

РЕЦЕНЗИЯ

на проф. д-р Тинко Величков Тинчев,
СУ „Св. Климент Охридски“, ФМИ, катедра „Математическа логика и приложенията й“

за представената от **Владислав Владимиров Ненчев** дисертация „**Region-based theories for space and time. Dynamic relational mereotopology**“ за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ в професионално направление 4.5 „Математика“ по научната специалност 01.01.01 „Математическа логика“

ОПИСАНИЕ НА ПРЕДСТАВЕНИТЕ МАТЕРИАЛИ

Както личи от нейното заглавие, представената дисертация труд е на английски език (има и титулна страница на български) и е с обем 125 страници, включително служебните страници – съдържание, благодарности, авторска справка, списък с кратко описание на представените 6 публикации, списък на забелязаните цитирания и списък на научни конференции, на които дисертантът е изнасял научни съобщения на резултати от дисертацията, списък на цитирани работи, съдържащ 53 заглавия. Представен е автореферат на български език от 30 страници, включително декларация за оригиналност, благодарности, авторска справка (наречена Принос), списък с кратко описание на представените 6 публикации, списък на забелязаните цитирания и списък на научни конференции, на които дисертантът е изнасял научни съобщения на резултати от дисертацията, списък на цитирани работи, съдържащ 53 заглавия. Представен е и автореферат със същото съдържание, но на английски език. Представени са и изискуемите от закона автобиография (допълнително и на английски), копие на диплома за магистърска степен, справка за положените изпити от индивидуалния план на докторантурата, документ за отчисляване с право на защита. Намирам, че представените документи, структурата на дисертацията и на автореферата отговарят на изискванията на ЗРАСРБ и на правилника за прилагането му.

ПРЕДМЕТ НА ДИСЕРТАЦИЯТА

Изследванията в дисертацията се отнасят към областта на безточковите геометрии, област която възниква преди малко повече от 100 години от чисто философски подбуди, но и досега е активна както във философски, така и в математически аспект. Свидетелство за това е например пленарната лекция на Dana Scott на Логическия колоквиум във Виена през юли 2014 год. Мощен катализатор на тази активност е интересът от страна на теоретичните изследвания в областта на изкуствения интелект и по-специално качествените (в противовес на обичайните количествени) разсъждения за пространството и телата (qualitative spatial reasoning) с цел приложения в географски информационни системи. Най-общо казано, целта на безточковия подход е да се използват вместо *точка* и *права* “по-реалистични” първични понятия, които са определени с условия обикновено от втори ред, и чрез които понятията *точка* и *права* са изразими също с условия от втори ред. Логическите аспекти на безточковите геометрии се отнасят най-пряко към изследвания за изразителна сила на различни езици, аксиоматизация и алгоритмична сложност на проблеми за изпълнимост, представимост на различни алгебрични системи. Една от най-добре развитите теории на безточковите геометрии е тази на Whitehead, базирана на понятието **регион**, мереологичните релации **част-от (part of)**, **припокриване (overlap)** и **отстъпване (underlap)** и бинарната релация **контакт** между региони. Както Tarski показва, мереологията е еквивалентна с теорията на пълните булеви алгебри, игнорирайки 0 (0 на булевата алгебра се

разглежда като фиктивен, несъществуващ регион). Така възникват контактните алгебри – булеви алгебри с бинарна релация, удовлетворяваща допълнителни условия. Въпросите, които обикновено се изследват, са за представимост на такива системи като алгебрични системи със специален топологичен произход, т.е. дали те са изоморфно вложими в алгебрата на интуитивно приемливите за реалистични тела (региони) в някакво топологично пространство. Контактни алгебри се построяват по естествен начин и от релационни системи, съдържащи рефлексивна и симетрична бинарна релация, по примера на близостните пространства, наричат се релационни контактни алгебри. Това пък повдига въпроса за представимост с релационни контактни алгебри и как си съответстват условия за релационните системи с условия за съответните алгебри. В този кръг от въпроси един от лидерите в областта е научният ръководител на дисертанта. Една важна черта на Уайтхедовата философия е въпросът за единна безточкова теория за пространството и времето. Математически модели от такъв вид се развиват активно през последните години от Димитър Вакарелов, научният ръководител на Владислав Ненчев. Това е и амбициозната задача, която е изследвал в дисертацията си Владислав Ненчев – динамична мереология и динамична мереотопология като математически модел за единна безточкова теория за пространството и времето.

СЪДЪРЖАНИЕ НА ДИСЕРТАЦИЯТА И ПРИНОСИ

Резултатите от изследването в дисертацията са оформени като 7 глави, стр. 8-118.

В Глава 1 е уводна. Представят се накратко основните насоки на логико-математическите изследвания, свързани с Уайтхедовата философия за безточкови пространства, същността и целите на мереологията и мереотопологията. Реферират се подходи към единна теория за безточкови пространство и време.

В Глава 2 се фокусира предметът на изследването в дисертацията – въвежда се понятието контактна алгебра, маркират се бегло подходи към теории за пространството, базирани на S_4 с универсална модалност и RCC; въвежда се централното алгебрично понятия за подхода на Вакарелов към единна безточкова теория за пространството и времето – динамична контактна алгебра - на фона на стандартни подходи за комбиниране на пространството и времето.

В Глава 3 се въвеждат статичните (безвремени) релационни мереологични и мереотопологични структури, с което се продължава предходна работа на Вакарелов и Явор Ненов. Доказват се обичайните за подхода варианти на лемата за отделянето и лемата за разширяването. Доказва се теорема за представянето на статични мереотопологични структури.

Глава 4 е ключова в дисертацията за реализацията на подхода на Вакарелов. Най-напред с убедително постигната мотивационна цел се сравняват изразителните способности на динамичната мереология, динамичната мереотопология и на динамичните контактни алгебри, а така също и с LTL-темпорализирането. Тук се дефинират стандартните динамични мереотопологични структури като подструктури на декартови произведения на статични релационни мереотопологични структури и се въвеждат стабилните и нестабилните варианти на мереологичните релации и на контакта; извличат се ключовите условия от първи ред – (M14)-(M30) и (C5)-(C10). Най-съществената част на тази глава е Параграф 3, в който се адаптират обичайните за модалната логика технически средства и се доказват централните за изследването теореми за характеристикация и представимост. Тази част е написана много умело и убедително демонстрира творческите способности на Владислав Ненчев за математическа дейност. В Параграф 4 се разглежда по-простият вариант – за динамичната мереология, който сам по себе си е интересен и важен за мереологичния случай.

В Глава 5 се разглеждат формални логически системи за динамичните мереотопологични и мереологични релации – от първи ред, безкванторните им фрагменти и полимодални езици. Случаят за пълния език от първи ред, както за мереотопологичния, така и за мереологичния език

не е особено интересен - пълнотата на дадената аксиоматика не е в никакъв случай изненадваща и е непосредствено приложение на съответните теореми за представяне. Подобна е ситуацията и с безкванторните фрагменти на двата езика от първи ред, но самата система си заслужава да бъде специално разгледана, поради приятната разрешимост на изпълнимостта в този случай. Тук имам бележки. Първо, има очевидна еднотипна типографска, вероятно, грешка в аксиомите за равенството за разглежданите 8 бинарни релации, стр. 78. Втората ми бележка се отнася до това, че вероятно заради „самодостатъчност” на текста и еднотипие в доказателствата на теореми за пълнота се повтаря Хенкиновата конструкция; доказателството следва директно от теоремата на Хилберт-Акерман за отворените теории и пълнотата на съждителното смятане, при това така получаваме известна „екстра” - конструктивно доказателство за пълнотата.

Най-интересната и важна част от тази глава са разглежданите модални логики. Аксиоматизацията им е според мен вторият най-съществен принос на Владислав Ненчев. Тук нещата не са тривиални, поради наличието на модално неопределимо условие от първи ред, (M3), което в контекста на „изобилието” от релации, за който трябва да се грижим, създава сериозни затруднения. Тук Владислав Ненчев проявява изобретателност като го замества с 3 модално определими формули, но и това не стига и модалният език се разширява допълнително с модалности върху обратните релации на стабилния и нестабилния контакти, а така също и с универсалната модалност. Е, пълнотата на такава система си заслужава уважението и признание за майсторство! За да се стигне все пак до доказателство за пълнота, Владислав Ненчев прилага модификация на „булдозер” техниката на Сегерберг. Случаят с мереологичната модална логика е разрешен по аналогичен начин. Само доказателството на пълнота не тези 2 модални логики и Гл. 4 са една великолепна дисертация.

В Глава 6 се разглеждат въпросите за разрешимост/неразрешимост на формалните системи от Гл. 5. Още в началото на първия параграф виждаме, че разглежданите логики от първи ред са наследствено неразрешими, което се доказва като в подходящ техен фрагмент се интерпретира теорията на крайните симетрични и рефлексивни релации. Тази интерпретация изисква изобретателност! По-нататък в този параграф се „консумира почти безплатно”, вече направеното, за да се докаже за още няколко логики от първи ред, че са наследствено неразрешими.

Във втория параграф се показва лесният резултат за NP-пълнотата на изпълнимостта за безкванторните фрагменти на наследствено неразрешимите логики от първи ред, както в мереотопологичния, така и в мереологичния случай.

Параграф 3 е много интересен и труден, но и същевременно източник за притеснения у рецензента. Притесненията ми прозвучат от това, че се използва термина фрагмент на дадена логика, а очевидно Владислав Ненчев има нещо друго предвид (за което наема и заглавието на параграфи 3.1 и 3.2). Заради деликатността на ситуацията ще бъде по-подробен. От езика на мереотопологичната модална логика с 8 модалности (стабилна и нестабилна версия на трите мереологични релации и на контакта) се маха стабилният контакт. Фрагмент на разглежданата логика за този език са всички общовалидни формули от него в класа на всички мереотопологични динамични структури, а в дисертацията се разглеждат формулите, които са общовалидни в релационните системи, удовлетворяващи само част от условията. Така че разглежданото в дисертацията множество от формули е подмножество на фрагмента. Доказателството на Твърдение 21 (стр. 104) е вярно, но за споменатото изглеждащо по-малко множество от формули. Проблемът идва по-нататък със Следствие 15 и Следствие 16. Самото доказателство на Тв. 21 е вярно и е нетривиално прилагане на техниката на филтрацията. Съвсем аналогична е ситуацията с Твърдение 22 (с вярно доказателство, но за друга логика) и следствията от него, Сл. 17 и Сл. 18. Поисках по електронната поща разяснение от Владислав Ненчев за описаната ситуация. На 14 септември, доста скоро след въпроса ми, получих отговор с допълнителни разяснения – доказателства. От този текст се убеждавам, че в случая за стабилния

контакт Владислав Ненчев успява да докаже, че разглежданото множество е наистина обявеният фрагмент. С това приемам изцяло следствията 15 и 16, т.е. разрешимостта и свойството на крайните модели за фрагмента на мереотопологичната логика със 7 модалности (без стабилния контакт). Случаят с разрешимостта на фрагмента на мереотопологичната логика без нестабилния **част-от**, е значително по-труден. Изпратеният ми текст изглежда правдоподобен, но предполага твърде много допълнителна работа, за която е дадено упътване, но не можах да осъществя за наличното ми време. Така, за Следствие 18 си запазвам правото да изпитвам известни съмнения.

В параграф 3 се прави филтрация за модалната логика на динамичните мереологични релации и се доказва разрешимост. Доказателството е коректно.

В Глава 7, Заключение, се резюмира накратко постигнатото в дисертацията и се очертават три, според мен интересни и перспективни, насоки за бъдещи изследвания.

ПУБЛИЧНОСТ НА РЕЗУЛТАТИТЕ

Резултатите от изследванията, представени в дисертацията, са публикувани: (1) в две журнални статии, които са с единствен автор – едната е в *Central European Journal of Mathematics*, vol. 11 от 2011 г., (издание с импакт фактор 0.44 за 2011 г.) и в *Logic and Logical Philosophy*, vol. 22 от 2013 г. в специален брой за безточкови геометрии и топология; (2) в рецензираните трудове на 4 научни конференции - на 7-ми, 8-ми и 9-ти *Panhellenic Logic Symposium* и *Advances in Modal Logic 2012*. Само една от статиите (в трудовете на 7th PLS) е в съавторство с научния му ръководител, а всички останали са самостоятелни. Статиите от *Central European Journal of Mathematics* и 7th *Panhellenic Logic Symposium* са цитирани по веднъж в две различни статии на научния му ръководител проф. Димитър Вакарелов.

Резултатите от дисертацията са докладвани като научни съобщения на достатъчно много реномирани адекватни научни конференции и работни срещи – 7-ми, 8-ми и 9-ти *Panhellenic Logic Symposium* в Гърция (2009, 2011 и 2013 год.), *Logic Colloquium* през 2010, 2011, 2012, 2014, *Advances in Modal Logic 2012*, *MASSE International Congress on Mathematics 2009*, две международни работни срещи *Logics for Space and Time 2011* и 2014, Пролетна научна сесия на ФМИ 2013 г.

ОБЩИ БЕЛЕЖКИ ПО ИЗЛОЖЕНИЕТО

Избраният стил на изложение е добър, с грижа читателят да е наясно с общото състояние на областта и мястото, което заемат изследванията в дисертацията. Умело са пропуснати детайли, които не оставят съмнения за верността на твърденията (тук изключвам описаната по-горе ситуация със следствия 15 и 16 на стр. 108 и следствия 17 и 18 на стр. 111) и са лесно проверими, което е признак за зрялост и умение на автора да задържа вниманието на читателя. Доказателствата са коректни и написани в издържан и икономичен стил. Не си струва да изреждам дори и не дълъг списък от грешки, най-често буквени или изпуснати, но лесно отгатваеми думи, включително бележката ми за аксиомите за равенството на стр. 78 вероятно има такъв произход.

Авторефератът и авторската справка правилно отразяват научните приноси от изследванията на Владислав Ненчев, изложени в представената дисертация.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Имайки предвид казаното, убедено смятам, че представената дисертация наред с високите си научни качества по недвусмислен начин показва широката обща математическа култура, богат арсенал от овладяни техники и похвати в областта преди всичко на модалната логика, творческа изобретателност и способност за задълбочени самостоятелни научни изследвания на Владислав Ненчев. Намирам, че всички изисквания на ЗРАСРБ, Правилника за прилагане на ЗРАСРБ, правилниците за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности на СУ „Св. Климент Охридски“ и на ФМИ към обсъжданата дисертация и автора ѝ са изпълнени, поради което **убедено предлагам Владислав Владимиров Ненчев да придобие образователната и научна степен „доктор“ в професионално направление 4.5 „Математика“ по научната специалност 01.01.01 „Математическа логика“ за дисертационния труд „Region-based theories for space and time. Dynamic relational mereotopology“.**

Рецензент:

17 септември 2014 г.
София

(проф. д-р Тинко Тинчев)