

РЕЦЕНЗИЯ

на дисертационния труд на маг. инж. Светла Димитрова Лекова
на тема “Използване на параметрично зависими модели за
идентификация на нелинейни обекти” за получаване на
образователната и научна степен “доктор”

Рецензент: проф. дтн. Камен Димов Велев

1. Актуалност на дисертационния труд

Идентификацията на нелинейни обекти представлява необозримо поле за научни изследвания. Затова изследователите се концентрират обикновено върху определени класове нелинейни обекти. Един от тези класове са обектите със зависима от външни променливи динамика. За този клас обекти се използват линейни модели с променливи параметри и тяхното изучаване и използването им за целите на управлението заема значително място в научната литература през последните 30 – 40 години. Съществен принос в развитието му имат и учени от катедра „Автоматизация на производството” при ХТМУ.

Един от подходите за представяне на тези модели е използването на системи ортонормирани функции, които се не изискват съществена априорна информация за динамиката на обекта и имат определени изчислителни предимства в сравнение с другите известни модели. Това направление и особено използването на системите ортонормирани функции на Лагер също е обект на изследване от редица наши и чужди изследователи през този период от време. И въпреки че получените до момента резултати до голяма степен оформят определена завършеност на това направление, все още е възможно внасянето на определени нови или доуточняващи елементи с оглед на практическото им приложение.

2. Кратка аналитична характеристика на дисертационния труд

Дисертационният труд на маг. инж. Светла Димитрова Лекова за присъждане на образователната и научна степен “доктор” по професионално направление 5.2 Електротехника, електроника и автоматика (научна специалност 02.21.01 “Теория на автоматичното управление”) е посветен на разработване на един клас модели за идентификация на обекти, чиято динамика зависи от условията на функционирането им. Трудът е написан на 116 страници и се състои от увод, 8 глави, описание на приносите, библиография от 178 литературни източника, както и 3 приложения с графики.

Глава 1 представлява обзор на методите за моделиране на нелинейни обекти с използване на входно-изходни данни, като особено внимание се обръща на подхода, състоящ се в използване на линейни модели със зависими от условията на функциониране параметри. Кандидатката се спира

по-подробно на използването на един клас модели, представляващ линейна комбинация от ортонормирани функции, които имат редица полезни свойства на етапа на оценяване на параметрите на моделите: независимост, неизместеност и състоятелност на оценките, простота на оценителната процедура и на трансформациите между различните видове описания във времевата и честотната област. Въз основа на направения обзор е формулирана основната цел на дисертационния труд, а именно: ***изследване на възможностите на системи от базисни ортонормирани функции за идентификацията на системи, чиято динамика зависи от условията на функциониране на обектите за управление.***

В Глава 2 са представени различните форми на описание на системата ортонормирани функции на Кауц с реални полюси (във времевата област, в честотната област и в пространството на състоянията). Изследвани са възможностите за използване на филтрите на Лагер и на Кауц за апроксимация на тегловните характеристики на обекти с чисто закъснение. На базата на конкретни симулирани примери е показано, че дори използването на неголям брой филтри на Кауц води до добра точност на апроксимацията.

В Глава 3 е разгледан случая на моделиране чрез система ортонормирани функции на обекти със зависима от външни променливи динамика. Използван е аналогичен подход на предложения от Велев и Попов (цитиран в дисертационния труд), но вместо функции на Лагер са използвани функции на Кауц.

В Глави 4, 5 и 6 се прилага описаният в предидущата глава подход при изследване на конкретни физически обекти, в чиито преходни характеристики има интегрираща компонента. Поради това, че използването на системите ортонормирани функции изисква квадратична интегрируемост на апроксимираните функции, предварително се извършват определени преобразувания – отстраняване на интегралната компонента чрез оценяване на коефициента на интегриране и диференциране на резултиращата преходна характеристика. Експериментите са проведени при различни стойности на външните променливи и са определени регресионни модели на коефициентите на Фурие във функция на стойностите на външните променливи.

В Глава 7 е разгледана възможността за замяна на диференцирането на зашумената преходна функция на изследвания обект при оценяване на коефициентите на Фурие чрез интеграла на Дюамел с диференциране на аналитичния израз на функциите на Лагер (Кауц). Това води до шумозащитена процедура на оценяване и получаване на устойчиви оценки. Единственото условие е преходната характеристика да започва от нулата, т.е. редът на полинома в числителя на предавателната функция да е по-малък от реда на полинома в знаменателя. Разгледани са симулирани примери за илюстрация на този подход.

Глава 8 стои до голяма степен встрани по съдържание от предходните глави. Общото между тях е обектът, който е параметрично зависим. За описанието му обаче не се използват ортогонални филтри, а дискретни предавателни функции. Изследвана е тяхната идентифицируемост в затворен контур и е даден пример за синтез на регулатор с минимална дисперсия.

Общото впечатление от дисертационния труд е, че той има ясно формулирана цел, използваните методи за постигането ѝ са достатъчно подробно описани, разработени са модификации на известни подходи и са използвани за моделиране на конкретни обекти. Докторантката е показала добро познаване на състоянието на проблема и развитието му през последните 30 години, за което свидетелства и приложеният списък с литературни източници.

3. Оценка на съответствието на автореферата с изискванията за изготвянето му и на адекватността на отразяване на основните приноси в дисертацията

Авторефератът е изготвен в съответствие с изискванията и адекватно отразява основните положения и приносите на дисертационния труд.

4. Основни приноси на дисертационния труд

Докторантката е формулирала претенции за 5 групи приноси, без да ги класифицира по тип. Принципно приемам по-голямата част от претенциите за приноси (без третия от втората група приноси, който е известен от работите на Велев и Попов), но бих открил някои от тях, като по-значими:

1) Изследването, показващо предимството на използването на функциите на Кауц вместо функциите на Лагер за моделирането на системи със силно различаващи се времеконстанти, както и при наличието на чисто закъснение (научен принос).

2) Подходът за апроксимация на зашумени преходни характеристики за обекти без/със самоизравняване чрез система ортонормирани функции, при който за определяне на коефициентите на Фурие численото диференциране на експерименталната преходна характеристика се заменя с аналитично диференциране на функциите на Лагер или Кауц (научен принос).

3) Подходът за моделиране на обекти със зависима от външни променливи динамика чрез използване на ортонормирани функции е успешно приложен при изследването на два реални процеса – вискозоеластична деформация на полимерни материали и карбометрична редукция (научноприложен принос).

Смятам, че приносите са в по-голямата си част дело на докторантката, което личи и от публикациите по дисертационния труд.

5. Оценка на публикациите по дисертацията

Резултатите от дисертационния труд са отразени в 6 публикации в пълен текст, от които 2 на международни конференции (1 на специализирана

конференция на IFAC), 1 на национална конференция и 3 в наши списания. Всички публикации са на английски език. Три публикации са самостоятелни, а останалите са в съавторство. Може да се приеме, че резултатите от дисертационния труд са станали достояние на научната общност у нас. Не са забелязани цитати по публикациите, свързани с дисертационния труд.

6. Критични бележки към дисертационния труд

Въпреки че дисертационният труд като цяло е добре оформен и несъмнено има необходимите качества, могат да бъдат направени някои критични бележки:

1) В глава 2 липсва изследване за избора на разположението на полюсите на филтрите на Кауц във функция от динамиката на обекта.

2) Глава 3 е обобщение на работите на Попов и Велев отпреди 25 години и в нея не трябва да се претендира за приноси.

3) Примерите в глави 4, 5 и 6 илюстрират възможностите на предлагания метод за идентификация на параметрично зависими обекти. По-добре би било да се съберат в една глава.

4) Видът на фиг. 7.3 – 7.5 навежда на мисълта, че методът за оценяване е свързан с изместване на оценката.

5) Не е реалистично външната променлива да влияе едновременно и на параметрите на обекта, и на параметрите на шума.

6) В литературата са посочени източници, които нямат отношение към дисертационния труд (напр. за моделно предсказващо управление).

7. Заключение

Независимо от критичните бележки дисертационният труд има определени достойнства. Преди всичко докторантката се е запознала достатъчно добре със състоянието на научните изследвания в областта на моделирането на нелинейните обекти. С това може да се приеме, че **образователната компонента на докторантурата е изпълнена**. Анализът на приносите показва, че **в дисертационния труд има достатъчно елементи на оригиналност**, които са станали достояние на научната общност чрез публикациите по темата на дисертацията. Всичко това ми дава основания да приема, че **дисертационният труд отговаря на изискванията за образователната и научна степен “доктор”** и да препоръчам на уважаемото научно жури при успешна защита присъждането ѝ на маг. инж. Светла Димитрова Лекова.

Рецензент:

(проф. дтн. инж. К. Велев)