

На правах рукопису

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

Одеська національна академія харчових технологій  
Навчально-науковий інститут комп'ютерних систем і технологій  
"Індустрія 4.0" ім. П.М. Платонова  
Факультет Комп'ютерної інженерії, програмування та кіберзахисту

**XIX Всеукраїнська науково-технічна конференція  
молодих вчених, аспірантів та студентів**

**“СТАН, ДОСЯГНЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ  
ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ І ТЕХНОЛОГІЙ”**

*Матеріали конференції. Частина 2*



Одеса  
22 квітня 2019 р.

чю МАУП. Збірник мат. тез доповідей. - О.: ОІ МАУП, ТОВ «Лерадрук», 2018. – С.216-222.

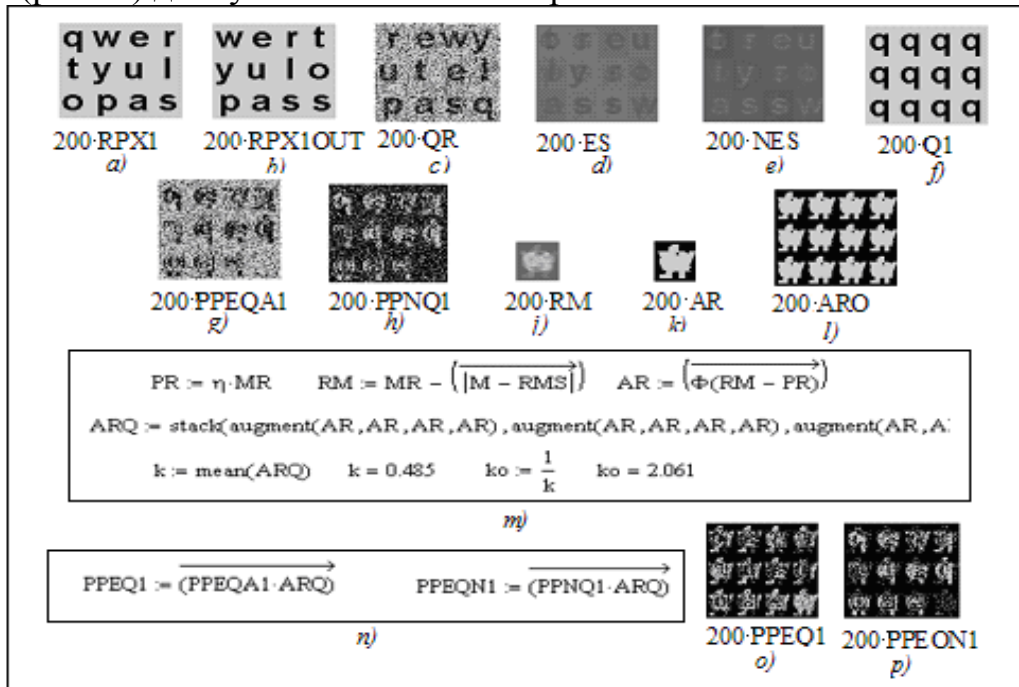
## **МОДЕЛЮВАННЯ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКВІВАЛЕНТНІСНИХ МОДЕЛЕЙ ГЕТЕРОАСОЦІАТИВНОЇ ПАМ'ЯТІ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ ДОПУСТИМИХ РІВНІВ УШКОДЖЕНЬ НАДІЙНО АСОЦІЙОВАНИХ ЗОБРАЖЕНЬ**

**В.Г. Красиленко, к.т.н., с.н.с., доцент; Д.В. Нікітович, магістр;  
Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця**

**Вступ, аналіз публікацій та постановка проблеми.** Останнє десятиріччя ознаменувалось значними досягненнями в області штучного інтелекту та нейрокомп'ютингу, суттєвим розширенням сфер застосування різноманітних нових моделей нейронних мереж (НМ), особливо загорткових НМ та алгоритмів їх машинного навчання, моделей авто-асоціативної, гетеро-асоціативної пам'яті (ГАП). На їх основі реалізуються аналізатори даних, асоціатори, системи машинного бачення, класифікатори, робото-технічні та діагностичні прогнозуючі комплекси різного призначення зі своїми недоліками, перевагами та специфічними особливостями. А тому це визначає актуальність і необхідність подальшого дослідження і вдосконалення відомих моделей НМ та нових концептуальних підходів. Переваги еквівалентнісних, включаючи просторово-інваріантні узагальнені, моделей НМ, ГАП і багато-портових ГАП показані і підтверджені результатами моделювання в роботах [1-5]. В [3, 4] на прикладі розпізнавання множини взаємно пов'язаних пар зображень з розмірностями  $128 \times 128$ ,  $64 \times 64$  пікселів були висвітлені результати моделювання еквівалентнісної моделі (ЕМ) ГАП, де було показано, що такі ЕМ мають значну ємність, що на порядок перевищує кількість нейронів, та розпізнають вектори з ушкодженими завадами компонентами [4]. У вдосконалених ЕМ адаптивно-кореляційне зважування кореляційними коефіцієнтами і усереднені до навчальної вибірки коефіцієнтними векторами вхідних образів та авто-еквівалентнісне нелінійне загострення відгуків нейронів прихованих прошарків сприяло більш надійному розпізнаванню при значно менших параметрах (коефіцієнтах) нелінійних перетворень. Але більш детальні дослідження допустимих рівнів ушкоджень зображень (вхідних образів) для забезпечення надійних їх асоціацій в ЕМ ГАП без їх ємності не виконувались. У зв'язку з цим **метою** даної роботи є дослідження шляхом моделювання в MathCad роботи таких ЕМ ГАП та визначення допустимих рівнів завад, що спотворюють вхідні зображення – образи для асоціативного розпізнавання.

**Результати моделювання.** У першому нашому експерименті для моделювання багато-портової ГАП (БГАП) в середовищі MathCad нами використовувались як вхідні образи зображення букв у вигляді матриці

розмірністю 40×32 елементи, тобто кількість входів кожного з 12 портів БГАП, архітектура якої описана [5], дорівнювала 1280. На рис.1 показано навчальний набір, представлений у вигляді двох зображень, двох відповідних бінарних матриць RPX1 та RPX1OUT. Результати розпізнавання набору завадо-ушкоджених букв з завадами, що оцінювались як 33% ушкоджених елементів вхідної матриці QR для нелінійного коефіцієнта  $\gamma=3$  та різних вхідних наборів букв показані на рис. 2 (а,б,с), з яких видно, що доля ушкоджених елементів, при якій успішно відтворюються всі букви, може досягати 30% (рис.2б), і лише при 40% (рис.2с) дві букви залишились нерозпізнаними.



**Рис. 1** Зображення вхідного, вихідного (навчальних), вхідних, проміжних та вихідних наборів символів-образів та формули моделювання БГАП в MathCad

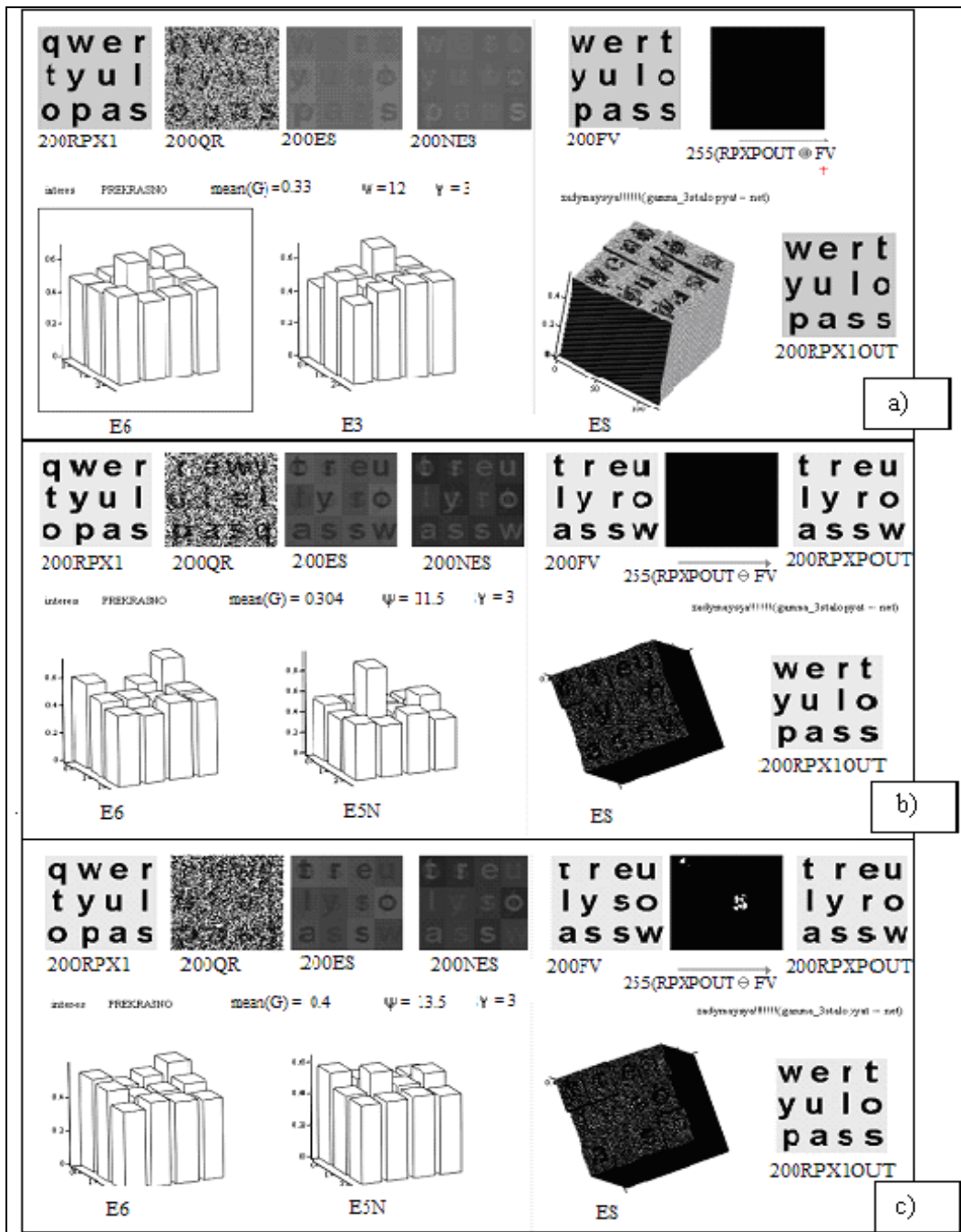
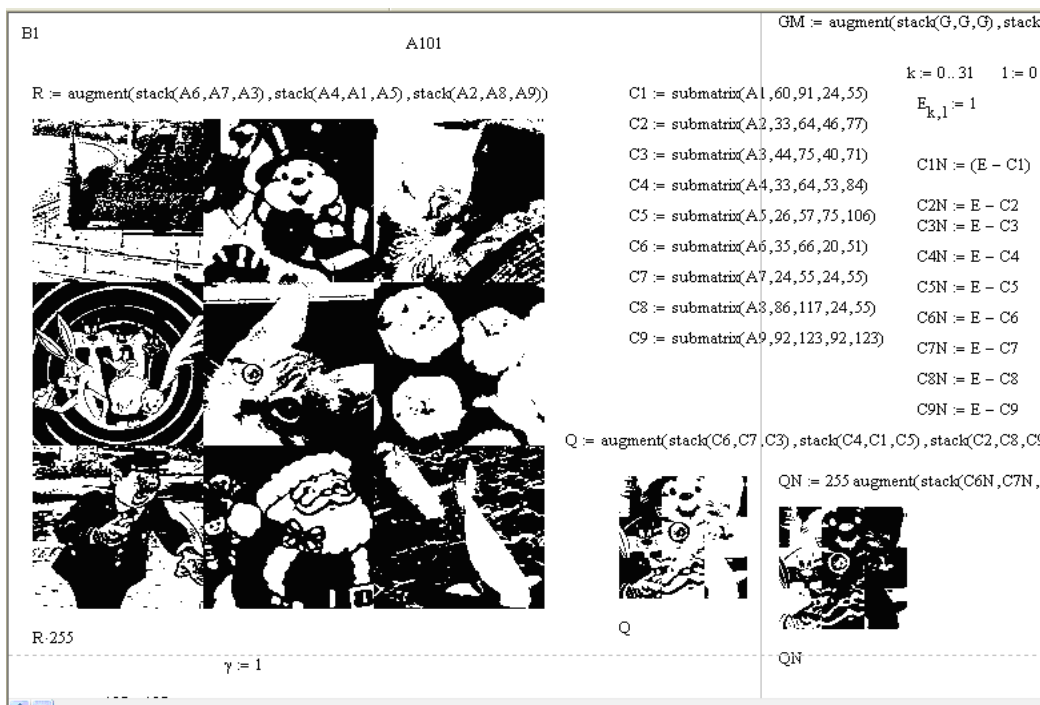


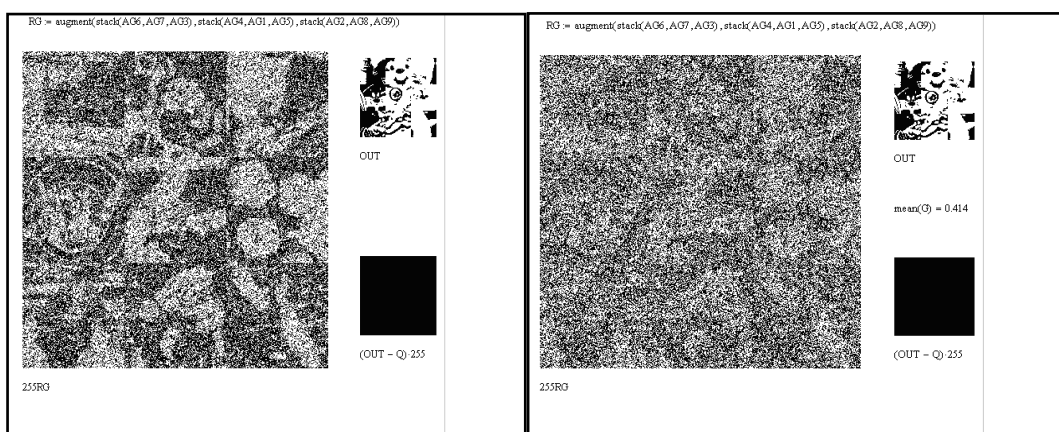
Рис. 2 Моделювання БГАП при різних потужностях завод

У другому експерименті для перевірки впливу рівня завод був використаний набір з множини пар зображень, що асоціювалися в такій БГАП. Вхідні образи розмірністю  $128 \times 128$  асоціювалися з деякими їх фрагментами розмірністю  $32 \times 32$ , що для наглядної демонстрації об'єднувалися, в одне зображення з цих вхідних та вихідних образів. Одна з пар об'єднаних наборів з  $3 \times 3$  зображень, вхідних (матриця R) та відгуків-фрагментів, пов'язаних з ними, (матриця Q), що ушкоджені заводами, показані на рис. 3. Рівень завод нами визначався як доля (чи у відсотках) пікселів, що змінювали свою яскравість з світлої точки на темну чи навпаки, до загальної кількості пікселів у зображенні чи у всьому наборі.

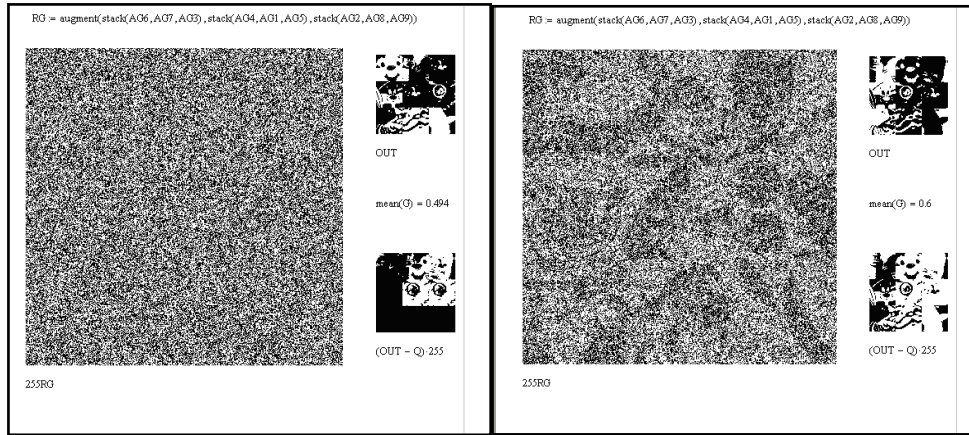


**Рис. 3. Частина набору об'єднаних R вхідних (9-ти) зображень (A1 – A9), набір та вигляд одного з вихідних Q (позитив) та QN (негатив) асоційованих (9-ти) зображень.**

Результати правильного розпізнавання всіх 9-ти наборів, про що свідчать різниці нульові темні зображення в правих нижніх кутах та розпізнані (без завад) вихідні набори в верхніх правих кутах, при відповідних рівнях завад (з лівої сторони - рівень = 32%, з правої сторони – рівень = 41,4%) показані на рис.4. Приклади неправильного розпізнавання набору асоційованих образів ЕМ ГАП показані на рис.5 для завад: ліворуч - 49,4 %; праворуч - 60%. Як видно з результатів моделювання, та, в тому числі, з рис. 4,5, розпізнавання (усунення завад у всіх вихідних образах) є можливим, а рівень завад для такої кількості пар асоційованих зображень може бути до 45%, хоч і є залежним від ємності ГАП.

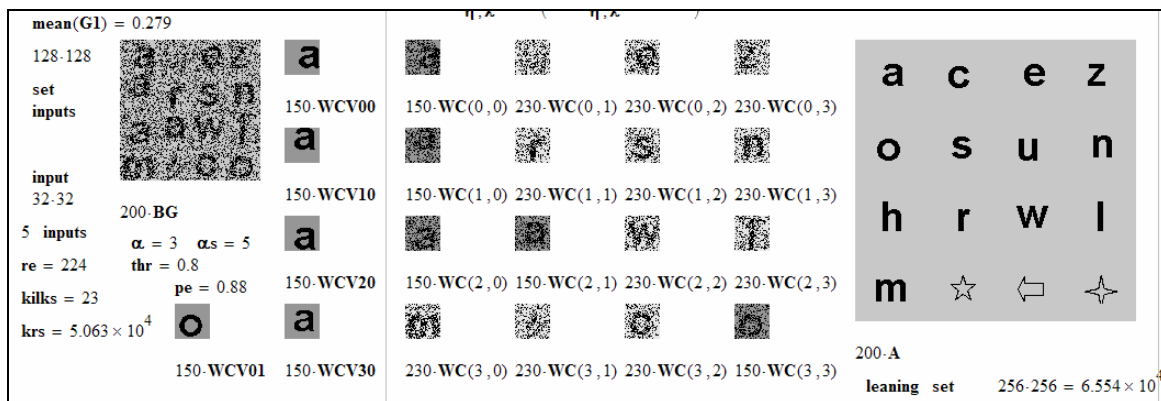


**Рис. 4. Результати правильного розпізнавання**



**Рис. 5. Приклади неправильного розпізнавання**

Результати **третього** нашого експерименту, що стосуються просторово-інваріантних моделей та розпізнавання сукупності (5 портів) вхідних бінарних образів (фрагменти WC(0,0), WC(1,0), WC(2,0), WC(2,1), WC(3,3) у матриці BG) розмірністю 32\*32 ел. (1024 вхідних нейронів!) кожен з завадами чи без них для навчальної вибірки-зображення A розмірністю 256\*256 ел., що є набором з 16 символів-букв, показані на рис.6. З нього видно, що всі вихідні відгуки-образи (матриці WCV00, WCV10, WCV20, WCV30, WCV01, що показані для їх виділення зі зменшеною коефіцієнтом 150 інтенсивністю), успішно розпізнані. Вибором параметрів моделі можна, як показали експерименти, успішно розпізнавати образи зі значною їх схожістю і при завадах потужністю аж до 20-30%. Враховуючи обмеження тут всі модельні експерименти не наводяться. Відмітимо, що ЕМ ГАП успішно працюють і при збільшених кількостях портів і образів, що записані у навчальне сукупне зображення.



**Рис. 6. Результати експерименту по розпізнаванню 5-ох зсунутих образів (при відсотку завад 27,9) у III ЕМ БГАП**

**Висновки.** Досліджено вплив рівня завад на роботу ЕМ ГАП, наведені демонстраційні приклади та результати, що підтвердили велику завадостійкість таких високоємнісних моделей ЕМ ГАП.

### **Література**

1. Krasilenko, V. G., Saletsky, F. M., Yatskovsky, V. I., Konate, K. "Continuous logic equivalence models of Hamming neural network architectures with adaptive-correlated weighting," Proc. of SPIE Vol. 3402, pp. 398-408 (1998).
2. Krasilenko, V. G., Magas, A. T., "Multiport optical associative memory based on matrix-matrix equivalentors" / International Conference on Optical Storage, Imaging, and Transmission of Information, Proc. of SPIE Vol. 3055, WA, pp. 137-146, (1997).
3. Красиленко В. Г. Експериментальні дослідження просторово-інваріантних еквівалентнісних моделей асоціативної та гетеро-асоціативної пам'яті 2D образів / В. Г. Красиленко, Д. В. Нікітович // Системи обробки інформації. - 2014. - Вип. 4. - С. 113-120. - Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi\\_2014\\_4\\_25](http://nbuv.gov.ua/UJRN/soi_2014_4_25)
4. Красиленко В. Г. Исследование и моделирование эквивалентностной модели гетеро-ассоциативной памяти / В. Г. Красиленко, Р. А. Яцковская, В. И. Яцковский // Сб. научн. тр. 12 НТК «Нейроинформатика-2010». В 2-х частях. Ч.2. М.: НИЯУ МИФИ, 2010.- С. 83-90.
5. Krasilenko, V. G., Lazarev, A., Grabovlyak, S., "Design and simulation of a multiport neural network hetero-associative memory for optical pattern recognitions," Proc. of SPIE Vol. 8398, 83980N-1 (2012).

## **ПРОЕКТУВАННЯ ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОЇ ОПТИЧНОЇ МЕРЕЖІ ДОСТУПУ**

**Кутовий Тарас Володимирович, студент 551 групи, Одеської національної академії харчових технологій**

**Науковий керівник: К.т.н., ст. викладач Соломицький Максим Юрійович**

Помітний інтерес до пасивних оптичних мереж полягає, як відомо, у тому, що вони можуть ефективно використовуватися до виникнення ринку послуг, орієнтованих на застосування ширококутових каналів. Разом з тим, пасивні оптичні мережі служать основою для введення ширококутових послуг незалежно від виду телекомунікаційних технологій.

Технологія PON– розподільна мережа доступу, заснована на деревовидній (рідше шинній) волоконній кабельній архітектурі з пасивними оптичними спліттерами на вузлах, можливо, представляється найбільш економічною і здатною забезпечити ширококутову передачу різноманітних типівданих. При цьому архітектура PON володіє необхідною ефективністю нарощування і вузлівмережі, і пропускної здатності, залежно від сьогоденних і майбутніх потреб абонентів.

**Мета:** підвищення ефективності функціонування телекомунікаційних мереж за рахунок зменшення енерговитрат шляхом проектування енергоефективної оптичної мережі доступу.