

СТАНОВИЩЕ

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

за представената от **Димитър Тодоров Георгиев** дисертация „**Algorithmic Methods for Non-Classical Logics**“ („Алгоритмични методи за неклассически логики“) за придобиване на образователната и научна степен „доктор“ в професионално направление **4.5 Математика**, докторантска програма „**Математическа логика**“

Представеният дисертационен труд е на английски език с обем 120 страници, в които не са включени титулни страници на български и на английски език, съдържанието, кратки абстракт и описание на структурата на дисертационния труд и благодарности. Цитирани са 58 заглавия. Дисертационният труд съдържа декларация за оригиналност, авторска справка за получените научни резултати, списък на публикациите на автора във връзка с дисертацията и списък на доклади на научни конференции и семинари на текущи резултати по темата на дисертацията. Списъкът на забелязаните цитирания отбелязва 3 препратки към сайта на програмната реализация на детерминистичната SQEMA. Дисертацията е структурирана в 7 секции (глави), като първите 2 съдържат въведение в темата на научното изследване и необходимите базисни понятия от модалната логика; последната секция, 7, е заключителна и с маркирани насоки на по-нататъшни развития на изследваните проблеми. Текстът на дисертацията, съдържащ по същество новите резултати от научното изследване е в секциите с номера от 3 до 6, 90 страници. Представен е автореферат както на български, така и на английски език, който съдържа декларация за оригиналност. Авторефератът правилно отразява научните приноси на дисертацията. Намирам, че структурата на дисертацията и на автореферата отговарят на изискванията на ЗРАСРБ и на правилника за прилагането му.

Когато за изразяване на свойства на един вид математически структури можем да използваме два езика възниква естествените въпроси за сравняване на свойствата, изразими във всеки от тези езици, възможността за превод от единия на другия език. Такъв е случаят с чисто релационните структури – техни свойства, от една страна, се изказват на подходящ език на предикатното смятане от първи ред, а от друга страна, на подходящ модален език. Изследванията в дисертацията се отнасят до алгоритми за превод между естествените съждителен модален език и предикатен език от първи ред за релационни структури, разглеждани като структури на Крипке за модалния език и като структури за предикатния език. От 1989 г. с теоремите на Чагрова се знае, че за класическия модален и съответния предикатен език с формално равенство не са възможни алгоритми за превод както от модалния към предикатния език от първи ред, така и от предикатния към модалния език. Това дава смисъл на въпроса за намиране на алгоритми, които превеждат от единия на другия език, но разбира се, не успяващи за всички формули. За един богат фрагмент на модалния език, така наречените Салквистови формули, такъв алгоритъм има, при това с допълнителни приятни свойства, отнасящи се до формалната система с такъв вид аксиоми. Вакарелов, а в последствие Горанко и Конради, най-общо казано, поставиха въпроса по следния начин: да се намери алгоритъм, който успешно превежда модални в предикатни формули, запазвайки хубавите свойства на салквистовите формули, да успява поне за салквистовите формули и да съобщава, когато няма да успее в превода независимо дали съществува съответна еквивалентна предикатна формула. Описаният от споменатите

изследователи алгоритъм SQEMA, широко известен на изследователите в тази област, има особеността, че е недетерминистичен, поради което не е директно реализируем като програма. Съществена част от изследванията на Димитър Георгиев, започнала още с неговата магистърска дипломна работа, е изследване на детерминистичен вариант на SQEMA негова програмна реализация.

В светлината на теоремите на Чагрова, предвид разнопосочни интереси към специални класове структури, възниква въпросът за преводи между модалния и предикатния езици, които са коректни само върху тези класове. Например за релационните структури, които са релации на еквивалентност, такива преводи има и е изучена тяхната алгоритмична сложност. Стъпки в тази насока се правят с изследванията на Димитър Георгиев, описани в гл. 4, 5 и 6 на представената дисертация.

Глави 1 и 2 имат въвеждащ в тематиката характер.

В глава 3 са представени резултатите по детерминистичен вариант на SQEMA, като следва да отбележим, че базисният модален език е разширен с така наречената универсална модалност, което води до нетривиално разширение SQEMA. Показано е едно приложение на това разширение на SQEMA за езика на предконтактните логики. Алгоритъмът е програмно реализиран и е достъпен и от мобилни устройства. Имайки предвид математическия характер на дисертацията, Димитър Георгиев не се впуска в описание на имплементационни детайли.

В глава 4 се изследва преводът между базисния модален език и предикатния език в класа на моделите на една от интересните за изкуствения интелект логики, KD45. Показва се, че въпросите за превода са разрешими, като всяка модална формула има предикатен еквивалент, а сложността на проблема за наличие на модален еквивалент е PSPACE проблем. Оттук, макар в дисертацията да не се отбелязва явно, следва разрешимостта (но не и сложността) на аналогичните проблеми за логиката S5, т.е. за релациите на еквивалентност.

В глава 5 се изследва същият като в гл. 4 клас от структури, но модалният език е по-богат – добавена е универсалната модалност. Получените резултати звучат по същия начин, макар да изискват значително повече изобретателности техническа сръчност. От получените резултати за разрешимост отново следва разрешимостта на аналогичните проблеми за логиката S5.

В глава 6 се изследва по-общият клас на евклидовите структури. Това е интересен клас и тук за пръв път имаме пример на клас, в който всяка модална формула (от базисния модален език) има предикатен еквивалент, но проблемът за превод от предикатния в модалния език е неразрешим. Бих искал да отбележа, че от получения резултат за наличие на предикатен еквивалент за всяка модална формула от базисния език следва, че същото свойство е вярно за всички по-тесни класове, в частност за класа на структурите за всяко разширение на логиката K5. Тъй като изследванията в тази глава са съвместни с Philippe Balbiani и с мен, мога да кажа, че участието на Димитър Георгиев е равностойно.

Резултатите от изследванията, представени в дисертацията, са публикувани в три самостоятелни статии на Димитър Георгиев, освен това четвърта статия е представена в реномираното списание *Journal of Applied Non-Classical Logics*. От публикуваните статии едната е в трудовете на международната конференция 10th Panhellenic Logic Symposium през 2015 год., другата е в Годишник на Софийския университет, ФМИ, 2016 год., а третата - в сборника на кратките презентации на *Advances in Modal Logic*, 2016. Още една статия в съавторство с Balbiani и Тинчев е на етап представена за публикация.

Резултати от дисертацията са докладвани на международните конференции 10th Panhellenic Logic Symposium през 2015 год., Advances in Modal Logic през 2016 год. и на други научни конференции и семинари в периода 2015-2017 год.

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

Убедено смятам, че представената дисертация се отличава с високи научни качества и професионална програмна реализация на някои от изследваните алгоритми, която е предоставена за свободна употреба и е полезна както за редица изследователи, така и за целите на обучението по модална логика. Димитър Георгиев по недвусмислен начин показва математическа култура, богат набор от овладяни техники и похвати, способност за задълбочени научни изследвания и способности за професионално разработен и удобен за използване софтуер, базиран на нетривиални алгоритми. 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 Димитър Тодоров Георгиев да придобие образователната и научна степен „доктор“ в професионално направление 4.5 Математика, докторантска програма „Математическа логика“ за дисертационния труд „Algorithmic Methods for Non-Classical Logics“ („Алгоритмични методи за неklasически логики“).**

Подпис:

26 май 2017 г.
София

(проф. д-р Тинко Тинчев)