ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з наукової роботи
Національного університету
«Львівська політехніка»
д.т.н., проф. _____ І. ДЕМИДОВ
"28" 03 2025 р.

Висновок
про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації «Розроблення генераторів псевдовипадкових чисел на основі покращених методів обчислення елементарних функцій для задач кібербезпеки»
здобувача наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 125 «Кібербезпека та захист інформації» (галузь знань 12 «Інформаційні *технології»)*
Горячого Олега Ярославовича
міжкафедрального наукового семінару кафедр безпеки інформаційних технологій та захисту інформації Інституту комп'ютерних технологій, автоматики та метрології

1. Актуальність теми дисертації

Актуальність теми дисертаційної роботи зумовлена зростаючою потребою у високоякісних генераторах псевдовипадкових чисел (ГПВЧ), що мають критичне значення для забезпечення кібербезпеки та захисту інформації, а також у розробці ефективних методів обчислення елементарних функцій у форматі з рухомою комою для застосувань у цій сфері.

Генератори псевдовипадкових чисел та послідовностей широко застосовуються в багатьох галузях науки та техніки, як для криптографічних, так і некриптографічних задач, наприклад в криптографії, стеганографії, комп'ютерній графіці, нейронних мережах тощо, при моделюванні та симуляції, побудові систем зашумлення, для генерації різноманітних паролів, векторів ініціалізації, одноразових кодів тощо. Для більшості застосувань у сфері кібербезпеки та захисту інформації особливо важливі їх простота, швидкодія, безпека та статистичні характеристики. Крім того, це питання є особливо актуальним, оскільки багато з відомих алгоритмів генерації псевдовипадкових чисел та послідовностей мають статистичні недоліки або суттєві вразливості.

Сучасні інформаційні системи, технології та комплекси обробки, аналізу, передавання, зберігання й відображення інформації, зокрема новітні засоби інформаційної та кібербезпеки, потребують швидких і точних обчислень елементарних функцій, особливо для роботи в реальному часі або в умовах обмежених ресурсів, як-от пристрої Інтернету речей (IoT) та мікроконтролери. Проте багато платформ не підтримують апаратних інструкцій для швидкого обчислення таких поширених у сфері кібербезпеки та захисту інформації функцій в арифметиці з рухомою комою як оберненого значення (RCP),

квадратного кореня (SQRT), оберненого квадратного кореня (RSQRT), кубічного кореня (CBRT), оберненого кубічного кореня (RCBRT) і навіть операції ділення (DIV), що знижує їх продуктивність і ускладнює реалізацію критично важливих систем кібербезпеки. Багато з таких систем кібербезпеки та захисту інформації, зокрема криптографічні протоколи захищених багатокористувацьких обчислень і стеганографічні методи приховування даних, потребують також використання високоякісних, безпечних і швидких генераторів псевдовипадкових або випадкових послідовностей, які відповідають вимогам статистичних тестів, зокрема NIST Statistical Test Suite для криптографічних застосувань.

2. Зв'язок теми дисертації з державними програмами, науковими напрямами університету та кафедри

Тема дисертаційної роботи відповідає науковому напрямку кафедри безпеки інформаційних технологій Національного університету «Львівська політехніка» «Виконання наукових досліджень та практичних розробок у галузі інформаційних технологій, а саме: пристроїв опрацювання вихідних сигналів дозиметричних детекторів; генераторів псевдовипадкових чисел і бітових послідовностей та потокових шифрів на їх основі; алгоритмів та пристроїв обчислення елементарних функцій для чисел з рухомою комою», а також в межах науково-дослідних робіт кафедри безпеки інформаційних технологій за темами «Розробка та покращення ефективності алгоритмів обчислення елементарних функцій для задач захисту інформації» (№ держреєстрації 0120U103215, термін виконання 2020-2021), «Розроблення стеганографічних методів приховування даних у цифрових зображеннях» (№ держреєстрації 0120U100024, термін виконання 2019-2024) та «Розробка та дослідження генераторів псевдовипадкових чисел і послідовностей» (№ держреєстрації 0113U005267, термін виконання 2017-2018).

3. Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів

Аналіз структури та змісту дисертаційної роботи здобувача, а також наукових праць за темою дисертації, опублікованих автором особисто чи у співавторстві, відомостей про особистий внесок здобувача у такі праці та апробацію одержаних результатів, дозволяє стверджувати, що усі наукові та практичні результати дисертації отримані ним особисто. Усі експериментальні дослідження, включно з порівняльним аналізом точності та швидкодії модифікованих та запропонованих алгоритмів обчислення функцій, проектуванням, дослідженням і статистичним тестуванням ГПВЧ, виконані здобувачем особисто.

4. Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій базується на застосуванні автором професійного підходу до постановки завдань та цілей дослідження, обґрунтуванні вибору методів та методики дослідження, теоретичним обґрунтуванням базових математичних положень та використаних аналітичних моделей досліджуваних методів. Також автором було проведено аналіз достатньої кількості наукових праць та інших джерел літератури, одержано великий масив практичних результатів дослідження, використовуючи

декілька альтернативних методів оцінки, порівняння запропонованих методів з найкращими відомими, що забезпечує високий ступінь обґрунтованості досліджень.

Отримані в дисертації результати, їх інтерпретація та одержані висновки підтверджені даними моделювання, експериментальних досліджень, розрахунків, практичними результатами тестування та актами їх впровадження. Зокрема наведено результати тестування алгоритмів на кількох різних платформах, серед яких Intel i-5, Intel i-7, Raspberry Pi 3 та ESP-WROOM-32. Використані та запропоновані в роботі методи, методики та моделі мають достатнє наукове обґрунтування та підтверджені відповідними результатами експериментальних досліджень. Отримані результати представлені у вигляді достатньої кількості досить детальних таблиць, графіків та рисунків, що підтверджують отримані автором результати та зроблені висновки.

5. Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру

Наукова новизна основних результатів дисертації полягає в наступному:

1) вперше розроблено новий клас генераторів псевдовипадкових чисел на основі рекурентного рівняння та чисельних методів в арифметиці з рухомою комою, що мають максимальний період повторення $L = 6{,}66 \cdot 10^8$ елементів, 2^{60} можливих початкових значень, високу швидкодію (швидкість генерації близько 40 Мб/с на Intel i5) та задовільні статистичні характеристики проходження тестів NIST STS у порівнянні з найкращими ГПВЧ бібліотеки *random* (до 80% згенерованих послідовностей проходять всі тести при зміні початкових значень, значення ентропії близьке до 8 біт) для стеганографії, криптографії, комп'ютерних ігор, моделювання та симуляції. Використання запропонованого ГПВЧ дозволило підвищити рівень безпеки вдосконаленої моделі стеганографічної системи та зменшити розмір стеганоключа на 94%;
2) вперше розроблено набір методів швидкої апроксимації функцій RCP, DIV, RSQRT, SQRT, RCBRT, CBRT тощо для чисел у форматі з рухомою комою, які базуються на модифікованих методах магічної константи та ітераційних методах Ньютона-Рафсона і Хаусхолдера різних порядків збіжності, записаних в спеціальній формі з використанням таких параметрів, що забезпечують високу точність та швидкодію для задач у сфері кібербезпеки та захисту інформації, зокрема:
   - покращено метод швидкого обчислення RCP на основі тотожності з поліномами найкращого рівномірного наближення, що забезпечує 13 бітів точності і зменшує максимальну відносну похибку у 2,2 раза порівняно з методом Мороза та ін. Після другої та третьої ітерацій методу Ньютона-Рафсона досягається точність на рівні 1 ULP для чисел одинарної та подвійної точності, при цьому похибка зменшується у 2,8-3 рази з меншою кількістю операцій множення;
   - покращено метод швидкого обчислення RCP на основі модифікованого методу Хаусхолдера другого порядку, що забезпечує точність на рівні 14 бітів і зменшує максимальну відносну похибку у 7,5 раза порівняно з методом Мороза та ін., за рахунок додаткової операції додавання у форматі з рухомою комою. Після другої та третьої ітерацій Ньютона-

Рафсона забезпечується повна точність з коректним заокругленням для чисел типу *float* (24 біти) та *double* (53 біти), використовуючи на два множення менше і/або має на два біти вищу точність;

- запропоновано методи додаткової магічної константи (2MC) та трьох магічних констант (3MC) для зменшення кількості множень в арифметиці з рухомою комою у покращених алгоритмах обчислення функцій RSQRT та RCP, що забезпечує спрощення апаратної реалізації та підвищення продуктивності обчислень (точності й швидкодії), зокрема для мікроконтролерів, IoT пристроїв та високопродуктивних систем;
- запропоновано методи переключення магічних констант (DC та 8DC) для обчислення RSQRT та SQRT, що використовують розбиття інтервалу визначення функції на дві, чотири або більше нерівних частини, забезпечуючи якісний компроміс між точністю, швидкодією та розміром таблиці пошуку (LUT) і зменшення максимальної відносної похибки в 11,8 раз у порівнянні з методом Вальчика та ін.;

3) удосконалено методи обчислення функцій RCP та RSQRT на основі апаратних інструкцій Intel і ARM та модифікованих методів Ньютона-Рафсона та Хаусхолдера, що на відміну від класичних алгоритмів забезпечують повну або майже повну точність результату;
4) удосконалено методи чисельної багатовимірної оптимізації з елементами випадковості, що використовуються для визначення таких практичних значень параметрів алгоритму, що мінімізують максимальну відносну похибку для визначених типів даних. Для функції RCP запропоновані методи, зокрема, дозволили отримати оптимізовані варіанти алгоритмів із повною точністю обчислень;
5) набули подальшого розвитку методи автоматизації статистичного тестування та визначення періоду повторення псевдовипадкових послідовностей з використанням пакету тестів NIST STS, вимірювання швидкодії алгоритмів обчислення елементарних функцій в арифметиці з рухомою комою та продуктивності ГПВЧ і генераторів істинно випадкових послідовностей на різних платформах.

6. Перелік наукових праць, які відображають основні результати дисертації

Основні наукові результати дисертації висвітлені у 15 наукових публікаціях, а саме: 2 статті у наукових періодичних виданнях інших держав або виданнях України, які входять до міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science, 3 статті у періодичних фахових виданнях України з технічних наук, 1 розділ колективної монографії, опублікованої за кордоном, 1 стаття в науковому нефаховому виданні України та 9 публікацій в збірниках матеріалів та тез міжнародних науково-практичних конференцій та інших заходів, дві з яких включені до міжнародних наукометричних баз даних Scopus та Web of Science.

Основні положення та результати проведеного дисертаційного дослідження висвітлені у публікаціях в достатньому обсязі, а особистий внесок здобувача у колективно опублікованих працях є вагомим, полягає у формуванні та розробці ключових ідей, програмних реалізацій та опрацюванні результатів практичних досліджень.

Статті у наукових періодичних виданнях інших держав або у виданнях України, які входять до міжнародних наукометричних баз:

1) Moroz L. Modified fast inverse square root and square root approximation algorithms: the method of switching magic constants / L. V. Moroz, V. V. Samotyy, O. Y. Horyachyy // Computation. – 2021. – Vol. 9(2) : 21. (*Scopus, Web of Science, квартиль Q2*)
2) Horyachyy O. Simple effective fast inverse square root algorithm with two magic constants / O. Horyachyy, L. Moroz, V. Otenko // International Journal of Computing. – 2019. – Vol. 18(4). – P. 461–470. (*Scopus, квартиль Q3*)

Статті у наукових фахових виданнях України:

1) Максимович В. Генератори псевдовипадкових бітових послідовностей на основі чисельних методів в арифметиці з рухомою комою / В. Максимович, М. Шабатура, О. Горячий, Н. Лужецька // Сучасна спеціальна техніка. – Київ : Державний науково-дослідний інститут МВС України, 2021. – № 1(64). – С. 81–92.
2) Горячий О. Дослідження множини початкових значень генераторів псевдовипадкових чисел на основі арифметики з рухомою комою / О. Горячий, В. Максимович, М. Шабатура // Сучасний захист інформації. – Київ : Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, 2024. – № 2(58). – С. 91–102.

Монографії:

Hrynchyshyn A. An efficient algorithm for fast inverse square root / A. Hrynchyshyn, O. Horyachyy, O. Tymoshenko, L. Moroz // Processing, transmission and security of information: monograph – Bielsko-Biała : Wydawnictwo Naukowe ATH w Bielsku-Białej, 2018. – Vol. 2. – P. 105–114.

Статті у наукових нефахових виданнях України:

Мороз Л. Проста модифікація алгоритму швидкого обчислення зворотного квадратного кореня для чисел з рухомою комою одинарної точності / Л. В. Мороз, А. Гринчишин, О. Я. Горячий // Автоматика, вимірювання та керування. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2019. – Вип. 1(1). – С. 39–45.

Наукові публікації у збірниках матеріалів та тез міжнародних конференцій, які входять до міжнародних наукометричних баз:

1) Moroz L. An effective floating-point reciprocal / L. Moroz, V. Samotyy, O. Horyachyy // Proceedings of the 2018 IEEE 4th International symposium on wireless systems within the International conferences on intelligent data acquisition and advanced computing systems (IDAACS-SWS 2018), Lviv : IEEE, September 20-21, 2018. – P. 137–141. (*Scopus, Web of Science*)
2) Moroz L. Algorithms for calculating the square root and inverse square root based on the second-order Householder's method / L. Moroz, V. Samotyy, O. Horyachyy, U. Dzelendzyak // Proceedings of the 2019 10th IEEE International conference on intelligent data acquisition and advanced computing systems: technology and applications (IDAACS), Vol. 1, Metz : IEEE, September 18-21, 2019. – P. 436–442. (*Scopus, Web of Science*)

Наукові публікації у збірниках матеріалів та тез міжнародних конференцій та заходів:

1) Горячий О. Дослідження ефективності простих стеганографічних методів обробки цифрових зображень із використанням генераторів псевдовипадкових послідовностей / О. Горячий, І. Журавель // Збірник тез доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційна безпека та інформаційні технології» (ІБІТ 2024), Львів : ЛДУ БЖД, 27 листопада, 2024. – С. 225–230.
2) Horyachyy O. Improving the efficiency of methods for calculating elementary functions in floating-point arithmetic / O. Horyachyy // The International doctoral consortium on informatics education and educational software engineering research, Druskininkai : Vilnius University, December 2–6, 2019. – P. 2–7.
3) Горячий О. Я. Порівняння простих методів стеганографічного захисту інформації на основі аналізу цифрових зображень та використання псевдовипадкових послідовностей / О. Я. Горячий, І. М. Журавель // Матеріали V Міжнародної науково-технічної конференції «Автоматизація, електроніка, інформаційно-вимірювальні технології: освіта, наука, практика», Харків : НТУ «ХПІ», 28–29 листопада, 2024. – С. 27–28.
4) Horyachyy O. Improving the methods of protection and hacking of modern Wi-Fi networks / O. Horyachyy, T. Boretskyy, I. Horiachyi // Materials of 7th International scientific and technical conference on information protection and information systems security, Lviv : Lviv Polytechnic Publishing House, May 30-31, 2019. – P. 60–61.
5) Horyachyy I. Information security management of a banking institution based on outsourcing / I. Horyachyy, O. Horyachyy, T. Boretskyy // Materials of 8th International scientific and technical conference on information protection and information systems security, Lviv : Lviv Polytechnic Publishing House, November 11-12, 2021. – P. 11–12.
6) Shyshko D. Overview of main cybersecurity challenges of smart cities and methods of their protection / D. Shyshko , O. Horyachyy // Materials of 8th International scientific and technical conference on information protection and information systems security, Lviv : Lviv Polytechnic Publishing House, November 11-12, 2021. – P. 31–32.
7) Горячий О. Аналіз ефективності генераторів псевдовипадкових чисел на основі квадратного кореня простого числа / О. Горячий, З. Яремчук // Збірник тез доповідей V Міжнародної науково-практичної конференції «Інформаційна безпека та інформаційні технології» (ІБІТ 2024), Львів : ЛДУ БЖД, 27 листопада, 2024. – С. 234–237.

7. Апробація основних результатів дослідження на конференціях, симпозіумах, семінарах тощо

Основні результати дисертації доповідались, обговорювались та опубліковано в матеріалах міжнародних конференцій, симпозіумів та консорціумів: 1) IV міжнародному IEEE симпозіумі «Безпровідні системи» в рамках міжнародних конференцій «Інтелектуальний збір даних і сучасні обчислювальні системи» (IDAACS-SWS 2018). – (м. Львів, 20-21 вересня 2018 р.); 2) VIII міжуніверситетській конференції студентів, Ph.D. студентів та

молодих вчених «Інженер XXI століття». – (м. Бельсько-Бяла, Польща, 7 грудня 2018 р.); 3) X міжнародній IEEE конференції «Інтелектуальний збір даних і сучасні обчислювальні системи: технології та застосування» (IDAACS 2019). – (м. Мец, Франція, 18-21 вересня 2019 р.); 4) X міжнародному докторському консорціумі «Дослідження освіти в галузі інформатики та комп'ютерної інженерії» спільно з семінаром Nordplus «Культурно різноманітні підходи до вивчення математики та комп'ютерного мислення». – (м. Друскінінкай, Литва, 2-6 грудня 2019 р.); 5) V міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційна безпека та інформаційні технології» (ІБІТ-2024). – (м. Львів, 27 листопада, 2024 р.); 6) V міжнародній науково-технічній конференції «Автоматизація, електроніка, інформаційно-вимірювальні технології: освіта, наука, практика». – (м. Харків, 28-29 листопада, 2024 р.).

Також, матеріали дисертації неодноразово обговорювались на наукових семінарах кафедри безпеки інформаційних технологій Національного університету «Львівська політехніка».

8. Наукове значення виконаного дослідження із зазначенням можливих наукових галузей та розділів програм навчальних курсів, де можуть бути застосовані отримані результати

Основні положення та результати дисертаційної роботи були впроваджені в навчальному процесі кафедри безпеки інформаційних технологій Національного університету «Львівська політехніка» для студентів спеціальності 125 «Кібербезпека та захист інформації», зокрема з курсів «Прикладна криптологія», «Архітектура комп'ютерних систем», «Технології програмування» та «Комп'ютерні методи дослідження інформаційних процесів і систем», а також використовувались при виконанні науково-дослідних робіт кафедри.

Отримані здобувачем наукові положення, висновки та практичні результати можуть бути використані у сфері кібербезпеки та захисту інформації під час розроблення стеганографічних, криптографічних, біометричних систем, нейронних мереж, систем виявлення вторгнень, захисту конфіденційності баз даних, їх статистичного та інтелектуального аналізу, а також протоколів захищеного багатокористувацького обчислення. Крім того, запропоновані вдосконалені методи швидкої апроксимації елементарних функцій, а також прості генератори псевдовипадкових чисел на їх основі будуть корисними в комп'ютерній інженерії для розроблення нових та модифікованих методів, у наукових і статистичних дослідженнях під час моделювання та симуляції, а також у процесі проектування й тестування вимірювальних пристроїв. Одержані результати наукового дослідження є значущими для галузі 12 «Інформаційні технології» та спеціальності 125 «Кібербезпека та захист інформації».

9. Практична цінність результатів дослідження із зазначенням конкретного підприємства або галузі народного господарства, де вони можуть бути застосовані

Наведені в дисертації методи та відповідні програмні коди алгоритмів мовою C++ дозволяють використовувати їх у сфері інформаційної та кібербезпеки, зокрема для генерації псевдовипадкових чисел та послідовностей,

як в програмному, так і в апаратному вигляді на інших платформах, зокрема на мікроконтролерах, CPU, FPGA та GPU.

Запропоновані алгоритми ГПВЧ на основі чисельних методів в арифметиці з рухомою комою служать основою для розробки спеціалізованої бібліотеки легких генераторів для застосувань у сфері кібербезпеки та захисту інформації, зокрема придатних для мікроконтролерів та IoT, а відповідні покращені алгоритми обчислення елементарних функцій є основою для спеціалізованої математичної бібліотеки, що підтримує ефективні обчислення з різною точністю: швидкої апроксимації (наприклад, оберненої функції з точністю 13 або 14 біт; функції зворотного квадратного кореня з точністю 10, 13 або 15 коректних біт тощо), грубого обчислення (похибка на рівні 1 ULP) та повної точності (з коректним заокругленням результату).

Розроблено універсальні методи автоматизації статистичного тестування ГПВЧ на основі NIST STS, визначення періоду повторення, вимірювання швидкодії та продуктивності алгоритмів, придатні для застосування у криптографії, чисельних методах і задачах кібербезпеки.

Отримані теоретичні та практичні результати досліджень впровадженні в ПП НВПП «Спаринг-Віст Центр».

10. Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення

Дисертаційна робота викладена на 288 сторінках, включаючи 168 сторінок основного тексту, та містить анотацію, зміст, перелік умовних позначень, вступ, чотири основних розділи (34 рисунки та 9 таблиць), висновки, список використаних джерел (225 найменувань), а також 8 додатків (16 рисунків та 17 таблиць). За структурою, мовою та стилем викладення дисертація відповідає вимогам МОН України. Робота написана грамотною українською мовою з використанням наукового стилю та коректної термінології.

У ході обговорення дисертації до неї не було висунуто жодних зауважень щодо самої суті роботи.

З урахуванням зазначеного, на міжкафедральному науковому семінарі кафедр безпеки інформаційних технологій та захисту інформації Інституту комп'ютерних технологій, автоматики та метрології **ухвалили**:

11.1. Дисертація Горячого Олега Ярославовича «Розроблення генераторів псевдовипадкових чисел на основі покращених методів обчислення елементарних функцій для задач кібербезпеки» є завершеною науковою працею, у якій розв'язано конкретне наукове завдання – розроблення та дослідження генераторів псевдовипадкових послідовностей для сфери кібербезпеки та захисту інформації на основі вдосконалених алгоритмів наближеного обчислення елементарних функцій в арифметиці з рухомою комою, які забезпечують задовільні статистичні характеристики відповідно до вимог тестів NIST STS, що має важливе значення для галузі 12 «Інформаційні технології».

11.2. Основні наукові положення, методичні розробки, висновки та практичні рекомендації, викладені у дисертаційній роботі, логічні, послідовні, аргументовані, достовірні, достатньо обґрунтовані. Дисертація характеризується єдністю змісту.

11.3. У 15 наукових публікаціях повністю відображені основні результати дисертації, з них 3 статті у наукових фахових виданнях України та 1 стаття у наукових періодичних виданнях інших держав; 2 статті наукових періодичних виданнях, які входять до міжнародних наукометричних баз Scopus та Web of Science.

11.4. Дисертація відповідає вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації», Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. № 44, зі змінами).

11.5. Дисертація є результатом самостійних досліджень, не містить елементів фальсифікації, компіляції, плагіату та запозичень, що констатує відсутність порушення академічної доброчесності. Використання текстів інших авторів мають належні посилання на відповідні джерела.

11.6. З урахуванням наукової зрілості та професійних якостей Горячого Олега Ярославовича дисертація «Розроблення генераторів псевдовипадкових чисел на основі покращених методів обчислення елементарних функцій для задач кібербезпеки» рекомендується для подання до розгляду та захисту у спеціалізованій вченій раді.

За затвердження висновку проголосували:

за	-	47 (сорок сім)
проти	-	0 (немає)
утримались	-	0 (немає)

Головуюча на міжкафедральному науковому семінарі кафедр безпеки інформаційних технологій та захисту інформації Інституту комп'ютерних технологій, автоматики та метрології, д.т.н., професор, заступник директора ІКТА з науково-педагогічної роботи _____ Леся МИЧУДА

Рецензенти:

к.т.н., доцент, доцент кафедри захисту інформації _____ Олег ГАРАСИМЧУК

д.т.н., професор, професор кафедри безпеки інформаційних технологій _____ Олена НЄМКОВА

Відповідальний у ННІ за атестацію PhD, д.т.н., професор, професор кафедри захисту інформації _____ Любомир ПАРХУЦЬ

"28" березня 2025р.