

## РЕЗЮМЕ НА НАУЧНИТЕ ТРУДОВЕ

на гл. ас. д-р Десислава Руменова Стоицева-Деличева

за участие в конкурс за заемане на академична длъжност „Доцент“, В област на висше образование: 5. Технически науки, професионално направление 5.2. Електротехника, електроника и автоматика, специалност: Автоматизация на производството, обявен в ДВ брой 97/21.11.2023 г.

Представените за конкурса материали включват: 20 научни публикации и 1 монографично изследване, от които 12 на английски език и 8 на български език. Представеният монографичен труд е на английски език. Реферирани и индексирани в SCOPUS и Web of Science са 6 публикации. Тематично са разделени в следните четири направления:

### **I. Енергийна ефективност и енергоикономично управление на системи и процеси**

*публикации Г7.1, Г7.2, Г7.3, Г8.1, Г8.2, Г8.3, Г8.13*

### **II. Интелигентни системи за управление**

*публикации Г7.4, Г7.5, Г7.6, Г7.7, Г8.4, Г8.6, монографично изследване В3.1*

### **III. Биоинженерство**

*публикации Г8.5, Г8.9, Г8.10*

### **IV. Човешкият фактор в системите за управление**

*публикации Г8.7, Г8.8, Г8.11, Г8.12*

В следващите точки на този документ е представено подробно описание на дейностите по посочените четири направления и по показатели.

### **В3.1 Stoitseva-Delicheva, D. R, (2023), Intelligent Control Systems for Energy Efficiency**

*Резюме:* Разглеждат се възможностите за повишаване на енергийната ефективност с помощта на интелигентно управление на база на размита логика, невронно размити структури и генетични алгоритми за оптимизация. Изследването се основава на примера за енергоефективно управление на температурата в лабораторна сушилня, която е типичен и широко разпространен енергоемък обект и сравнение с класическите подходи за енергоефективно управление с използване на аналитични подходи, в отворен контур и статична оптимизация, реализирани с програмируем логически контролер и експериментално при работа в реално време. На база на обзор, обхващащ 90 литературни източника, на съвременното състояние и проблеми на известните методи за енергийно управление и на предимствата на интелигентните системи са формулирани и аргументирани целта и задачите на изследването. Описани са лабораторната сушилня и резултати както от нейното експериментално изследване като обект за управление така и от

енерго-икономично регулиране на сушенето с прилагане на някои от най-популярните експериментално-аналитични подходи. Получените данни се използват по-нататък като изходни данни или за сравнение. Разработването на размити и невронно-размити системи и използването на генетичните алгоритми за техния синтез и оптимизация започва с описание на теоретичните им основи. Разработени са методика за извеждане на модифициран Такаги-Сугено-Канг (ТСК) размит модел на температурата в сушилнята, както и различни размити регулатори (РР) – с паралелно разпределена компенсация (ПРК) с използване на ТСК модел на обекта и Сугено РР без използване на модел на обекта с един и два входа, без и с два типа адаптация, както и обучение на невронно размит еквивалент с опростена структура на сложен РР. Симулационни изследвания позволяват сравнителен анализ на разработените системи по избрани и въведени критерии за качество и енергийна ефективност. Основните приноси резултати са систематизирани.

*Summary:* The possibilities of increasing energy efficiency with the help of intelligent control based on fuzzy logic, neural fuzzy structures and genetic algorithms for optimization are considered. The study is based on the example of energy-efficient temperature control in a laboratory dryer, which is a typical and widespread energy-intensive facility, and a comparison with classical energy-efficient control approaches using analytical, open-loop and static optimization approaches implemented with a programmable logic controller and experimentally when working in real time. Based on an overview covering 90 literature sources, the current state and problems of known energy management methods and the advantages of intelligent systems, the purpose and tasks of the research are formulated and argued. The laboratory dryer and results of both its experimental research as a control object and energy-saving control of drying using some of the most popular experimental-analytical approaches are described. The resulting data are further used as baseline data or for comparison. The development of fuzzy and neural-fuzzy systems and the use of genetic algorithms for their synthesis and optimization begins with a description of their theoretical foundations. A methodology has been developed for deriving a modified Takagi-Sugeno-Kang (TSK) fuzzy model of the temperature in the dryer, as well as different fuzzy controllers (FC) - with parallel distributed compensation (PDC) using the TSK model of the plant and Sugeno FC without plant model with one and two inputs, without and with two types of adaptation, as well as training a neural-fuzzy equivalent system with a simplified structure of a complex FC. Simulation studies allow a comparative analysis of the developed systems according to selected and implemented quality and energy efficiency criteria. The main contributing results are systematized.

## **I. Енергийна ефективност и енергоикономично управление на системи и процеси**

В представените публикации към тази секция са анализирани проблеми и тенденции в сферата на енергийната ефективност при управлението на индустриални производствени системи. Разгледани, приложени и анализирани са подходи за енергоикономично управление на процеси, както на базата на

класически математически зависимости, така и въз основа на съвременни и актуални теоретични постановки.

### Публикации, в секция I

**Г7.1** Galabov V., **D. Stoitseva** (2006), Equipment for analyzing ageing processes in materials for wind generators, *IFAC Energy Saving Control in Plants and Buildings*, Bansko, pp. 247-251, ISBN-10:954-9641-47-3, ISBN-13:978-954-9641-47-9, <https://doi.org/10.3182/20061002-4-BG-4905.00042>

*Резюме:* Енергийната ефективност може да бъде разглеждана в две основни направления – търсене на нови материали и технологични решения и оптимизация на съществуващи инсталации. Настоящата публикация попада в първото направление. Представено е автоматизирано оборудване за изследване на процесите на стареене и умора в конструктивни материали за ветрогенератори. Измервателната система се базира на торсионно махало на Ке. Механичните свойства на изследваната сонда като функция на процесите на стареене и умора в лабораторни условия могат да бъдат извлечени във времето в мащаб 1:120 и повече в сравнение с тези, които могат да бъдат получени в работни условия. Цикълът на изучаване на сондата е напълно автоматизиран и в резултат се получават спектри на релаксация за различни температури и нарастващ етап на изкуствено стареене и умора на изучавания материал.

*Summary:* Energy efficiency can be considered in two main aspects - search for new materials and technological solutions and optimization of existing installations. The paper falls into the first category. Automated equipment for studying the processes of ageing and weariness in structural materials for wind generators is presented. The measuring system is based on torsion pendulum of Ke. The mechanical properties of the studied probe as a function of the processes of ageing and weariness in laboratory conditions could be derived in time scale of 1:120 and more compared to these that could be derived in operating conditions. The cycle of studying a probe is completely automated and as a result relaxation spectrums for different temperatures and increasing stage of artificial ageing and weariness of the studied material are obtained.

**Г7.2** V. Karlova-Sergieva and **D. Stoitseva-Delicheva** (2020), Design of Temperature Control System using Quantitative Feedback Theory, *IEEE-2020 International Conference Automatics and Informatics (ICAI)*, Varna, Bulgaria, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICAI50593.2020.9311379.

*Резюме:* Синтезът на устойчива система за управление е от изключителен практически интерес. В тази статия е предложен ефективен метод за синтез на управляващ алгоритъм за управление на нелинеен топлинен обект. Регулаторът е проектиран чрез количествен подход на теория на обратната връзка. Направен е анализ на новосинтезираната система за управление по критерий енергийна ефективност.

*Summary:* Robust controller synthesis is of great practical interest. In this paper an efficient method for synthesis of controller for a nonlinear temperature

control plant has been proposed. The controller is designed through quantitative feedback theory approach. Energy efficiency is evaluated.

**Г7.3 D. Stoitseva-Delicheva** (2021), Energy Efficient Temperature Control, 2021 6th International Symposium on Environment-Friendly Energies and Applications (EFEA), Sofia, Bulgaria, pp. 1-4, doi: 10.1109/EFEA49713.2021.9406218.

*Резюме:* Публикацията представя алгоритъм за енергоефективно управление на температурата, базиран на математически зависимости като функция на Хамилтън и принцип на максимума на Понтрягин. Алгоритъмът е реализиран и приложен за управлението на нелинеен топлинен обект и е направен сравнителен анализ на получените резултати на база на сравнението с интелигентна система за управление на база на размита логика.

*Summary:* The paper presents energy efficient control algorithm for temperature control based on mathematical dependencies such as Hamiltonian function and Pontryagin's maximum principle. The algorithm is applied to a nonlinear temperature control plant and the results are compared with those of a fuzzy logic control system.

**Г8.1 Наплатаров К.Н., Стоицева. Д.Р.,** (2004), Оптимално по енергия управление на електрически бойлер, *Годишник на ТУ-София*, т.54, кн. 1, стр. 97-104, ISBN ISSN 1311-0829

*Резюме:* Проблемът за икономия на енергия е актуален и особено в България, която е на едно от последните места в Европа по този показател. В статията се разглеждат възможностите за постигане на икономия на електрическа енергия при електрическите бойлери чрез оптимизация на управлението им. Електрическият бойлер с достатъчна за практиката и за работния температурен диапазон точност, може да се разглежда като астатичен обект от първи ред. Приведени са данни от редица изследвания върху реален обект. Тези резултати показват средна икономия от 15-20% в сравнение с конвенционалното управление на тези топлинни обекти.

*Summary:* The energy efficiency problem is a question of present interest especially in Bulgaria which is at the back of the line on this criterion in Europe based on statistics. This article treats the possibilities of achieving electrical power economy in use of electrical power boiler, through optimal control. The electrical power boiler, with sufficient accuracy in terms of practice and working area, could be approximated with first order non static plant. Results of several experiments on real plant are given. These results show approximately 15-20% energy economy compared to conventional methods of using electrical power.

**Г8.2 Nikolova N., D. Stoitseva** (2006), Robust Control of a Drying-furnace for Ceramic Products, *IV-th International Conference "Challenges in Higher Education*

*and Research in the 21st Century*", Sozopol, Bulgaria, 2, pp. 302-305, ISBN-10:954-580-206-5, ISBN-13:978-954-580-206-5

**Резюме:** Статията разглежда проблеми при управлението на процеси в сушилни за керамичната индустрия. Проектирана е система за управление с вътрешен модел на обекта като работата и е анализирана както по отношение на робастно качество и робастна устойчивост, така и по енергийни показатели. За сравнителния анализ е използвана система с класически PID алгоритъм за управление.

**Summary:** This article treats the problems in the control of a dryer used in the ceramic industry. An Internal Model Control System is designed for the control of a dryer and a comparative analysis of the performance between the robust control system and a control system with standard PID controller is presented.

**Г8.3 Galabov V., D. Stoitseva (2006), Device for Little Torsion Declinations, IV-th International Conference "Challenges in Higher Education and Research in the 21st Century", Sozopol, Bulgaria, pp. 161-164, ISBN-10:954-580-206-5, ISBN-13:978-954-580-206-5**

**Резюме:** Търсенето на нови материали и анализ на съществуващите е съществена част от повишаване енергийната ефективност на технологични инсталации. В публикацията е представено електромеханично устройство за прецизно изследване на торзионните натоварвания в стенд за изследване на динамичните процеси на релаксация в метали и сплави. Фокусът е върху решенията на различни концептуални и конструктивни проблеми, дължащи се на необходимост от липсата на механичен контакт между движещите се и недвижещите се части, както и на необходимостта от възможност за прецизно (в порядъка на няколко стотни от градуса) управление на зададеното ъглово отклонение. Основни аспекти от изведения математически модел на електромагнитното устройство са също засегнати. Целта на модела е да бъде използван в последващ етап за целите на симулационна и конструктивна оптимизация, резултатите от която биха довели до разработването на прототип и синтез на алгоритъм за управление на ъгловото отклонение.

**Summary:** An electromechanical device for precise torsion loads in stand for study of the dynamic processes of relaxation in metals and alloys is presented. In this paper various conceptual and constructive problems are solved. These problems are due to the necessity of lack of mechanical contact between the movable and non-movable parts and to the necessary possibility for precise (to several hundreds of degree) control of the assigned angular deviation. In this paper basic aspects from the derived mathematical model of the electro-magnetic device are discussed. The purpose of the model is to be used on next stage for carrying out simulations and constructional optimisation, the results from which should lead to development of a prototype and design of controller for angular deviation.

**Г8.13** Карлова-Сергиева, В., **Стоицева-Деличева Д.**, (2019), Управление на индустриален обект чрез КТОВ, *Годишник на Технически Университет - София*, бр. 2, стр. 157, ISBN 1311-0829

*Резюме:* Целта на публикацията е да се проектира регулатор чрез количествената теория на обратната връзка за управлението на типов модел на индустриален обект, който се характеризира с три-параметрична съществена промяна в параметрите си. Задачите, които се решават са - Привеждане на функционални изисквания към изследвания обект в термините на количествени показатели на качество към управляваната величина; Синтез на управляващ КТОВ алгоритъм; Валидация и верификация на резултатите в честотна и времева област.

*Summary:* The purpose of the paper is to design a controller using the quantitative theory of feedback for the control of a typical model of an industrial plant, which is characterized by a significant three-parameter change in its parameters. The tasks to be solved are - bringing functional requirements to the research plant in terms of quantitative indicators of quality to the control variable; synthesis of a control QFT algorithm; validation and verification of results in frequency and time domain.

## **II. Интелигентни системи за управление**

В представените публикации към тази секция фокусът е върху интелигентните системи за управление и възможностите, които предоставят за управление на нелинейни обекти. Основните теми са свързани със системи с размита логика, с паралелно разпределена компенсация, оптимизация с помощта на генетични алгоритми и др.

### **Публикации, в секция II**

**Г7.4** S. Yordanova and **D. Stoitseva-Delicheva** (2022), Parallel Distributed Compensation for the Control of Processes in Anaerobic Organic Wastewater Treatment, *IEEE-2022 International Conference Automatics and Informatics (ICAI)*, Varna, Bulgaria, pp. 388-393, doi: 10.1109/ICAI55857.2022.9960081.

*Резюме:* Предлага се синтез на размит регулатор (РР) от два РР с паралелно разпределение компенсация (ПРК) за подобряване на управлението на производството на биогаз при анаеробното пречистване на отпадни води и променливо органично замърсяване. Първо се извеждат два Takagi-Sugeno-Kang (ТСК) модела при граничните органични натоварвания, всеки от експерно определени Sugeno модел с вход изхода на обекта и три изхода за функциите на принадлежност на входа към три зони на линеаризация на обекта, и локални за всяка зона линейни динамични модели. Параметрите на динамичните модели се изчисляват чрез генетични алгоритми от минимизация на моделната грешка. Използват се данни от симулирани преходни процеси на нелинеен модел на Моно на процесите от пети ред, изведен на основа на експериментални данни от лабораторен биореактор. ТСК моделите определят структурата на съответните РР-ПРК с ПИ линейни локални регулатори, настроени по инженерни методи за съответните локални обекти. Друг Sugeno

модел с вход концентрацията на органичното замърсяване разпределя чрез претеглено средно изхода на обекта към входовете на двата РР-ПРК. Симулационни изследвания показват подобрена динамична точност.

*Summary:* The aim of the present investigation is to develop a simple approach for the design of a fuzzy logic controller (FLC) based on a derived Takagi-Sugeno-Kang (TSK) plant model using the principle of parallel distributed compensation (PDC) to improve the control of the biogas production rate in the anaerobic organic wastewater treatment. A fifth order nonlinear model that fits the experimental data from a laboratory bioreactor is used to study via simulation the plant step responses for two boundary values of the main disturbance - the initial organic load. Two TSK plant models are obtained to approximate the step responses via genetic algorithms minimization of the modelling error. Each TSK model is built of a Sugeno model with plant output as input and three outputs – the membership functions of belonging of the plant output to three linearization zones. The local plant in each zone is modelled by time-lags. Then two PDC on the same Sugeno models are designed with local linear PI controllers tuned with respect to the corresponding local linear plant model. Another Sugeno model with input the concentration of the initial organic waste distributes by weighted average the plant output to the inputs of the Sugeno models of the two PDC. The PDC based system shows via simulation a reduced dynamic error compared to a designed model-free Mamdani PI FLC.

**Г7.5** S. Yordanova, M. Slavov, G. Prokopiev and **D. Stoitseva-Delicheva**, (2022), Industrial Bound Design and Application of Fuzzy Logic PID Controller for Liquid level in Carbonisation Column, *IEEE-2022 International Conference Automatics and Informatics (ICAI)*, Varna, Bulgaria, pp. 210-217, doi: 10.1109/ICAI55857.2022.9960121.

*Резюме:* Предложен е метод за синтез на Сугено ПИД размит регулатор (РР) за подобряване на управлението на ниво в карбонизационна колона за производство на сода и внедряването му чрез програмируем логически контролер (ПЛР) за управление в реално време. Методът отчита реалните ограничения и въздействия свързани с индустриалната среда. ПИД РР има входове грешката и производната на плавно изменящото се с промяна на заданието ниво, изчислена чрез пълзящо средно за намаляване на влиянието на смущенията и шумовете. Сингълтъни за функциите на принадлежност на изходите улесняват деразмиването. Параметрите на звената в предварителната и допълнителната ПИ обработка се настройват офлайн с помощта на генетични алгоритми за минимизиране на предложена съставна целева функция на грешката в системата и дисперсията на управляващото въздействие за удължаване живота на изпълнителното устройство. РР е реализиран в ПЛК с общо предназначение. Управлението на нивото в реално време показва подобрени показатели на качеството на системата.

*Summary:* A novel approach for the design of a fuzzy logic controller (FLC) is suggested in order to improve the control of the liquid level in a carbonisation column for soda ash production. It considers the impact of the industrial environment and the signals, equipment, programmable logic controller (PLC) and real time control restrictions. A PID FLC is designed with inputs the system error and the rate of level

computed via sliding average to smooth the reference step response and reduce disturbances and noise impact. The defuzzification is simplified and the control effort decreased assigning proper output singletons. The pre- and PI postprocessing parameters are tuned in an off-line genetic algorithms-based minimization of a novel fitness function of the system error and the control variance for prolonging actuator's and valve's lifetime. The FLC is implemented in a general purpose PLC. The real time level control shows an improved system performance.

**Г7.6** Yordanova S.T., Slavov M.N., **Stoitseva-Delicheva D.R.** (2023), Design and Genetic Algorithms Based Optimisation of Industrial Adaptive PID FLC System of Liquid Level. *Mekhatronika, Avtomatizatsiya, Upravlenie*. 24(4):181-189. <https://doi.org/10.17587/mau.24.181-189>

*Резюме:* Предлага се оптимизация на стратегията и параметрите на адаптация на ПИД размит регулатор (РР), внедрен чрез програмируем логически контролер (ПЛК) за управление в реално време на нивото в работеща карбонизационна колона за производство на сода. ПИД РР използва ПД РР от Сугено модел с входове грешката в системата и нейната изгладена скорост и паралелен интегратор. Приставка на база на РР с паралелно разпределена компенсация (ПРК) и вход измереното ниво позволява адаптация на коефициентите поотделно на изхода на ПД РР и на интегратора чрез претеглено средно от три експертно определени стойности в зависимост от принадлежността на нивото към експертно дефинирани в ПРК три зони на линейна работа. За оптимизацията на тези стойности за всеки от коефициентите и общо за двата коефициента се използват генетични алгоритми. Минимизира се грешката в системата и дисперсията на управляващото въздействие с използване на преходни процеси от симулация и от работа в реално време на адаптивната система. За целта на симулация с ГА техниката най-напред се извеждат от експериментални данни моделите на ПИД РР в ПЛК и на ТСК модела на обекта. Чрез симулационни изследвания е определена оптималната стратегия с адаптация едновременно на двата коефициента при оптимални стойности и тя води до най-висока динамична точност, добро компенсиране на смущенията и на нелинейността на обекта.

*Summary:* The level control of the precarbonised solution in a soda ash production plant requires intelligent approaches that can tackle process complexity, nonlinearity and industrial environment impact. Therefore, model-free fuzzy logic controllers (FLC) with empirical tuning are suggested which are implemented in a general purpose programmable logic controller (PLC) and operate in real time control. Online adaptation improves the FLC parameters tuning. The aim of the present research is to optimise the adaptation strategy and the parameters of an adaptive PLC PID FLC using genetic algorithms (GA) and simulations for reducing both the system error and the control variance. The PID FLC is based on a PD FLC and a parallel integrator of the system error. A Sugeno model is used for adaptation of the PID FLC tuning parameters. Depending on the level it defines empirically via its input membership functions three linearisation zones and performs soft blending of the local for each zone PD FLC gains and integrator time-constants. Two adaptation strategies are suggested for online auto-tuning of the integrator time-



constant only, and together with the PD FLC gain. The local parameters, in turn, are GA optimised. Simulations show that the best system performance is achieved by auto-tuning both PID FLC parameters with optimised local values.

**Г7.7** Yordanova, M. Slavov and **D. Stoitseva-Delicheva**, (2023), Load-bound Fuzzy Logic Control of an Industrial Nonlinear Plant, *Proceedings of the 2023 IEEE Int. Sci. Conf. on Computer Science (COMSCI)*, Sozopol, Bulgaria, pp. 1-9, DOI:10.1109/COMSCI59259.2023.10315847

*Резюме:* Разработва се Сугено размит регулатор (PP) с паралелно разпределена компенсация (ПРК) с отчитане на нелинейния характер на обекта и променливото му натоварване на примера на регулиране на нивото в карбонизационна колона за производство на сода. Той се изгражда на база на два независими регулатора за всяко от граничните натоварвания и ПРК смесител на управлението им във функция от натоварването. Разглеждат се да случая на синтез на независими регулатори – синтез на ПРК и на линейни ПИ. За синтеза на независими ПРК се използват изведени и валидирани на основа на експериментални данни, параметрична оптимизация с помощта на генетични алгоритми и симулации Такаги-Сугено-Канг (ТСК) модели на обекта. ПРК повтарят структурата на съответния ТСК модел, като линейната динамична част са локални линейни ПИ регулатори, настроени за съответните ТСК локални линейни динамични модели на обекта. ПИ независимите регулатори са синтезирани за линеаризирания обект за всяко натоварване. Симулационни изследвания на затворените системи показват предимствата на ПРК независимите PP в компенсиране на нелинейността и постигане на робастност към промяна на натоварването на колоната по сравнение с независими линейни ПИ и с един ПРК, проектиран за едно от граничните натоварвания, т.е. без отчитане на променливия товар.

*Summary:* Most industrial plants have load dependent nonlinear characteristics. In the present research a Sugeno fuzzy logic controller (FLC) on the principle of parallel distributed compensation (PDC) is developed that considers the variance in the load and the plant nonlinearity. It consists of separate controllers for each boundary load and a PDC-based soft blender for their common control action as a function of the load. The controllers are designed for the boundary loads. First, PI PDC are developed to better compensate the plant nonlinearity based on, derived and validated from experimental data, Takagi-Sugeno-Kang (TSK) plant models. The PI PDC replicates the TSK plant model structure but with local PI controllers tuned with respect to the corresponding TSK local linear plant models. Second, PI controllers are designed based on the mean values of the TSK local plant models parameters. The suggested PDC load-bound controllers PI PDC and PI are applied for the control of level in a carbonisation column for soda ash production. The simulation investigations show that the PDC load-based PI PDC compensates best the system nonlinearity and improves its robustness to changes in the load compared to the PDC load-bound PI and the ordinary PDC and PI control systems designed for one load.

**Г8.4** Yordanova S., M. Rabadjijski, M. Georgiev, **D. Stoitseva** and B. Tabakova, (2009), Intelligent Process Control by Industrial Programmable Controllers, *Plenary paper No 3, Proc. of the 7<sup>th</sup> Int. conf. "Challenges in higher education and research in the 21<sup>st</sup> century - CHER21'09"*, Sozopol, S., Technical University of Sofia, ISBN 978-954-580-268-3, pp. 127-133.

*Резюме:* Последните постижения в областта на индустриалните приложения на интелигентните системи за управление са ориентирани към механичните системи. Новите подходи за синтез, както и разширената функционалност на програмируемите логически контролери (ПЛК) подготвят развитие в индустриалното приложение на интелигентното управление за сложни процеси. В работата се предлагат интелигентни алгоритми на база на размита логика и невронно-размити структури за управление и тяхното приложение при управление посредством ПЛК на Siemens на топлинен обект,. Основните резултати са проектиране на размити регулатори за SIMATIC S7-300 PLC и ПЛК размито управление в реално време на температурата на въздуха на сушилня.

*Summary:* The latest developments in intelligent control are bound to numerous industrial applications mainly in the area of mechanical systems. New design methods and enhancement of the functionality of programmable logic controllers (PLC) have prepared the progress in the industrial implementation of intelligent control to complex processes. The aim of this paper is to suggest intelligent control algorithms for a thermal plant, based on Siemens family PLCs. The basic results achieved are designed fuzzy controllers for a SIMATIC S7-300 PLC and PLC configuration for the control of the air temperature of a dryer.

**Г8.6** Йорданова Сн., **Стоицева-Деличева Д.**, (2015), Двунивов супервайзорен размит регулатор за органично анаеробно пречистване на отпадни води, *Годишник на Технически университет - София*, том 65, книга 1, 2015, стр. 147-156, ISBN 1311-0829

*Резюме:* Биологичното пречистване на води е сложен тристепенен процес, характеризиращ се с нелинейност, инерционност, моделна неопределеност, променливост на параметрите и косвени измервания. Цел на статията е синтез на размит регулатор със супервайзор без модел на обекта с оптимална структура, осигуряваща икономично и ефективно подобряване на показателите на качеството на системата за управление на производството на биогаз. Основните резултати са метод за синтез на размити супервайзори за онлайн адаптация на мащабните коефициенти на основния размит регулатор и определяне чрез симулационни изследвания на оптималната схема.

*Summary:* The anaerobic organic wastewater treatment is a complex three-stage process, characterized by nonlinearity, inertia, model uncertainty, parameter variations and inferential measurements. The aim of the present paper is the design of a model free supervisor-based fuzzy controller with optimal structure that ensures economic and efficient improvement of the performance of the closed loop system for the control of the biogas production rate. The main contributions are a method for

the design of fuzzy supervisors for on-line adaptation of the scaling factors of the main fuzzy controller and determination via simulations of their optimal structure.

### III. Биоинженерство

В представените публикации към тази секция са предложени решения по отношение на проектирането на биопроцесни системи, както по отношение на тяхното технологично, така и по отношение на софтуеърното им осигуряване.

#### Публикации, в секция III

**Г8.5** Йонков Петър, Б. Киров, В. Гълъбов, **Стоицева-Деличева**, (2015), Разработка на биопроцесна система за производство на метан при директна консумация на техногенни електрони от *Methanosaeta harundinacea*, част I - Регулиране на температурата, *Годишник на Технически университет - София*, бр. 1, стр. 201, ISBN ISSN 1311-0829

*Резюме:* Представеният научен труд описва разработката на целеви биореактор за култивиране на метаногена *Methanosaeta harundinacea*. Последният представлява особен научен и индустриален интерес поради свойството си да фиксира въглероден диоксид и вода до метан за сметка на електрони погълнати непосредствено от обкръжаващата среда. В тази връзка са разгледани необходимите условия за такъв тип култивиране, както и измерваемите и регулируеми величини в технологичната постановка. Описани са структурата на биореактора, технологичните му елементи, както и тяхната функция. В детайли е разгледана изработката на температурния датчик, както и регулирането на температурата.

*Summary:* The presented research work describes the engineering of a purpose-built bioreactor for cultivation of the methanogen *Methanosaeta harundinacea*. The later organism represents significant scientific and industrial interest owing to its capacity to fix carbon dioxide and water into methane utilizing electrons absorbed directly from the environment. Consequently, the necessary conditions for such cultivation are analyzed, as well as the measurable and control values in this technological setup. The bioreactor's structure, technological elements as well as their function are thoroughly described. The fabrication of the temperature sensor and the temperature control are examined in details.

**Г8.9** **Стоицева-Деличева Д.**, Киров Б., Маринов М., (2017), Разработване на програмно осигуряване за автоматизирано изграждане на виртуални метаболитни мрежи, *Годишник на Технически университет - София*, бр. 2, стр. 197, ISBN 1311-0829

*Резюме:* Предложена е MATLAB базирана процедура за изграждане на качествена изчерпателна възстановка на произволна метаболитна мрежа. Детайлно са разработени алгоритмите за съставяне на начална мрежа, допълване на първоначалната мрежа, преобразуване на мрежата в математически модел и финализиране на метаболитния модел. Програмното осигуряване е снабдено с потребителски интерфейс, като има възможност

резултатите да бъдат представяни графично. Разработената програма е тествана с реални данни от базата KEGG.

*Summary:* A MATLAB-based procedure for the precise and thorough reconstruction of an arbitrary metabolic network has been proposed. The algorithms for the initial network composition, the initial network supplementation, the network conversion to a mathematical model and the model finalization have been elaborated in details. The software has been upgraded with a graphical user interface and allows for the graphical presentation of the results. The developed script has been tested with actual data from the KEGG database.

**Г8.10** Киров Б., Стоицева-Деличева Д., Маринов М., (2017), Алгоритъм за анализ на баланса на потоците в метаболитни мрежи чрез рекурентни зависимости, *Годишник на Технически университет - София*, бр. 2, стр. 205, ISBN 1311-0829

*Резюме:* Решението на оптимизационната задача при анализ на баланса на потоците в метаболитни мрежи е от съществено значение за системната биология и индустриалното и приложение. Като принципно положение е възприето да се използва стандартен симплекс метод, което обаче е свързано с редица практически и теоретични неточности ограничаващи приложимостта му. Настоящата разработка предлага иновативен подход, базиран на оптимизация на локалните биохимични реакции. Използван е принципа на Льо Шателие-Браун за изчисляване на моментна стойност на химичното равновесие в комбинация с рекурентни зависимости.

*Summary:* The solution to the metabolic network flux balance analysis optimization problem is highly important for Systems Biology and its industrial application. Typically, standard simplex method is utilized, which however incurs a number of practical and theoretical errors which limit the methods application. The presented work proposes a novel approach based local chemical reaction optimization. The Le Châtelier-Braun principle in combination with recurrence relations have been adopted for the momentary chemical equilibrium value calculation.

#### **IV. Човешкият фактор в системите за управление**

В представените публикации към тази секция са застъпени теми свързани с човешкия фактор в системите за управление и анализа на човеко-машинни системи. Основно място заемат инженеро-психологическите изследвания и създаването на технически (софтуеърни и хардуеърни) предпоставки за автоматизирано събиране и обработка на данни.

#### **Публикации, в секция IV**

**Г8.7** Маринчев А., Стоицева-Деличева Д., Киров Б., (2016), Интердисциплинарен подход за изследване влиянието на музика с определени честотни характеристики върху психо-физиологичните особености на човека –

част 1, *Годишник на Технически университет - София*, бр. 2, стр. 197-204, ISBN 1311-0829

*Резюме:* Музиката е силен инструмент за клинични и извън клинични приложения, които в повечето случаи не са подкрепени от научни изследвания. Настоящата статия е посветена на честотен анализ на избрана музикална терапия, с инструментариума на Фурие анализа. Тя е първа част от поредица, която ще разгледа и методология за психо-физиологична оценка на ефекта върху човека, като ще бъдат представени и резултати от прилагането на тази методология в средно по мащаб изследване.

*Summary:* Music is a powerful tool with clinical and non-clinical applications that in most cases are not supported by enough scientific studies. The present paper is focused on Fourier analysis of the frequencies of a specific music intervention. It's Part 1 of a sequel that would also discuss methodology for physiological and psychological evaluation of the effects on human performance and will present the results from applying the proposed methodology on a medium scale study group.

**Г8.8 Стоицева-Деличева Д., Борисов К., Гълъбов В., (2017),** Интердисциплинарен подход за изследване на някои психологически характеристики, *Годишник на Технически университет - София*, бр. 2, стр. 153, ISBN 1311-0829

*Резюме:* Музиката е мощен инструмент за клинични и извънклинични приложения, ефектите от които в повечето случаи не са подкрепени от научни изследвания и доказателства. Настоящата статия е част от поредица, представяща интердисциплинарен набор от инструменти за анализ на особеностите и въздействията на избрана музикална терапия върху характеристиките на човека като оператор. В нея е представена разработената методика за провеждане и оценка на планираните психо-физиологични изследвания на въздействието на дадената музикална терапия върху основни перцептивни и прокреативни характеристики на човека оператор. Разработената методика ще бъде използвана за провеждането на предстоящото средно по мащаб изследване

*Summary:* Music is a powerful tool with clinical and non-clinical applications which effects in most cases are not scientifically studied. The present paper is one of a sequel that discusses interdisciplinary approach for analysis of the properties and effects of a given musical therapy on the performance of human-operator. The present paper is focused on the methodology for carrying out and evaluation of future psychophysiological studies on perceptive and procreative aspects of human-operator. The presented methodology will be applied on a medium scale study.

**Г8.11 Стоицева-Деличева Д., Борисов К., (2017),** Проектиране на автоматизирана система за събиране и обработка на данни за провеждане на инженерно-психологически изследвания - част 1, *Годишник на ТУ-София*, бр. 2, стр. 157, ISBN 1311-0829

*Резюме:* Инженерно-психологическите изследвания и обработката на резултатите от тяхното провеждане отнемат изключително много време и усилия. За да се улесни работата се налага разработването на автоматизирани системи за събиране и обработка на информацията. Проектирането на една такава система за отдалечено провеждане на инженерно-психологически изследвания и автоматична обработка на информацията, е представена в настоящата разработка, като е акцентирано върху възможностите за планиране на различни социологически, психологически и инженерно-психологически изследвания, заложи при проектирането на системата, ограниченията за отделните потребителски профили и имплементираната обработка на резултатите, в това число и статистическа такава.

*Summary:* All engineering-psychological studies and their results' interpretation and statistical analysis are difficult and extremely time-consuming. That makes development of automatic data systems an effective procedure. The paper is focused on the design of such a system, its capabilities for planning different social, psychological or engineering-psychological research, its user profiles' limitations and the implemented results analysis including statistical data processing.

**Г8.12** Борисов К., Стоицева-Деличева Д., (2018), Особенности при планиране и провеждане на инженерно-психологически изследвания с помощта на автоматизирана система за събиране и обработка на данни, *Годишник на ТУ-София*, бр. 2, стр. 167, ISBN 1311-0829

*Резюме:* Провеждането на инженерно-психологически изследвания и обработката на резултатите от тяхното провеждане е трудоемък и времеемък процес. Това налага разработването на автоматизирани системи за събиране и обработка на информацията. Концепцията на една такава система за отдалечено провеждане на инженерно-психологически изследвания и автоматична статистическа обработка на информацията, е представена в настоящата разработка, като е акцентирано върху планирането на потребителско инженерно-психологическо изследване, изискванията при избора и съставянето на психологически въпросници и анкетни карти.

*Summary:* All engineering-psychological studies and their results' interpretation and statistical analysis are difficult and extremely time-consuming. That makes development of automatic data systems an effective procedure. The paper is focused on the basic concept of a distant engineering-psychological studies and automatic statistical data evaluation system. The accent is on planning of consumer's engineering psychological studies, requirements when choosing standardised psychological questionnaires and designing user-defined questionnaires.