

СТАНОВИЩЕ

от проф. д-р Красимира Стоянова Проданова,
Факултет по приложна математика и информатика при
Технически университет – София

на дисертация на тема:

КОПУЛИ В СОБОЛЕВИ ПРОСТРАНСТВА И ПРИЛОЖЕНИЯ

на **Николай Костов Червенов**,

представена за придобиване на образователната и научна степен
“ДОКТОР“

Област на висше образование:

4. Природни науки, математика и информатика,

Професионално направление: 4.5. Математика,

Докторска програма: Математическо моделиране и приложение на
математиката в икономиката

Представеният дисертационен труд съдържа 98 страници. Той се състои от увод, три глави и заключение, в които са изложени основните приноси в дисертацията, списък на шест публикации, свързани с дисертацията, списък на докладваните резултати на коференции и декларация за оригиналност. Списък на използваната литература съдържа 69 заглавия.

Дисертационният труд отговаря на съвкупността от критерии и показатели за придобиването на съответната степен съгласно ЗРАСРБ, неговия Правилник и Правилниците за условията и реда за придобиване на научни степени и за заемане на академични длъжности на Софийския университет и на Факултета по математика и информатика на СУ.

Изложението на дисертацията е ясно и е прецизно оформено.

Трудът е в областта на създаване на вероятностни модели при повече от една случайна величина, използвайки функции копули, които позволяват построяване на съвместно вероятностно разпределение явно чрез формула.

За разлика от стандартните модели, които налагат копули върху данните и изследват дали използваната копула (например Гаусова копула, копула на Клейтън, Т-копула и други) добре описва стохастичната зависимост (тестове на приложимост), в настоящата дисертация се предлага модел, в който се получава уникална копула като решение на задача с диференциално уравнение.

В първа глава, със залавие „Бивариантни копули в Соболеви пространства“ се разглежда случаят $n=2$ и се дава нова обобщаваща дефиниция за 2-растяща функция. Доказана е еквивалентност със стандартната дефиниция. Решена е задачата за

построяване на копули, изхождайки от зададена вероятностна плътност, като се използва понятието слаба производна (т.е. производна в смисъл на теория на разпределенията). При този подход, независимо от ограниченията, наложени от използването на пространства на Соболев, се получават нови копули, полезни при обработката на реални данни. Основният резултат е полученото решение (в случая $n=2$) на гранична задача при някои наложени условия върху функцията f в дясната страна на уравнението.

Най-напред се разглежда случая, когато f е гладка функция (параграф 1.3), а след това се обобщава до по-общ случай (параграф 1.4). Разглежданите условия върху контура създават впечатлението, че се решава задачата на Дирихле за вълново уравнение, но фактически част от граничните условия са резултат от свойствата на дясната страна f , т.е. това е само привидно свързано с некоректната задача на Дирихле за вълновото уравнение. Доказана е теорема за единственост на решението, а след това и за съществуването му (Теорема 1.4.1 и 2.3.1) при допълнителните условия за дясната страна на уравнението.

Многомерният случай $n > 2$, т.е. свойството n -растяща функция е разгледан в Глава 2, където отново се дават две обобщени дефиниции и се доказва еквивалентност със стандартната. В тази глава подробно е изследван един важен клас - класът на Архимедовите копули, като са доказани по нов начин Теорема 4.1.4 и Теорема 4.6.2 от публикацията на Nelsen (Nelsen R. B., An introduction to copulas. Springer Series in Statistics, New York, Springer, 2006). Отново е дефинирана гранична задача и е доказано, че полученото решение съществува и е единствено при определени условия.

Глава 3 е посветена на практическо приложение на разработеният метод за оценка на риска от застрахователна компания. Използвани са реални данни от CASCO автомобилни застраховки на българска застрахователна компания.

В литературата най-често моделите, описващи връзката между размера на искове и тяхната честота, използват вече готови копули и върху данните се налагат тестове за съответствие дали дадената копула е добре избрана.

В дисертацията се предлага модел, който допълнително позволява да се изследва връзката между размера на исковете, момента от времето, в който те настъпват (спрямо датата на сключване на полицата) и тяхната честота. За целта се построява бивариантна копула като числено решение на гранична задача. Копулата е построена по начин, подходящ за последващо изчисление на различни мерки на съгласуваност и зависимост.

От построената по реалните данни бивариантна копула е установена практически независимост на променливите „размер на застрахователната претенция” и „момент на възникване на събитието”, тъй като коефициентите в зависимостта са нули с точност до четвърти знак.

Резултатите, представени в Глава 1, са публикувани в Доклади на БАН ([35]) и списание Сердика ([36]). Резултатите, представени в Глава 2, са публикувани в [5] и в Доклади на БАН ([67]), и в списание Сердика ([68]) - в процес на печат. Резултатите представени в Глава трета, предстоят да бъдат публикувани ([69]). Номерата на публикациите по-горе съответстват на тези в цитираната в дисертацията литература.

Накратко приносите в дисертационния труд могат да бъдат систематизирани в четири основни групи:

- Две нови обобщения на дефиниции на понятието n -растяща функция и доказване на еквивалентност със стандартните дефиниции при определени условия;


- Нови доказателства на основни теореми за Архимедови копули чрез използване на въведените обобщени дефиниции;
- Разглеждане на математически модел, в който се получават копули като решение на задачи с диференциално уравнение. Доказателство на теореми за съществуване и единственост на решението както в двумерния, така и в многомерния случай;
- Построяване на модел на базата на реални данни от застрахователна компания, който позволява да се изследва връзката между размера на исковете, момента от времето, в който те настъпват (спрямо датата на сключване на полицата) и тяхната честота. За целта се разглежда бивариантна копула като числено решение на гранична задача.

Представената от Николай Червенов дисертация е продукт на оригинална изследователска работа и представлява значителен принос към знанието в разглежданата тематика.

Авторефертатът отразява пълно и точно съдържанието на дисертационния труд.

Предвид гореизложено уверено препоръчам на Почитаемото Научно жури да присъди на Николай Костов Червенов образователната и научната степен “доктор“ в Област на висше образование: 4. Природни науки, математика и информатика, Професионално направление: 4.5. Математика, Докторска програма: Математическо моделиране и приложение на математиката в икономиката.

София,
12. 03. 2019 г.

Член на жури: 
(проф. д-р К. Проданова)