

## РЕЦЕНЗИЯ

от доц. д-р инж. Марияна Георгиева Тодорова,  
за дисертационния труд на маг. инж. Иван Веселинов Григоров,  
Технически университет-Варна, катедра „Автоматизация на производството”  
На тема: „Рекурсивни методи за оценяване в адаптивни системи за управление“,  
за присъждане на образователна и научна степен „Доктор”,  
по професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“,  
докторска програма „Теория на автоматичното управление“.

1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение. Степен и мащаб на актуалността на проблема и конкретните задачи, разработени в дисертацията

Темата за получаване на математични модели на базата на експериментални данни е актуална и с голямо практическо значение и приложение. Развитието на това направление на теорията на автоматичното управление като наука и практика има повече от 50 години история. Проблемът на идентификация на системи заема централно място във всички големи национални и международни научни форуми. Броят на публикациите в тази област е внушителен. Развитието на проблема е в две посоки: разширяване на приложението на създадените методи за получаването на модели на различни класове обекти или усъвършенстване на математическата и алгоритмична обосновааност на теорията, свързана с характерните особености на конкретните разглеждани обекти. Получените по този начин качествени математични модели позволяват провеждане на симулационни изследвания с обекта и спестяване на материални ресурси и време за неговото изучаване. Посоченото по-горе обяснява нестихващия интерес при решаването на такъв клас задачи. Считаю, че тематиката, разглеждана в дисертацията е актуална, значима и полезна за практиката.

Изхождайки от потребностите на теорията и практиката на идентификацията е формулирана адекватно целта на дисертационния труд „Изследване на възможностите и сравнителен анализ на рекурсивни методи за оценяване на параметри в адаптивни системи, и прилагането им при идентификация на динамични обекти.“.

Оценявам като коректно формулирани решаваните задачи в дисертационния труд:

1. Обзор на приложението на методи за оценяване на параметри за целите на обработка на сигнали и идентификация на динамични системи.
2. Запознаване с класическите методи за оценяване на параметри.
3. Запознаване и изследване на приложението на рекурсивните методи за оценяване на параметри в адаптивни системи за управление. За целта: разработване на функции в средата на Matlab и изследване на възможностите на различни рекурсивни алгоритми за оценяване в реално време; изводи и заключения за ефективността на изследваните рекурсивни методи за оценка на параметри.

4. Прилагане на рекурсивни методи за оценяване на параметри при параметрична идентификация на линейни и нелинейни типови модели. За целта: разработване на алгоритми и m-файлове в средата на Matlab и изследване на възможностите на рекурсивна идентификация при използване на зашумени и незашумени данни.
5. Прилагане на рекурсивни методи за оценка на параметри в конкретни динамични обекти. За целта: разработване на алгоритми и m-файлове и s-функции в средата на Matlab и изследване на възможностите на рекурсивни методи за оценяване на параметри при идентификация на разглежданите обекти.
6. Изводи и заключения. Насоки за бъдеща работа.

2. Познава ли дисертантът състоянието на проблема и оценява ли творчески литературния материал

Дисертацията е оформена като научно-изследователски труд от 217 страници и включва увод, четири глави, заключение и 18 приложения. За литературната осведоменост на докторанта Иван Григоров и познаването на съвременното състояние на разглеждания проблем може да се направи оценка от приложените 169 литературни източници, от които 39 на кирилица. Това ми дава основание да твърдя, че докторантът е добре запознат с теоретичните основи, приложението и характерните особености на рекурсивните методи за идентификация.

3. Избраната методика на изследване може ли да даде отговор на поставената цел и задачи на дисертационния труд

При решаване на поставените задачи са използвани методите на симулационни изследвания и рекурсивни версии на методите на най-малките квадрати и метода на инструменталната променлива. Използването на множеството методи и изследователски техники показва добра математическа подготовка и изследователски способности на докторанта. Прилагането на разработените в средата на Matlab функции при решаване на конкретни задачи показва приложимостта на създадените програмни продукти и успешното им използване. Приложените научни инструменти за изследване и резултатите в дисертацията потвърждават извода, че избраната методика на изследване може да даде отговор на поставената в дисертацията цел.

4. Кратка аналитична характеристика на естеството и оценка на достоверността на материала, върху който се градят приносите на дисертационния труд.

За изпълнението на поставените цели и задачи в дисертационен труд е изпълнено следното:

1. – Изведени са алгоритми, използващи рекурсивни версии на метода на най-малките квадрати и метода на инструменталната променлива, за оценяване на параметри в реално време и са разработени функции в средата на Matlab. С помощта на разработените m-функции са проведени експериментални изследвания с цел да се провери надеждността и точността им при рекурсивно оценяване на параметри в адаптивни системи.
2. Разгледани са алгоритми за рекурсивно робастно оценяване на параметри в адаптивни системи за управление.

3. Изведени са алгоритми за адаптивно управление посредством самонастройващ се регулатор с минимална дисперсия, самонастройващ се регулатор с обобщена минимална дисперсия, самонастройващ се регулатор със зададени полюси и адаптивно предсказващо управление в линейни и нелинейни стационарни типови модели, както и на линейни нестационарни типови модели с използване рекурсивните методи за оценяване на параметри.
4. Извършено е оценяване на параметрите на линейни и нелинейни модели от различен ред, посредством рекурсивни методи за оценяване на параметри в адаптивни системи за управление. Изследвано е влиянието на нивото на шума върху точността на оценяване на параметрите.

5. В какво се заключават научните или научно-приложните приноси на дисертационния труд

Научно-приложни приноси:

1. Изведени са алгоритми с използване на рекурсивни и рекурсивно робастни методи за оценяване на параметри на линейни и нелинейни стационарни типови модели и на линейни нестационарни типови модели.
2. Разработени са алгоритми на базата на рекурсивни и рекурсивно робастни методи за оценяване на параметри, въз основа на които е извършена параметрична идентификация на четири конкретни обекта: модел на система за управление, постояннотоков двигател с независимо възбуждане, двумасова електромеханична система и постоянно токов двигател с независимо възбуждане.
3. Изследвано е влиянието на рекурсивните и рекурсивно робастни методи за оценяване на параметри при: зашумени с различно ниво на шума сигнали; въвеждане на нестационарност при стационарни модели; рекурсивна идентификация в реално време в системи за адаптивно управление.
4. Изследвано е влиянието на стъпката на дискретизация при рекурсивно оценяване на параметрите на разглежданите обекти.
5. Анализирано е влиянието на различните рекурсивни и рекурсивно робастни методи за оценяване на параметри при параметрична идентификация на реалните параметри на постоянно токов двигател с независимо възбуждане и са определени най-подходящите алгоритми.

Приложни приноси

1. Разработени са и са тествани m-функции в средата на Matlab за идентификация в реално време посредством рекурсивни методи за оценяване на параметри.
2. Създадена е библиотека на база slx и m-файлове за оценяване на параметри на базата на голям брой рекурсивни методи.
3. Разработени са slx-файлове в средата на Matlab/Simulink за параметрична идентификация на Модел на система за управление, постояннотоков двигател с независимо възбуждане, двумасова електромеханична система и адаптивна система за управление на реален постоянно токов двигател посредством самонастройващ се регулатор с минимална дисперсия.

6. В каква степен дисертационния труд и приносите представляват лично дело на дисертанта

Докторантът е усвоил значим обем от знания в областта на рекурсивните методи, които прилага при параметрична идентификация на различни обекти, в което се открива и неговото лично участие.

7. Преценка на публикациите по дисертационния труд

Основните резултати от изследванията в дисертационния труд са представени в 5 публикации, от които 1 самостоятелна и 4 в съавторство, на които докторантът е първи автор. Това също ми дава основание да считам, че дисертационният труд и приносите са лично дело на докторанта. Една от публикациите е на конференция, сборникът на която е индексирани в Scopus. Не са известни данни за цитирания на тези публикации.

8. Резултатите от дисертационния труд използвани ли са вече в научната и социалната практика

На рецензента не са известни факти за използване на резултатите от дисертационния труд в научната и социалната практика до настоящия момент.

9. Мотивирани препоръки за бъдещо използване на научните и научно-приложните приноси.

Препоръчвам на докторанта получените резултати да бъдат доразвити за нелинейни нестационарни и многомерни обекти, както и да бъдат внедрени в учебния процес на специалности “Автоматика, информационни и управляващи компютърни системи” и „Роботика и мехатроника“ в ТУ – Варна.

10. Авторефератът направен ли е съгласно изискванията, правилно ли отразява основните положения и научните приноси на дисертационния труд

Авторефератът е направен съгласно изискванията и отразява основните положения и научните приноси на дисертационния труд.

11. Критични бележки по дисертацията, включително и по литературната осведоменост на кандидата.

Авторът е отчел част от забележките и препоръките, направени в предварителната рецензия. Независимо от критичните бележки, считам че дисертационният труд има всички достойнства да бъде оценен положително.

12. Заключение

Дисертационният труд е актуален като проблем и завършен като поставени и решени задачи. Той разкрива уменията на докторанта да формулира задачи и да предлага свое решение. Дисертационният труд е завършен с ясно дефинирани научно-приложни и приложни приноси. Считам, че представеният дисертационен труд като обем, пълнота и задълбоченост на решените задачи отговаря напълно на изискванията за присъждане на образователна и научна степен „доктор“.

Това ми дава основание да предложа на инж. Иван Веселинов Григоров да бъде присвоена образователната и научна степен „доктор“ в професионално направление 5.2. „Електротехника, електроника и автоматика“, докторска програма „Теория на автоматичното управление“.

13.03.2023 г.

Подпис:

/доц. М. Тодорова/