***DOI:10.32703/2617-9040-2022-39-23***

*УДК 658.012:681.32:621.38*

***Леонід Тимченко[1], Наталія Кокряцька[2], Олександр Герцій[3], Дмитро Жук[4*], Валентина Каплун[5], Надія Дубова[6]***

[1] Доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри систем штучного інтелекту та телекомунікаційних технологій, Державний університет інфраструктури та технологій, вул. Кирилівська, 9, м. Київ, 04071, Україна. ORCID: http://orcid.org/0000-0001-5056-5913

[2] Кандидат технічних наук, доцент кафедри систем штучного інтелекту та телекомунікаційних технологій, Державний університет інфраструктури та технологій, вул. Кирилівська, 9, м. Київ, 04071, Україна. ORCID: http://orcid.org/0000-0001-9813-1399

[3] Кандидат технічних наук, завідувач кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, Державний університет інфраструктури та технологій, вул. Кирилівська, 9, м. Київ, 04071, Україна. ORCID: http://orcid.org/0000-0002-8634-5880

[4] Аспірант кафедри систем штучного інтелекту та телекомунікаційних технологій, Державний університет інфраструктури та технологій, вул. Кирилівська, 9, м. Київ, 04071, Україна. ORCID: http://orcid.org/0000-0001-8951-5542

[5] Старший викладач кафедри захисту інформації, Вінницький національний технічний університет, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021, Україна. ORCID: http://orcid.org/0000-0003-4353-3694

[6] Старший викладач кафедри вищої математики, Вінницький національний технічний університет, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021, Україна. ORCID: http://orcid.org/0000-0002-3039-6902

***Автор, відповідальний за листування:** zhuk_do@ukr.net

# МЕТОД ЗНАХОДЖЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧНИХ ЦЕНТРІВ ФРАГМЕНТІВ ЗОБРАЖЕНЬ ЛАЗЕРНИХ ТРАС

*Розглянуто метод знаходження енергетичних фрагментів зображень лазерних трас в реальному часу та його застосування для задач розпізнавання образів. Приведені теоретичні відомості, експериментальні дослідження і програмна реалізація системи розпізнавання образів подібного до природних структур.*

*Проведено аналіз останніх робіт з нейробіології та робіт пов'язаних з моделюванням нейронних механізмів. Виявлено основні проблеми у існуючих роботах, пов'язаних з моделюванням систем сприйняття інформації природним способом.*

*Метою дослідження є програмне застосування методу знаходження енергетичних центрів образів в реальному масштабі часу для оптимізації цих енергетичних центрів.*

*Завданням дослідження є аналіз застосування методу знаходження енергетичних центрів фрагментів зображень лазерних трас.*

*Проведено опис методу аналізу зображень лазерних трас на основі визначення центру ваги на основі моментних ознак.*

*Наведено приклад роботи та описано основний функціонал програми обробки зображень лазерних трас.*

*Подано зразки еталонних образів та окремих фрагментів протяжних лазерних трас, що використовувалися у ході експериментів, а також криві знаходження їх енергетичних центрів.*

*Проведено комп'ютерне моделювання обробки зображень лазерних трас, в результаті якого показано адекватність обчислених результатів.*

***Ключові слова:** лазерні траси, паралельно-ієрархічні перетворення, обробка зображень, лазерні плями.*

**Вступ.** Метою даної статті є програмне застосування методу знаходження енергетичних центрів образів в реальному масштабі часу для оптимізації цих енергетичних центрів.

Розвиток комп'ютерних технологій проявляється в еволюційному переході від традиційних структур фон Неймана до експертних систем та інтелектуальної нейротехніки, що імітує діяльність мозку людини, інтелектуальні та обчислювальні засоби шостого покоління. Можна впевнено сказати, що найкращим пристроєм для паралельного перетворення оптичної інформації є око – найбільш унікальна сенсорна система людини. Людський мозок – це природній процес, в якому обробляється сенсорна інформація. Питання полягає в тому, чи можна зробити модель процесу сприйняття сенсорної інформації оком за допомогою реалізації нейроподібної системи обробки даних. Проаналізувавши останні роботи в сфері нейробіології та напрацювання пов'язані з моделюванням механізмів нейроподібної сенсорної обробки даних, можна виділити, що є незрозумілими такі питання: як формується взаємодія нейроасамблей в корі головного мозку людини, їх спільна робота на етапі локальних нейронних мереж; як під час скоординованого впливу одночасно багатьох подразників відбувається об'єднання просторово відокремлених активованих нейроасамблей Д. Хебба у вертикальних та горизонтальних трасах? Саме тому в статті проведено дослідження гіпотетичної моделі просторового об'єднання та структурування даних в корі головного мозку людини, які належать до сфери обробки та розпізнавання образів. Обговорювані в статті моделі все ще більше відносно схожі на природні комп'ютери, але вони показують новий, більш досконалий підхід до реалізації машинних обчислень, який можна використовувати для створення нових систем мікропроцесорів та комп'ютерів з новітньою архітектурою. Також вони дозволяють винайти новий підхід до біологічних систем. Зразком даного підходу є засади колективних розрахунків у системах колективного прийняття рішень, яким необхідна колективна робота багатьох простих рішень, в результаті яких ухвалюється більш складне вирішення за допомогою об'єднання інформації на протязі короткого проміжку часу. Спираючись на обробку нейробіологічних даних з теорії структурування сенсорної інформації в мозку людини та певні особливості того як влаштовані розрахунки у корі було виявлено декілька неспівпадінь у природних системах розпізнавання об'єктів і ситуацій, які дуже ускладнюють технічні вимоги та співпадають з основними вимогами, необхідними для інтелектуальних систем обчислення даних.

**Аналіз останніх досліджень та постановка проблеми.** Під час проведення аналізу останніх досліджень в області нейромереж, пов'язаних з моделюванням системи сприйняття образів природинми сенсорами, було визначено, що невідомо, як саме, в корі головного мозку людини, проводиться сумісна робота утворених нейроасамблей та їх робота на етапі локальних нейромереж. Також незрозуміло, як саме, під час дії багатьох зовнішніх подразників, відбувається інтегрування нейроасамблей Д. Хебба у вертикальних та горизонтальних трасах.

**Мета і завдання дослідження.** Метою дослідження є програмне застосування методу знаходження енергетичних центрів образів в реальному масштабі часу для оптимізації цих енергетичних центрів.

Завданням дослідження є аналіз застосування методу знаходження енергетичних центрів фрагментів зображень лазерних трас.

**Матеріали та методи дослідження.** У статті проведено опис методу аналізу зображень лазерних трас на основі визначення центру вагомості на основі моментних ознак [4 – 6].

1. Для всього фрагмента траси знаходиться точка з максимальною яскравістю Tmax.
2. Від максимальної яскравості беруться N значень яскравості Tmax-w, w=1, 2.N. У програмі є можливість вибирати необхідну кількість N значень яскравості. Крайні точки з яскравістю TMAX-C утворюють крайову лінію. Таким чином визначалися N крайових ліній [7].
3. Для кожного крайового контуру визначалися попередні центри окремо для кожної координати:

$$x=\frac{1}{M}\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y=0}^{N-1} w\,(f\,(x,y))\cdot\cdot x,\;\; y=\frac{1}{M}\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y=0}^{N-1} w\,(f\,(x,y))\cdot\cdot y,\;\; M=\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y=0}^{N-1} w\,(\mathrm{f}\,(\mathrm{x,y})) \qquad (1)$$

де w=1, 2.N, f(x,y) – яскравість.

4. Знаходяться усереднені координати для всього фрагмента траси (даними для усереднювання є координати центру кожного крайового контуру).

5. Пошук еталонного зображення. Для навчальної вибірки знаходяться для кожного фрагмента траси усереднені значення центрів крайових контурів, з яких складається фрагмент траси. Для формування еталонного образу використовувалася різна кількість фрагментів [8].

6. Етап тунелювання проводився по усереднених значеннях центрів крайових контурів та заданій точності у пікселях (наявна можливість задати необхідну точність) [9].

7. Етап обробки поточних фрагментів траси. На цьому етапі у разі попадання усереднених значень центрів крайових контурів фрагменту траси у тунель еталонного образу фрагмент траси вважається «хорошим», інакше – «поганим» [10 - 11].

8. Для «хорошого» фрагменту траси виконується оптимізація ваг за формулою (2):

$$\mathrm{x}=\frac{1}{M}\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y=0}^{N-1} w(f\,(x,y))\cdot(x+\delta_x)\,,\quad \mathrm{y}=\frac{1}{M}\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y=0}^{N-1} w(f\,(x,y))\cdot(y+\delta_y)\,. \qquad (2)$$

Ці центри утворюють кінцевий результат.

На рис. 1 зображено вікно програми, розділене на дві частини: в першій – розміщено інформацію про еталонний образ(панель «ЕТАЛОННИЙ ОБРАЗ»), у другій – фрагмент траси, який порівнюється (панель «ОБРАЗ ДЛЯ ПОРІВНЯННЯ»).

Окремо виділено область «ПАНЕЛЬ МЕРЕЖ».

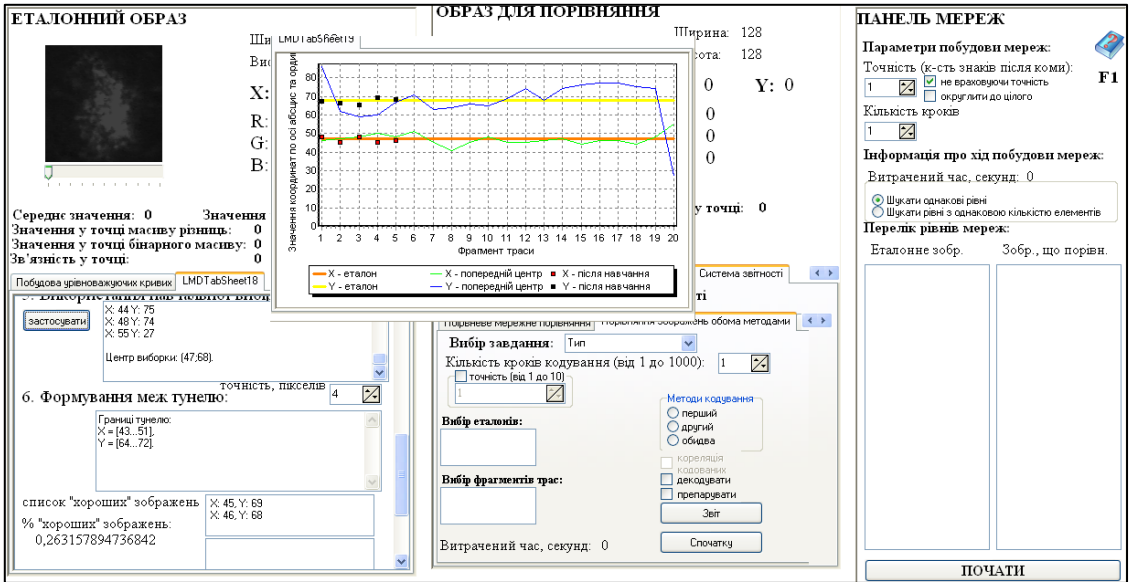



*Рис. 1.* **Вигляд головного вікна роботи програми**

Програма містить в собі наступний функціонал:

функціонал вибору частини лазерних трас для створення еталонного образу або для фрагменту траси, яка порівнюється;

можливість зберегти еталонний образ та його автоматизований вибір при обчисленнях;

можливість створити еталонний образ структури нейромережі, а також порівняльний образ за допомогою вказання кількості кроків кодування та точність;

можливість автоматизованого обчислення розміру матриці на різних ієрархічних етапах та відображення елементів цих матриць;

створення та друк графового дерева паралельно-ієрархічної мережі;

можливість кодувати та декодувати еталонний і порівняльний образи за допомогою вказання кількості кроків кодування та точності;

можливість кодування та декодування матриць на різних ієрархічних етапах;

визначення часту, необхідного для проведення обчислень;

відображення образів в результаті декодування;

створення методу препарування з використанням популяційного кодування, що містить в собі автоматизований пошук оптимального порогу, підрахунок нульових, негативних та позитивних препаратів;

створення за допомогою популяційного кодування урівноважуючих кривих, що містить в собі можливість коефіцієнтної кореляції препаратів на різних ієрархічних етапах [12];

можливість налаштування звіту;

мережне порівняння на різних ієрархічних етапах, що автоматизує встановлення коефіцієнтів кореляції при різних вхідних даних, що в результаті дає можливість отримати розгорнутий або стислий звіт [13];

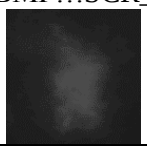
збереження всіх проведених дослідів для можливості перегляді історії;

розгорнута довідка для користувачів.

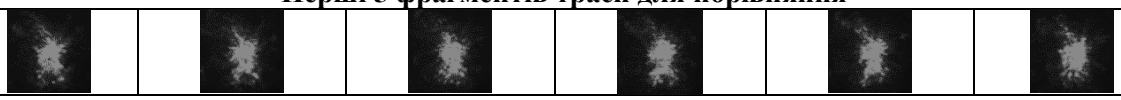
У табл. 1 подані зразки еталонних образів та окремих фрагментів протяжних лазерних трас, що використовувалися у ході експериментів, а також криві знаходження їх енергетичних центрів [14 – 15].

*Таблиця 1*. **Зразки образів та фрагменти трас**

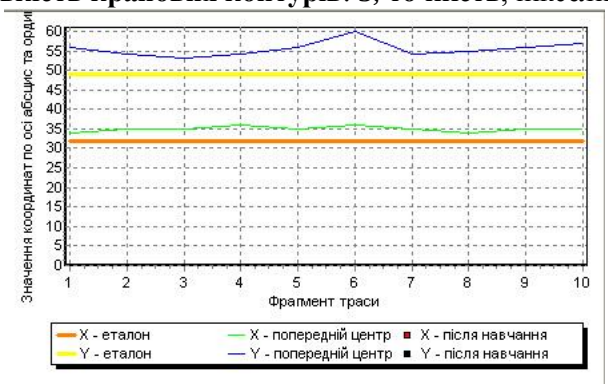
**Еталонний образ сформовано із 10% фрагментів траси №1**:
[SCR_001.BMP…SCR_010.BMP];



**Перші 5 фрагментів траси для порівняння**



**Кількість крайових контурів**: 3, **точність**, пікселів: 1.

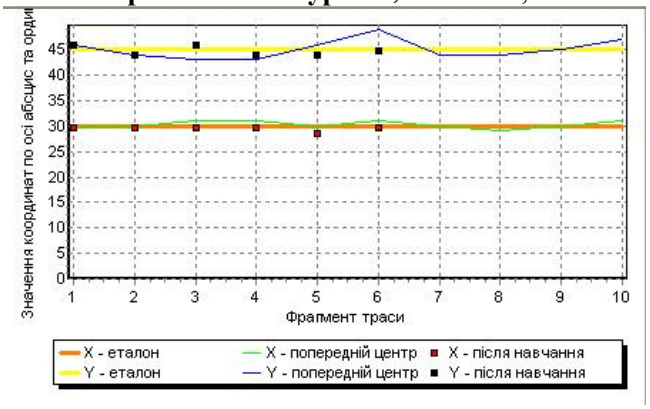



**Центр еталону**: (37;42). **Границі тунелю**: **X** = [31...33], **Y** = [48...50]; **% "хороших зображень"**: 0.

**Кількість крайових контурів**: 1, **точність**, пікселів: 1.

**Центр еталону**: (24;33). **Границі тунелю**: **X** = [23...25], **Y** = [32...34]. **% "хороших зображень"**: 0.

**Кількість крайових контурів**: 3, **точність**, пікселів: 2.




**Центр еталону**: (30;45). **Границі тунелю**: **X** = [28...32],**Y** = [43...47]. **% "хороших зображень"**: 67.

**Кількість крайових контурів**: 1, **точність**, пікселів: 2.

**Центр еталону**: (47;65). **Границі тунелю**: **X =** [45...49], Y = [63...67]. **% "хороших зображень"**: 11.

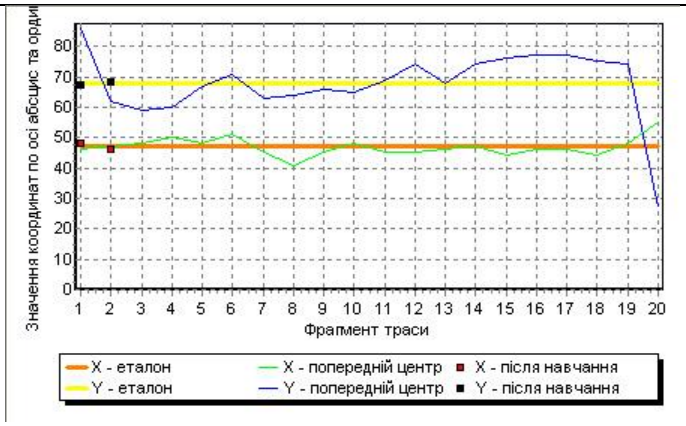
**Еталонний образ сформовано із 20% фрагментів траси №1**: [SCR_001.BMP…SCR_020.BMP];

**Кількість крайових контурів**: 3, **точність**, пікселів: 1.
**Центр еталону**: (30;48). **Границі тунелю**: **X** = [29...31], **Y** = [47...49]. **% "хороших зображень"**: 5,3.

**Кількість крайових контурів**: 1, **точність**, пікселів: 1.
**Центр еталону**: (47;68). **Границі тунелю**: **X =** [46...48], **Y** = [67...69]. **% "хороших зображень"**: 0.

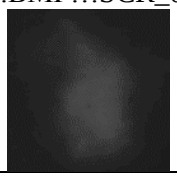
**Кількість крайових контурів**: 3, **точність**, пікселів: 2.
**Центр еталону**: (30;52). **Границі тунелю**: **X** = [28...32], **Y** = [50...54]. **% "хороших зображень"**: 36,8.

**Кількість крайових контурів**: 1, **точність**, пікселів: 2.




**Центр еталону**: (47;68). **Границі тунелю**: **X** = [45...49], **Y** = [66...70]. **% "хороших зображень"**: 11.

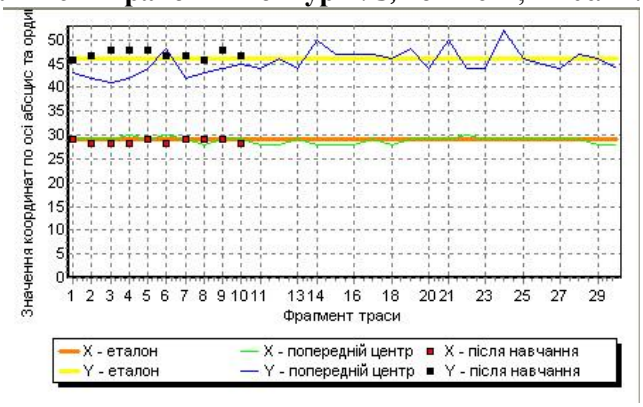
**Еталонний образ сформовано із 30% фрагментів траси №1**: [SCR_001.BMP…SCR_030.BMP];



**Кількість крайових контурів**: 3, **точність**, пікселів: 1.
**Центр еталону**: (31;47). **Границі тунелю**: **X** = [30...32], **Y** = [46...48]. **% "хороших зображень"**: 6,9.

**Кількість крайових контурів**: 1, **точність**, пікселів: 1.
**Центр еталону**: (47;70). **Границі тунелю**: **X** = [46...48], **Y** = [71...72]. **% "хороших зображень"**: 0.

**Кількість крайових контурів**: 3, **точність**, пікселів: 2.




**Центр еталону**: (29;46). **Границі тунелю**: **X** = [27...31], **Y** = [44...48]. **% "хороших зображень"**: 35.

**Кількість крайових контурів**: 1, **точність**, пікселів: 2.
**Центр еталону**: (47;70). **Границі тунелю**: **X** = [45...49], **Y** = [68...72]. **% "хороших зображень"**: 3,4.

У ході експерименту проводилося знаходження енергетичних центрів еталонних образів. Як еталонні бралися образи, що були раніше сформовані із певної (зазначеної у табл. 1) сукупності фрагментів трас та збережені програмою «Обробка зображень лазерних трас» і подальше порівняння з іншими фрагментами трас проводилося саме для них.

**Висновки.** У роботі описано метод знаходження енергетичних центрів фрагментів зображень лазерних трас за допомогою використання принципів популяційного кодування в нейромережі з максимальним приближення обчислень до таких, які відбуваються в природних нейронних мережах головного мозку людини.

У порівнянні з існуючими структурами нейромереж, де для обчислень беруть абсолютні критерії подоби, в запропонованому методі застосовуються нормовані критерії.

Проведено комп'ютерне моделювання обробки зображень лазерних трас, в результаті якого показано адекватність обчислених результатів.

У ході проведення експерименту нами встановлено, що при зменшенні кількості крайових контурів енергетичний центр еталону зміщується у сторону більшої активності лазерної траси. Вищий відсоток хороших зображень підвищується завдяки збільшенню точності, а, отже, і збільшенню границь еталонного тунелю.

Після оптимізації ваг енергетичних центрів «хороших» зображень ми бачимо, що ці енергетичні центри максимально наближаються до енергетичного центру еталонного образу.

## ЛІТЕРАТУРА


1. Tymchenko L., Kokriatskaia N., Gertsiy A., Stepaniuk D., Chernyaschuk N., Kotyra A., Amirgaliev Y. Elaboration of pyramidal methods applying computation technique "rough-fine" image identification // Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. Poland. 2019. DOI: 10.1117/12.2537179.
2. Наконечна С. В. Оброблення зображень плям лазерних пучків із застосуванням паралельно-ієрархічних мереж : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. тех. наук : 05.13.23 : захист 26.12.2014 / наук. кер. Л. І. Тимченко. Львів, 2014. 27 с.
3. Tymchenko L., Tverdomed V., Petrovsky N., Kokriatskaia N.,Maistrenko Y. Development of a method of processing images of laser beam bands with the use of parallel hierarchic networks // Eastern European Journal of Enterprise Technologies. 2019. №6/9(102). P. 21-27. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.188568
4. Romanyuk O., Pavlov S., Melnyk O., Romanyuk S. Method of anti-aliasing with the use of the new pixel // Proceedings SPIE 9816. 2015.
5. Yarovyy A., Tymchenko L., Kokriatskaia N., Nakonechna S., Mateichuk M. Organization of HighPerformance Parallel-Hierarchical Computing Processes for Classification of Laser Beam Images // Proceedings of the 12th International Conference on DAS-2014, Universitatea Stefan cel Mare Suceava, 192-197. 2014.
6. Romanyuk, S. O., Pavlov, S. V., Melnyk, O. V. New method to control color intensity for antialiasing," International "Siberian Conference Control and Communications // SIBCON. 2015. DOI: 10.1109/SIBCON.2015.7147194 (2015).
7. Yang Y., Li J., Zhou T., Schille J., Loeschner U., Perrie W., Gearder G., Edwardson S. Dynamic beam shaping with polarization control at the image plane for material processing // Liverpool. 2018. P. 581 – 584. DOI: https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.08.083
8. Яровий А. А., Кокряцька Н. І., Наконечна С. В., Матейчук М. С., Польгуль Т. Д.Аналіз обчислювальної складності GPU-орієнтованих паралельно-ієрархічних обчислювальних систем та оцінювання продуктивності їх апаратного забезпечення // Оптико-електронні інформаційно-енергетичні технології.2014. №1 С. 18-25.
9. Тимченко Л. І., Кокряцька Н. І., Мельник В. В., Наконечна С. В. Новий метод прогнозування із застосуванням паралельно-ієрархічної мережі // Штучний інтелект. 2012. № 3. С. 56-62.
10. Tymchenko L. Parallel-hierarchical networks for processing biomedical images and images of stains of laser beams. Experimental research // ASMI, Poltava. 2017.
11. Sawicki, D. Using the GPU to determine the area the flame in the vision diagnostic system // Informatyka Automatyka Pomiary w Gospodarce i Ochronie Srodowiska. 2015. С. 80-85.
12. Lawicki T., Zhirnova O. Application of curvelet transform for denoising of CT images // Proceedings SPIE 9662. 2015.
13. Orlov D., Neverova E. Determination of the position of the center of a laser beam when the dynamic range of the matrix receiver is exceeded. // Measurement Techniques. 2011. Vol. 53, № 10. P. 1140-1146.
14. Aharon O., Laser Beam Profiling and Measurement. URL: http://www.novuslight.com/laser-beam-profiling-and-measurement_N678.html.
15. Roundy C. Current Technology of Laser Beam Profile Measurements // Ophir-Spiricon Inc. 2016.

## REFERENCES


1. Tymchenko L., Kokriatskaia, N., Gertsiy, A., Kotyra, A., Amirgaliyev, Y. (2019). Elaboration of pyramidal methods applying computation technique "rough-fine" image identification. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering. DOI: 10.1117/12.2537179.
2. Nakonechna S. (2014). Obroblennya zobrazhen' plyam lazernih puchkiv iz zastosuvannyam paralel'no-ієrarhichnih merezh [Image processing of laser beam spots using parallel-hierarchical networks] *Extended abstract of candidate's thesis.* Lviv [in Ukrainian].
3. Tymchenko L., Tverdomed V., Petrovsky N., Kokryatska N., Maistrenko Y. (2019). Development of a method of processing images of laser beam bands with the use of parallel hierarchic networks. DOI: 10.15587/1729-4061.2019.188568
4. Romanyuk O. (20150). Method of anti-aliasing with the use of the new pixel model. Proceedings SPIE 9816.
5. Timchenko L. (2014). Organization of HighPerformance Parallel-Hierarchical Computing Processes for Classification of Laser Beam Images. Proceedings of the 12th International Conference on DAS-2014, Universitatea Stefan cel Mare Suceava, 192-197.
6. Romanyuk S., Pavlov S., Melnyk O. (2015). New method to control color intensity for antialiasing," International "Siberian Conference Control and Communications. SIBCON. DOI: 10.1109/SIBCON.2015.7147194.
7. Tang Y. Li J. Zhou T. Schille J. (2018). Dynamic beam shaping with polarization control at the image plane for material processing. Liverpool. DOI: https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.08.083
8. Yarovyj, A. A., Kokriats'ka, N. I., Nakonechna, S. V., Matejchuk, M. S., Pol'hul', T. D. (2014). Analiz obchysliuval'noi skladnosti GPU-oriientovanykh paralel'no-iierarkhichnykh obchysliuval'nykh system ta otsiniuvannia produktyvnosti ikh aparatnoho zabezpechennia [Analysis of computational complexity GPU-oriented hierarchical parallel computing and performance evaluation of hardware]. Optyko-elektronni informatsijno-enerhetychni tekhnolohii – Opto-electron Information technology the energy, 1 (27), 18–25 [in Ukrainian].
9. Tymchenko, L. I., Kokriats'ka, N. I., Mel'nikov, V. V., Nakonechna, S. V. (2012). Novyj metod prohnozuvannia iz zastosuvanniam paralel'no-iierarkhichnoi merezhi [A new forecasting method using the parallel-hierarchical network], materialy mizhnar. nauk.-tekhn. konf. Shtuchnyj intelekt. Intelektual'ni systemy – Artificial Intelligence. Intelligent Systems, 59–62 [in Ukrainian].
10. Timchenko L. (2017). Parallel-hierarchical networks for processing biomedical images and images of stains of laser beams. Experimental research. ASMI, Poltava.
11. Sawicki D. (2015). Using the GPU to determine the area the flame in the vision diagnostic system. Informatyka Automatyka Pomiary w Gospodarce i Ochronie Srodowiska.
12. Lawicki T., Zhirnova O. (2015). Application of curvelet transform for denoising of CT images. Proceedings SPIE 9662.
13. Orlov D. (2011). Determination of the position of the center of a laser beam when the dynamic range of the matrix receiver is exceeded. Measurement Techniques.
14. Aharon O. Laser Beam Profiling and Measurement. Retrieved from: http://www.novuslight.com/laser-beam-profiling-and-measurement_N678.html.
15. Roundy C. (2016). Current Technology of Laser Beam Profile Measurements. Ophir-Spiricon Inc.



***Leonid Tymchenko[1], Kokriatska Natalia[2], Alexander Gertsiy[3], Dmytro Zhuk[4], Valentyna Kaplun[5], Nadiia Dubova[6]***

[1] Doctor of Technical Sciences, Professor, Head of the Department of Artificial intelligence systems and telecommunication technologies, State University of Infrastructure and Technology, 9, Kyrylivska str., Kyiv, 04071, Ukraine. ORCID: http://orcid.org/0000-0001-5056-5913

[2] Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Artificial intelligence systems and telecommunication technologies, State University of Infrastructure and Technology, 9, Kyrylivska str., Kyiv, 04071, Ukraine. ORCID: http://orcid.org/0000-0001-9813-1399

[3] Candidate of Technical Sciences, Head of the Department of Automation and computer integrated transport technologies, State University of Infrastructure and Technologies, 9, Kyrylivska str., Kyiv, 04071, Ukraine. ORCID: http://orcid.org/0000-0002-8634-5880

[4] Graduate student of the Department of Artificial intelligence systems and telecommunication technologies, State University of Infrastructure and Technology, 9, Kyrylivska str., Kyiv, 04071, Ukraine. ORCID: http://orcid.org/0000-0001-8951-5542

[5] Senior Lecturer of the Department of Information Protection, Vinnytsia National Technical University, 96, Khmelnytsky highway, Vinnytsya, 21021, Ukraine. ORCID: http://orcid.org/0000-0003-4353-3694

[6] Senior Lecturer of the Department of Higher Mathematics, Vinnytsia National Technical University, 96, Khmelnytsky highway, Vinnytsya, 21021, Ukraine. ORCID: http://orcid.org/0000-0002-3039-6902

## METHOD OF FINDING ENERGY CENTERS OF LASER PATHS IMAGES FRAGMENTS

*Considered method of finding energy fragments of images of laser tracks in real time and its application for image recognition problems are considered. Given theoretical information, experimental research and software implementation of the image recognition system similar to natural structures.*

*Presented an analysis of recent work on neurobiology and work related to the modeling of neural mechanisms. The main problems in the existing work related to the modeling of information perception systems in a natural way have been identified.*

*The aim of the study is the software application of the method of finding the energy centers of images in real time to optimize these energy centers.*

*The task of the research is to analyze the application of the method of finding the energy centers of fragments of images of laser paths.*

*Carried out the description of the method of analysis of images of laser tracks on the basis of determination of the center of gravity on the basis of moment signs is carried out.*

*Described an example of work is given and the main functionality of the laser image processing program.*

*Presented samples of reference images and individual fragments of long laser paths used in the experiments, as well as the curves of their energy centers.*

*Shown computer simulation of laser path image processing was performed, as a result of which the adequacy of the calculated results.*

***Keywords:*** *laser paths, parallel-hierarchical transformations, image processing, laser spots*