

## СТАНОВИЩЕ

относно дисертационен труд за придобиване на образователната и научна степен „доктор” на тема „Математически модели на информацията в паметта” от проф. д-р Сения Терзиева, член на научно жури със заповед на Ректора на ХТМУ

**Автор:** ас. Мариана Георгиева Факелова – Абу Хабиб, Американски университет за наука и технологии, Бейрут.

**Област на висше образование:** 4. Природни науки, математика и информатика;

Професионално направление: 4.5. Математика.

**Научна специалност:** Математическо моделиране и приложение на математиката.

**Научни ръководители:** проф. д-мн Ангел Борисов Дишлиев и доц. д-р Катя Георгиева Дишлиева.

### Характеристика на дисертационния труд

Представеният за рецензиране научен труд е разработен на 143 стандартни страници и е структуриран във: пет глави, съдържание, означения, увод, библиография и заключение. Материалът във всяка от главите е разпределен в параграфи, като общо в дисертацията те са 26. В началото на всяка глава са формулирани основните хипотези, изследваните задачи и получените резултати. Дадени са кратки въстъпителни бележки и коментари, информиращи читателя кои от резултатите са заимствани и откъде, както и кои резултати са лично творчество на докторанта. Използваната литература съдържа 225 източника.

### Актуалност на проблема

Една от водещите цели на изследванията върху ученето е да се постигне ефективно формиране на знания и заучаване. Дисертационният труд изследва и постига описание на резултат от ученето като съхранена информация в паметта, като създава базисни адекватни модели посредством математическо моделиране, приложено върху динамични (променливи във времето) процеси, чрез които е възможно да се изучават и прогнозираят бъдещите състояния на изследваните процеси. В много случаи при тези задачи решаваща е помощта на диференциалните уравнения, за които единствената независима променлива е времето. Обикновено, разглежданите състояния имат доминираща количествена характеристика, която се променя във времето. Ако в развитието на изучавания процес се наблюдават резки (скокообразни) промени на неговите състояния, то съответните диференциални уравнения, удобни за описание на тези процеси, са така наречените импулсни диференциални уравнения. Ако в добавка се наблюдава и рязка промяна на скоростта на изменението на процеса, то моделиращите импулсни диференциални уравнения е подходящо да са с променлива структура (прекъсната дясна част). Точно такива са моделиращите уравнения, използвани в дисертационния труд. Процесите, които се изучават с тяхна помощ, са свързани с изменението на количеството на информацията в паметта на абстрактен обобщен индивид. Подобни количествени изследвания на информацията (проведени от други учени) не са ми известни. Поради това считам, че представените резултати са нови и актуални и това ми дава основание да заявя, че дисертационният труд поставя основите на изучаване на количествените и качествени характеристики на информацията в паметта.

Основният математически апарат използван в дисертационния труд са начални задачи за диференциални уравнения с променлива структура и импулси, които имат вида:

$$\frac{dI}{dt} = f_i(t, I, \mu), \quad i = 1, 2, \dots;$$

$$\Delta I(t_i) = I(t_i + 0) - I(t_i) = g_i(t_i, I);$$

$$I(t_0) = I_0,$$

където:

- $I = I(t)$  е количеството на информацията в момента  $t \geq t_0$ ;
- функциите  $f_1, f_2, \dots \in C[R^+ \times R^+ \times M, R]$ , т.е. десните страни на горните системи са непрекъснати функции в дефиниционното си множество, в общия случай  $f_i \neq f_j$  при  $i \neq j$ ;
- $\mu \in M$  е вектор (съвкупност) от параметри, участващи в описанието на процеса, а  $M$  е допустимо множество на тези параметри;
- функциите  $g_1, g_2, \dots \in C[R^+ \times R^+, R]$  определят големините (и посоките) на импулсните въздействия;
- $(t_0, I_0)$  е началната точка на количеството на информацията при конкретния изучаван процес;
- $t_1, t_2, \dots (t_0 < t_1 < t_2 < \dots)$  са моментите, в които се осъществяват импулсните въздействия.

Във всяка от главите на дисертацията импулсните моменти  $t_1, t_2, \dots$  се определят по различен начин. Освен това, в увода на дисертацията са дефинирани подробно различните класове уравнения, които се използват в настоящото изследване. Този тип импулсни уравнения са описани в края на осемдесетте години на миналия век от А. Самойленко и Н. С. Перестюк. С тяхна помощ се описват процеси и явления, които рязко изменят състоянието си за сравнително малко време (пренебрежимо малко в сравнение с общата продължителност на процеса или явлението). Това означава, че търсената функция  $I = I(t)$ , т.е. решението на импулсната система е прекъсната. От математическа гледна точка, въпросите, разгледани в дисертационния труд, са част от богатата на резултати тематика и която понастоящем е обект на засилен изследователски интерес и е много подходяща за описание на процесите на ученето и паметта.

### Основни резултати в дисертационния труд

Изследванията в дисертационния труд са насочени към пет основни проблема:

1. Намиране на моделно обикновено диференциално уравнение, което адекватно описва динамиката на количеството на информацията в паметта при липса на външни въздействия (т.е. при отсъствие на добавяне на информация чрез обучение) - начална задача (1.1), стр. 33:

$$\frac{dI}{dt} = \alpha(t - t_0)I, \quad I(t_0) = I_0. \quad (a)$$

Тук се въвежда функцията  $\alpha = \alpha(t)$ ,  $t \geq 0$ , която се нарича коефициент на пропорционалност. По нататък, последната глава е посветена на разработване на методика за намиране на тази функция. За първи път тук са въведени и са изучени някои основни качества на решенията на горното уравнение (a):

- асимптотично слабо изменение на количеството информация;
  - равномерна Липшицова устойчивост;
  - равномерна устойчивост.
2. Намиране на моделно импулсно диференциално уравнение, което адекватно описва изменението на количеството на информацията при добавяне на информация чрез кратковременни обучения - начална задача (2.6), (2.7) на стр. 49:

$$\frac{dI}{dt} = \alpha(t - t_i)I, \quad t_i < t \leq t_{i+1}, \quad I(t_i + 0) = I_i^+ = (1 + \beta(t_i, I(t_i)))I(t_i), \quad i = 1, 2, \dots \quad (б)$$

Изследвани са някои основни качества на решенията на импулсната система (б). Най-впечатляващото от изследваните свойства на информацията е намирането на условия, които гарантират, че количеството информация зависи непрекъснато от количествата на многократните нейни попълвания. С други думи, ако се разгледат два еквивалентни модела, които се различават само по количествата на попълвания на информацията в импулсните моменти и ако разликите в попълванията са достатъчно „малки“, то двете количества на информацията в тези два модела се различават „несъществено“ през целия изучаван период.

3. Намиране на моделно импулсно диференциално уравнение с променлива структура, което адекватно описва изменението на количеството на информацията при поддържане на минимално количество информация чрез допълнителни кратковременни обучения. Моделът се дава чрез уравненията и неравенствата (3.8), (3.9 и (3.10) на стр. 66:

$$\frac{dI}{dt} = \alpha(t - t_i)I, \quad I(t) \geq I_{\min}, \quad I(t_i) = I_{\min}, \quad I(t_i + 0) = (1 + \beta(t_i))I(t_i), \quad i = 1, 2, \dots \quad (в)$$

Посочени са подходящи условия, при които количеството на информацията зависи непрекъснато от началната точка  $(t_0, I_0)$  и критичния минимум на информацията  $I_{\min}$ .

4. Сравняване на количествата информация при модели, които се различават количествено в някои от основните параметри. Отново изследванията се отнасят до посочения по-горе модел (б) на изменение на количеството на информацията в паметта на абстрактен обобщен индивид при наличие на дискретни попълвания на информацията. Важна и определяща характеристика на модела е допускането, че импулсните моменти  $t_1, t_2, \dots$  са произволни, т.е. те не се подчиняват на допълнителни правила, освен (разбира се) на изискването  $t_0 < t_1 < t_2 < \dots$ . Основните резултати се отнасят до сравняване на количествата информация в два различни модела на изменение на информацията. Сравненията са валидни за времеви моменти, които са достатъчно отдалечени от началото. В сравняваните модели се допускат количествени различия само в две групи параметри:

- моментите на попълване на информацията;
- големините на дискретните попълвания на информацията.

5. Методика за определяне на коефициента на съхранение на информацията.

Структурно, всяка от първите четири глави се състои от следните свързани части:

- Въвеждане и обосноваване на основните хипотези, при които се осъществяват изследванията в главата. Впоследствие, докторантката е преформулирала тези хипотези в съответни условия – ограничения върху елементите на моделните диференциални уравнения;
- Извод на основната начална задача, описваща информационния процес при наличие на въведените хипотези;
- Дефиниране на някои основни свойства на решенията на модела. В общия случай, свойствата са нови (не са известни и не следват от изследванията на други автори). Същевременно те са специфични за съответните решения на моделните уравнения;
- Представяне на достатъчни условия, гарантиращи присъствието на дефинираните свойства. Доказване на съответните теореми;
- Формулиране на съответните изводи, които са адаптирани към обективната реалност.

Авторефератът и заключението отразяват адекватно изследванията в дисертацията.

### **Приноси на дисертационния труд**

В резюме могат да се обобщят следните основни приноси на докторанта:

1. Въведени са нови понятия: количество на информацията, обобщен индивид; коефициент на пропорционално изменение на информацията, слабо изменение на информацията, непрекъсната зависимост от импулсните моменти, непрекъсната зависимост от минималното допустимо количество на информацията и много други.
2. Въведени са практически допустими предположения (хипотези), при които са получени резултатите в дисертацията (под формата на теореми). Хипотезите са преформулирани в условия, отнасящи се и свързващи математическите елементи на моделите;
3. Изведени са различни модели, описващи динамиката на информацията в паметта на обобщен индивид в зависимост от въведените хипотези;
4. Изучени са някои от специфичните качества на решенията на моделите;
5. Представена е методика за намиране на някои важни компоненти (параметри) на моделите;
6. Представени са изводи за резултатите в термините на информацията в паметта.

Убедена съм, че приносите на автора, постигнати в този труд, са достатъчни за присъждане на образователната и научна степен „доктор“.

**Публикации:** Кандидатката е представила четири публикации по темата на дисертационния труд. Трите са излезли от печат, а четвъртата предстои да бъде публикувана.

Списанията, в които са публикувани част от резултатите се издават от престижни университети: *University of Chicago, Stanford University, Imperial College London* и имат IF, като за 2 от тях той е над 5. Това по безспорен начин доказва науните постижения на докторантката.

Предвид краткия срок от публикуването на резултатите от изследванията е рано да се очакват цитирания на публикациите.

### **Заклучение**

Оценката ми за дисертационния труд на Мариана Георгиева Факелова – Абу Хабиб е изцяло положителна. Основните причини за това са:

1. Напълно са изпълнени изискванията на Закона за развитие на академичния състав в Република България, Правилника за прилагането му и Правилника за придобиване на научни степени и заемане на академични длъжности в ХТМУ (в старите им варианти, които понастоящем са валидни и към които попада настоящата процедура);
2. Считам, че постигнатите резултати са значими и дават възможност за количествено и качествено изследване на количеството на информацията в паметта. Създадените динамични математически модели на образователно-информационни процеси могат да служат за основа и дават възможност изследванията по разглежданата тема да продължат. Изведените модели позволяват да се прогнозира, а следователно да се вземат решения за управление на процесите на учене и за обогатяване (попълване и надграждане) на информацията с цел постигане на по-добри резултати.

Изложените по-горе факти ми дават основание убедено да предложа на научното жури да присъди образователната и научна степен „доктор“ на Мариана Георгиева Факелова – Абу Хабиб в научна област **Природни науки, математика и информатика**, професионално направление **Математика** по научна специалност **„Математическо моделиране и приложение на математиката“**.

15 април 2018

Подпис: