

DOI: [10.28925/2663-4023.2019.6.105111](https://doi.org/10.28925/2663-4023.2019.6.105111)

УДК 004.056.55

**Петлицький Віталій Володимирович**магістр факультету Інформаційних технологій  
Державний університет телекомунікацій, Київ, Україна

ORCID ID: 0000-0001-6955-4966

[gerov333@gmail.com](mailto:gerov333@gmail.com)**Шевченко Світлана Миколаївна**канд. пед. наук, доцент, доцент кафедри інформаційної та кібернетичної безпеки  
Київський університет імені Бориса Грінченка, м. Київ, Україна

ORCID ID: 0000-0002-9736-8623

[s.shevchenko@kubg.edu.ua](mailto:s.shevchenko@kubg.edu.ua)**Мазур Наталія Петрівна**

кандидат педагогічних наук, доцент

кафедри інформаційної та кібернетичної безпеки

Київський університет імені Бориса Грінченка, м. Київ, Україна

ORCID ID: 0000-0001-7671-8287

[n.mazur@kubg.edu.ua](mailto:n.mazur@kubg.edu.ua)

## РОЗРОБКА АЛГОРИТМУ РОЗПІЗНАВАННЯ РУХІВ ОБ'ЄКТІВ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННОЇ МЕРЕЖІ ДЛЯ СИСТЕМИ ВІДЕОНАГЛЯДУ

**Анотація.** Дана стаття присвячена проблемі захисту приватної власності об'єкта, що знаходиться під охороною, а саме: пропонується алгоритм розпізнавання рухів об'єктів за допомогою нейронної мережі для системи відеонагляду. Здатність сприйняття зовнішнього світу у формі образів дозволяє з певною вірогідністю досліджувати властивості нескінченного числа об'єктів на підставі ознайомлення з кінцевим їх числом, а об'єктивний характер основної властивості образів дозволяє моделювати процес їх розпізнавання. На підставі аналізу наукової літератури визначені основні дефініції теорії розпізнавання образів, а саме «образ», «ознака», «вектор-реалізація». Досліджені підходи, методи та технології розпізнавання рухів об'єктів, виділені їх якісні характеристики та недоліки. Визначено, що штучні нейронні мережі є найбільш ефективним методом для розв'язання задачі розпізнавання рухів об'єктів завдяки точності результату, простоті та швидкодії. На підставі структурної схеми комплексного алгоритму обробки і аналізу зображень розроблено алгоритм розпізнавання рухів об'єктів за допомогою нейронної мережі для системи відеонагляду.

**Ключові слова:** система відеонагляду; теорія розпізнавання образів; методи розпізнавання рухів об'єктів; нейронні мережі

### 1. ВСТУП

У сучасному світі все більше набуває актуальності вислів «Безпека над усе». Це стосується різних сфер діяльності та життя людства. Безпека об'єкта, що охороняється, є однією із складових цього процесу, а ведення відеонагляду – один із способів підтримувати безпеку на належному рівні. Система відеонагляду – це комплекс обладнання та програмного забезпечення, призначений для спостереження за територією, діями та ситуацією. Традиційні системи відеонагляду є досить поширеними в сучасних охоронних агентствах та показують досить великий рівень захисту. Проте мають і свої недоліки: великі масиви зафіксованого відеоматеріалу потребують відповідно і великі затрати пам'яті та часу для перегляду та аналізу цих даних. На підвищення ефективності систем відеонагляду спрямоване наше дослідження.

В основі інформаційної системи відеонагляду лежать сучасні методи та технології кібернетики, а саме, машинне навчання [1], теорія комп'ютерного зору [2], теорія розпізнавання образів [3].

Значний внесок у розвиток теорії розпізнавання зробили А. Харкевич, В. Глушков, В. Міхалевич, О. Івахненко, Ю. Журавльов, Я. Ципкін, В. Васильєв. Серед іноземних вчених потрібно відмітити працю Ф. Розенблатта, який у 1957 р. запропонував машину «перцептрон» (то персерт – сприймати) для розпізнавання образів. Це була найпростіша модель діяльності людського мозку. Значний вклад у подальший розвиток теорії розпізнавання образів внесли У. Гарднер, Р. Дуда, Г. Себастьян, Дж. Ту, К. Фу, П. Харт, С. Ватанабе та інші.

Існує багато підходів та рішень для задачі розпізнавання рухів об'єктів, проте всі вони поступаються нейронним мережам, застосування яких дозволяє одержати більш точний результат за малий проміжок часу. Це підтверджується практичними наробками авторів [4 - 9].

Метою даного дослідження є розробка та створення алгоритму для розпізнавання рухів об'єктів за допомогою нейронної мережі для систем відеонагляду.

## 2. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Теорія розпізнавання образів (Pattern recognition) – розділ кібернетики, присвячений створенню теоретичних основ класифікації та ідентифікації предметів, явищ, процесів, сигналів, ситуацій тощо, які будемо узагальнено називати об'єктами, а процеси класифікації та ідентифікації – розпізнаванням [3]. Базуючись на дослідженнях авторів [3], визначимо основні дефініції та дамо короткий опис кожного з методів теорії розпізнавання образів.

Образом (Pattern) називається модель, яка відбиває властивості об'єкта, що розпізнається. Образ характеризується множиною ознак розпізнавання, які утворюють структурований вектор-реалізацію образу. Часто «образ» заміняють на «клас розпізнавання». Ознакою (Feature) розпізнавання називається характеристика певної властивості об'єкта, що аналізується. Вектором-реалізацією образу називається структурована, тобто впорядкована, послідовність ознак розпізнавання, яку будемо подавати у вигляді вектора-рядка або вектора-стовпця. Система розпізнавання образів – електронно-обчислювальний комплекс, здатний моделювати розумові процеси, властиві людині під час прийняття рішень із метою виявлення аналогій серед досліджуваних об'єктів. Для розпізнавання образів необхідно розв'язати дві основні задачі: розбиття простору ознак розпізнавання на області, що відповідають певному класу об'єктів, та визначення належності реалізації образу, що розпізнається, до відповідного класу.

Основними підходами в теорії розпізнавання образів є:

- 1) алгебраїчний, основною перевагою якого є прості вирішальні правила; основний недолік цього підходу полягає в невисокій достовірності розпізнавання, оскільки він не враховує неконтрольовані фактори, які впливають на процес розпізнавання;
- 2) геометричний, що характеризується універсальністю, наочністю та простотою інтерпретації алгоритмів розпізнавання;
- 3) статистичний, у рамках якого використовують статистичні характеристики аналізу даних;
- 4) біологічний, до якого відносять штучні нейронні мережі;
- 5) мережевий (семантичні мережі, фрейми, мережі Петрі, дерево рішень тощо);
- 6) нечіткий, який створено на базі алгебраїчного підходу, дозволяє моделювати процеси розпізнавання образів, що апріорно перетинаються в просторі ознак розпізнавання, але він не пристосований до оптимізації параметрів функціонування системи розпізнавання;
- 7) теоретико-ігровий підхід, вирішальні правила у рамках якого характеризуються високою складністю та невисокою достовірністю розпізнавання.

На практиці дані підходи доповнюють один одного для підвищення ефективності розв'язання задачі розпізнавання образів.

Методи розпізнавання образів можна умовно поділити на дві групи інтенціальні та екстенціальні [3; 10].

У дослідженні [10] демонструються особливості кожної з груп, методи, які відносяться до кожної групи, виділяються якісні характеристики цих методів та їх недоліки. Результати представлені у таблиці 1.

Таблиця 1.  
Методи розпізнавання образів

Інтенціальні методи	Екстенціальні
Об'єкти в даних методах не розглядаються як цілісні інформаційні одиниці, а виступають у ролі індикаторів для оцінки взаємодії і поведінки своїх атрибутів	Кожному досліджуваному об'єкту в більшій чи меншій мірі надається самостійне діагностичне значення
1. Методи, засновані на оцінках густини розподілу значень ознак. За їх допомогою вирішуються завдання з відомим розподілом, але виникає необхідність набору та перебору великої статистики. Недолік – висока чутливість до непередставницької навчальної вибірки і артефактів.	1. Метод порівняння з прототипом. Його недоліком є висока залежність результатів класифікації від міри відстані (метрики) та неможливість створення заздалегідь визначеної оптимальної метрики.



2. Логічні методи. Застосовуються для завдань невеликої розмірності простору ознак. Недолік – висока обчислювальна трудомісткість.	2. Метод k найближчих сусідів. Застосовується на завданнях невеликої розмірності за кількістю класів і ознак. Має високу залежність результатів класифікації від міри відстані (метрики).
3. Лінгвістичні (структурні) методи. Virішуються завдання відновлення (визначення) граматики за деякою множиною висловлювань (описів об'єктів). Такі завдання важко формалізувати, тому вони важко піддаються математичному представленню	3. Колективи вирішальних правил (КВП). Відзначається дуже висока технічна складність методу, невирішеність низки теоретичних проблем, як при визначенні областей компетенції приватних методів, так і в самих приватних методах

До основних завдань розпізнавання образів відносять:

- приведення вхідних даних; вибір інформаційних ознак;
- розпізнавання об'єкта і класифікація; автоматична класифікація;
- динамічне розпізнавання; динамічна класифікація;
- задача прогнозування.

#### 4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ

Як свідчать наукові джерела з проблеми розпізнавання образів, то з кожним роком зростає зацікавленість вирішення більш складних задач розпізнавання об'єктів, що обумовлена автоматизацією, необхідністю образних процесів комунікації в інтелектуальних системах. Тому удосконалення реалізації розпізнавання комп'ютерними системами образів є актуальною. Один з перспективних напрямків вирішення даної проблеми ґрунтується на застосуванні штучних нейронних мереж і нейрокомп'ютерів, як найбільш прогресивних по відношенню проблем класифікації задач розпізнавання образів [11]. У наш час запропоновано велику кількість архітектур нейромереж для застосування у розпізнаванні об'єктів. Аналіз запропонованих рішень показує, що й досі не існує такої моделі, яка б була кращою серед усіх результуючих показників роботи. Розвиток теорії штучних нейронних мереж багато у чому пов'язаний із іменами У. Маккалока, Ф. Розенблатта, Б. Уїдроу, М. Мінські, Т. Кохонена, С. Муруги, В. Вапніка, Д. Хопфілда, Дж. Хінтона та інших. Значний внесок був зроблений українськими вченими М. Амосовим, О. Івахненком, Є. Бодяньським, Н. Айзенбергом, І. Айзенбергом Р. Ткаченком, Л. Тимченком, О. Михальовим, В. Литвиненком, Ф. Гече, П. Тимошуком, Ю. Романишином.

Нейронні мережі доцільно використовувати для вирішення завдань у випадках, коли:

- накопичено велику кількість різних даних, але програми для їх обробки і систематизації відсутні;
- наявні дані спотворені, не повні або не систематизовані;
- дані настільки різні, що важко виявити зв'язку і закономірності, що існують між ними [1].

Штучні нейронні мережі (ANN) є системою з'єднаних і взаємодіючих між собою штучних нейронів, виконаних на основі порівняно простих процесорів. Кожен процесор ANN періодично отримує сигнали від одних процесорів (або від сенсорів, або від інших джерел сигналів) і періодично посилає сигнали іншим процесорам. Всі разом ці прості процесори, з'єднані в мережу, здатні вирішувати досить складні завдання. Найчастіше нейрони розташовуються в мережі за рівнями (їх ще називають шарами). Нейрони першого рівня - це, як правило, вхідні. Вони отримують дані ззовні (наприклад, від сенсорів системи розпізнавання осіб) і після їх обробки передають імпульси через синапси нейронів на наступному рівні. Нейрони на другому рівні (його називають прихованим, оскільки він безпосередньо не пов'язаний ні з входом, ні з виходом ANN) обробляють отримані імпульси і передають їх нейронам на вихідному рівні. Оскільки мова йде про імітацію нейронів, то кожен процесор вхідного рівня пов'язаний з декількома процесорами прихованого рівня, кожен з яких, в свою чергу, пов'язаний з декількома процесорами рівня вихідного. Така архітектура найпростішої ANN, яка здатна до навчання і може знаходити прості взаємозв'язку в даних [1].

##### 4.1. Структурна схема комплексного алгоритму обробки і аналізу зображень

На рисунку 1. представлена структурна схема комплексного алгоритму обробки і аналізу зображень. У складі цього алгоритму є модулі керування обчислювальним процесом. Так, в залежності від виду вирішуваних завдань структура комплексного алгоритму може змінюватися. При виконанні кожного з етапів обробки і аналізу зображення отримана інформація надходить до блоку управління, в якому формується план подальших процедур.

Крім блоку управління, в пам'яті обчислювальної системи зберігається база даних, що містить необхідні дані і різні процедури обробки інформації. Відповідно з прийнятими

рішеннями з вихідної бази даних формується робоча база, яка безпосередньо використовується при обробці і аналізі зображень.

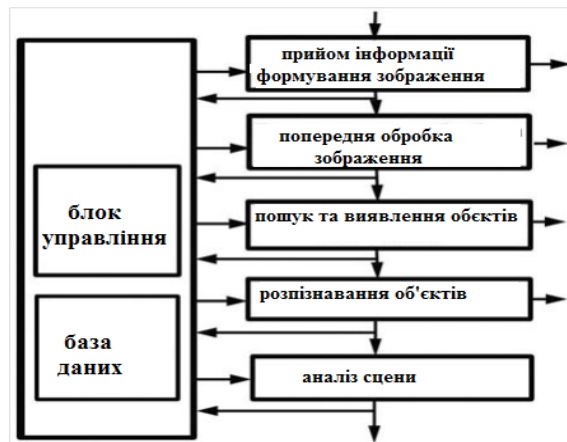
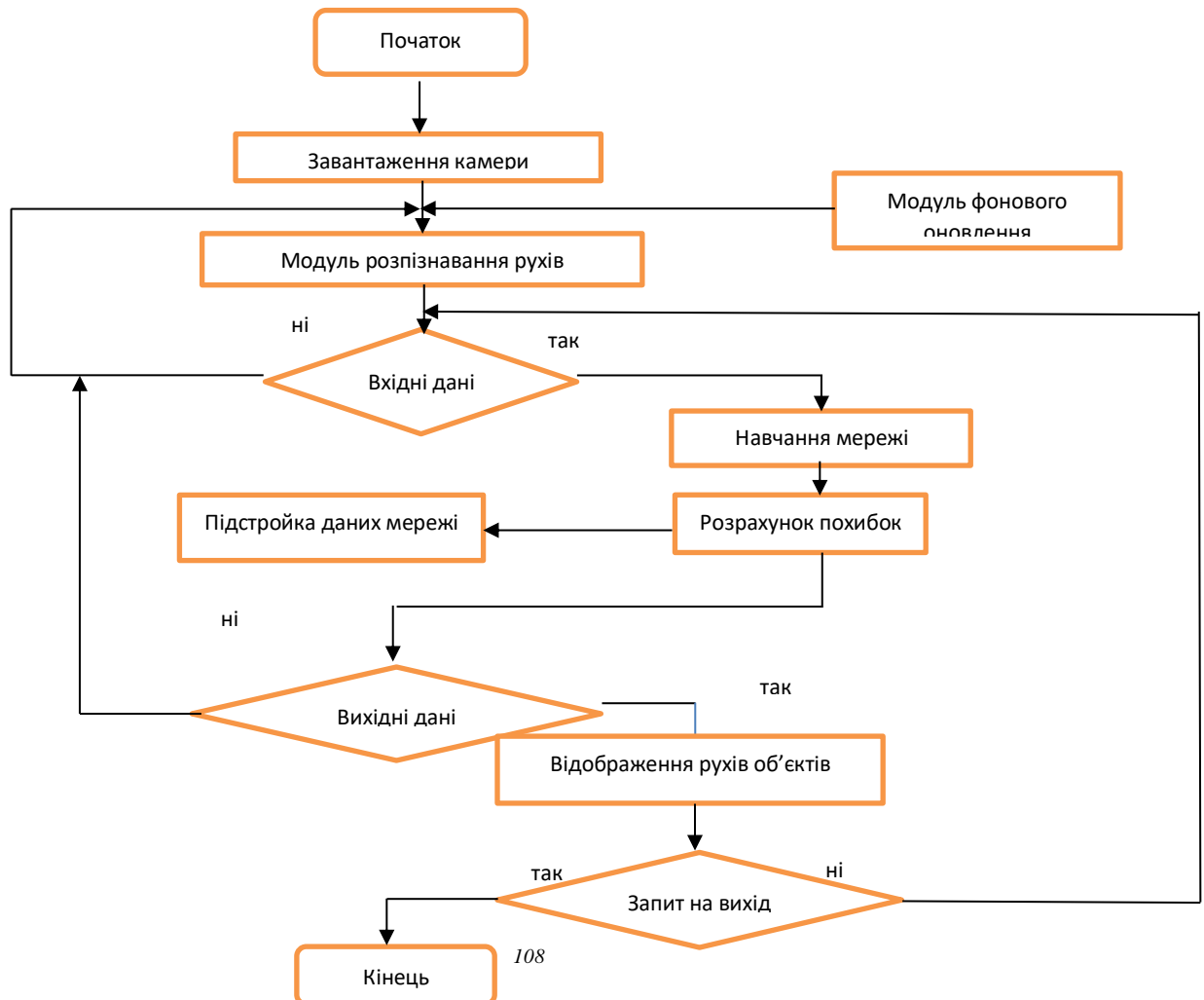


Рис.1. Структурна схема комплексного алгоритму обробки та аналізу зображень

#### 4.2. Алгоритм розпізнавання образів

Інформаційне забезпечення проекту автоматизованої системи відеонагляду за допомогою математичної моделі розпізнавання рухів об'єктів можна представити у вигляді структурного алгоритму інформаційних потоків, що представлений на рисунку 2. У створеній схемі використовується самоорганізація мережі, тобто після визначення способу відбувається перенастроювання модулів різних матриць критеріїв в циклі, таким чином, схема не є статичною, а є динамічною.

Рисунок 2. Алгоритм розпізнавання образів





## 5. ВИСНОВКИ ТА ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Розвиток систем відеонагляду відкриває нові можливості не тільки для фіксації правопорушень, а, що є більш важливим, для їх попередження. Можливості сучасних систем слугують також для інтелектуального аналізу одержуваного відеопотоку. На сьогодні розроблено досить багато різноманітних алгоритмів розпізнавання образів. Кожен з них створювався для роботи з певним типом зображень, а для подальшого застосування у прикладному програмуванні необхідно обирати найбільш оптимальний з точки зору конкретного завдання та удосконалювати його у конкретних реаліях. Наше наступне завдання – розробка програмного забезпечення алгоритму відеонагляду за допомогою системи розпізнавання рухів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- [1] Machine Learning - Машинне навчання <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/machine-learning>
- [2] Шапиро Л., Стокман Дж. Компьютерное зрение / Пер. с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2006. – 752 с.
- [3] Довбиш А. С. Основи теорії розпізнавання образів : навч. посіб. : у 2 ч. / А. С. Довбиш, І. В. Шелехов. – Суми : Сумський державний університет, 2015. – Ч. 1. – 109 с. <http://kist.ntu.edu.ua/textPhD/tro2.pdf>
- [4] Агарков А.В. Застосування структурного опису зображень для вирішення задач інтелектуального аналізу відеопослідовностей / А.В. Агарков // Штучний інтелект, № 1, 2017. – С. 17 – 28. <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/132097/02-Agarkov.pdf?sequence=1>
- [5] M. Droogenbroeck ViBe – a powerful technique for background detection and subtraction in video sequences, 2014 <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/157176/1/VanDroogenbroeck2014ViBe.pdf>
- [6] K.Kavitha, A.Tejaswini VIBE: Background Detection and Subtraction for Image Sequences in Video, International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 3 (5) , 2012. <https://pdfs.semanticscholar.org/7b5d/3fa11eacaceb752f7c6cf3e92032ac716d26.pdf>
- [7] Котвицький Р.С., Сарибоба Г.В Система технічного зору в задачах стабілізації безпілотного літального апарату / «Молодий вчений», № 5 (32) , 2016 р. – С. 234 – 237. <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2016/5/58.pdf>
- [8] Ліпанов О.В., Фесенко М.В. Аналіз методів розпізнавання об'єктів в системах аналізу візуальної інформації / О.В. Ліпанов, М.В. Фесенко // Системи обробки інформації, випуск 3 (101), том 2, 2012. – С. 78 – 82. [http://www.hups.mil.gov.ua/periodic-app/article/9580/soi\\_2012\\_3\\_60.pdf](http://www.hups.mil.gov.ua/periodic-app/article/9580/soi_2012_3_60.pdf)
- [9] Махровська Н.А., Безрукава В.Г., Погромська Г.С Аналіз алгоритмів розпізнавання образів для оптимізації рішення задачі пошуку об'єкта у відеоряді / «Молодий вчений», № 5 (32), 2016 р. – С. 238 – 241. <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2016/5/59.pdf>
- [10] Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications. [http://szeliski.org/Book/drafts/SzeliskiBook\\_20100903\\_draft.pdf](http://szeliski.org/Book/drafts/SzeliskiBook_20100903_draft.pdf)
- [11] М.А. Новотарський, Б.Б. Нестеренко. Штучні нейронні мережі: обчислення // Праці Інституту математики НАН України. – Т50. – Київ: Ін-т математики НАН України, 2004. – 408 с. [http://www.immsp.kiev.ua/postgraduate/Biblioteka\\_trudy/ShtuchnNejronMeregNester2004.pdf](http://www.immsp.kiev.ua/postgraduate/Biblioteka_trudy/ShtuchnNejronMeregNester2004.pdf)



**Petlitsky V. Vitaliy**

Master of Information Technology Faculty  
State University of Telecommunications, Kyiv, Ukraine  
ORCID ID: 0000-0001-6955-4966

[gerov333@gmail.com](mailto:gerov333@gmail.com)

**Svitlana M. Shevchenko**

PhD, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Information and Cyber Security  
Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine  
ORCID ID: 0000-0002-9736-8623

[s.shevchenko@kubg.edu.ua](mailto:s.shevchenko@kubg.edu.ua)

**Nataliia P. Mazur**

PhD, Associate Professor the Department of Information and cyber security  
Borys Grinchenko Kyiv University, Kyiv, Ukraine  
ORCID ID: 0000-0001-7671-8287

[n.mazur@kubg.edu.ua](mailto:n.mazur@kubg.edu.ua)

## DEVELOPMENT OF OBJECT MOVEMENT ALGORITHM BY THE NEURAL NETWORK FOR THE CCTV SYSTEM

**Abstract.** This article addresses the problem of protecting the private property of a protected object, namely: it offers an algorithm for recognizing object movements using a neural network for the CCTV system. The ability of the perception of the outside world in the form of images allows to investigate with certain probability the properties of an infinite number of objects on the basis of acquaintance with their finite number, and the objective nature of the basic property of the images allows to model the process of their recognition. , namely "image", "feature", "vector implementation". The approaches, methods and technologies of object motion recognition are investigated, their qualitative characteristics and disadvantages are highlighted. Artificial neural networks have been found to be the most effective method for solving the object motion recognition task due to result accuracy, simplicity and speed. On the basis of the block diagram of the complex algorithm for image processing and analysis, the algorithm of object motion recognition using neural network for the video surveillance system was developed.

**Keywords:** video surveillance system; pattern recognition theory; methods of object motion recognition; neural networks

## REFERENCES

- [1] Machine Learning - Machine Learning <https://www.it.ua/knowledge-base/technology-innovation/machine-learning>
- [2] L. Shapiro, J. Stockman, J. Computer vision. with English. - M.: BINOM. Laboratory of knowledge. - 2006. - 752 p.
- [3] Dovbysh AS Fundamentals of the theory of pattern recognition: textbook. tool. : at 2 am / AS Dovbysh, IV Shelekhov. - Sumy: Sumy State University, 2015. - Part 1. - 109 p. <http://kist.ntu.edu.ua/textPhD/tro2.pdf>
- [4] AV Agarkov Application of the structural description of images for solving the problems of video sequence intellectual analysis / A.V. Agarkov // Artificial Intelligence, No. 1, 2017. - P. 17 - 28. <http://dSPACE.nbu.gov.ua/bitstream/handle/123456789/132097/02-Agarkov.pdf?sequence=1>
- [5] M. Droogenbroeck ViBe - a powerful technique for background detection and subtraction in video sequences, 2014 <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/157176/1/VanDroogenbroeck2014ViBe.pdf>
- [6] K.Kavitha, A.Tejaswini VIBE: Background Detection and Subtraction for Image Sequences in Video, International Journal of Computer Science and Information Technologies, Vol. 3 (5), 2012. <https://pdfs.semanticscholar.org/7b5d/3fa11eacaceb752f7c6cf3e92032ac716d26.pdf>
- [7] RS Kotvitsky, GV Saryboga System of technical vision in problems of stabilization of unmanned aerial vehicle / "Young scientist", No. 5 (32), 2016 - P. 234 - 237. <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2016/5/58.pdf>
- [8] OV Lipanov, MV Fesenko Analysis of methods of object recognition in systems of analysis of visual information. Lipanov, MV Fesenko // Information Processing Systems, Issue 3 (101), Volume 2, 2012. - P. 78 - 82. [http://www.hups.mil.gov.ua/periodic-app/article/9580/soi\\_2012\\_3\\_60.pdf](http://www.hups.mil.gov.ua/periodic-app/article/9580/soi_2012_3_60.pdf)



- [9] Mahrovskaya NA, Bezrukava VG, Pogromskaya GS Analysis of algorithms of pattern recognition for optimizing the solution of the problem of object search in video series / “Young scientist”, No. 5 (32), 2016 - P. 238 - 241. <http://molodyvcheny.in.ua/files/journal/2016/5/59.pdf>
- [10] Szeliski R. Computer Vision: Algorithms and Applications. [http://szeliski.org/Book/drafts/SzeliskiBook\\_20100903\\_draft.pdf](http://szeliski.org/Book/drafts/SzeliskiBook_20100903_draft.pdf)
- [11] M.A. Novotarskiy, B.B. Nesterenko. Artificial neural networks: calculations // Proceedings of the Institute of Mathematics of NAS of Ukraine. - T50. - Kyiv: Institute of Mathematics, NAS of Ukraine, 2004. - 408 p. [http://www.immsp.kiev.ua/postgraduate/Biblioteka\\_trudy/ShtuchnNejronMeregNester2004.pdf](http://www.immsp.kiev.ua/postgraduate/Biblioteka_trudy/ShtuchnNejronMeregNester2004.pdf)

