци, Нови Сад, 2003.

Кун, Томас Самјуел, *Структура научних револуција*, Београд, Нолит, 1974.

Лакатош, Имре и Масгрејв, Ален, *Критика и раст сазнања*, Плато, Београд, 2003.

Њутн-Смит, Вилијем Х., *Рационалност науке*, Институт за филозофију Филозофског факултета у Београду, Београд, 2002.

Перовић, др Слободан, *Трновит пут до Хигсовог бозона: Границе савремене физике*, Хеликс, Смедерево, 2014.

Попер, Карл Рајмонд, *Логика научног открића*, Нолит, Београд, 1973.

Попер, Карл Рајмонд, *Претпоставке и побијања: Раст научног знања*, Издавачка књижарница Зорана Стојановића, Сремски Карловци, Нови Сад, 2002.

Попер, Карл Рајмонд, *Објективно сазнање*, Paideia, Београд, 2002.

Попер, Карл Рајмонд, *Отворено друштво и његови непријатељи 1-2*, Београдски издавачко-графички завод (БИГЗ), Београд, 1993.

Попер, Карл Рајмонд, *Трагање без краја – Интелектуална аутобиографија*, Нолит, Београд, 1991.

Синђелић, др Светозар, *Релативност научне рационалности*, Институт за филозофију Филозофског факултета у Београду, Београд, 2005.

Синђелић, др Светозар, *Кумулативност и револуција у науци*, Филозофско друштво Србије, Београд, 1997.

Стокић, др Зоран, *Њутн-Дијегова епистемологија*, Задужбина Андрејевић, Београд, 1998.

Фајерабенд, Паул Карл, *Против методе: Скица једне анархистичке теорије спознаје*, Веселин Маслеша, Сарајево, 1987.

Фајерабенд, Паул Карл, *Наука као уметност*, Издавачка књижарница Зорана Стојановића, Сремски Карловци, Нови Сад; Матица српска, Нови Сад, 1994.

Ashtekar A, and J. Baez, A. Corichi, and K. Krasnov, "Quantum Geometry and Black Hole Entropy", *Physical Review Letters*, 80: 904, 1998.

Ashtekar, A., and M. Bojowald, "Quantum Geometry and the Schwarzschild Singularity", *Classical and Quantum Gravity*, 23: 391-411, 2006.

Ashtekar, A., and T. Pawlowski, and P. Singh, "Quantum Nature of the Big Bang", *Physical Review Letters*, 96: 141301, 2006.

Bardeen, J. M., and B. Carter, and S. W. Hawking, "The Four Laws of Black Hole Mechanics", *Communications in Mathematical Physics*, 31: 161-170, 1973.

Bekenstein, J. D., "Black Holes and Entropy", *Physical Review D*, 7: 2333-2346, 1973.

Bekenstein, J. D., "Universal Upper Bound on the Entropy-to-Energy Ratio for Bounded Systems", *Physical Review D*, 23: 287-298, 1981.

Belot, G., and Earman, J., and Ruetsche, L., "The Hawking Information Loss Paradox: The Anatomy of a Controversy", *British Journal for the Philosophy of Science*, 50: 189-229, 1999.

Bergmann, P., "Geometry and Observables", in Earman, J., and Glymour, C., and Stachel, J., eds., *Foundations of Spacetime Theories*, pp. 275-280, *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. 18, Minneapolis: University of Minnesota Press, 1977.

Bergmann, P., and A. Komar, "Observables and Commutation Relations", in A. Lichnerowicz and A. Tonnelat, eds., *Les Théories Relativistes de la Gravitation*, CNRS: Paris, 309-325, 1962.

Bertotti, B., "The Theory of Measurement in General Relativity", in C. Møller, ed., *Evidence for Gravitational Theories*, "Proceedings of the International School of Physics 'Enrico Fermi'", Course XX, Academic Press: New York, 174-201, 1962.

Bokulich, P., "Black Hole Remnants and Classical vs. Quantum Gravity", *Philosophy of Science*, 68: S407-S423, 2001.

Bokulich, P., "Does Black Hole Complementarity Answer Hawking's Information Loss Paradox?", *Philosophy of Science*, 72: 1336-1349, 2005.

Chandrasekhar, S., *The Mathematical Theory of Black Holes*, Oxford, Oxford University Press, 1983.

Clarke, C., *The Analysis of Space-Time Singularities*, Cambridge, Cambridge University Press, 1993.

Coleman, R., and H. Korté, "The Relation between the Measurement and Cauchy Problems of GTR", in H. Sato and T. Nakamura, eds., *Proceedings of the 6th Marcel Grossmann Meeting on General Relativity* World Scientific Press, Singapore, 97–119. *Proceedings of the meeting held at Kyoto International Conference Hall, Kyoto, Japan, 23-29 June 1991*, 1992.

Curiel, E., "The Analysis of Singular Spacetimes", *Philosophy of Science*, 66: S119-S145, 1998.

Earman, J., and Bangs, and Crunches, and Whimpers, and Shrieeks, *Singularities and Acausalities in Relativistic Spacetimes*, New York, Oxford University Press, 1995.

Earman, J., and Glymour, C., and Stachel, J., eds., "Foundations of Space-Time Theories", *Minnesota Studies in Philosophy of Science*, vol.VIII, University of Minnesota: Minneapolis, 1997.

Ellis, G., and B. Schmidt, "Singular Space-Times", *General Relativity and Gravitation*, 8: 915-953, 1977.

Feyerabend, Paul Karl, "Problems of Empiricism", *Beyond the Edge of Certainty: Essays in Contemporary Science and Philosophy*, ed. R.G.Colodny, pp. 145–260, New Jersey, Prentice-Hall, 1965.

Feyerabend, Paul Karl, *Against Method*, London, Verso, 1975.

Feyerabend, Paul Karl, *Science in a Free Society*, London, New Left Books, 1978.

Feyerabend, Paul Karl, *Der wissenschaftstheoretische Realismus und die Autorität der Wissenschaften*, Braunschweig, Vieweg, 1978.

Feyerabend, Paul Karl, *Erkenntnis für freie Menschen*, Frankfurt am Main, Suhrkamp Verlag, 1980.

Feyerabend, Paul Karl, *Realism, Rationalism, and Scientific Method: Philosophical Papers*, Volume 1, (Cambridge: Cambridge University Press, 1981).

- Feyerabend, Paul Karl, *Problems of Empiricism: Philosophical Papers*, Volume 2, Cambridge, Cambridge University Press, 1981.
- Feyerabend, Paul Karl, *Wissenschaft als Kunst*, Frankfurt am Main, Suhrkamp Verlag, 1984.
- Feyerabend, Paul Karl, *Farewell to Reason*, London, Verso/New Left Books, 1987.
- Feyerabend, Paul Karl, *Against Method*, London, 1975; Revised edition, London, Verso, 1988.
- Feyerabend, Paul Karl, *Three Dialogues on Knowledge*, Oxford, Basil Blackwell, 1991.
- Feyerabend, Paul Karl, *Killing Time: The Autobiography of Feyerabend, Paul Karl*, Chicago, University of Chicago Press, 1995.
- Feyerabend, Paul Karl, *Conquest of Abundance: A Tale of Abstraction Versus the Richness of Being*, ed. B.Terpstra, Chicago, University of Chicago Press, 1999.
- Feyerabend, Paul Karl, *Knowledge, Science and Relativism: Philosophical Papers*, Volume 3, ed. J.Preston, Cambridge, Cambridge University Press, 1999.
- Feyerabend, Paul Karl, *Naturphilosophie*, eds., H.Heit & E.Oberheim, Frankfurt am Main, Suhrkamp Verlag, 2009.
- Feyerabend, Paul Karl, *The Tyranny of Science*, ed. E.Oberheim, Cambridge, Polity Press, 2011.
- Geroch, R., "What Is a Singularity in General Relativity?" *Annals of Physics*, 48: 526-40, 1968.
- Geroch, R., "Local Characterization of Singularities in General Relativity", *Journal of Mathematical Physics*, 9: 450-465, 1968.
- Geroch, R., "Singularities", in *Relativity*, eds., M. Carmeli, and S. Fickler, and L. Witten, pp. 259-291, New York, Plenum Press, 1970.
- Geroch, R., "Prediction in General Relativity", in Earman, J., and Glymour, C., and Stachel, J., eds., *Foundations of Spacetime Theories*, pp. 81-93, *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. 18, Minneapolis: University of Minnesota Press, 1977.
- Geroch, R., *General Relativity from A to B*, Chicago, University of Chicago Press, 1981.
- Geroch, R., *Mathematical Physics*, Chicago, University of Chicago Press, 1985.
- Geroch, R., and L. Can-bin, and R. Wald, "Singular Boundaries of Space-times", *Journal of Mathematical Physics*, 23: 432-435, 1982.

- Geroch, R., and E. Kronheimer, and R. Penrose, "Ideal Points in Space-time", *Philosophical Transactions of the Royal Society*, London, A327: 545-567, 1972.
- Hawking, S. W., "The Occurrence of Singularities in Cosmology III.", *Philosophical Transactions of the Royal Society*, London, A300: 187-210, 1967.
- Hawking, S. W., "Black Hole Explosions?", *Nature*, 248: 30-31, 1974.
- Hawking, S. W., "Particle Creation by Black Holes", *Communications in Mathematical Physics*, 43: 199-220, 1975.
- Hawking, S. W., "The Breakdown of Predictability in Gravitational Collapse", *Physical Review D*, 14: 2460-2473, 1976.
- Hawking, S. W., "The Unpredictability of Quantum Gravity", *Communications in Mathematical Physics*, 87: 395-415, 1982.
- Hawking, S. W., and G. Ellis, *The Large Scale Structure of Space-Time*, Cambridge, Cambridge University Press, 1973.
- Israel, W., "Dark Stars: The Evolution of an Idea", in S. Hawking and W. Israel, eds., *300 Years of Gravitation*, Cambridge, Cambridge University Press, 199-276, 1987.
- Joshi, P., *Global Aspects in Gravitation and Cosmology*, Oxford, Clarendon Press, 1993.
- Joshi, P., "Cosmic Censorship: A Current Perspective", *Modern Physics Letters A*, 17: 1067-1079, 2003.
- Kiem, Y., and H. Verlinde, and E. Verlinde, "Black Hole Horizons and Complementarity", *Physical Review D*, 52: 7053-7065, 1995.
- Kuhn's Structure of Scientific Revolutions: 50 Years On, eds. Devlin, W., J. and Bokulich, A., Springer International Publishing, 2015.
- Kuhn, Thomas Samuel, *The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development of Western Thought*, Cambridge Mass, Harvard University Press, 1957.
- Kuhn, Thomas Samuel, *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, University of Chicago Press, (1970, 2nd edition, with postscript), 1962/1970a.
- Kuhn, Thomas Samuel, *The Essential Tension. Selected Studies in Scientific Tradition and Change*, Chicago: University of Chicago Press, 1977a.
- Kuhn, Thomas Samuel, *Black-Body Theory and the Quantum Discontinuity*, Oxford, Clarendon Press (2nd edition, Chicago: University of Chicago Press), 1978.

- Kuhn, Thomas Samuel, *The Road Since Structure*, edited by James Conant and John Haugeland, Chicago, University of Chicago Press, 2000.
- Lakatos, Imre, *Proofs and Refutations: The Logic of Mathematical Discovery*, Cambridge, Cambridge University Press, 1976.
- Lakatos, Imre and Musgrave, Alan, ed. by, *Criticism and the Growth of Knowledge*, Cambridge, Cambridge University Press, 1970.
- Lakatos, Imre, *The Methodology of Scientific Research Programmes: Philosophical Papers, Volume 1*. Cambridge, Cambridge University Press, 1978.
- Lakatos, Imre, *Mathematics, Science and Epistemology: Philosophical Papers, Volume 2*. Cambridge, Cambridge University Press, 1978.
- Lakatos, Imre: “Cauchy and the continuum: The significance of nonstandard analysis for the history and philosophy of mathematics”, *Math. Intelligencer* 1, (1978), no. 3, 151–161 (paper originally presented in 1966).
- Lakatos, Imre and Feyerabend, Paul Karl, *For and against Method: including Lakatos's Lectures on Scientific Method and the Lakatos-Feyerabend Correspondence*, ed. by Matteo Motterlini, Chicago University Press, (451 pp), 1999.
- Laplace, P., *Exposition du System du Monde*, Paris, Cercle-Social, 1796.
- Lowe, D., and J. Polchinski, L. Susskind, L. Thorlacius, and J. Uglum, “Black Hole Complementarity versus Locality”, *Physical Review D*, 52: 6997-7010, 1995.
- Lowe, D., and L. Thorlacius, “AdS/CFT and the Information Paradox”, *Physical Review D*, 60: 104012-1 to 104012-7, 1999.
- Michell, J., “On the Means of discovering the Distance, Magnitude, etc. of the Fixed Stars, in consequence of the Diminution of the velocity of their Light, in case such a Diminution should be found to take place in any of them, and such Data should be procured from Observations, as would be farther necessary for that Purpose”, *Philosophical Transactions*, 74: 35-57, 1784.
- Misner, C., and Thorne, K., and Wheeler, J., *Gravitation*, Freeman Press, San Francisco, 1973.
- Penrose, R., “Gravitational Collapse: The Role of General Relativity”, *Revista del Nuovo Cimento*, 1:272-276, 1969.

Reichenbach, Hans, *Philosophic Foundations of Quantum Mechanics*, University of California Press, Berkeley and Los Angeles, 1944.; Dover Publications, New York City, 2011.

Rovelli, C., “What Is Observable in Classical and Quantum Gravity?”, *Classical and Quantum Gravity*, 8:297-316, 1991.

Rovelli, C., “A Note on the Foundation of Relativistic Mechanics. I: Relativistic Observables and Relativistic States”, available as arXiv:gr-qc/0111037v2, 2001.

Rovelli, C., “GPS Observables in General Relativity”, *Physical Review D*, 65:044017, 2002.

Rovelli, C., “Partial Observables”, *Physical Review D*, 65:124013, 2002.

Rovelli, C., *Quantum Gravity*, Cambridge University Press, Cambridge, 2004.

Stephans, C. R., G. ‘t Hooft, and B. F. Whiting, “Black Hole Evaporation Without Information Loss”, *Classical and Quantum Gravity*, 11: 621-647, 1994.

Strominger, A., and C. Vafa, “Microscopic Origin of the Bekenstein-Hawking Entropy”, *Physics Letters B*, 379: 99-104, 1996.

Susskind, Leonard *The Cosmic Landscape: String Theory and the Illusion of Intelligent Design*, Little, Brown and Company, New York City, 2005.

Susskind, Leonard, *Black Hole War: My Battle with Stephen William Hawking to Make the World Safe for Quantum Mechanics*, Little, Brown and Company, New York City, 2008.

Susskind, Leonard and Hrabovsky, George E., *The Theoretical Minimum: What You Need to Know to Start Doing Physics*, Basic Books, New York City, 2013.

Susskind, Leonard and Hrabovsky, George E., *Classical Mechanics: The Theoretical Minimum*, Penguin Books, New York City, 2014.

Susskind, Leonard and Friedman, Art, *Quantum Mechanics: The Theoretical Minimum*, Basic Books, New York City, 2014.; Penguin Books, New York City, 2015.

Susskind, Leonard and Lindesay, James , *An Introduction To Black Holes, Information And The String Theory Revolution: The Holographic Universe*, World Scientific Publishing Company, Singapore, 2004.

Susskind, L., “The World as a Hologram”, *Journal for Mathematical Physics*, 36: 6377-6396, 1995.

- Susskind, L., "Black Holes and the Information Paradox", *Scientific American*, 272, 4, April: 52-57, 1997.
- Susskind, L., and L. Thorlacius, "Gedanken Experiments Involving Black Holes", *Physical Review D*, 49: 966-974, 1994.
- Susskind, L., and L. Thorlacius, and J. Uglum, "The Stretched Horizon and Black Hole Complementarity", *Physical Review D*, 48: 3743-3761, 1993.
- Susskind, L., and J. Uglum, "String Physics and Black Holes", *Nuclear Physics B (Proceedings Supplement)*, 45: 115-134, 1996.
- 't Hooft, G., "On the Quantum Structure of a Black Hole", *Nuclear Physics B (Proceedings Supplement)*, 256: 727-745, 1985.
- 't Hooft, G., "The Scattering Matrix Approach for the Quantum Black Hole: An Overview", *International Journal of Modern Physics A*, 11: 4623-4688, 1996.
- Thorlacius, L., "Black Hole Evolution", *Nuclear Physics B (Proceedings Supplement)*, 41: 245-275, 1995.
- Thorne, K., *Black Holes and Time Warps: Einstein's Outrageous Legacy*, New York, W. W. Norton and Co., 1995.
- Thorne, K., and R. Price, and D. Macdonald, *Black Holes: The Membrane Paradigm*, New Haven: Yale University Press, 1986.
- Unruh, W., "Notes on Black Hole Evaporation", *Physical Review D*, 14: 870-892, 1976.
- Unruh, W., and R. M. Wald, "Acceleration Radiation and the Generalized Second Law of Thermodynamics", *Physical Review D*, 25: 942-958, 1982.
- Unruh, W., and R. M. Wald, "Evolution Laws Taking Pure States to Mixed States in Quantum Field Theory", *Physical Review D*, 52: 2176-2182, 1995.
- van Dongen, J., and S. de Haro, "On Black Hole Complementarity", *Studies in History and Philosophy of Modern Physics*, 35: 509-525, 2004.
- Wald, R. M., *General Relativity*, Chicago: University of Chicago Press, 1984.
- Wald, R., *Space, Time, and Gravity: The Theory of the Big Bang and Black Holes*, second edition, Chicago, University of Chicago Press, 1992.
- Wald, R. M., *Quantum Field Theory in Curved Spacetimes and Black Hole Thermodynamics*, Chicago: University of Chicago Press, 1994.

Wald, R. M., "The Thermodynamics of Black Holes", Living Reviews in Relativity 4(6): 1-44. URL = <<http://relativity.livingreviews.org/Articles/lrr-2001-6/>>, 2001.

**Извештај о квалификованости кандидата и подобности
предложене теме докторске дисертације**

Докторанд: Бојан Нешић

**Предложена тема: Кунове парадигме и Лакатошеви
научноистраживачки програми: случај савремене физике**

Ментор: доц.др Александра Зорић

Кандидат Бојан Нешић поднео је Одељењу за филозофију предлог пријаве докторске дисертације под насловом Кунове парадигме и Лакатошеви научноистраживачки програми: случај савремене физике. Комисија о предложеној пријави теме докторске дисертације подноси следећи извештај:

Основни подаци о кандидату:

Бојан Нешић је рођен 7. јула 1985. године у Нишу. Основне студије филозофије уписао је на Филозофском факултету у Нишу 2004/05. године. Током основних студија остварио је просечну оцену 9,52. Дипломирао је 2009. године са оценом 10, на тему "Фајерабенд против епистемолошког тоталитаризма" код доц. др Светозара Синђелића. Докторске студије на Филозофском факултету у Београду уписао је 2009/10. године.

Предмет истраживања и садржај излагања

Предмет истраживања у докторској дисертацији докторанда Бојана Нешића биће однос два прилично раличита приступа у филозофији науке, Кунов и Лакатошев, проблему плурализма и савременој физици. Докторанд ће настојати да покаже да у савременој физици влада плурализам парадигми и да је овај плурализам тешко објаснити полазећи од Кунове концепције.

Наиме, и поред тога што у својој *Структури научних револуција* тврди да постојање једне парадигме у одређеном временском периоду представља уобичајено стање у науци, Томас Кун, оставља могућност коегзистенције више алтернативних парадигми у оквиру једне науке. То превасходно важи за друштвене науке. Али, Кун сматра да такво стање није уобичајено у природним наукама. Па ипак, управо савремена теоријска физика представља својеврсни изузетак. Наиме, након смењивања класичне механике као владајуће парадигме у савременој физици, долази до својеврсног "двовлашћа", па чак и "вишевлашћа". На сцену ступају релативистичка физика и квантна механика (при томе, ова друга са својим бројним различитим интерпретацијама).

Докторанд Бојан Нешић ће настојати да током разматрања покаже како је модел филозофије науке који предлаже Имре Лакатош, чији је основни постулат пролиферација и коегзистенција алтернативних научноистраживачких програма, знатно више у складу са стварним стањем у савременој физици.

Садржај излагања

Предложена теза Бојана Нешића састојаће се од увода, три дела рашчлањена на одговарајућа поглавља и закључка.

Структура рада је следећа:

Увод: У уводном делу кандидат ће дефинисати предмет и циљ истраживања, изложити позиције које намерава да заступа, као и основну полазну хипотезу и разлоге због којих од ње полази.

Први део: Кунов појам парадигме. У овом поглављу кандидат ће размотрити Куново схватање појма парадигме, али и других кључних појмова Кунове филозофије. Појам парадигме није код Томаса Куна једнозначно и до краја одређен, па то представља додатни (али свакако не и непремостиви) проблем са којим се можемо суочити. Други кључан Кунов појам који је блиско повезан са појмом парадигме јесте појам нормалне науке, Тешкоће са којима се научник сусреће приликом рада у оквирима парадигме у виду аномалија, у већини случајева се могу отклонити и разрешити. Међутим, дешава се да се аномалије опиру свим покушајима решења, чиме угрожавају и саму владајућу парадигму, толико да сама наука упада у кризу. Евентуално решење би могла пружити нова парадигма која би произашла из научне револуције, некумулативне и, по Томасу Куну, поприлично ретке епизоде у развоју науке. Таква нова парадигма неспојива је и несамерљива са старом парадигмом. Проблем који тиме настаје огледа се у томе што алтернативне парадигме решавају различите скупове проблема, не увек исте и скоро никада све, при чему користе различите стандарде, методе и технике и дају различита решења истих проблеме. Поврх свега тога, оне користе и различите језике и на другачији начин интерпретирају искуство, што додатно отежава избор међу ривалским парадигмама.

Други део: Лакатошева методологија научноистраживачких програма. У овом поглављу кандидат ће размотрити Лакатошеву методологију научноистраживачких програма, као и сличности и разлике између Кунових и Лакатошевих кључних појмова.

Кандидат полази од тога да је и сам Кун покушао да пронађе повезаност између своје и Лакатошеве позиције. Тако, Лакатошево тврдо језгро

научноистраживачких програма Кун упоређује са својом научном парадигмом, рад у заштитном појасу са нормалном науком, а дегенеришућу фазу научноистраживачких програма са кризом у науци.

Међутим, Лакатош, за разлику од Куна, сматра да ниједан научноистраживачки програм не боже бити и не сме постати арбитар у процењивању вредности других научноистраживачких програма, нити пак сме задобити монопол у науци (као парадигме у периоду нормалне науке). Пролиферација научноистраживачких програма (или чак парадигми) јесте оно чему у науци треба тежити. Наравно увек је присутан проблем објективности критеријума на основу којих одбацујемо и уклањамо један научноистраживачки програм. Кандидат ће показати да код Куна не постоје никакви универзални критеријуми који би нам помогли у процењивању парадигми, док код Лакатоша то није случај. Онај научноистраживачки програм који боље предвиђа чињенице, или их чак и производи, несумњиво је бољи од свог директног конкурента. Па ипак, чак и код прогресивне проблемске смене, смењени научноистраживачки програм не треба отписати једном заувек и треба га штитити и бранити, колико год, и где год је то могуће.

Трећи део: Физичка космологија као пример двовлашћа парадигми и/или научноистраживачких програма. У овом поглављу кандидат ће изложити конкретне примере неслагања између релативистичке физике и квантне механике, како би на њима показао да савременој физици више пристаје Лакатошев модел од Куновог. Када је реч о савременој науци, један од најзначајнијих примера неслагања између релативистичке физике и квантне механике јесте проблем дефинисања сингуларитета црних рупа у модерној физичкој космологији. Обично се тврди да сингуларитет црне рупе од физичких својстава поседује масу, електрични набој и спин, као и да је центар изузетно високе гравитације, температуре и притиска, при чему су простор и време максимално закривљени, што је у складу са основним законима релативистичке физике. Велики број физичких космолога, међутим, негира постојање волумена, односно запремине сингуларитета, а то се коси са основним законима квантне механике, по којој сваки физички објекат, појава или феномен мора имати одређену, макар и најмању

величину. Они физички космолози који не одбацују основне законе квантне механике, сингуларитет црне рупе дефинишу као највећу могућу масу концентрисану у најмању могућу запремину, то јест волумен. Заправо, и само постојање сингуларитета црне рупе угрожава бројне основне физичке законе. Наиме, у сингуларитету црне рупе материја је толико сабијена захваљујући деловању огромне гравитационе силе да атоми и друге честице буквално ишчежавају и прелазе у неки други вид енергије (или материје). Гравитациона сила је, дакле, толико јака да једноставно надвладава преостале три основне силе у космосу — електромагнетну силу, јаку нуклеарну силу и слабу нуклеарну силу. Излаз из ове замршене ситуације био би или негирање постојања сингуларитета црне рупе, хоризонта догађаја, као другог елемента црне рупе, то јест негирање постојања саме црне рупе, или, што је чешћи случај, негирање укореење дефиниције сингуларитета црне рупе, хоризонта догађаја, па и самих црних рупа

У оваквим случајевима не можемо одлучити путем експеримента која је од алтернативних теорија адекватна, будући да експеримент у случају црне рупе није могућ из чисто техничких разлога. Остаје питање који модел боље објашњава овакву ситуацију. Кандидат сматра да у оваквим случајевима (а то није једини који намерава да прикаже) Кунов модел парадигми и нормалне науке, показује озбиљне мањкавости и не успева да на адекватан начин објасни случајеве "вишевлашћа парадигми".

Закључак: У закључном поглављу кандидат ће показати које су претпоставке Кунове и Лакатошеве позиције одрживе, које је потребно модификовати и побољшати, а које пак одбацити као неодрживе и незадовољавајуће. Кандидат сматра да нам тренутно стање у савременој теоријској физици показује да је Кунова теза о радикалној смени једне парадигме другом парадигмом, једноставно неодржива. Кандидат сматра и да је централни појам Кунове филозофије, појам *несамерљивости*, сувише радикално постављен. Он истиче да опсервације начињене под окриљем различитих парадигми или различитих научноистраживачких програма, без обзира на то колико биле теоријски импрегниране, нису толико међусобно различите. Научници који су упознати са релативистичком физиком, обично су упознати и са квантном

механиком и *vice versa*, па се не може рећи да истовремено или једновременно живе у различитим световима. Кандидат ће поставити и питање оправданости и рационалности Лакатошевих методолошких правила за евалуацију различитих научноистраживачких програма и указати да ова позиција у већој мери одговара стању које затичемо у савременој физици.

Основне хипотезе

Бојан Нешић ће у свом истраживању поћи од хипотезе да умножавање и коегзистенција више различитих, по бројним кључним питањима, често међусобно супротстављених, теорија није карактеристична само за друштвене науке, већ да је то тренутно стање у оквиру савремене теоријске физике, која пак, на неки начин, представља парадигму модерне науке. Кандидат ову хипотезу илуструје на примеру односа квантне механике и релативистичке физике. У питању је однос између две владајуће парадигме које доминирају савременом теоријском физиком. Али, оно што се често занемарује јесте да ове две парадигме — од којих би прва, наводно, требало да описује микросвет, а ова друга, опет наводно, макросвет — дају различите одговоре на једна те иста питања савремене теоријске физике, конкретно модерне физичке космологије.

Циљ истраживања

Циљ истраживања докторанда Бојана Нешића биће да покаже да је постојање више различитих међусобно супротстављених теорија и њиховог умножавања у оквиру савремене теоријске физике, пре правило него изузетак. Кандидат ће показати да је овакво стање једнако примењиво како на друштвене науке, у погледу којих је таква слика уобичајена, тако и на природне, за које је било карактеристично уверење да је плурализам теорија врло ретка и неуобичајена епизода. Кандидат истиче да се овакав плурализам не огледа само у двовлашћу релативистичке физике и квантне механике, већ и у чињеници да је сама квантна механика (за коју се често тврди да је најуспешнија физичка научна теорија икада) расцепкана на низ супротстављених, па и контрадикторних интерпретација.

Методе истраживања

Докторад Бојан Нешић ће се у својој докторској дисертацији користити методама карактеристичним за модерну аналитичку филозофску традицију и

савремену филозофију науке – појмовну анализу, аргументацију, апстракцију и семантичка разматрања. Основна метода биће појмовна анализа, јер истраживање захтева једнозначну, јасну и недвосмислену концептуализацију. Уколико се појмовном анализом дође до закључка да треба редефинисати или одбацити неки појам, такав поступак ће бити образложен. У деловима у којима ће се позивати на примере из савремене теоријске физике и модерне физичке космологије, кандидат ће се служити методама карактеристичним за поменућу научну дисциплину.

Очекивани резултати и научни допринос

Проблеми којима ће се докторанд Бојан Нешић бавити у предложеној докторској дисертацији, представљају централне и актуелне проблеме у филозофији науке. Предложени модели објашњења научне праксе, Кунов и Лакатошев, пример су стандардних приступа унутар ове области. Специфична перспектива из које кандидат Бојан Нешић настоји да укаже на њихове предности и недостатке, пре свега модерна физичка космологија, обећава нове увиде у погледу у погледу објашњења односа теорије и сведочанства и самим тим проблема алтернативних теорија које су емпиријски еквивалентне. Овакава оријентација на анализу примера из савремене науке отвара у већој мери могућност за нестандартна и плодотворна тумачења традиционалних проблема.

Закључак

Имајући у виду квалитет анализираног образложења предлога теме докторске дисертације, као и аналитичке способности и вештину аргументације које је кандидат приликом одбране образложења показао, комисија свесрдно предлаже да се докторанду Бојану Нешићу одобри израда докторске дисертације на тему Кунове парадигме и Лакатошеви научноистраживачки програми: случај савремене физике

Beograd, 29.11, 2016.

Комисија:

Проф.др Слободан Перовић

Проф.др Љиљана Раденовић

Доц.др Ева Камерер

Ментор:

Дод.др Александра Зорић