

С Т А Н О В И Щ Е

от проф. дмн Димитър Иванов Вакарелов

за дисертацията на асист. Владислав Владимиров Ненчев "Region-based theories of space and time. Dynamic relational mereotopology" представена за присъждане на образователната и научна степен „доктор“ в професионално направление 4.5 „Математика“ по научната специалност 01.01.01 „Математическа логика“.

1. Кратки биографични данни и общо описание на представените материали. Владислав Владимиров Ненчев завършва специалност Информатика към ФМИ през 2007, и още същата година специализира по магистърска програма Математическа логика. През 2009 г. защитава дипломна работа под ръководството на рецензента, а през 2010 започва докторантура под ръководството на рецензента. През 2014 представя настоящата дисертация. Документите към нея включват автореферат (съдържащ авторска справка и списък от публикации), 6 статии, и автобиография. По настоящем Владислав Ненчев работи като асистент в катедрата по математическа логика и приложения, като води упражнения по „Логическо програмиране“, „Езици, Автомати и Изчислимост“, „Практикум по машинен превод“ и „Дескриптивни логики“. Участва в няколко научни и научно приложни проекти: CULTivating Understanding and Research through Adaptivity, (CULTURA), Седма рамкови програми на ЕС (2011-2014), Математическа логика и компютърна лингвистика: развитие и взаимно проникване, Европейски социален фонд 2007 - 2013, Оперативна програма „Развитие на човешките ресурси“ (2009-2011), Теории за пространството и времето: алгебрически, топологически и логически подходи, Фонд „Научни изследвания“, „Идеи“ (2009-2014).

2. Направление, тема и структура на дисертацията. Дисертацията е в едно сравнително ново направление на математическата логика - *"Безточкови теории за пространство-време"*, иницирано от Уайтхед [51]. Искам да отбележа, че направлението *"Безточкови теории за пространството"* в стил Уайтхед, известно още под названията *"Регионален подход към пространството"* и *"мереотопология"* се развива в последните години доста интензивно ([4,37,45]), докато *"Безточкови теории за пространство-време"*, където пространство и време се разглеждат като неотделими едно от друго, започват да се развиват съвсем неотдавна в работите на рецензента [47,48].

Идеята на Уайтхед (и някои други философи и математици от началото на 20 столетие) за безточков подход към теория за пространството е в известен смисъл диаметрално противоположна на класическия Евклидов подход, където точка (а също така права и равнина) са първични понятия. Критицизма на Уайтхед се базира на факта, че точките, правите и равнините са фикции, без самостоятелно съществуване в природата и следователно науката за пространството трябва да се базира на реалистични първични понятия. В подхода на Уайтхед от [51] това са *"регион"*, абстрактен аналог на физическо тяло и прости релации между региони като топологичната релация *"контакт"*-символно aCb , и мереологичните релации *"част от"* - $a \leq b$, *"припокриване"* (*Overlap*) - aOb , и др., като понятието точка (респективно права и равнина) се въвеждат чрез дефиниции. Подобен "безточков" подход Уайтхед изисква и за времето, където понятия като *"момент"* (времева точка) също трябва да бъдат елиминирани като първични и дефинирани с помощта на естествени пространствено-времеви релации между изменящи се (динамични) региони. Ако разглеждаме мереотопологията като

статична безточкова теория на неизменящите се региони, то теорията на изменящите се, динамични региони е естествено да се нарече "*динамична мереотопология*".

Дисертацията представлява едно обобщение на работата [47] на рецензента, където се построява една версия на динамична мереотопология. Тази версия се базира на понятието *булева алгебра*, в която булевите операции се разглеждат като операции за образуване на нови динамични региони от вече дадени, и две релации между региони независещи от наредбата на времето: "*стабилен контакт*", $aC^{\forall}b$ (a е винаги в контакт с b), и *нестабилен контакт* $aC^{\exists}b$, (a е понякога в контакт с b). Основен резултат е една теорема за представяне, която твърди еквивалентност на безточковата формулировка с един модел с явно зададени моменти на времето. Доказателството е в известен смисъл аналог на Теоремата на Стоун за булевите алгебри с използване на теорията на филтрите и ултрафилтрите и реализира Уайтхедовата идея геометричните и времевите точки да бъдат въведени чрез дефиниции.

Обобщението в дисертацията се състои в представянето на една чисто релационна версия на системата от [47], базирана на релациите стабилен и нестабилен контакт плюс стабилни и нестабилни версии на мереологичните релации *припокриване* ($aO^{\forall}b$, $aO^{\exists}b$) и дулната ѝ релация *подпокриване* (Underlap) ($aU^{\forall}b$, $aU^{\exists}b$). Това дава основание новата версия да бъде наречена *Динамична релационна мереотопология*. Мотивация за такова обобщение е известен критицизъм в литературата относно естествеността на булевите операции между региони (самият Уайтхед не ги разглежда). Освен това релационната версия прави възможно и включването ѝ като семантична основа на модални езици формализиращи модални разсъждения за динамични региони. От своя страна обобщението поражда сериозни технически проблеми, защото липсата на булевите операции прави невъзможно използването на техниката на филтрите и ултрафилтрите, което прави необходимо тази техника да се обобщи за чисто релационния случай.

Дисертацията е разделена на 7 глави с общ обем 120 стр. включващи литература от 53 заглавия + приложения: авторска справка за научните приноси, списък на публикациите по дисертацията и участия в научни форуми.

3. Кратко описание и оценка на съдържанието на дисертацията.

Глава 1. Увод. Регионален подход към пространството и времето. В тази глава представлява един много добре структуриран неформален увод в областта на Уайтхедовия подход към пространството и времето, неговата мотивация и връзката му с изследванията на други автори. Тук на съдържателно ниво се обсъждат основни понятия и методи третирани по-нататък в дисертацията.

Глава 2. Теории за пространството и времето. Главата представлява един обзор на различни теории за пространство, време и комбинирани теории за пространство-време. Този обзор е необходим за да се види след това мястото на дисертацията в кръга на съществуващите в литературата изследвания.

Глава 3. Статична релационна мереотопология и мереология. В тази глава се резюмират и подходящо модифицират понятия и факти от литературата необходими за основните резултати от дисертацията. Това са понятията *мереотопологична структура* и нейната рестрикция *мереологична структура* разглеждани като статични релационни теории за пространството, теореми за представяне за тези структури и съответни понятия за *абстрактни точки* и др. например, мереологичните структури са абстрактни релационни системи на

релациите *част от*, *припокриване* и *подпокриване*, а мереотопологичните структури са техни разширения с релацията *контакт*.

Глава 4. Динамична релационна мереотопология и мереология. Тази глава съдържа първата група основни резултати на дисертацията и е една от най-обемистите. Най-напред се въвежда един (стандартен) динамичен модел на пространството дефиниран чрез конструкцията *моментални снимки* и чрез него се дефинират по един естествен начин основните 8 динамични релации, за които стана дума по-горе. Избирайки по подходящ начин за аксиоми определен брой (40 на брой !) верни в модела твърдения за тези релации се дефинира понятието абстрактна *динамична мереотопологична структура*, (ДМС) което е едно от най-важните понятия в дисертацията. Основен резултат е една теорема за представяне на ДМС в стандартен динамичен модел на пространството. Методът е от Стоуновски тип чрез подходяща дефиниция на абстрактни времеви точки и една канонична конструкция, която извлича от абстрактната структура необходимия материал за имитация на стандартния динамичен модел на пространството. Тук дисертантът проявява висока изобретелност и майсторство и според мен това е най-красивият резултат на дисертацията.

Теоремата за представяне значително се упростила са случая на *динамични мереологични структури*, които се получават от мереотопологичните чрез изпускане на релациите за стабилен и нестабилен контакт заедно със съответните им аксиоми.

Глава 5. Логики за динамични мереотопологични релации. В тази глава се изследват различни логически системи за мереотопологични релации: предикатни системи от първи ред и техни универсални фрагменти, модални системи. Получени са резултати за пълнота както на кванторни системи така и на някои техни универсални фрагменти. В тази глава е дадена пълна аксиоматизация на модалната логика над динамичните мереотопологични структури, което е един нетривиален и труден резултат, защото тези структури не са модално определими и се налага използването на нестандартни модели и тяхната еквивалентност със стандартните чрез използване на специална техника на копиране обобщаваща булдозер конструкцията на Сегерберг. Специално е отбелязана и модалната логика на мереологичните структури, базираща се на фрагмент на езика без контакт.

Глава 6. Разрешимост и неразрешимост на логики за динамични мереотопологични релации. В тази глава, чрез умело използване на един метод на Юри Ершов, се доказва наследствена неразрешимост на редица кванторни логики за мереотопологични и мереологични релации, включвайки пълната логика на динамичните мереотопологични релации както и нейната мереологична версия. Доказва се, че универсалният фрагмент на пълната логика на динамичните мереологични релации е разрешима и че нейният проблем за изпълнимост е NP-пълнен. Чрез доста находчиво използване на метода на филтрацията се доказва разрешимост на някои модални логики за динамичните мереотопологични релации, включващ логиката на динамичните мереологични релации. Трудността на този проблем се корени във факта, че разгледаните логики съдържат голям брой взаимодействащи си модалности, което прави изключително трудно намирането на работеща във всички случаи филтрация. Фактът, че проблемът за разрешимост на пълната модална логика над динамичните мереотопологични структури остава открит показва нетривиалността на проблема. Получените резултати за филтрация са в известен смисъл някакъв рекорд, защото на рецен-

зента не са познати примери в модалната логика с такъв голям брой модалности и аксиоми, за които филтрацията работи.

Глава 7. Заключение. Тук са формулирани редица отворени проблеми и програма за бъдещи изследвания, което показва че дисертацията е в една отворена и развиваща се област.

4. Автореферат, публикации, цитирания, участие в научни форуми, лични впечатления на рецензента като ръководител на дисертанта. Авторефератът е в обем 30 стр. и добре представя съдържанието на дисертацията. Към него са приложени декларация за оригиналност и авторска справка за приносите в дисертацията, която ги описва доста педантично. Те са разделени в четири групи: резултати за изразимост, резултати за представимост, резултати за аксиоматизация и резултати за (не)разрешимост. Има 6 реферирани статии като две от тях са журнални - в Central European Journal of Mathematics, IF 0.44 , и Logic and Logical Philosophy (в том посветен на безточкова геометрия) и четири по-кратки, в трудове на три последователни конференции Panhellenic Logic Symposium (една от тях съвместна с Вакарелов) и за конференцията Advances in Modal Logic 2012. Забелязани са 3 цитирания. Дисертантът е докладвал свои резултати на 11 международни научни форума и една научна сесия на Факултета. Подробно е описано кои резултати от дисертацията са докладвани на тези форуми.

Личните ми впечатления от Владислав Владимиров Ненчев като ръководител на неговата дисертация са отлични. Искам да отбележа неговата голяма самостоятелност- моето участие в дисертацията се състоеше предимно във формулировката на някои от проблемите, като тяхното решаване беше изключително негово. Похвална е и неговата висока активност за участие в научни форуми и ясното и разбираемо за слушателите представяне на съответните резултати в относително краткото време за докладване. Заслужава да се отбележи, че колегите на които е водил упражнения са изразявали винги задоволство от неговата преподавателска дейност.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Представеният дисертационен труд съдържа сериозни и оригинални резултати в една сравнително нова област на логиката изискваща търсенето на нови методи и подходи. Освен това представената дисертация напълно отговаря на критериите на "Закон за развитието на академичния състав в Република България" и съответните подзаконови наредби и правилници отнасящи се за СУ и ФМИ за придобиване на научна степен "доктор". Ето защо убедено препоръчвам на ас. Владислав Владимиров Ненчев да бъде присъдена образователната и научна степен "доктор".

София, 16-09-2014.

Подпис на рецензента: