

## СПРАВКА

### ЗА НАУЧНИТЕ ПРИНОСИ В ТРУДОВЕТЕ, ПРЕДСТАВЕНИ ЗА УЧАСТИЕ В КОНКУРСА ЗА „ДОЦЕНТ“ ПО СПЕЦИАЛНОСТ „ПРИЛОЖЕНИЕ НА ПРИНЦИПИТЕ И МЕТОДИТЕ НА КИБЕРНЕТИКАТА В РАЗЛИЧНИ ОБЛАСТИ НА НАУКАТА“, ПРОФЕСИОНАЛНО НАПРАВЛЕНИЕ 5.2 ЕЛЕКТРОТЕХНИКА, ЕЛЕКТРОНИКА И АВТОМАТИКА (обявен в ДВ бр. 28 от 2 април 2024 г.)

на гл. ас. д-р инж. Аспарух Георгиев Марковски  
преподавател в катедра „Системи и управление“, ФА, ТУ – София

#### II. МОНОГРАФИЯ

Предмет на монографията е разглеждане и сравнение на методите за робастен синтез, по-специално неструктуриран  $H_\infty$  и  $\mu$  синтез, актуални към момента на написването на монографията. Като изходна точка е използван разработен от автора софтуерен пакет за неструктуриран  $H_\infty$  и  $\mu$  синтез, създаден във връзка с написването на дисертация за научна степен д-р и включен в библиотеката SLICOT по проекта *NICONET*, <https://www.slicot.org/>. Сравнението на числените свойства е с Robust Control Toolbox на MATLAB. Сравненията са илюстрирани с подходящи числени примери.

Отначало е направен преглед на някои основни понятия, като системни норми, постановка и методи за решаване на задачата за  $H_\infty$  и  $\mu$  синтез, а с оглед на програмното реализиране на съответните алгоритми е даден и кратък преглед на проблемите на числената аритметика; направена е и кратка характеристика на библиотеката SLICOT. Дадено е описание на използваните методи за  $H_\infty$  и  $\mu$  синтез и програмни схеми на реализирания софтуер. Изследвана е работата на разработения от автора софтуер за  $H_\infty$  синтез в сравнение с MATLAB, за да се демонстрират някои проблеми; използвани са няколко примера с различна сложност и числени свойства. Направено е сравнение на работата на авторския софтуер за  $\mu$  синтез чрез DK итерации с MATLAB, като е обърнато повече внимание на D стъпката. Направено е кратко изследване на числените свойства на уравненията на Рикати, като са сравнени три програмни продукта за решаването им, един от които е използван и в авторския софтуер. Разгледани са някои числени свойства и чувствителността на задачите за  $H_\infty$  синтез и изчисляване на  $H_\infty$  нормата. Направен е преглед на най-използваните методи за намаляване на реда и получаване на балансиран реализация в MATLAB и SLICOT. Даден е пример за анализ и синтез на робастен регулатор на конкретен лабораторен модел на магнитна левитация с MATLAB и софтуер, разработен от автора за SLICOT; за целта е получен линеаризиран модел със структурирана и неструктурирана неопределеност така, че да се покаже влиянието на неопределеността върху синтеза. Даден е пример за анализ и синтез на робастен регулатор на лабораторен модел на сервосистема с различни варианти на неопределеността в модела.

За пълнота на изложението е обърнато внимание и на други актуални към момента на написването на монографията въпроси (преди структурният  $\mu$  синтез да стане практически приложим с новата функционалност на Robust Control Toolbox за MATLAB, реализирана във функцията *musyn*): източници на грешки при компютърните пресмятания, чувствителност на задачите към смущения в данните, числена устойчивост на компютърните алгоритми, изчисляване на  $H_\infty$  и  $\mu$  нормите с историческо развитие на съответните методи, други методи – използване на линейни

матрични неравенства, адаптивно управление, робастно управление при желани полюси, на езика на диференциалните игри с привеждане към минимаксна задача, с търсене на най-лошия вариант и по отношение на началните състояния чрез вариационен подход, с генетични алгоритми, с размита логика, с невронни мрежи.

## II. ПУБЛИКАЦИИ

По логически съображения приносите са разделени по области на приложение. Като най-съществена част на приносите, доказващи практическо-инженерната им стойност, считам участието в създаването на методика, алгоритми и софтуер за реално работещи приложения в областта на безразрушителната диагностика по различни методи; събиране и обработка на данни за целите на експерименталната физика и автоматично управление на съответни устройства, автоматично управление на лабораторни модели за нуждите на обучението по автоматика; използване на методите на машинното обучение и изкуствен интелект за автоматична медицинска диагностика и разпознаване на химически вещества.

### А. Теория на управлението; практически приложения за автоматично управление на физически устройства

**Приносът на автора** е в участието при въвеждането на лабораторни модели на фирмата Inteco в обучението по курсове, свързани с теорията на управлението. За целта е разработен софтуер: Програмно осигуряване на MATLAB&Simulink за автоматично управление на физически лабораторни модели – нови алгоритми – приложение и изследване, а именно –  $\mu$  синтез и робастно управление, приложение на оптимизационни процедури за настройка на регулатори – структурна и параметрична. В дадените публикации се разглежда синтезът на робастно управление на система за магнитна левитация, за настройване на регулатори за същия обект с оптимизационни процедури, за робастно управление на лабораторен модел – сервосистема, за прилагане на подхода “Hardware in the loop” с помощта на MATLAB и LabView, както и робастно управление на споменатите обекти със средства на библиотеката SLICOT, за  $\mu$  синтез при допълнителни ограничения върху полюсите на затворената система, за структурен  $\mu$  синтез на ПИД регулатор по метода на Нол и Апкарян.

#### **Публикации:**

1.9. А. Марковски, *Робастно управление на лабораторен модел – магнитна левитация*, Международна конференция „Автоматика 2012”, 1 – 4 юни 2012, Созопол, България / Markovski A. G., *Robust control of laboratory stand – magnetic levitation*, International conference „Automatics 2012” - 1. 6 - 4. 6. 2012., Sozopol, Bulgaria (ISSN 1311-0829)

1.10. А. Марковски, *Оптимизационни процедури в MATLAB за настройка на регулатори*, Международна конференция „Автоматика 2012”, 1 – 4 юни 2012, Созопол, България / Markovski A. G., *Optimization procedures in MATLAB for adjustment of regulators*, International conference „Automatics 2012” – 1. 6 – 4. 6. 2012, Sozopol, Bulgaria (ISSN 1311-0829)

1.11. А. Марковски, *Робастно управление на лабораторен модел – сервосистема*, Международна конференция „Автоматика 2014”, 13 – 15 юни 2014, Созопол, България, отпечатан в Годишника на ТУ – София, 2014 / Markovski A. G., *Robust control of laboratory stand – servo system*, International conference „Automatics 2014” - 13. 6 - 15. 6. 2014, Sozopol, Bulgaria (ISSN 1311-0829)

1.12. А. Марковски, *Учебна система "Hardware in the loop"*, Международна конференция „Автоматика 2017”, 2 – 4 юни 2017, Созопол, България, отпечатан в Годишника на ТУ – София, 2017 / Markovski A. G., *Laboratory system "Hardware in the loop"*, International conference „Automatics 2017” - 2. 6 - 4. 6. 2017, Sozopol, Bulgaria (ISSN 1311-0829)

1.14. А. Марковски, *Робастно управление на сервосистема с MATLAB и SLICOT*, Годишник на Технически Университет - София, том 69, книга 2, 2019 / Markovski A., *Robust control of servosystem using MATLAB and SLICOT*, 2019 Publishing House of Technical University of Sofia, ISSN 1311-0829

1.15. А. Марковски, *Robust control of a servosystem using mu synthesis and regional pole placement constraints*, Годишник на Технически Университет - София, том 71, книга 2, 2021 / Markovski A., *Robust Control of a Servo System Using mu Synthesis and Regional Pole Placement Constraints*, Publishing House of Technical University of Sofia, ISSN 2738-8549, Vol. 71, Book 2, 2021

1.16. А. Марковски, *Robust PID Design for a Servosystem Using mu Synthesis in MATLAB*, Годишник на Технически Университет - София, том 72, книга 2, 2022 / Markovski A., *Robust PID Design for a Servosystem Using mu Synthesis in MATLAB*, Publishing House of Technical University of Sofia, ISSN 2738-8549, Vol. 72, Book 2, 2022

## **Б. Лазерна спектроскопия**

Приносът на автора е в:

А) Разработване на софтуер на MATLAB за анализ на данни в областта на лазерната спектроскопия за ИЕ към БАН. Приложени са числени методи за идентификация с приложение във физиката на вълновите процеси.

Б) Разработка на софтуер на LabView за автоматично управление, обработка и анализ на данните на система за лабораторни изследвания на явленията, възникващи при взаимодействие на лазерни лъчи в свръхтънки слоеве при изследвания, свързани с проучване на възможността за създаване на запомнящи устройства с безкраен брой състояния, както и за постигане на свръхниски температури. За управление са приложени методи от Теорията на автоматичното управление – класически методи, робастно управление, размита логика. Софтуерът е създаден при работа по проект по Шеста рамкова програма на ЕС по дог. МTKD-СТ/2004-2008 014228 като следдокторска специализация по програмата „Мария Кюри“ в Латвийския университет в Рига, по Седма рамкова програма по дог. 285912/1.2.2012-31.7.2015 „Unlocking and Boosting Research Potential for Photonics in Latvia Towards Effective Integration in the European Research Area”, Marie Curie FP7 Program и по дог. на ЕС FP7 International Research Staff Exchange Scheme project COLIMA, Coherent manipulation of light and matter via interferences of laser-dressed states, Contract PIRSES-GA-2009-247475.

## **Публикации:**

1.8. Марковски А. Г., Хр. Андреева, *Управление на лабораторно оборудване с LabView*, Международна конференция „Автоматика и информатика 2009” - 29. 09 - 2. 10. 2009 г., София / Markovski A. G., Chr. Andreeva, *Control of laboratory equipment with LabView*, International conference „Automatics and informatics 2009” - 29. 09 - 2. 10. 2009, Sofia, Bulgaria (ISSN 1313-1850)

2.1. Ch.Andreeva, Y.Dancheva, M.Taslakov, A.Markovski, P.Zubov, S.Cartaleva, *Continuously tunable diode laser at 780 nm*, Proceedings of the International Symposium “LTL Plovdiv’99”, p.125, Sept.28-30 1999, Plovdiv, Bulgaria.

2.4. С. Andreeva, N. Bezuglov, M. Bruvelis, A. Ekers, A. Markovski, K. Miculis, B. Mahrov, I. Ryabtsev, J. Ulmanis, *Population control of Na excited states by means of*

*interference due to Autler-Towns effect*, 16 Int. school on quantum electronics “Laser physics and applications”, 20-24 September, 2010, Nessebar, Bulgaria

2.5. C. Andreeva, N. Bezuglov, M. Bruvelis, A. Ekers, A. Markovski, K. Miculis, B. Mahrov, I. Ryabtsev, J. Ulmanis, *Effect of the transit time on the transition broadening*, 16 Int. school on quantum electronics “Laser physics and applications”, 20-24 September, 2010, Nessebar, Bulgaria

2.6. C. Andreeva, Cinins A., Ekers A., Tretyakov D., Entin V., Yakshina E., Beterov I., Markovski A., Ryabtsev I., *Radio-frequency-induced Förster resonances in a few cold Rb Rydberg atoms*, 8 International conference "Basic Problems of Optics" BPO'2014, Saint Petersburg 20-24. 10. 2014

2.8. C. Andreeva, A. Cinins, A. Ekers, D. Tretyakov, V. Entin, E. Yakshina, I. Beterov, A. Markovski, I. Ryabtsev, *Controlling the Interaction of a Few Cold Rb Rydberg Atoms by Radio-Frequency Assisted Förster Resonances*, 73-nd Annual scientific conference of the University of Latvia, 06.02.2015, Riga, Latvia, Book of abstracts p.41.

2.9. I. I. Beterov, A. Markovski, S. M. Kobtsev, E. A. Yakshina, V. M. Entin, D. B. Tretyakov, V. I. Baraulya, I. I. Ryabtsev, *A Simple Cost-effective Digital System for Tuning and Long-Term Frequency Stabilisation of a CW Ti:Sapphire Laser*, 73-nd Annual scientific conference of the University of Latvia, 06.02.2015, Riga, Latvia, Book of abstracts p.48.

2.10. C. Andreeva, A. Cinins, A. Ekers, A. Markovski, D. Tretyakov, V. Entin, I. Beterov, E. Yakshina, and I. Ryabtsev, *Realization of radio-frequency assisted Förster resonances in an ensemble of a few cold Rb Rydberg atoms*, 47<sup>th</sup> conference of the EGAS, Riga, Latvia, 14-17.07, 2015 (poster session)

2.11. Ilya Beterov, Asparuh Markovski, Sergey Kobtsev, Elena Yakshina, Vasily Entin, Denis Tretyakov, Vladimir Baraulya, Igor Ryabtsev, *Digital system for tuning and long-term stabilization of a CW Ti:Sapphire laser – experimental set-up*, International Conference Automatics'2016, 3-5 June, Sozopol, Bulgaria (ISSN 1311-0829)

2.12. Ilya Beterov, Asparuh Markovski, Sergey Kobtsev, Elena Yakshina, Vasily Entin, Denis Tretyakov, Vladimir Baraulya, Igor Ryabtsev, *Performance of a digital system for tuning and long-term stabilization of a CW Ti:Sapphire laser*, International Conference Automatics'2016, 3-5 June, Sozopol, Bulgaria (ISSN 1311-0829)

## **В. Безразрушителен контрол с използване на позитронна спектроскопия**

Приносът на автора е в разработване на изчислителен софтуер на FORTRAN, C++ и MATLAB за моделиране на метални кристални решетки с типични дефекти, възникващи при работата на корпусите на ядрените реактори, изградени от стомана, легирана с Ni, Mo, Cr, V, W, Be, Ti. Това е в резултат на облъчването на метала с неутрони и тяхното разпадане до протон, електрон и неутрино, комбиниращи се във водородни атоми. Резултатът са типични деформации в кристалната решетка (измествания, моноваканции и т. н.), наситени с водородни атоми, които намаляват здравината на структурния материал. Направено е числено моделиране на процесите при облъчване на метална кристална решетка с поток от позитрони за целите на безразрушителната дефектоскопия по метода на изчисляване на времето на живот на позитрон в метална кристална решетка. Софтуерът е собственост на ИЯИЯЕ към БАН. При решаването на многочастичковото уравнение на Шрьодингер за моделиране на релаксацията са приложени методи за числено симулиране и оптимизация – квазинютонови методи, симплекс метод и др. Методът е успешно приложен и дава висока точност в сравнение с опитно изследване на пробен материал по класически метод с разрушаване на образеца.

### **Публикации:**

3.1. T. Troev, A. Markovski, M. Petrova, S. Peneva, T. Yoshiie, *Positron lifetime calculations of defects in vanadium containing hydrogen*, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, April 2006

### **Г. Безразрушителен контрол с използване на магнитошумови методи и ефект на Баркхаузен**

Приносът на автора е в разработване на системен и изчислителен софтуер на Assembler, C и MATLAB за новоразработени уреди за многокритериална дефектоскопия на метални изделия по ултразвуков метод, с използване на ефект на Баркхаузен и с използване на термоЕДН. Софтуерът е разработен за фирма Унитест 07 ЕООД. Приложени са методи за събиране, анализ и обработка на данни, както и за класификация и разпознаване по един и повече информационни параметри.

### **Публикации:**

4.1. G. Velev, A. Andreev, A. Markovski, *Ultrasonic study of metallic materials*, 8-12 June 2009, 24-th National Conference “Defectoscopy ‘09”, Sozopol **6.66**

4.2. G. Velev, A. Markovski, *Investigation of the structure of ferro-magnetic materials using methodology based on Barkhausen effect*, 7<sup>th</sup> international conference on Barkhausen effect and micromagnetic testing, 15-16 July 2009, Aachen, Deutschland, ISBN 9789526724706

4.3. G. Velev, A. Markovski, A. Andreev, B. Velev, *New Devices and Means for Nondestructive Testing of Materials and Diagnostics of Facilities are Operating in Industry*, 10th European Conference on Non-Destructive Testing 7-11 June 2010, Moscow ISBN: 978-1-61782-791-4

4.4. А. Марковски, Г. Велев, *Система за безразрушителен контрол на метални изделия*, Международна конференция Автоматика и Информатика, 2010, София, България, 3-7. 10. 2010 / A. Markovski, G. Velev, *System for Nondestructive Control of Metal Materials*, International conference Automatics and Informatics 2010, Sofia, Bulgaria, 3-7. 10. 2010 (ISSN 1313-1850)

4.5. A. Markovski, G. Velev, *New devices and means for nondestructive testing of machine building materials and diagnosis of existing facilities in industry*, International conference NDT days 2011, June 2011, Sozopol, Bulgaria, Научни изв. на НТСМ (ISSN 1310-3946) 10

4.7. Y. Ivanova, T. Partalin, A. Markovski, B. Velev, *Stress measurements in a rolled carbon steel using Magnetic Barkhausen noise and ultrasonic methods*, 9th International Conference on Barkhausen Noise and Micromagnetic Testing, June 28-30, 2011, Technical University of Liberec, Czech Republic ISBN 978-952-67247-4-4  
01. 2021

### **Д. Приложение на методите на изкуствения интелект в автоматичната медицинска диагностика**

Приносът на автора е в разработване на софтуер и методика за ранна автоматична диагностика на кожни ракови заболявания чрез метода на оптичната биопсия. Разработена е и се изпитва цялостна опитна диагностична система, като са разработени и съответните апаратни средства. Приложени са методите на машинното обучение с използване на невронни мрежи при решаването на задачите за класификация при супервайзорно обучение. Направено е сравнение при различни подходи – обучение с груби данни (спектрограми), или с 32 информационни параметъра, подбрани от биохимици и специалисти по отразителна и флуоресцентна спектроскопия за откриване на типични за дадено заболяване органични вещества със спрегната химична

връзка (напр. протопорфирин). Изследвана е връзката между типа и сложността на използваните невронни мрежи и точността на разпознаване.

**Публикации:**

5.1. А. Марковски, Л. Аврамов, *Нов апарат за оптична биопсия*, Годишник на Технически Университет - София, том 70, книга 3, 2020 / *Markovski A., L. Avramov, New apparatus for optical biopsy*, Publishing House of Technical University of Sofia, 2020, Vol. 70, Book 3, **DOI**: 10.47978/TUS.2020.70.03

5.3. Mircheva V., E. Borisova, Ts. Genova, P. Troyanova, L. Avramov, A. Markovski, *Diagnosis of skin lesions through prototype clinical device with diffuse reflectance spectroscopy*, Journal of Physics: Conference Series, Volume 2487, Issue 12023, Article number 012026, 22nd International Conference and School on Quantum Electronics, ICSQE 2022, 19 – 23 September 2022, Code 188520

гл. ас. д-р Аспарух Марковски

## REFERENCE

**FOR THE SCIENTIFIC CONTRIBUTIONS IN THE MATERIALS, PRESENTED FOR PARTICIPATION IN THE CONCOURSE FOR "ASSOCIATE PROFESSOR" IN THE SPECIALTY "APPLICATION OF THE PRINCIPLES AND METHODS OF CYBERNETICS IN VARIOUS AREAS OF SCIENCE", PROFESSIONAL FIELD 5.2 ELECTRICAL ENGINEERING, ELECTRONICS AND AUTOMATICS (announced in the State Gazette No. 28 of April 2, 2024)**

**Of Assistant Professor Asparuh Georgiev Markovski, Ph.D. Eng,  
Department of "Control Systems", FA, TU – Sofia**

### II. MONOGRAPH

The subject of the monograph is a review and comparison of robust synthesis methods, in particular unstructured  $H^\infty$  and  $\mu$  synthesis, current and applicable at the time of writing the monograph. A software package for unstructured  $H^\infty$  and  $\mu$  synthesis developed by the author, created in connection with the writing of his PhD thesis and included in the SLICOT library under the NICONET project, <https://www.slicot.org/> is described. Comparison of numerical properties is with MATLAB's Robust Control Toolbox. Comparisons are illustrated with appropriate numerical examples.

First, an overview of some basic concepts, such as system norms, formulation and methods for solving the problem for  $H^\infty$  and  $\mu$  synthesis, is made, and with a view to the program implementation of the relevant algorithms, a brief overview of the problems of numerical arithmetic is given; a brief characterization of the SLICOT library is also made. A description of the methods used for  $H^\infty$  and  $\mu$  synthesis and program diagrams of the implemented software are given. The performance of the  $H^\infty$  synthesis software developed by the author is investigated in comparison with MATLAB to demonstrate some issues; several examples of varying complexity and numerical properties are used. The performance of the author's software for  $\mu$  synthesis via DK iterations with MATLAB is investigated, paying more attention to the D step. A brief study of the numerical properties of the Riccati equations is made, comparing three software products for solving them, one of which was also used in the author's software. Some numerical properties and the sensitivity of the problems for  $H^\infty$  synthesis and calculation of the  $H^\infty$  norm are considered. The most used methods for order reduction and obtaining balanced implementations in MATLAB and SLICOT are reviewed. An example is given of the analysis and synthesis of a robust regulator of a specific laboratory model of magnetic levitation using MATLAB and the software developed by the author for SLICOT; for this purpose, a linearized model with structured and unstructured uncertainty is obtained so as to show the impact of uncertainty on the synthesis. An example of the analysis and synthesis of a robust regulator of a laboratory model of a servo system with different variants of the uncertainty in the model is given.

For the sake of completeness of the presentation, attention is also paid to other issues relevant at the time of writing the monograph (before the structural  $\mu$  synthesis became practically applicable with the new functionality of the Robust Control Toolbox for MATLAB, implemented in the function `musyn`): sources of errors in computer calculations, sensitivity of tasks to data disturbances, numerical robustness of computer algorithms,

calculation of  $H_\infty$  and  $\mu$  norms with historical development of the corresponding methods, other methods – use of linear matrix inequalities, adaptive control, robust control with desired poles location, in the language of differentials games with reduction to a minimax problem, with a search for the worst option and with respect to the initial states through a variational approach, with genetic algorithms, with fuzzy logic, with neural networks.

## II. PUBLICATIONS

For logical reasons, the contributions are divided by application areas. As the most essential part of the contributions proving their practical engineering value, I consider the participation in the creation of methodology, algorithms and software for real working applications in the field of non-destructive diagnostics by various methods; collection and processing of data for the purposes of experimental physics and automatic control of relevant devices, automatic control of laboratory models for the needs of training in automation; using the methods of machine learning and artificial intelligence for automatic medical diagnosis and recognition of chemical substances.

### **A. Control theory; practical applications for automatic control of physical devices**

The author's contribution is in the participation in the introduction of laboratory models of the company Inteco in the teaching courses related to control theory. Software has been developed for this purpose: Software based on MATLAB&Simulink for automatic control of physical laboratory models, namely –  $\mu$  synthesis and robust control, application of optimization procedures for adjusting regulators – structural and parametric. The given publications consider the synthesis of robust control of a magnetic levitation system, for setting up regulators for the same object with optimization procedures, for robust control of a laboratory model – a servo system, for applying the "Hardware in the loop" approach using MATLAB and LabView, as well as robust control of the mentioned objects with the means of the SLICOT library, for  $\mu$  synthesis with additional constraints on the poles of the closed loop system, for structural  $\mu$  synthesis of a PID regulator by the Noll and Apkarian method.

#### **Publications:**

1.9. А. Марковски, *Робастно управление на лабораторен модел – магнитна левитация*, Международна конференция „Автоматика 2012”, 1 – 4 юни 2012, Созопол, България / Markovski A. G., *Robust control of laboratory stand – magnetic levitation*, International conference „Automatics 2012” - 1. 6 - 4. 6. 2012., Sozopol, Bulgaria (ISSN 1311-0829)

1.10. А. Марковски, *Оптимизационни процедури в MATLAB за настройка на регулатори*, Международна конференция „Автоматика 2012”, 1 – 4 юни 2012, Созопол, България / Markovski A. G., *Optimization procedures in MATLAB for adjustment of regulators*, International conference „Automatics 2012” – 1. 6 – 4. 6. 2012, Sozopol, Bulgaria (ISSN 1311-0829)

1.11. А. Марковски, *Робастно управление на лабораторен модел – сервосистема*, Международна конференция „Автоматика 2014”, 13 – 15 юни 2014, Созопол, България, отпечатан в Годишника на ТУ – София, 2014 / Markovski A. G., *Robust control of laboratory stand – servo system*, International conference „Automatics 2014” - 13. 6 - 15. 6. 2014, Sozopol, Bulgaria (ISSN 1311-0829)

1.12. А. Марковски, *Учебна система “Hardware in the loop”*, Международна конференция „Автоматика 2017”, 2 – 4 юни 2017, Созопол, България, отпечатан в Годишника на ТУ – София, 2017 / Markovski A. G., *Laboratory system “Hardware in the*



loop”, International conference „Automatics 2017” - 2. 6 - 4. 6. 2017, Sozopol, Bulgaria (ISSN 1311-0829)

1.14. А. Марковски, *Робастно управление на сервосистема с MATLAB и SLICOT*, Годишник на Технически Университет - София, том 69, книга 2, 2019 / Markovski A., *Robust control of servosystem using MATLAB and SLICOT*, 2019 Publishing House of Technical University of Sofia, ISSN 1311-0829

1.15. А. Марковски, *Robust control of a servosystem using mu synthesys and regional pole placement constraints*, Годишник на Технически Университет - София, том 71, книга 2, 2021 / Markovski A., *Robust Control of a Servo System Using mu Synthesys and Regional Pole Placement Constraints*, Publishing House of Technical University of Sofia, ISSN 2738-8549, Vol. 71, Book 2, 2021

1.16. А. Марковски, *Robust PID Design for a Servosystem Using mu Synthesis in MATLAB*, Годишник на Технически Университет - София, том 72, книга 2, 2022 / Markovski A., *Robust PID Design for a Servosystem Using mu Synthesis in MATLAB*, Publishing House of Technical University of Sofia, ISSN 2738-8549, Vol. 72, Book 2, 2022

## **B. Laser spectroscopy**

The author's contribution is as follows:

A) Development of MATLAB software for data analysis in the field of laser spectroscopy for Institute of Electronics, Bulgarian Academy of Sciences. Numerical identification methods with application in the physics are applied.

B) Development of LabView software for automatic control, processing and data analysis of a system for laboratory studies of phenomena arising from the interaction of laser beams in ultrathin layers in research related to the study of the possibility of creating memory devices with an infinite number of states, as and to achieve ultra-low temperatures. For control of the devices, methods from the Control Theory are applied – classical methods, robust control, fuzzy logic. The software was created while working on a project under the EU's Sixth Framework Program according to doc. MTKD-CT/2004-2008 014228 as a postdoctoral specialization under the "Marie Curie" program at the University of Latvia in Riga, under the Seventh Framework Program in Dog. 285912/1.2.2012-31.7.2015 "Unlocking and Boosting Research Potential for Photonics in Latvia Towards Effective Integration in the European Research Area", Marie Curie FP7 Program and under doc. of EU FP7 International Research Staff Exchange Scheme project COLIMA, Coherent manipulation of light and matter via interferences of laser-dressed states, Contract PIRSES-GA-2009-247475.

## **Publications:**

1.8. Марковски А. Г., Хр. Андреева, *Управление на лабораторно оборудване с LabView*, Международна конференция „Автоматика и информатика 2009” - 29. 09 - 2. 10. 2009 г., София / Markovski A. G., Chr. Andreeva, *Control of laboratory equipment with LabView*, International conference „Automatics and informatics 2009” - 29. 09 - 2. 10. 2009, Sofia, Bulgaria (ISSN 1313-1850)

2.1. Ch.Andreeva, Y.Dancheva, M.Taslakov, A.Markovski, P.Zubov, S.Cartaleva, *Continuously tunable diode laser at 780 nm*, Proceedings of the International Symposium “LTL Plovdiv’99”, p.125, Sept.28-30 1999, Plovdiv, Bulgaria.

2.4. С. Andreeva, N. Bezuglov, M. Bruvelis, A. Ekers, A. Markovski, K. Miculis, B. Mahrov, I. Ryabtsev, J. Ulmanis, *Population control of Na excited states by means of interference due to Autler-Towns effect*, 16 Int. school on quantum electronics “Laser physics and applications”, 20-24 September, 2010, Nessebar, Bulgaria

2.5. С. Andreeva, N. Bezuglov, M. Bruvelis, A. Ekers, A. Markovski, K. Miculis, B. Mahrov, I. Ryabtsev, J. Ulmanis, *Effect of the transit time on the transition broadening*, 16

Int. school on quantum electronics “Laser physics and applications”, 20-24 September, 2010, Nessebar, Bulgaria

2.6. C. Andreeva, Cinins A., Ekers A., Tretyakov D., Entin V., Yakshina E., Beterov I., Markovski A., Ryabtsev I., *Radio-frequency-induced Förster resonances in a few cold Rb Rydberg atoms*, 8 International conference "Basic Problems of Optics" BPO'2014, Saint Petersburg 20-24. 10. 2014

2.8. C. Andreeva, A. Cinins, A. Ekers, D. Tretyakov, V. Entin, E. Yakshina, I. Beterov, A. Markovski, I. Ryabtsev, *Controlling the Interaction of a Few Cold Rb Rydberg Atoms by Radio-Frequency Assisted Förster Resonances*, 73-nd Annual scientific conference of the University of Latvia, 06.02.2015, Riga, Latvia, Book of abstracts p.41.

2.9. I. I. Beterov, A. Markovski, S. M. Kobtsev, E. A. Yakshina, V. M. Entin, D. B. Tretyakov, V. I. Baraulya, I. I. Ryabtsev, *A Simple Cost-effective Digital System for Tuning and Long-Term Frequency Stabilisation of a CW Ti:Sapphire Laser*, 73-nd Annual scientific conference of the University of Latvia, 06.02.2015, Riga, Latvia, Book of abstracts p.48.

2.10. C. Andreeva, A. Cinins, A. Ekers, A. Markovski, D. Tretyakov, V. Entin, I. Beterov, E. Yakshina, and I. Ryabtsev, *Realization of radio-frequency assisted Förster resonances in an ensemble of a few cold Rb Rydberg atoms*, 47<sup>th</sup> conference of the EGAS, Riga, Latvia, 14-17.07, 2015 (poster session)

2.11. Ilya Beterov, Asparuh Markovski, Sergey Kobtsev, Elena Yakshina, Vasily Entin, Denis Tretyakov, Vladimir Baraulya, Igor Ryabtsev, *Digital system for tuning and long-term stabilization of a CW Ti:Sapphire laser – experimental set-up*, International Conference Automatics'2016, 3-5 June, Sozopol, Bulgaria (ISSN 1311-0829)

2.12. Ilya Beterov, Asparuh Markovski, Sergey Kobtsev, Elena Yakshina, Vasily Entin, Denis Tretyakov, Vladimir Baraulya, Igor Ryabtsev, *Performance of a digital system for tuning and long-term stabilization of a CW Ti:Sapphire laser*, International Conference Automatics'2016, 3-5 June, Sozopol, Bulgaria (ISSN 1311-0829)

### **C. Non-destructive testing using positron spectroscopy**

The author's contribution is in the development of computational software in FORTRAN, C++ and MATLAB for modeling metal crystal lattices with typical defects occurring in the operation of nuclear reactor casings made of steel alloyed with Ni, Mo, Cr, V, W, Be, Ti. This is as a result of the metal being bombarded with neutrons and their decay into protons, electrons and neutrinos combining into hydrogen atoms inside the crystal lattice. The result is typical deformations in the crystal lattice (dislocations, monovacancies, etc.) saturated with hydrogen atoms, which reduce the strength of the structural material. Numerical modeling of the processes during irradiation of a metal crystal lattice with a stream of positrons for the purposes of non-destructive defectoscopy was made using the method of the positron lifetime calculation in a metal crystal lattice. The software is the property of the INRNE – Bulgarian Academy of Sciences. When solving the multiparticle Schrödinger equation for relaxation modeling, methods for numerical simulation and optimization are applied – quasi-Newton methods, simplex method, etc. The method has been successfully applied and gives high accuracy compared to experimental testing of sample material by the classical method with the destruction of the specimen.

### **Publications:**

3.1. T. Troev, A. Markovski, M. Petrova, S. Peneva, T. Yoshiie, *Positron lifetime calculations of defects in vanadium containing hydrogen*, Nuclear Instruments and Methods in Physics Research B, April 2006

#### **D. Non-destructive testing using magnetic noise methods and the Barkhausen effect**

The author's contribution is in the development of assembler, C and MATLAB system and computational software for newly developed devices for multi-criteria detection of defects in metal products by ultrasonic method, using Barkhausen effect and thermo electromotive voltage. The software was developed for the company Unitest 07 Ltd. Numerical methods are applied for data collection, analysis and processing, as well as for classification and recognition according to one or more information parameters.

#### **Publication:**

4.1. G. Velev, A. Andreev, A. Markovski, *Ultrasonic study of metallic materials*, 8-12 June 2009, 24-th National Conference "Defectoscopy '09", Sozopol [6.66](#)

4.2. G. Velev, A. Markovski, *Investigation of the structure of ferro-magnetic materials using methodology based on Barkhausen effect*, 7<sup>th</sup> international conference on Barkhausen effect and micromagnetic testing, 15-16 July 2009, Aachen, Deutschland, ISBN 9789526724706

4.3. G. Velev, A. Markovski, A. Andreev, B. Velev, *New Devices and Means for Nondestructive Testing of Materials and Diagnostics of Facilities are Operating in Industry*, 10th European Conference on Non-Destructive Testing 7-11 June 2010, Moscow ISBN: 978-1-61782-791-4

4.4. А. Марковски, Г. Велев, *Система за безразрушителен контрол на метални изделия*, Международна конференция Автоматика и Информатика, 2010, София, България, 3-7. 10. 2010 / A. Markovski, G. Velev, *System for Nondestructive Control of Metal Materials*, International conference Automatics and Informatics 2010, Sofia, Bulgaria, 3-7. 10. 2010 (ISSN 1313-1850)

4.5. A. Markovski, G. Velev, *New devices and means for nondestructive testing of machine building materials and diagnosis of existing facilities in industry*, International conference NDT days 2011, June 2011, Sozopol, Bulgaria, Научни изв. на НТСМ (ISSN 1310-3946) 10

4.7. Y. Ivanova, T. Partalin, A. Markovski, B. Velev, *Stress measurements in a rolled carbon steel using Magnetic Barkhausen noise and ultrasonic methods*, 9th International Conference on Barkhausen Noise and Micromagnetic Testing, June 28-30, 2011, Technical University of Liberec, Czech Republic ISBN 978-952-67247-4-4  
01. 2021

#### **E. Application of artificial intelligence methods in automatic medical diagnostics**

The author's contribution is in the development of software and methodology for early automatic diagnosis of skin cancers using the optical biopsy method. A complete experimental diagnostic system has been developed and is being tested, and the corresponding hardware tools have also been developed. The methods of machine learning using neural networks are applied in solving classification tasks under supervised learning. A comparison is made between different approaches – training with raw data (spectrograms) or with 32 information parameters suggested by biochemists and specialists in reflectance and fluorescence spectroscopy for detection of organic substances with a conjugated chemical bond (e.g. protoporphyrin) typical for a given disease. The relationship between the type and complexity of the neural networks used and the recognition accuracy was investigated.

#### **Publications:**

5.1. А. Марковски, Л. Аврамов, *Нов апарат за оптична биопсия*, Годишник на Технически Университет - София, том 70, книга 3, 2020 / Markovski A., L. Avramov, *New apparatus for optical biopsy*, Publishing House of Technical University of Sofia, 2020, Vol. 70, Book 3, DOI: 10.47978/TUS.2020.70.03

5.3. Mircheva V., E. Borisova, Ts. Genova, P. Troyanova, L. Avramov, A. Markovski, *Diagnosis of skin lesions through prototype clinical device with diffuse reflectance spectroscopy*, Journal of Physics: Conference Series, Volume 2487, Issue 12023, Article number 012026, 22nd International Conference and School on Quantum Electronics, ICSQE 2022, 19 – 23 September 2022, Code 188520

Asparuh Markovski, PhD