

## СТАНОВИЩЕ

върху дисертационен труд за придобиване на образователна и научна степен „доктор“

Автор: маг. инж. Мирослава Бончева Барахарска

Тема на дисертационния труд : **Методи за подобряване на динамиката на измерванията в системи за управление**

Член на научното жури: проф. д-р Ташо Ташев

### **1. Актуалност на разработвания в дисертационния труд проблем в научно и научно-приложно отношение**

Все повече нараства важноста на измерванията в индустрията и бита. Това води до засилен научен интерес към изследвания за подобряване на тяхната динамика и точност. Бързите измервания са особено важни за системите за управление на индустриалните процеси, т.к. измервателното закъснение води до проблеми в управлението и оттам в качеството на системата като цяло. Именно и това е областта на изследванията в дисертационната работа, което я прави несъмнено актуална.

### **2. Степен на познаване състоянието на проблема и творческа интерпретация на литературния материал**

За целите на литературния обзор и определяне на състоянието на проблема авторът е приложил библиография от 98 източника, като 68.3% от тях са издадени след 2000 г. Всички източници имат пряко отношение към проблемите, третираны в дисертационния труд. Направен е преглед на съществуващите методи за подобряване на динамиката на измерванията. От изложението си личи, че докторантът е добре запознат както с методите, използващи модел на измерването, така и с безмоделните методи, базирани на оценяване на измерваната величина в реално време. Извършен е и критичен анализ на отделните групи методи според изискваната априорна информация, ограниченията при приложимостта им, трудността при използването им и др. На базата на това е формулирана основната цел на дисертацията и задачите, които трябва да бъдат решени за постигането ѝ. Всичко това ми дава основание да твърдя, че докторантът познава в достатъчна степен състоянието на проблема и може творчески да го интерпретира, в резултат на което е формулирана конкретната цел на дисертационния труд и са поставени задачите, които трябва да бъдат решени за постигането ѝ.

### **3. Съответствие на избраната методика на изследване с поставените цел и задачи на дисертационния труд**

Доброто познаване на съвременното състояние на проблема е дало възможност на докторанта да бъде доразвит един от безмоделните методи за подобряване на динамиката на измерванията. Това е постигнато чрез комбиниране на съществуващия метод с рекурсивен метод на най-малките квадрати с постоянна следа на ковариационната матрица. Правилно е идентифициран един от основните проблеми, а именно необходимостта от високо ред на оценявания модел при сензори с по-нисък клас на точност. Избран е подходящ подход за моделиране с ортогонални модели с цел редуциране на реда на оценявания модел. Подходящо е модифициран нелинейния филтър на Калман с цел оценяване на измерваната величина, което е развитие на подхода с линеен филтър на Калман, при измервателен модел зависещ от измерваната величина. Разработени са и два метода базирани на многомоделния

подход за оценяване на състояния. Считаю че докторантът е избрал подходяща методика за постигане на целта и задачите на дисертационната работа.

#### **4. Приноси на дисертационния труд**

Кандидатът е формулирал 5 научно- приложни приноса и 1 приложен принос. Смятам, че те са правилно формулирани и напълно ги приемам. Считаю, че приносите съответстват на поставената цел и задачи на дисертационния труд. Научно-приложните приноси в дисертацията могат да се обобщят в следното:

Предложен е модифициран метод за подобряване на измерванията в системи за управление, при който не се използва модел на процеса. Той е получен като съществуващ метод е доразвит за оценяване на променяща се във времето измервана величина.

Предложен е метод за подобряване на динамиката на измерванията, базиран на модифициран разширен филтър на Калман. Този метод е особено приложим в случай на променяща се във времето измервана величина, когато моделът на измерване зависи от измерваната променлива.

Предложен е метод за подобряване на променящите се във времето динамични измервания, базиран на ортогонален модел на Лагер. Този метод е подходящ за аperiodични процеси на измерване.

Предложен е метод, базиран на функция на Кауц, който подобрява динамиката на измерванията, които се променят във времето. Методът е особено приложим в случай на осцилиращ/колебателен процес на измерване с високо съотношение шум към полезен сигнал.

Предложени са два нови метода, базирани на многомоделен линеен филтър на Калман и на многомоделен линеен  $H_{\infty}$  филтър, които подобряват динамиката на променящи се във времето измервания. Методите са особено приложими в случай на измервателен процес, чиито модел зависи от измерваната величина, включително и за процеси с високо съотношение шум към полезен сигнал (сензори с по-нисък клас на точност).

Приложни приноси

За програмната реализация на предложените методи за подобряване динамиката на измерванията е разработено софтуерно осигуряване в средата на Matlab/Simulink

#### **5. Преценка на публикациите по дисертационния труд**

Резултатите от работата са представени в 5 публикации. Три от публикациите представляват доклади на международни конференции, трудовете от които се индексират в световната база данни Scopus и Web of Science. Две от публикациите са статии в годишника на ТУ-София. Това ми дава основание да оценя положително публикационната дейност на кандидата и да считаю, че резултатите от дисертацията са станали достояние на научната общност в страната и чужбина.

#### **6. Мнения, бележки и препоръки**

Представеният дисертационен труд оставя много добро впечатление както по отношение на разглежданите проблеми, така и с отличното графично и стилистично оформление. Докторантът е докладвал неколккратно резултатите от дисертацията на международни конференции в България и Унгария. В окончателния вариант на материала, направените от мен препоръки и забележки са отразени.

#### **7. Заключение**

Приносите на докторанта го характеризират като перспективен млад изследовател с подчертан стремеж за получаване на нови научни и научно-приложни резултати и внедряването им в

практиката. Докторантът е демонстрирал задълбочени познания и висока квалификация в областите на оценяването, моделирането и измерването. Получените научно-приложни и приложни резултати са подкрепени със значителен брой публикации. Минималните изисквания на правилника на ТУ-София за условията и реда за придобиване на научни степени в частта образователна и научна степен „Доктор“ са преизпълнени.

Всичко това ми дава основание да оценя напълно положително представения ми за рецензиране дисертационен труд и да предложа докторантът **маг. инж. Мирослава Бончева Барахарска** да получи образователна и научна степен „доктор“ по научна специалност „Приложение на принципите и методите на кибернетиката в различни области на науката“, професионално направление 5.2 „Електротехника, електроника и автоматика“

София, 18.12.2024

Член на НЖ: ..... *mt*

/ Проф. д-р инж. Ташо Ташев /

*Върно с оригинала*



ФД79-НС1-051

ФАКУЛТЕТ АВТОМАТИКА

Вх. № 1-5/18.12.2024

## STATEMENT

On the dissertation for obtaining the educational and scientific degree "Doctor"  
acquisition / acquiring

in professional area 5.2 Electrical engineering, electronics and automation, scientific specialty  
"Application of the principles and methods of cybernetics in various fields of science"

Author of PhD Thesis: **MSc Eng. Miroslava Boncheva Baraharska**

Dissertation Title: **Methods for Improving the Dynamics of Measurements in Control Systems**

Member of the Scientific Jury: Prof. Dr. Tasho Tashev

The basis for this opinion is Order No. OZH-5.2-74 of 18.10.2024 of the Rector of the Technical University of Sofia

### **1. Relevance of the Problem Developed in the Dissertation in Scientific and Applied Aspects**

The importance of measurements in industry and everyday life is continuously increasing. This drives scientific interest in improving their dynamics and accuracy. Rapid measurements are particularly crucial for industrial process control systems, as measurement delays can cause control issues, which, in their term, have a negative impact to the overall system quality. This is precisely the focus of the research in this dissertation, making it undoubtedly relevant.

### **2. Familiarity with the Problem and Creative Interpretation of the Literature**

**Degree of knowledge of the state of the problem and creative interpretation of the literature materials**

To review the state of the problem, the author has utilized a bibliography of 98 sources, 68.3% of which have been published after year 2000. All sources directly relate to the issues addressed in the dissertation. A review of existing methods for improving measurement dynamics has been conducted. It is evident that the doctoral student is well-acquainted with methods using measurement models and model-free methods based on real-time estimation. A critical analysis of these methods has been performed based on required a priori information, applicability limitations, complexity, and other factors. Based on this, the main objective of the dissertation and the tasks needed to achieve it have been formulated. This demonstrates that the doctoral student is sufficiently knowledgeable about the problem and capable of interpreting it creatively, resulting in a clear definition of the dissertation's objectives and tasks.

### **3. Appropriateness of the Research Methodology to the Set Objectives and Tasks**

**Correspondence of the chosen research methodology and the set goal and tasks of the dissertation with the contributions achieved**

The thorough understanding of the problem's current state enabled the doctoral student to further develop one of the model-free methods for improving measurement dynamics. This has been achieved by combining the existing method with a recursive least squares method with a constant covariance matrix trace. A key issue has been identified correctly: the need for high-order models estimation for sensors with lower accuracy. An appropriate approach using orthogonal models has been chosen to reduce the order of the estimated model. The nonlinear Kalman filter has been suitably modified for measuring values dependent on the measured variable, extending the linear Kalman filter's approach. Additionally, two methods based on the multi-model approach for state estimation have been developed. I believe the doctoral student selected an appropriate methodology to achieve the dissertation's goals and tasks.

#### **4. Contributions of the Dissertation**

##### **More important scientific and applied contributions contained in the dissertation work**

###### Scientific-applied contributions

The candidate has outlined five scientific and applied contributions and one applied contribution, all of which I find properly formulated and fully acceptable. These contributions align with the dissertation's objectives and tasks. The scientific and applied contributions can be summarized as follows:

A modified method for improving measurements in control systems that does not use a process model has been proposed. The method develops an existing approach for estimating time-varying measured values.

A method for improving measurement dynamics based on a modified extended Kalman filter has been proposed. This method is particularly applicable when the measurement model depends on the measured variable.

A method based on an orthogonal Laguerre model for improving time-varying dynamic measurements has been proposed. It is suitable for aperiodic measurement processes.

A method based on a Kautz function for improving time-varying measurements has been proposed. This method is particularly applicable for oscillating measurement processes with a high noise-to-signal ratio.

Two new methods, based on a multi-model linear Kalman filter and a multi-model linear  $H_{\infty}$  filter, have been proposed for improving time-varying measurements. These methods are particularly applicable when the measurement model depends on the measured variable, including processes with a high noise-to-signal ratio (low-accuracy sensors).

###### Application Contributions

###### Applied contribution

Software for the implementation of the proposed methods in Matlab/Simulink has been developed.

## 5. Assessment of Publications Related to the Dissertation

### Evaluation of publications on the dissertation work

The research results have been presented in five publications. Three publications were reports at international conferences indexed in Scopus and Web of Science. Two were articles in the annual journal of TU-Sofia. This supports a positive evaluation of the candidate's publication activity and demonstrates that the dissertation's results have been disseminated to the scientific community nationally and internationally.

## 6. Opinions, Notes, and Recommendations

The presented dissertation leaves an excellent impression in terms of the issues addressed, as well as its outstanding graphical and stylistic presentation. The doctoral student has repeatedly reported the dissertation's results at international conferences in Bulgaria and Hungary. My recommendations and remarks have been incorporated into the final version of the material.

## 7. Conclusion

The doctoral student's contributions characterize them as a promising young researcher with a strong drive to achieve new scientific and applied results and implement them in practice. The doctoral student has demonstrated profound knowledge and high qualifications in evaluation, modeling, and measurement. The scientific and applied results are supported by a significant number of publications. The minimum requirements of the TU-Sofia regulations for obtaining a doctoral degree have been exceeded.

For these reasons, I fully support the reviewed dissertation and recommend that the doctoral student **MSc Eng. Miroslava Boncheva Baraharska** to be awarded with the educational and scientific degree "**Doctor**" in the scientific specialty "Application of Cybernetics Principles and Methods in Various Fields of Science," professional field 5.2 "Electrical Engineering, Electronics, and Automation."

Sofia, 18.12.2024

Member of the Scientific Jury: ..... *mt*

/ Prof. Dr. Eng. Tasho Tashev /

*Върно с оригинала*

