МАТЕМАТИКА И МАТЕМАТИЧЕСКО ОБРАЗОВАНИЕ, 2022
MATHEMATICS AND EDUCATION IN MATHEMATICS, 2022
Proceedings of the Fifty First Spring Conference
of the Union of Bulgarian Mathematicians
Tryavna, April 5–9, 2022

НАУЧЕН ПРОЕКТ ДН 12/11/ДЕКЕМВРИ 2017– ЯНУАРИ 2022 г. ФИНАНСИРАН ОТ ФНИ ПРИ МОН: СТОХАСТИЧНИ И СИМУЛАЦИОННИ МОДЕЛИ В ОБЛАСТТА НА МЕДИЦИНАТА, ОБЩЕСТВЕНИТЕ НАУКИ И ДИНАМИЧНИТЕ СИСТЕМИ

Красимира Проданова, Леда Минкова, Меглена Лазарова

Представеният проект е фокусиран върху стохастични модели и приложението им в медицината, застраховането, астрофизиката и върху симулационни модели и приложението им в обществените науки и в термохидравлични процеси. В проекта са включени шест работни пакета, в които са разработени математически модели, адаптирани към реални данни от изследвания на трима български докторанти, двама постдокторанти на четирима утвърдени в областта на математическото моделиране български учени. Резултатите от изследванията на участниците в проекта са публикувани в 8 специализирани списания с импакт фактор и 36 – с импакт ранг, докладвани са на повече от 20 престижни международни конференции. Защитени са три дисертации за придобиване на ОНС „доктор“ и са хабилитирани двама от пост-докторантите, участници в колектива.

Въведение. Стохастичните модели са от водещи области на медицината като трансплантология, онкология и дентална медицина. Целта на моделите в тази тематична група е идентифицирането на статистически значимите предиктори (фактори) за прогноза на усложнения или за летален изход в популацията от български пациенти. Един тип модели в тази проблематика са моделите за анализ на преживяемост (survival analysis), които са пряко свързани освен с медицината и с оценки на застрахователния и финансовия риск. Въведените и изследвани от член на колектива нови вероятностни „обобщени разпределения, развиващи се в степенен ред с инфлационен параметър (IGPS)“, се прилагат при застрахователни модели на риск за фалит.

В частта стохастични модели в астрофизиката се разглеждат статистически разпределения, които определят структурата и еволюцията на Галактиката. Основно постижение в тази част на предлагания проект е създаването на модел на звездообразуването (от газовите молекулярни облаци до началната функция на звездните маси), който е статистически по природа. Друга задача, която е разгледана, е използването на статистически методи за оценка на качеството на различни модели за квазипериодичните осцилации на масивни гравитационни източници като неутронни звезди и черни дупки, предложени от други екипи, чрез сравнение с наличните експериментални данни в литературата.

Целта на проекта в частта за обществените науки бе да се разработят симулационни математически модели за отчитане на влиянието на типа изборна система върху политическото и общественото развитие в България. Анализирани са връзките на използваните изборни системи и тяхното влияние върху политическото развитие в България след 1990 година.

Моделирането и числените симулации на термохидравличните процеси в ядрените електроцентрали е област, в която съществуват много изследвания. В тях се симулират един или друг от основните елементи (активна зона, парогенератор и др.) на ядрена електроцентрала. Основните проблеми при създадени досега кодове за симулации са: затворен код и висока цена. Това затруднява използването на такива кодове за обучението на ядрени инженери и подготовката на студентите във ВУЗ-овете с такава специалност. В разработките на проекта са създадени опростени модели на I-ви контур на ЯЕЦ и неговите основни съоръжения, разработени са симулационни програми в среда на MATLAB и *SCILAB*, както и софтуер на базата на C^{++}, който контролира/регулира симулационните функции и има достъпен интерфейс, чрез който се визуализират различните процеси за удобство на потребителя (студента).

Резултатите от изследванията на участниците в проекта са публикувани в 8 специализирани списания с импакт фактор и 36 – с импакт ранг, докладвани са на повече от 20 престижни международни конференции. Защитени са три дисертации за придобиване на ОНС „доктор“ и са хабилитирани двама от пост-докторантите, участници в колектива.

Постигнати резултати. Постиженията в шестте обособени работни пакета се състоят в следното:

Работен пакет №1: *Стохастични модели в медицината.* Построени са многомерни линейни и логистични регресионни модели с цел идентифициране на статистически значими предиктори за настъпване на усложнения след трансплантация на черен дроб у деца и възрастни, летален изход или поява на метастази както у възрастни пациенти, така и при деца с различни онкологични заболявания. Защитени са две дисертации за ОНС „доктор“ и се е хабилитирал един от членовете на колектива от този работен пакет.

Вторият работен пакет е *Модели в застраховане и финанси.* Анализирани са модели на риск и съответните вероятности за фалит. Получени са два стохастични модела на риск за времето до фалит и дефицитът в момента на фалит. Защитен е дисертационен труд за ОНС „доктор“.

Третият пакет е на тема *Оценка на модели за квазипериодичните осцилации на черни дупки и неутронни звезди.* Направен е обзор на съществуващите в литературата седем модела. Моделирани са данните от две неутронни звезди.

Четвъртият работен пакет е *Модели на звездообразуване.* Изследвано е влиянието на различните физични агенти върху функцията на разпределение на плътността на газа, получена като решение на усредненото по ансамбъл уравнение на Навие–Стокс.

Петият работен пакет е *Модели и числени симулации на термохидравличните процеси в ядрените електроцентрали.* Построен е модел на процесите в активната зона на ядрения реактор със система уравнения на Навие–Стокс.

Последният (шести) работен пакет е *Модели в обществените науки*. Проведено е изследване на възможните ефекти при пресмятане на резултатите от избори и са разработени кодове за анализ на екстремното поведение на пропорционалните методи. *Резултатите от двата етапа* са публикувани в 55 научни статии, от които 8 с IF и 36 с SJR и са докладвани на повече от 20 научни конференции в страната и в чужбина. Трима от членовете са защитили дисертации за ОНС „доктор“. Излязла е от печат една монография. Осъществено е сътрудничество с повече от 30 български и чуждестранни учени. Двама пост-докторанти от колектива са се хабилитирали.

Красимира Проданова
e-mail: kprod@tu-sofia.bg
Леда Минкова
e-mail: leda@fmi.uni-sofia.bg
Меглена Лазарова
e-mail: meglena.laz@tu-sofia.bg
Технически университет – София
бул. „Кл. Охридски“ 8
1000 София, България

RESEARCH PROJECT DN 12/11/ DECEMBER 2017-JANUARY 2022 FINANCED BY NATIONAL SCIENCE FUND AT THE MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE:

STOCHASTICS AND SIMULATIONS MODELS IN THE MEDICINE, SOCIAL SCIENCES AND DYNAMICAL SYSTEMS

Krasimira Prodanova, Leda Minkova, Meglena Lazarova

This project is focused on the stochastics models and its application in the medicine, the insurance, the austrophysics and on the simulations models and its application in the social sciences and in the thermo-hydraulic processes in nuclear power plants.The project includes six work packages in which research teams adapted the models to the real data collected of three doctoral students, two post-doctorants and four acknowledged scientists in the field of mathematical modelling.