



Міністерство освіти і науки України
Державний університет «Житомирська політехніка»
Інститут модернізації змісту освіти
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут» ім. І. Сікорського
Вінницький національний технічний університет
Житомирський державний університет ім. Івана Франка
Житомирський військовий інститут імені С.П. Корольова
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
Тернопільський національний економічний університет
Харківський національний університет радіоелектроніки
Уманський державний педагогічний університет імені Павла Тичини
Національний університет біоресурсів та природокористування України

ТЕЗИ ДОПОВІДЕЙ

II Всеукраїнської науково-технічної конференції

Комп'ютерні технології: інновації, проблеми, рішення

м. Житомир, 14-15 листопада 2019 р.

Житомир
2019

УДК 004.93

V.G. Krasilenko¹, C. Sc., A.A. Lazarev¹, C. Sc., D.V. Nikitovich¹
¹ Vinnytsia National Technical University**DESIGN AND MODELING OF DIGITAL
MULTIFUNCTIONAL IMAGE PROCESSORS BASED ON THE
SORTING NODE AND METHOD OF PROCESSING WEIGHTING-
SELECTING SIGNALS OF RANK DIFFERENCES**

Introduction. Advanced direction becomes fast parallel images processing using optoelectronics for interconnects and non-conventional MIMO-system, corresponding matrix logics (ML) (continuous, neural-fuzzy and others) and corresponding mathematical apparatus [1-5]. Photo-detectors can be monolithically integrated with digital electronics in silicon, which allows the realization of stacked 3-D chip architecture in principle and significantly simplifies design of OE-VLSI circuits [2]. Smart image sensors with ADC [4, 5] show a great application field and potential. Our approach favors smart pixel architecture combining parallel signal detection with parallel processing in circuit, what guarantees the fastest processing. For self-learning neural networks (NN) based on equivalency models (EM) [6, 7], the elements of MLs are required. For the description and modeling of each continual subject domain and the class of its tasks, its own logical-algebraic apparatus (LAA) is required. Formal LAA is based on clear rules that allow you to make an exact description of a certain class of problems and even suggest an algorithm for solving them. The basis of information technologies in the analog field is precisely the continual LAAs: infinite-valued logic [8], continuous logic with all its variants and generalizations, additive-multiplicative logic (AM) algebra, predicate selection algebra, equivalence algebra [6-7]. They determined the biologically inspired stage of development of LAAs and new more energy-efficient direction of models and hardware implementations of artificial intelligence. Many logics are based on multi-input operations $\min(x_1, x_2, \dots, x_n)$ and $\max(x_1, x_2, \dots, x_n)$. The image processing algorithms, basic procedures of composition-decomposition, fuzzy inference in artificial neural-fuzzy systems are also based on multi-input min-max operations. Therefore is an urgent need to improve the nodes, that perform these and similar operations. Efficiency increasing of systems of speed images processing in the use of special mathematical support. The special place among such methods occupies the class of the non-linear algorithms that carried out transformation of kind: $\mathbf{B}=\{b_{ke}\}=\mathbf{F}(\mathbf{A})=\{\Phi_{kl}(\mathbf{A}_{kl})\}$, where $\Phi_{kl}(\mathbf{A}_{kl})$ — nonlinear function, which is determined by subset of rank and (or) index statistician of selection. By virtue of the last this subclass was adopted by rank algorithms. The algo-

rithms of extreme filtration, using values of **min** and **max** on samples of neighborhood space, are the special cases of the rank algorithms. Any r -th index statisticians $v_s(\mathbf{r})$ of display (k, l) the set neighboring of which form other (N_s-1) the elements of selection it is possible to bind to the local histograms of distributing of values of neighboring elements and with the proper functions of the well-organized choice $F_n^m \vec{x} (\vec{x})$ element, where $\vec{x} = (x_1, x_2, \dots, x_n)$. Such functions at any values of changing variables choose that size which at the location all right not decreasing are occupied by m -th place. These functions can be represented by a logical formula:

$$F^{(r)}(x_1, \dots, x_n) = x^{(r)}, r = \overline{1, n},$$

where r -rank of the base operations of continuous logic (CL). Thus for $r = n$ this operation passes to n -local disjunction, for $r=1$ to n -local conjunction. The algebra formed in a number of $C = [0, 1]$ with base operations $f(r)$ and complementarity operation $(-)$ is named ordering Boolean algebra. Rank algorithms are locally-adaptive on the same essence: simplicity of local adaptation, invariance to spatial links and to signals dimension, almost algorithms complication independence from the sizes of neighboring. Sorting algorithms have been widely researched due to the need for sorting in many applications. In paper [9] approaches to creation of programmable relational processors for sorting were shown. But in such a relational processor, working with analog signals, the sorting structure for ordering signals is complex. Therefore, the aim is to simplify and digitize the sorting node to build on its basis the relational processors of nonlinear image processing. The latter can be used as nodes of ordinal logic, data ordering and sorting nodes, rank filters, fragment classifier recognizers, as tools for morphological operations as dilation, erosion, opening, closing. The above mentioned min-max operations on sets of signals are also necessary, which represent structural windows or selected fragments processed images. Many of the morphological operations need to be repeated many times and for all the fragments of the image being processed, therefore, there is an urgent need to reduce the execution time of min-max operations and ranking operations. Therefore, the **goal of our work** is to search new options for implementing both signal sorting nodes, including digital, providing increased accuracy and speed, and based on them relational non-linear image processing processor with advanced functionality. In addition, taking into account the recent emergence of a new element base, our task is to prove the possibility of creating on the FPGA, practically in one chip, an image pre-processor (IP) with enhanced technical characteristics and a wide range of commands through the use of a new method of processing pre-ranked sig-

nals and (or) their differences. To achieve this goal, it is necessary to simulate the algorithms and methods themselves, and then based on them design and simulate the technical options for the implementation of non-linear IP and their main nodes.

Presentation of the main material. Our proposed allows ranking of signals and forming output signals are shown in Fig. 1. Structure of digital multifunctional image processor (DMIP) DMIP_2 based on FPGA with serial input and registers memory to form a vector of signals to be sorted and 1 output using sorting unit (SU) based on modified conveyor homogeneous wave structure (MCHWS) consisting of layers of digital comparison switching circuits is shown in Fig.2. Here variant DMIP_1 with 10 inputs and 1 output and supply of all input signals in parallel is not shown. For the convenience of data input, we have developed and modeled a processor DMIP_2 circuit with register memory for fast sequential image input and automatic sequential search of processed windows. It is shown in Fig. 2. Simulation results of DMIP_2 are shown in Fig. 3, 4.

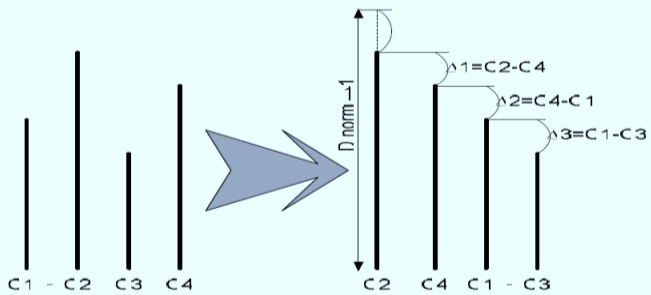


Fig. 1. Graphical representation of the processor operations of ranking

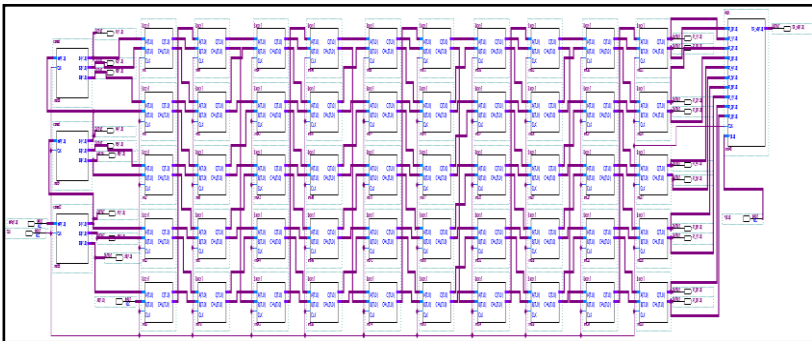


Fig. 2. FPGA Structure of DMIP_2 with serial input and registers memory to form a vector of signals to be sorted and 1 output

Since such processor have output signals that are ranked by value and not by difference of values, by some modification [9] they can be used to organize an additional calculation of the difference of signals having neighboring ranks. Besides, the difference in signal values is also necessary for such a function as nonequivalence. Based on the operations of bounded difference and nonequivalence, a whole set of other continuous logic complex operations and functions are constructed. For example, early we can select one of n signals by rank using multiplexer. There is only 1 output (ranks). And now we can also form signals difference between max signal and next by order. So we can find signal that is proportional to difference of any two signals from ordered set. Such approach allows to formed output complement signals. If one of reference level is $D=1$ (255), than difference between the reference and any of signals is the complement of the signal. Therefore, we will develop this idea further, taking into account the fact that the selection, amplification, weighting and addition of signals are simple.

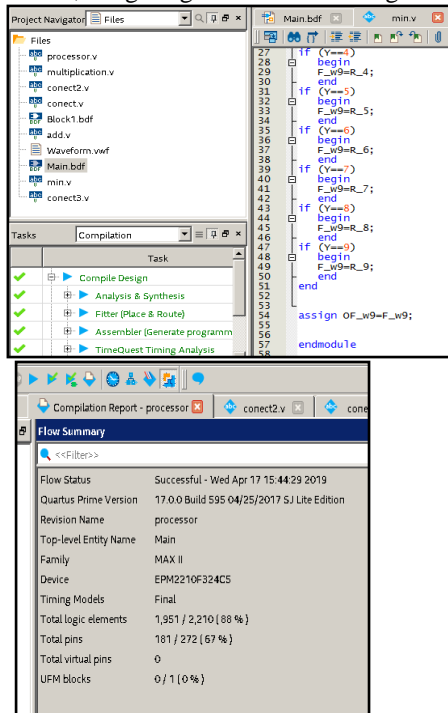


Fig. 3. Simulation of DMIP_2 based on FPGA (window fragments)

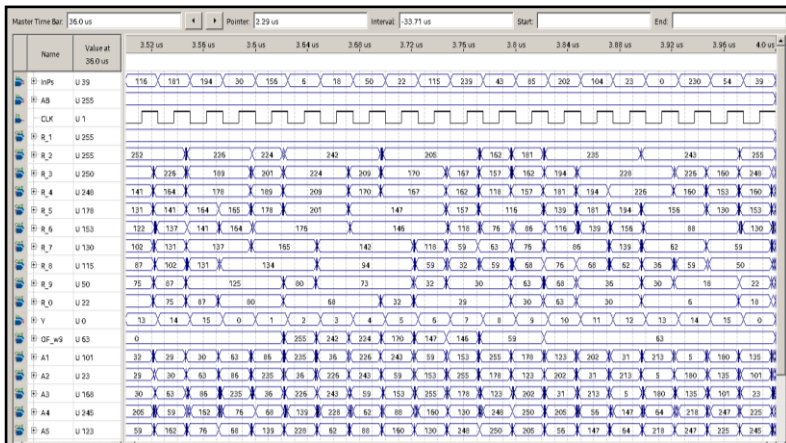


Fig. 4. Simulation results of DMIP_2 based on FPGA with serial input and registers memory and 1 output (issuing ranks, one switch)

The simulation results of DMIP_3 (Fig. 5) with serial input and registers memory, 2 outputs for rank and rank differences signals weighing-selection processing are shown in Fig. 6-10.

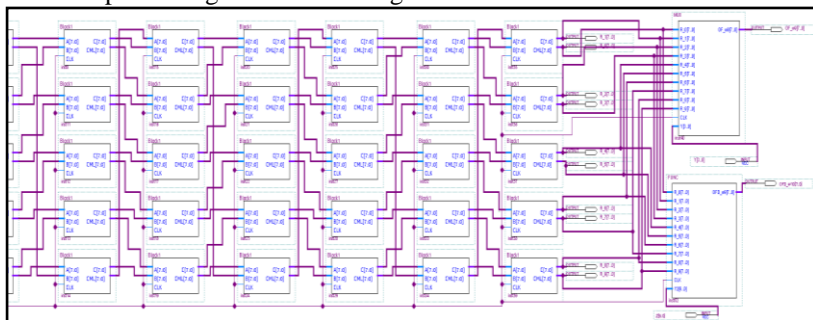


Fig. 5. Structure of DMIP_3 based on FPGA with serial input and registers memory to form a vector of signals to be sorted, 2 outputs for rank and rank differences signals weighing-selection processing

As can be seen from Fig. 3, 4, 6, 7 the resources of the Altera FPGA chip EP3C16F484 Cyclone III family are not fully used in the first case, and in the second for the processor with register memory and two outputs almost completely (there is a small margin).

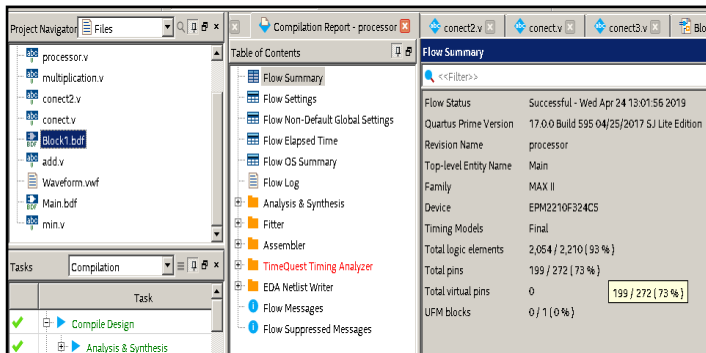


Fig. 6. Simulation of DMIP_3 based on FPGA with serial input and 2 output (window fragments)

The processing cycle in the pipelined structure of DMIP and SU did not exceed 25 nanoseconds, which makes it possible to achieve an input / output rate of pixels of the processed and processed images at the level of 40MHz. During the processing cycle, DMIP_1 essentially performs (9 * ln9-estimates for the best algorithms!) Sorting operations and generates all the ranks and their differences, which gives, taking into account the wide variety of output functions, performance estimates of at least 10^9 operations per second.

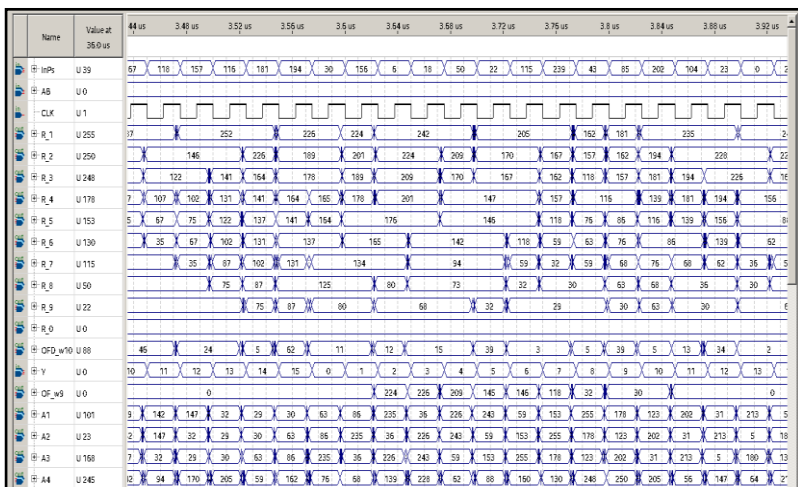


Fig. 7. Simulation results of DMIP_3 with 2 outputs (issuing ranks, two switches) in case of formation of a difference of ranks r2-r3

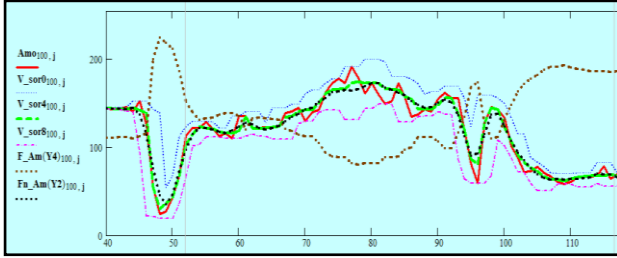


Fig. 8. A good example of image line processing using proposed DMIP: Original line (red) and received rank and other output functions.

Conclusions. We show the results of design the new FPGA-DMIPs with digital accuracy. Calculations show that in the case of using Altera FPGA chip EP3C16F484 of Cyclone III family, it is possible to implement DMIP for image size of 64×64 and window 3×3 in the one chip.

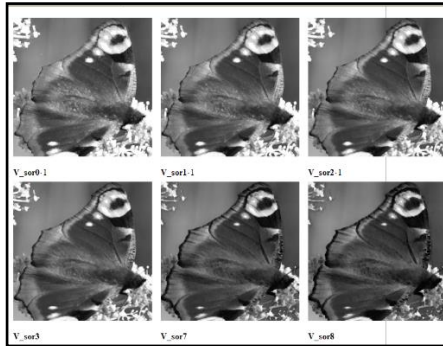


Fig. 9. The results of image transformations with DMIP for different rank : 0, 1, 2, 3, 7, 8, respectively.

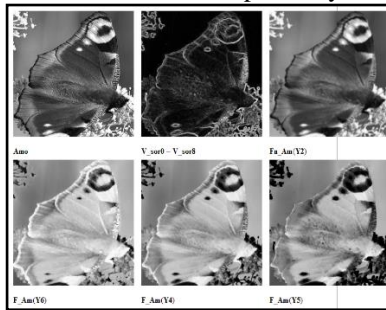


Fig. 10. The results of the Amo image transformations using DMIP for different rank values and different functions defined by the control vector Y

For 2.5V and clock frequency of 200MHz the power consumption will be at the level of 200mW and the calculation time for pixel of filters will be 25ns.

List of literary sources:

1. Krasilenko, V. G., Nikolsky, A. I., Lazarev, A. A., "Designing and simulation smart multifunctional continuous logic device as a basic cell of advanced high-performance sensor systems with MIMO-structure," in Photonics, Devices, and Systems VI, Dagmar Senderáková; Petr Páta; Pavel Tománek, Editors, Proc. SPIE, 9450, 94500N (2015).
2. Lei Yi, Guangbao Shan, Song Liu, Chengmin Xie, High-performance processor design based on 3D on-chip cache, Microprocessors and Microsystems, Volume 47, 2016, Pages 486-490, ISSN 0141-9331, <http://dx.doi.org/10.1016/j.micpro.2016.07.009>.
3. Krasilenko, V., Ogorodnik, K., Nikolsky, A., Dubchak, V., "Family of optoelectronic photocurrent reconfigurable universal (or multi-functional) logical elements (OPR ULE) on the basis of continuous logic operations (CLO) and current mirrors (CM)," Proc. SPIE, 8001, (2011).
4. Krasilenko, V. G., Nikolsky, A. I., Lazarev, A. A., "Multichannel serial-parallel analog-to-digital converters based on current mirrors for multi-sensor systems", Proc. SPIE 8550, Optical Systems Design 2012, 855022 (2013); doi:10.1117/12.2001703
5. Krasilenko, V. G., Lazarev, A. A., Nikitovich, D. V., "Simulation of continuously logical base cells (CL BC) with advanced functions for analog-to-digital converters and image processors," Proc. SPIE 10438, 104380K (2017)
6. Krasilenko, V., Nikolsky, A., Zaitsev A., Voloshin V., "Optical pattern recognition algorithms on neural-logic equivalent models and demonstration of their prospects and possible implementations," Proc. SPIE 4387, 247 –260 (2001).
7. Krasilenko, V.G., Lazarev A.A., Nikitovich D.V., "Modeling and possible implementation of self-learning equivalence-convolutional neural structures for auto-encoding-decoding and clusterization of images," Proceedings of SPIE Vol. 10453, 104532N (2017).
8. Volgin, L.I., Mishin, V.A., "Is the future digital or analog?," Information technologies in electric power industry: Cheboksary: RESCNIT, 86-89, (1998).
9. Krasilenko, V.G., Lazarev A.A., Nikitovich D.V., "Design and simulation of image nonlinear processing relational preprocessor based on iterational sorting node," Proc. SPIE 11028, Optical Sensors 2019, 110282X (11 April 2019); doi: 10.1117/12.2524114.

Секція 1. МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА РОЗРОБКА ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Атоєв К.Л., Шпиґа С.П.	Математичне моделювання управління складними нелінейними системами	3
Барановський М.М., Кравченко С.М.	Тенденції розвитку штучного інтелекту в медицині	5
Галицький В. М., Галицький В. В.	Аналіз методів розпізнавання об'єктів на зображенні із застосуванням бібліотеки OPENCV	7
V.G. Krasilenko, A.A. Lazarev, D.V. Nikitovich	Design and modeling of digital multifunctional image processors based on the sorting node and method of processing weighting-selecting signals of rank differences	9
Зіньков Р.В., Марчук Г.В.	Принцип дії мурашиного алгоритму при вирішенні задачі Комівояжера	17
Лобанчикова Н.М., Лобач С.І.	Система управління освітленням офісного приміщення за допомогою веб-додатку	19
Лобанчикова Н.М., Мацюк К.О.	Веб-додаток управління припливно-витяжною вентиляцією у виробничому приміщенні	21
Лісовий Є. М., Левківський В.Л., Вакалюк Т.А.	Необхідність розробки додатку оптимізації вивезення побутових відходів	23
Любченко Д.В.	Система винагород і заохочень студентів закладів вищої освіти за допомогою віртуальної валюти	25
Каліберда С.С., Морозов А.В., Марчук Г.В.	Прогнозування хронічних захворювань	27
Пулеко І.В.	Принципи забезпечення функціональної стійкості інформаційних систем з розподіленими динамічними об'єктами управління	29
Пшеничний В.В.,	Використання Google Maps Platform	31

Кравченко С.М.	для відображення стану криміногенної ситуації на території України	
Романюк О. Н., Пивовар М.А., Перун І.В., Чехмestрук Р.Ю.	Аналіз алгоритмів пошуку осі дзеркальної симетрії обличчя людини	33
Романюк О.Н., Романюк О.В., Денисюк А.В.	Розподілення обчислювального процесу при реалізації зафарбовування в графічному процесорі	37
Туйчев В.В., Кательніков Д.І.	Розробка програмного забезпечення доповненої реальності для розпізнавання рухів з використанням технологій SWIFT, ARKIT, COREML	39
Ічанська Н. В., Улько С. І., Бережний А. В.	Розробка мобільного додатку для моніторингу стану тварин за допомогою фреймворку ANGULARJS	41
Постова С. А.	Моделювання роботи детермінованих одноканальних систем масового обслуговування за допомогою мови C++	43
Рокицький О.С., Сугоняк І.І.	Використання кластерного аналізу для сегментації користувачів	46
Семенець Б.С., Морозов А.В.	CRM-системи в структурі сучасних бізнес-зв'язків	48
Тимченко А.О., Кравченко С.М.	Дослідження процесів застосування згорткової нейронної мережі	50
Цюпа І.В., Сугоняк І.І.	Використання прогнозування в управлінні фінансами домашнього господарства	52
Погрібний А. П., Чумакевич В.В., Чумакевич В.О.	Особливості математичного моделювання геотехнічних ситуацій при дослідженні району будівництва	54
Чернишов К.А., Майданюк В.П.	Аналіз впровадження безготівкових транзакцій у вендингових пристроях	56
Головня С.А., Марчук Г.В.	Кластерний аналіз: ієрархічна кластеризація	58
Ісаєв А.М., Сугоняк І.І.	Розробка системи моніторингу стану автошляхів	60
Секція 2. КОМП'ЮТЕРНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА КІБЕРБЕЗПЕКА		
Опанасюк Г.В., Єфіменко А.А.	Проект інформаційно-комунікаційної мережі спеціального призначення	63
Лоевський В.О.	Інформаційна система контролю тех-	65

	нічного стану комп'ютерів корпоративної мережі	
Красиленко В. Г., Нікітович Д. В.	Моделювання методів генерування потоків матричних перестановок значної розмірності для криптографічних перетворень зображень	67
Дрейс Ю.О., Лозова І.Л.	Розробка GDPR-моделі параметрів оцінювання наслідків витоку персональних даних	78
Криворучик Д.П.	Автоматизація за допомогою використання ботів	80
Кулініч І.Б.	Виклики глобального розвитку IoT, інновації і нові можливості в с/г	82
Дегтярьова А.А., Вакалюк Т.А.	Дослідження процесів захисту інформації в IoT	84
Бондарчук А.В., Єфіменко А.А.	Необхідність впровадження технології MPLS в мережах провайдерів та операторів зв'язку	88
Романченко Д.М., Єфіменко А.А.	Використання патернів проектування для підвищення ефективності автоматизації процесу тестування	90
Секція 3. ЦИФРОВА ОБРОБКА СИГНАЛІВ В АВТОМАТИЗОВАНИХ ТА ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМАХ		
Бугайов. М.В.	Метод оцінювання завантаженості спектру для систем автоматичного радіоконтролю	92
Волотовська В.В.	Експериментальні дослідження датчика вологості ґрунту системи управління параметрами мікроклімату	94
Дончук М.О., Меленський В.Д.	Радіопеленгатор ультракороткохвильового діапазону на базі SDR приймача	96
Лугових О.О., Табалюк Д.С.	Використання вейвлет-фільтрації при дослідженні властивостей дизельного біопалива	98
Лугових О.О., Цвет Т.П.	Дослідження методів сегментації зображень для структурних елементів поверхні виробів з природного каменю	100
Подчашинський Ю.О.,	Дослідження методів фільтрації циф-	102

Шавурська Л.Й.	рових зображень, що містять вимірвальну інформацію	
Фірса Д.О., Воронова Т.С., Чепюк Л.О.	Системи розпізнавання мови	104

Секція 4. КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ. ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

Безвесільна О.М., Ткачук А.Г.	Автоматизований комплекс стабілізації озброєння	106
Бойко Л.К., Наумов Д.О.	Новітні методи виготовлення багат шарових друкованих плат з вбудованими електронними компонентами	108
Безвесільна О.М., Ткачук А.Г.	Двоканальний ємнісний мемс гравіметр	110
Богдановський М.В., Кузьменко К.В.	Перспективи та прогрес реалізації прототипу мобільної платформи на базі коліс Ілона для транспортних систем	112
Коваль А.В., Ткачук А.Г., Гриневич М.С.	Мобільна бездротова автоматизована система аналізу якості повітря	114
Безвесільна О.М., Ткачук А.Г.	Трикоординатний авіаційний гравіметр	116
Ізмайлов М.М., Сіротюк В.А., Рібоженко М.В., Держановський Б.І., Задорожня І.М.	шляхи оптимізації параметрів систем Автоматичного керування електроприводами важких машин на основі ефекту резонансної електромеханічної взаємодії	118
Ковальчук Р.Ю., Крижанівська І.В.	Автоматизована система відмикання-замикання гаражних воріт житлових будинків	120
Андреев П.І., Степаняк М.В.	Пристрій контролю та управління доступом до об'єкта	122

Секція 5. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ ТА МЕДИЦИНІ

Говорадло П.П., Коломієць Р.О.	Дослідження процесів диференціації біосигналів для протезування верхніх кінцівок	124
Дубина О.Ф.	Визначення точності виміру паралакса при автоматичній обробці стереознімків	126

Сілі І.І.	Шляхи застосування вихрового ефекту та труби Ранка-Хілша у медицині	128
Ічанська Н. В., Улько С.І., Бережний А.В.	Розробка мобільного додатку для моніторингу стану тварин за допомогою фреймворку AngularJS	130
Андреев О.В., Білоцький М.О.	Дослідження точності місцевизначення з використанням GPS - трекера технології IoT	132
Ванельчук О.С., Корніюк А.В., Нікітчук Т.М.	Моделювання пульсової хвилі на вираженій ділянці променевої артерії	134
Левицький Б.В., Чухов В.В.	Дослідження виявлення дефектів графічної матриці при ультразвуковому дослідженні	136
Коренівська О.Л., Мартинчук П.П., Опанасюк Д.П.	Дослідження просторового розподілу іонів повітря від джерела аеронів	138
Секція 6. ІНФОРМАЦІЙНО-КОМУНІКАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ОСВІТІ		
Бевз С.В., Войтко В.В., Бурбело С.М., Завальнюк Є.К., Козубенко М. В., Невський В.С., Пастух М.О.	Розробка інформаційно-комунікаційної технології з використанням квест-системи	140
Віров О.Ю. Семенець С.П.	Individualized adaptive learning Концептуальні засади використання засобів інформаційно-комунікаційних технологій в умовах компетентнісної математичної освіти	142 144
Вакалюк Т.А., Рантюк І.І.	Організаційні структури у ІТ компаніях	146
Декарчук С.О.	Законодавчі засади впровадження електронного підручника як інноваційного засобу навчання	148
Іщенко Г.В., Шумигай С.М.	Використання інтерактивних презентацій Prezi у підготовці майбутніх учителів математики	150
Мельник Н.В.	Активізація навчально-пізнавальної діяльності учнів у процесі навчання	152

Возносименко Д.А.	програмуванню Підготовка майбутніх учителів до використання QR-кодів у здо- ров'язберігаючій діяльності учнів на уроках математики	154
Плахотнюк І.М.	Цифровізація в сучасному вищому навчальному закладі	156
Решітник Ю.В.	використання ресурсу Wolfram Demon-?Trations Project під час лек- ційних занять із загальної фізики	158
Кривонос О.М., Кривонос М.П.	Огляд середовища для роботи з Arduino Fritzing	160
Іщенко Г.В., Дубовик В.В.	Використання системи Mathematica під час навчання лінійної алгебри	162
Ніжегородцев В.О., Нечепоренко А.О.	Інформаційні технології в системі підготовки фахівців державного пуб- лічного управління	164