

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ ХАРЧОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
ІНСТИТУТ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ
«ІНДУСТРІЯ 4.0» ІМ. П.Н. ПЛАТОНОВА

ХІІ МІЖНАРОДНА
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА
КОНФЕРЕНЦІЯ

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І
АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2019

INFORMATION TECHNOLOGIES AND
AUTOMATION – 2019

Збірник доповідей

Частина II

Одеса,
17-18 жовтня 2019

Секція 2

Наукові напрямки:

**Сучасні методи і алгоритми управління
об'єктами хіміко-технологічного типу**

**Автоматичні і автоматизовані системи
управління технологічними процесами харчової
та зернопереробної промисловості**

**Автоматизоване управління бізнес-процесами:
концепції, методи, алгоритми, системи**

**Штучний інтелект і автоматизація
робототехнічних систем**

**Нове в розвитку інформаційно-керуючих
технологій: технічна база, програмне
забезпечення, мережі.**

**Список
скорочень організацій, представники яких взяли участь у конференції**

Таблиця 1

Скорочення	Повна назва організації	Місто	Країна
BNTU	Belarusian National Technical University	Minsk	Belarus
CAFU	CRIAME of Armed Forces of Ukraine	Kyiv	Ukraine
DMTSAU	Dmutro Motornyi Tavria State Agrotechnological University	Melitopol	Україна
DNU	Vasyl' Stus Donetsk National University	Вінниця	Україна
EKSTU	East Kazakhstan State Technical University D. Serikbayev	Ust-Kamenogorsk	Kazakhstan
IAEI SB RAS	Institute of Automation and Electrometry of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences	Novosibirsk	Russia
IRTC IT&S NAS AND MES	International Research and Training Center for Information Technologies and Systems of the National Academy of Sciences (NAS) of Ukraine and Ministry of Education and Science (MES) of Ukraine	Kyiv	Ukraine
KGES	Kharkiv general education school	Kharkov	Україна
LPNUU	Lviv Polytechnic National University	Lviv	Ukraine
NTU "KhPI"	National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute"	Kharkov	Україна
NTU «KPI»	National Technical University "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute"	Kyiv	Ukraine
NU «OMA»	Національний університет «Одеська морська академія»	Одеса	Україна
NULESU	National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine	Kyiv	Ukraine
NUOS	NATIONAL UNIVERSITY OF SHIPBUILDING NAMED BY ADM. MAKAROV	Nikolaev	Ukraine
ONAFI	Odessa National Academy of Food Technologies	Odessa	Ukraine
ONU	Odessa I.I.Mechnikov National University	Odessa	Ukraine
SSU	Sukhumi State University	Sukhumi	Georgia
VNTU	Vinnitsia National Technical University	Vinnitsia	Ukraine
БНТУ	Белорусский национальный технический университет	Минск	Белоруссия
ВНТУ	Вінницький національний технічний університет	Вінниця	Україна
ДВНЗ «КНУ»	Державний вищий навчальний заклад «Криворізький національний університет»	Кривий Ріг	Україна
ДонНТУ	Донецький національний технічний університет	Покровськ	Україна
ІК НАН України	Інститут кібернетики імені В.М. Глушкова НАН України	Київ	Україна
НТУ «ХПІ»	Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт"	Харків	Україна
НТУУ "КПІ"	Національний технічний університет «Київський політехнічний інститут» імені Ігоря Сікорського"	Київ	Україна
НУ «ЛП»	Національний університет «Львівська політехніка»	Львів	Україна
ОДАТРА	Одеська державна академія технічного регулювання та якості	Одеса	Україна

Продовження таблиці 1

Скорочення	Повна назва організації	Місто	Країна
ОНАЗ	Одеська національна Академія зв'язку ім. О.С. Попова	Одеса	Україна
ОНАПТ	Одесская национальная академия пищевых технологий	Одесса	Украина
ОНАХТ	Одеська національна академія піщевих технологій	Одеса	Україна
ОНПУ	Одеський національний політехнічний університет	Одеса	Україна
ОНУ	Одеський національний університет імені І. І. Мечникова	Одеса	Україна
ОТК ОНАХТ	Одеський технічний коледж Одеської національної академії харчових технологій	Одеса	Україна
ПНПУ	Південноукраїнський національний педагогічний університет ім. К.Д. Ушинського	Одеса	Україна
ХНУРЕ	Харківський національний університет радіоелектроніки	Харків	Україна
ХРТК	Харківський радіотехнічний технікум	Харків	Україна
ЦНДІ ОВТ ЗС України	Центральний науково-дослідний інститут озброєння та військової техніки Збройних Сил України	Київ	Україна
ЮНПУ	Южноукраинский национальный педагогический университет им. К.Д.Ушинского	Одесса	Украина

ЗМІСТ

DOROHAN O.I., USHKARENKO O.O. THE PRINCIPLES OF USING THE THEORY OF PATTERN NETWORKS FOR DESCRIBING OF THE AUTOMATED CONTROL SYSTEMS SOFTWARE STRUCTURE (<i>NUOS, Ukraine</i>).....	8
ROMASEVYCH Y.O., LOVEIKIN V.S., KRUSHELNYTSKYI V.V. PI-CONTROLLER TUNING OPTIMIZATION (<i>NULESU, Ukraine</i>).....	11
BUHERA M.G. SOLUTION OF THE PROJECTING PROBLEM PARAMETERS OF PROTECTIVE EXPLOSIVE DEVICES (<i>CAFU, Ukraine</i>).....	13
YANAKOV V.P. INNOVATIONS IN THE DOUGH MIXING INDUSTRY (<i>DMTSAU, Ukraine</i>).....	15
РОМАНЮК О.В., КАВКА О.О. ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ ЛЕЙТНЕРА ДЛЯ ФОРМУВАННЯ ПРАКТИЧНИХ НАВИЧОК РОЗВ'ЯЗУВАННЯ АЛГОРИТМІЧНИХ ЗАДАЧ В ПРОГРАМНІЙ ІНЖЕНЕРІЇ (<i>ВНТУ, Україна</i>).....	18
БАБИЧ М.І., КАЦУБА Я.О. РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛЕЙ ФОРМУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ОБСЛУГОВУВАННЯ КЛІЄНТІВ У ЗАКЛАДАХ ХАРЧУВАННЯ (<i>ОНПУ, Україна</i>).....	20
РИХЛИК Д.Ю., КОВАЛЕВСЬКИЙ В.М. ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА СИСТЕМА КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ СУШІННЯ СУПЕРФОСФАТНОГО ДОБРИВА (<i>НТУУ "КПІ", Україна</i>) ...	23
КИРЬЯЗОВ И.Н., ШЕСТОПАЛОВ С.В., СТЕПАНОВ М.Т., ХОБИН В.А. РЕЗУЛЬТАТИ ТЕСТИРОВАНИЯ АСОЗ ПТЛ НА МОРСКОМ ЗЕРНОВОМ ТЕРМИНАЛЕ КОМПАНИИ «НОВОТЕХ-ТЕРМИНАЛ» В Г. ОДЕССЕ (<i>SE Group International, ОНАПТ, Украина</i>).....	26
КАРАСЬОВА І.О. МОДЕРНІЗАЦІЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ДІЛЯНКИ ДОЗУВАННЯ КОМПОНЕНТІВ ДЛЯ ВИРОБНИЦТВА БЕТОНУ (<i>ОНАЗ, Україна</i>).....	28
ORLOVSKYI D.L., KOPP A.M., KONDRATIEV V.Y. USING DASHBOARDS FOR THE BUSINESS PROCESSES STATUS ANALYSIS (<i>NTU "KhPI", Ukraine</i>).....	31
ІВАНОВА Л.В., КРАСНІЄНКО Н.В., СУЛІМА Ю.Є. ПРОГРАМНО-АПАРАТНИЙ КОМПЛЕКС СИСТЕМИ ТЕПЛОПОСТАЧАННЯ НА СОНЯЧНІЙ ЕНЕРГІЇ (<i>ОТК ОНАХТ, Україна</i>).....	34
МУРАТОВ В.Г. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПЕРЕРАБОТКИ ВТОРИЧНОГО СЫРЬЯ ВИНОДЕЛИЯ (<i>ОНАХТ, Україна</i>).....	37
БАБИЧ М.І., БІЛОШИЦЬКИЙ В.В. РОЗРОБКА ТА ДОСЛІДЖЕННЯ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ПОПИТУ ДЛЯ ЕФЕКТИВНОЇ РОБОТИ РОЗПОДІЛЬНОЇ ЛОГІСТИКИ НА ПІДПРИЄМСТВІ (<i>ОНПУ, Україна</i>).....	40
ФЕДЮК О.П., КРИЖАНОВСЬКИЙ Є.М. ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ АНАЛІЗУ ТА СИНТЕЗУ ДАНИХ ДЛЯ РОЗРОБКИ ОПТИМАЛЬНОГО РОЗКЛАДУ ЗАНЯТЬ (<i>ВНТУ, Україна</i>).....	43
ГУРСЬКИЙ О.О., ГОНЧАРЕНКО О.Є. ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ ОХОЛОДЖЕННЯ ПРОДУКТІВ НА БАЗІ ЛАБОРАТОРНОЇ ХОЛОДИЛЬНОЇ УСТАНОВКИ З ТУНЕЛЬНОЮ КАМЕРОЮ (<i>ОНАХТ, Україна</i>).....	46
СКАКОВСЬКИЙ Ю.М. ДОСЛІДЖЕННЯ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО КЕРУВАННЯ ВАКУУМ-АПАРАТОМ ПЕРІОДИЧНОЇ ДІЇ ЦУКРОВОГО ВИРОБНИЦТВА З МЕТОЮ ЇЇ МОДЕРНІЗАЦІЇ (<i>ОНАХТ, Україна</i>).....	48
БУРДЕЙНА О.В. ТЕХНОЛОГІЯ КОГНІТИВНОГО КОНСОНАНСУ ДЛЯ КЕРУВАННЯ ЦІЛЬОВОЮ ВЕРШИНОЮ ЗА НАЯВНОСТІ ІМПУЛЬСНИХ ПРОЦЕСІВ У СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ (<i>ВНТУ, Україна</i>).....	51
КОВАЛЬЧУК Д.А., МАЗУР О.В., ГУЦАН В.В. АВТОМАТИЗАЦІЯ ДОСЛІДЖЕНЬ ПРОЦЕСІВ УТІЛІЗАЦІЇ ТЕПЛА ПАРОВОПОВІТРЯНИХ СУМІШЕЙ (<i>ОНАХТ, Україна</i>).....	53
KOPP A.M., ORLOVSKYI D.L. BUSINESS PROCESS MODEL OPTIMIZATION USING THE CONJUGATE GRADIENT METHOD (<i>NTU "KhPI", Ukraine</i>).....	57
ЛЮБИВИЙ Б.О., РОМАНЮК О.В. АНАЛІЗ МЕТОДІВ КЕРУВАННЯ ПОВЕДІНКОЮ ВОРОГІВ У СУЧАСНИХ СТРАТЕГІЧНИХ ІГРАХ (<i>ВНТУ, Україна</i>).....	60
КОРАБЛЕВ В.А., МАЗУРОК Т.І. ИНФОРМАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ	63

PI-CONTROLLER TUNING OPTIMIZATION

Abstract. In the thesis the optimization of PI-controller tuning procedure has been conducted. It based on the proposed integral type criterion. The variation of criterion parameters has been investigated. The study covered three benchmark transfer functions. Obtained results showed high quality of controlling with tuned PI-controller.

Introduction.

Proportional-integral (PI) controllers are used in many fields of industry. Tuning of PI-controller is a very important issue, which has great influence on quantity indicators of automated technological processes. There are hundreds of tuning techniques [1]. Among them optimization-based approaches allows finding the best (in a sense) values of proportional and integral coefficients of PI-controller.

Problem statement.

One of the main elements in such optimization techniques is the criterion. Another point of the problem is optimization method. It is used for calculation of optimal values of proportional and integral coefficients of PI-controller. Successful selection of the criterion and method provide effective tuning of a PI-controller. Thus, its further exploitation will be effective.

The main part of the research.

The main purpose of the thesis is to develop the technique of calculation of PI-controller optimal parameters, which is based on metaheuristic method.

In order to achieve the stated purpose the following objectives should be accomplished: 1) to justify the optimization criterion for PI-controller tuning; 2) to conduct calculation of PI-tuning for a set of benchmark transfer functions.

One of the criteria which take into account the settling time, cost of error and control, may be presented in the following form

$$I_{IPTEC} = \int_0^T t^\tau (\sqrt{e^2})^\varepsilon (\sqrt{u^2})^\nu dt, \quad (1)$$

where e – the current error (difference of set point and controlled parameter values); u – control (out-function of PI-controller); t – time; T – settling time; τ , ε and ν – indexes of power of time, error and control.

In order to illustrate the advantages of proposed criterion the numerical experiments have been done. In the experiments we have used three benchmark transfer functions (they are proposed by K.J. Astron and T. Hagglund in the work [1]). The limits of the search domains for calculation of optimal values of PI-controller coefficients (table 1) have been stated as well.

Table 1. Conditions of the experiments

Search domain		Benchmark transfer functions	Values of indexes			Number of experiment
P	I		τ	ε	ν	
0...10	0...10	$(s+1)^{-2}$	1	2	2	1
			2	1	2	2
			2	2	1	3
0...10	0...10	$(s+1)^{-3}$	1	2	2	4
			2	1	2	5
			2	2	1	6
0...10	0...10	$(1-0,1s)(s+1)^{-3}$	1	2	2	7
			2	1	2	8
			2	2	1	9

For solving optimization problems ME-PSO [2] technique was used. The obtained results have been set in the table 2. The smallest numbers in the table 2 are in bold.

Analysis on the data, that are set in the table 2, shows that adjusting $\tau=1$, $\varepsilon=2$ and $\nu=2$ leads to high performance of control (in terms of overshoot). For the second and the third transfer functions found values of coefficients for proportional and integral terms are almost equal. Although, the values of criterion (1) are different. Thus, in the frame of the research performance of PI-controller for cases $\tau=2$, $\varepsilon=1$, $\nu=2$ and $\tau=2$, $\varepsilon=2$, $\nu=1$ is similar.

Table 2. Results of optimization of PI-controller tuning

Number of experiment	Coefficients		IPTEC value	T, sec	Overshoot, %	ISE* value	ISC** value
	P	I					
1	1,36	0,63	1,04	5,30	0,00	0,92	6,50
2	2,05	0,95	2,27	4,62	4,90	0,70	7,75
3	4,52	2,55	0,32	3,66	29,3	0,50	15,66
4	0,31	0,22	3,99	9,50	0,00	3,18	6,95
5	0,65	0,34	15,57	5,28	2,10	2,19	5,62
6	0,64	0,34	6,40	5,33	1,90	2,20	5,63
7	0,59	0,31	3,30	5,79	1,00	2,34	5,73
8	0,64	0,33	16,42	5,40	1,80	2,24	5,67
9	0,64	0,33	6,74	5,42	1,70	2,24	5,68

* Integral of the Square of the Error ($I_{ISE} = \int_0^T e^2 dt$);

** Integral of the Square of the Control ($I_{ISC} = \int_0^T u^2 dt$).

Conclusion.

In the thesis the optimization of PI-controller tuning has been carried out. Obtained results show high efficiency of developed approach which is based on novel integral type criterion and metaheuristic optimization technique. Quality indicators for three benchmark transfer functions reveal that tuned in such way PI-controllers might be exploited quite effectively.

Generalization of the developed approach for other plants (which are described with transfer functions of higher orders) is the problem for further investigations.

References:

1. O'Dwyer Handbook of PI and PID controller tuning rules (3rd edition). Ireland: Imperial College Press, 2009.
2. Yu. Romasevych, V. Loveikin, "A Novel Multi-Epoch Particle Swarm Optimization Technique", Cybernetics and Information Technologies, vol. 18(3), pp. 62-74, 2018.
3. K.J. Åström, T. Häggglund PID Controllers: Theory, Design and Tuning, Instrument Society of America NC.: Research Triangle Park, 2 edition, 1995.

ХІІ МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ І АВТОМАТИЗАЦІЯ – 2019****INFORMATION TECHNOLOGIES AND AUTOMATION – 2019**

*ОДЕСА
17– 18 ЖОВТНЯ, 2019*

Збірник включає доповіді учасників ХІІ Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційні технології і автоматизація – 2019»

Редакційна колегія: Котлик С.В., Хобін В.А., Плотніков В.М.

Комп'ютерний набір і верстка: Соколова О.П.

Відповідальний за випуск: Котлик С.В.