УДК 004.056.53 DOI: 10.31673/2409-7292.2026.021105

Корченко Анна Олександрівна
доктор технічних наук, професор, професор кафедри безпеки інформації та телекомунікацій
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна
ORCID: 0000-0003-0016-1966
E-mail: annakor@ukr.net

Давиденко Кирило Олександрович
аспірант кафедри безпеки інформації та телекомунікацій
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна
ORCID: 0009-0001-9209-1274
E-mail: kirilldavy@gmail.com

Аскеров Мукафат Гейбат огли
кандидат технічних наук, професор кафедри мобільних та відеоінформаційних технологій
Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Київ, Україна
ORCID: 0009-0000-6611-2732
E-mail: mukafat_ask@ukr.net

Журов Юрій Станіславович
IT-спеціаліст
SMB Cybersecurity Advisors, United States of America
ORCID: 0000-0002-8276-2230
E-mail: iurii.zhurov@smbsecurityadvisors.com

МЕТОД ФОРМАЛІЗАЦІЇ БАГАТОВИМІРНОГО ЕТАЛОННОГО СУБДОВКІЛЛЯ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ФІШИНГОВИХ URL-АДРЕС

У сучасному кіберпросторі фішингові атаки залишаються однією з найбільш небезпечних загроз інформаційній безпеці, що обумовлено їх масштабованістю, низькою вартістю реалізації та високою ефективністю впливу на користувачів. Використання фішингових URL-адрес як інструменту соціотехнічного впливу зумовлює необхідність розробки формалізованих підходів до їх виявлення. Метою роботи є розробка методу формалізації багатовимірного еталонного субдовкілля для виявлення фішингових URL-адрес на основі формалізації їх характеристик у межах багатовимірного простору ознак. Для формування ознак використано набір парамет-рів, зокрема Domain Age, Frequency of DNS Changes, Number of Subdomains, URL Length та HTTPS/SSL. Запропонований метод базується на інтервальному представленні параметрів, використанні лінгвістичних змінних та функцій належності, що дозволяє враховувати невизначеність і динамічність характеристик фішингових ресурсів. Формалізація еталонного субдовкілля здійснюється через інтеграцію зазначених параметрів. Результати дослідження демонструють, що запропонований підхід забезпечує перехід від емпіричного аналізу ознак до формалізованого моделювання багатовимірного еталонного простору, придатного для виявлення фішингових URL-адрес. Це створює основу для підвищення точності детекції кіберзагроз. Отримані результати можуть бути використані для вдосконалення систем виявлення вторгнень та засобів захисту інформації, орієнтованих на протидію соціотехнічним атакам у сучасному кіберпросторі.

Ключові слова: фішинг, детекція фішингу, URL-адреси, кібератаки, кіберзагрози, інформаційна безпека, системи виявлення вторгнень, системи виявлення кібератак.

Постановка проблеми

У сучасному кіберпросторі фішингові атаки залишаються однією з найбільш критичних загроз інформаційній безпеці, що обумовлено їх масштабованістю, низькою вартістю реалізації та високою ефективністю впливу на користувачів. Одним із ключових інструментів реалізації фішингових кампаній є використання спеціально сконструйованих URL-адрес, які імітують легітимні веб-ресурси з метою введення користувачів в оману та отримання конфіденційної інформації.

Сучасні підходи щодо виявлення фішингових URL-адрес базуються на аналізі множини ознак, що відображають різні аспекти функціонування та структури веб-ресурсів. У межах наукових досліджень ці ознаки формалізуються у вигляді параметрів, які використовуються

як у рамках евристичних методів, так і в алгоритмах машинного навчання. Такий підхід дозволяє перейти від емпіричного виявлення загроз до формалізованих моделей класифікації.

Зокрема, структурні параметри характеризують синтаксичні та лексичні особливості URL-адреси, включаючи її довжину, складність, кількість піддоменів і наявність специфічних символів або шаблонів. Поведінкові параметри відображають динамічні характеристики функціонування домену, такі як частота змін DNS-записів, особливості маршрутизації запитів або використання редиректів. Репутаційні параметри базуються на зовнішніх джерелах інформації та включають оцінку історії домену, його присутність у чорних списках і рівень довіри з боку мережевих сервісів.

Важливо підкреслити, що жоден окремий параметр не забезпечує достатнього рівня достовірності для ідентифікації фішингових ресурсів. Ефективність детекції досягається за рахунок інтеграції множини ознак у єдину модель, здатну виявляти приховані залежності та закономірності, що є передумовою побудови багатовимірного еталонного субдовкілля.

Таким чином, дослідження параметрів URL-адрес та методів їх формалізації є **актуальним** науковим завданням, спрямованим на підвищення ефективності систем виявлення фішингових атак.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

У науковій літературі виділяють п’ять основних методів (підходів) до виявлення фішингових вебсайтів: списокові методи, візуальна подібність, евристичні правила, машинне та глибинне навчання [1, 2].

Списокові методи використовують чорні та білі списки URL у браузерах, однак вони є вразливими до модифікацій адрес [3]. Візуальні методи аналізують подібність інтерфейсу сайтів, але не здатні виявляти нові сторінки без наявності еталонів [4]. Евристичні методи дозволяють виявляти нові атаки, проте їх ефективність критично залежить від якості обраних ознак [4]. Машинне та глибинне навчання (CNN, RNN, DNN тощо) демонструють високу точність (понад 99%) на великих наборах даних, забезпечуючи адаптивність систем захисту [5-8].

У сучасних дослідженнях окремим напрямом є формалізація процесів виявлення атак на основі системного представлення їх характеристик. Зокрема, у роботі [9] запропоновано теоретико-множинний підхід до класифікації соціотехнічних атак, який дозволяє структуровано описувати складні сценарії атак та готувати базу для подальшого математичного аналізу.

Значна частина сучасних досліджень у сфері виявлення фішингових вебресурсів базується на методах машинного та глибинного навчання. У роботах [10-12] запропоновано гібридні та ансамблеві моделі (Random Forest, XGBoost, ANN), що використовують URL- та HTML-ознаки для класифікації вебресурсів. Дослідження [13, 14] підтверджують високу інформативність базових характеристик URL, зокрема довжини адреси, віку домену та наявності HTTPS, тоді як у [15] застосовано глибинні нейронні мережі (CNN, LSTM) для аналізу контенту вебсторінок.

Окремий напрям становлять методи оптимізації ознак із використанням генетичних алгоритмів [16-19], які дозволяють зменшити розмірність даних і підвищити точність класифікації. Зокрема, у [16] продемонстровано ефективність поєднання генетичних алгоритмів із методами машинного навчання для відбору інформативних URL-ознак. У роботі [20] запропоновано підхід, що базується на комбінованому аналізі сирих URL і HTML-даних.

Методи на основі нечіткої логіки формують окремий напрям досліджень. У роботах [21, 22] обґрунтовано використання лінгвістичних змінних та інтерполяції нечітких правил для роботи в умовах невизначеності. Гібридні підходи fuzzy-rough [23, 24] ефективно застосовуються для відбору релевантних ознак, тоді як моделі на основі fuzzy soft set [25] демонструють високу точність класифікації через оцінювання подібності. Сучасні підходи [26] поєднують нейромережеві архітектури з нечіткою логікою.

© Корченко А., Давиденко К., Аскеров М., Журов Ю. Метод формалізації багатовимірного еталонного субдовкілля для виявлення фішингових URL-адрес. Сучасний захист інформації, 2(66), 70–87. https://doi.org/10.31673/2409-7292.2026.021105

Аналіз досліджень [10-26] показує, що, попри високу точність сучасних моделей, більшість із них орієнтовані на задачі класифікації та не забезпечують формалізованого опису еталонного стану ознак [10-12, 20]. Методи машинного та глибинного навчання забезпечують ефективну детекцію [10-12, 15], проте мають обмежену інтерпретованість результатів [11, 12, 15].

Підходи з використанням генетичних алгоритмів і fuzzy-rough оптимізують простір ознак [16-19, 23, 24], але не формують узагальнену модель нормування параметрів [16-19]. Класичні нечіткі моделі здебільшого зосереджені на лексичних характеристиках URL [21, 22, 25] і недостатньо враховують динамічні параметри інфраструктури. Водночас сучасні нейромережеві підходи з нечіткою логікою використовують її переважно на етапі прийняття рішень [26], залишаючи вхідний простір ознак ненормованим.

Отже, попри значну кількість розробок, аналіз профільної літератури свідчить про відсутність цілісних рішень щодо формалізації багатовимірного еталонного субдовкілля саме для URL-параметрів. На сьогодні практично відсутні дослідження, які б поєднували теоретико-множинний підхід із апаратом теорії нечітких множин для створення нормованих інтервальних моделей фішингових посилань.

З огляду на це, існує необхідність розвитку підходу, запропонованого у роботі [9], який потребує подальшої деталізації в частині формування визначених параметрів та їх еталонних значень для задач детекції фішингу. У цьому контексті дана робота розвиває зазначений підхід шляхом формалізації параметрів URL-адрес як елементів багатовимірного простору ознак. На відміну від попереднього дослідження, де основна увага приділялась загальній класифікації соціотехнічних атак, у даній статті запропоновано метод формалізації багатовимірного еталонного субдовкілля, який забезпечує визначення граничних та характерних значень параметрів і дозволяє перейти від описового аналізу ознак до побудови еталонних моделей для ефективної детекції фішингу.

Метою роботи є розробка методу формалізації багатовимірного еталонного субдовкілля для виявлення фішингових URL-адрес (МФБЕС) на основі формалізації їх характеристик у межах багатовимірного простору ознак.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі задачі: 1. Визначити та формалізувати найбільш інформативні параметри для детекції фішингових URL-адрес. 2. Розробити МФБЕС для подальшого використання у задачах виявлення фішингу.

Методологія дослідження базується на поєднанні теоретико-множинного підходу до формалізації ознак кібератак, методів аналізу параметрів URL-адрес та апарату теорії нечітких множин. Для обробки та аналізу даних використано підходи статистичного аналізу, експертного оцінювання та методи формування інтервальних оцінок параметрів. Побудова багатовимірного еталонного субдовкілля здійснюється на основі лінгвістичних змінних і функцій належності, що дозволяє враховувати невизначеність та варіативність характеристик фішингових ресурсів.

Основна частина

Далі доцільно перейти до систематизації ключових параметрів, що використовуються для ідентифікації фішингових URL-адрес. У сучасних підходах до детекції такі параметри розглядаються як багатовимірний простір ознак. Тому розглянемо основні параметри ідентифікації фішингових URL-адрес:

Domain Age

Параметр Domain Age визначається як інтервал часу між датою реєстрації доменного імені та моментом його аналізу. Формально він обчислюється на основі WHOIS-даних. Короткий життєвий цикл домену є типовою характеристикою фішингових ресурсів, оскільки такі домени зазвичай створюються для короткострокових атак і швидко видаляються або блокуються. Відповідно, низьке значення DA корелює з підвищеним ризиком фішингової активності.

© Корченко А., Давиденко К., Аскеров М., Журов Ю. Метод формалізації багатовимірного еталонного субдовкілля для виявлення фішингових URL-адрес. Сучасний захист інформації, 2(66), 70–87. https://doi.org/10.31673/2409-7292.2026.021105

Frequency of DNS Changes

Frequency of DNS Changes відображає кількість змін DNS-записів (зокрема A, NS, MX) протягом визначеного періоду, зазвичай 30 днів. Часті зміни DNS за короткий проміжок часу можуть свідчити про підозрілу активність, оскільки фішингові ресурси часто змінюють IP-адреси або сервери імен для уникнення блокування та ускладнення відстеження. Для перевірки історії змін DNS можуть використовуватися спеціалізовані сервіси, такі як SecurityTrails або ViewDNS.info. На відміну від цього, легітимні сайти змінюють DNS-записи відносно рідко, переважно у випадках міграції інфраструктури або оновлення налаштувань. Висока частота змін також може вказувати на використання динамічних підходів, таких як fast-flux, що є характерною ознакою нестабільної та потенційно шкідливої доменної інфраструктури.

URL Length

URL Length визначається як загальна кількість символів у повній URL-адресі. Фішингові URL часто є довшими за середньостатистичні легітимні адреси через додавання зайвих піддоменів, параметрів запиту або елементів обфускації. Збільшена довжина URL ускладнює візуальну перевірку адреси користувачем і використовується як механізм приховування справжнього домену.

Number of Subdomains

Параметр NSD визначає кількість рівнів піддоменів у структурі URL-адреси. Високе значення NSD часто використовується для імітації легітимних сервісів шляхом включення брендових назв у піддомени. Це створює хибне враження автентичності ресурсу, хоча основний домен може бути повністю стороннім.

Special Characters Count

Special Characters Count характеризує кількість спеціальних символів у URL-адресі, таких як @, -, _, %, =, &. Надмірне використання спеціальних символів може свідчити про спроби обфускації або маскування реального доменного імені. Наприклад, символ @ може використовуватися для приховування частини URL, що передує реальному хосту.

Digit Ratio

Digit Ratio визначається як відношення кількості цифрових символів до загальної довжини URL або доменного імені. Високий показник DR є нетиповим для легітимних доменів і часто свідчить про автоматично згенеровані або випадкові доменні імена, що характерно для фішингових кампаній.

Time to Expiration

Time to Expiration визначає залишковий час дії доменного імені до моменту його закінчення (expiry date). Фішингові домени зазвичай реєструються на короткі періоди, тому низьке значення TE може бути додатковим індикатором підозрілої активності.

TLD Risk

Параметр TLD Risk оцінює рівень ризику домену верхнього рівня (Top-Level Domain), наприклад .xyz, .top, .click. Деякі TLD статистично частіше використовуються у фішингових кампаніях через низьку вартість реєстрації та слабкі регуляторні обмеження. Відповідно, TLD Risk може бути формалізований як ймовірнісна оцінка небезпечності конкретної зони доменів.

HTTPS Presence

HTTPS Presence є бінарним параметром, що вказує на використання захищеного протоколу HTTPS. Хоча наявність HTTPS не гарантує легітимність ресурсу, його відсутність є негативним сигналом, оскільки сучасні легітимні сервіси практично завжди використовують TLS-захист для передачі даних.

Certificate Age

Certificate Age визначає вік SSL/TLS сертифіката, тобто інтервал часу від його видачі до моменту аналізу. Короткий термін існування сертифіката або нещодавня його видача можуть

бути ознакою тимчасових фішингових інфраструктур, оскільки зловмисники часто швидко перевидають або змінюють сертифікати для уникнення блокувань.

Далі, з усього набору розглянутих параметрів здійснемо відбір найбільш інформативних ознак для задачі класифікації URL-адрес. Встановлено, що параметри Domain Age (DA), Frequency of DNS Changes (FC DNS), Number of Subdomains (NSD), URL Length (UL) та наявність HTTPS/SSL-захисту забезпечують понад 80% інформативності для задачі виявлення фішингових URL-адрес. Зазначені ознаки поєднують у собі динамічні характеристики доменної інфраструктури, структурні особливості URL та базові параметри захищеного з'єднання, що обґрунтовує їхню високу інформативність і доцільність використання в процесі виявлення фішингових ресурсів.

Для виявлення описаної кібератаки та формування репрезентативної вибірки було зібрано дані про 80 фішингових URL-адрес (табл. 1). Для кожної адреси визначено фактичні значення досліджуваних параметрів (DA, FC DNS, NSD, UL, HTTPS/SSL). Збір даних здійснювався з використанням відомих спеціалізованих сервісів аналізу доменів і мережевої інфраструктури, а також інструментів штучного інтелекту, зокрема ChatGPT, що дозволило забезпечити повноту, узгодженість та аналітичну обробку отриманої інформації для подальшого використання.

Таблиця 1

Характеристики фішингових URL-адрес за параметрами

№	URL	DA	DA оцінка	FC DNS	FC DNS оцінка	NSD	NSD оцінка	UL	UL оцінка	HTTPS	Cert Age (дні)	SSL оцінка
1.	paypal-account-security.com/login	8	B	7	B	4	B	82	B	Ні	15	B
2.	appleid-confirmation.net/verify	12	B	9	B	5	B	91	B	Ні	20	B
3.	secure-microsoft365-login.com	20	B	8	B	3	C	75	C	Так	60	C
4.	dhl-tracking-update.net	15	B	5	C	3	C	68	C	Ні	25	B
5.	bank-login-secure.xyz	5	B	6	B	4	B	78	B	Ні	10	B
6.	amazon-verification.io	35	C	4	C	2	C	65	C	Так	45	C
7.	google-account-update.top	10	B	7	B	4	B	80	B	Ні	12	B
8.	secure-paypal-login.xyz	8	B	8	B	5	B	85	B	Ні	15	B
9.	office365-security.net	45	C	3	C	3	C	70	C	Так	50	C
10.	chase-bank-login.xyz	12	B	6	B	4	B	79	B	Ні	18	B
…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…	…
80.	secure-login-verification.com	7	B	8	B	4	B	81	B	Ні	14	B

На основі отриманих даних, для параметру «Вік домену» (Domain age - DA) візьмемо наступні інтервали $[0; 30]$, $[31; 180]$, $[181; 360]$, які показують діапазони мінімальних, середньо допустимих та максимальних значень для визначеної величини. Виходячи з цього, найбільш коректним буде визначення максимального значення для параметра DA – 360 [27].

Для параметра «Частота змін DNS» (Frequency of DNS Changes – FC DNS) доцільно використовувати три терми з інтервалами $[0; 2]$, $[3; 5]$, $[6; 10]$, які відображають відповідно низький, помірний та високий рівні динамічності доменної інфраструктури. Обрані діапазони базуються на емпіричному аналізі частоти змін DNS-записів у фішингових ресурсів, де незначна кількість змін є типовою для стабільних доменів, тоді як підвищена частота свідчить про можливе використання механізмів ухилення від блокування (наприклад, fast-flux). Відповідно, максимальне значення параметра FC DNS приймається рівним 10 змін протягом 30 днів.

© Корченко А., Давиденко К., Аскеров М., Журов Ю. Метод формалізації багатовимірного еталонного субдовкілля для виявлення фішингових URL-адрес. Сучасний захист інформації, 2(66), 70–87. https://doi.org/10.31673/2409-7292.2026.021105

Для параметра «Кількість піддоменів» (Number of Subdomains – NSD) формуються інтервали $[0;2]$, $[3;4]$, $[5;10]$, що відповідають нормальній, підвищеній та аномальній структурній складності URL-адреси. Такий поділ дозволяє врахувати практику використання великої кількості піддоменів у фішингових URL для імітації легітимних сервісів. Максимальне значення параметра NSD приймається рівним 10, що відповідає граничному рівню складності, зафіксованому в досліджуваній вибірці.

Для параметра «Довжина URL» (URL Length – UL) обрано інтервали $[0;50]$, $[51;70]$, $[71;100]$, які характеризують короткі, середні та довгі URL-адреси відповідно. Така градація відображає тенденцію до збільшення довжини URL у фішингових атаках за рахунок додавання маскувальних елементів і параметрів. Максимальне значення UL встановлено на рівні 100 символів, що відповідає верхній межі значень, характерних для досліджуваних фішингових URL. І також, для параметра «Наявність захищеного з'єднання (HTTPS) та строк дії сертифіката (SSL/TLS)» (Secure Connection and Certificate Validity – SSL) використовуються інтервали $[0;30]$, $[31;90]$, $[91;360]$, які відображають короткий, середній та тривалий термін дії сертифіката. Такий підхід дозволяє врахувати, що фішингові ресурси часто використовують короткострокові SSL/TLS-сертифікати. Максимальне значення параметра SSL приймається рівним 360 днів, що відповідає типовому максимальному строку дії сертифікатів у сучасних умовах.

Для розробки МФБЕС скористаємося відомим МФЕС, який заснований на теорії нечітких множин та експертних підходах [28].

З урахуванням цього, сформуємо підмножину ідентифікаторів (ІД) суджень експертів при $n=l$ для кібератаки («Фішинг» – Phishing (Ph)) з ІД $CA_l = CA_{Ph} = Ph$ ($m_1 = 5, r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = r_5 = 3$), відповідно до етапу 1 виразу (2.30) (див. п. 2.2) в [28].

$$\{\bigcup_{i=1}^{1}\mathbf{LE_1}\} = \{\bigcup_{i=1}^{1}\{\bigcup_{j=1}^{\mathbf{m_i}}\mathbf{LE_{ij}}\}\} = \{\bigcup_{i=1}^{l}\{\bigcup_{j=1}^{m_i}\{\bigcup_{k=1}^{r_j}LE_{ijk}\}\}\} =$$

$$\{\{LE_{PhDA1},\ LE_{PhDA2},\ LE_{PhDA3}\},\{LE_{PhFC\ DNS1},\ LE_{PhFC\ DNS2},\ LE_{PhFC\ DNS3}\},$$
$$\{LE_{Ph\ NSD1},\ LE_{Ph\ NSD2},\ LE_{Ph\ NSD3}\},\{LE_{Ph\ UL1},\ LE_{Ph\ UL},\ LE_{Ph\ UL3}\},$$
$$\{LE_{Ph\ SSL1},\ LE_{Ph\ SSL2},\ LE_{Ph\ SSL3}\}\} =$$
$$\{\{\text{"МЛ"},\ \text{"СР"},\ \text{"СТ"}\},\{\text{"Н"},\ \text{"СР"},\ \text{"В"}\},$$
$$\{\text{"Н"},\ \text{"СР"},\ \text{"В"}\},\{\text{"Н"},\ \text{"СР"},\ \text{"В"}\},\{\text{"КР"},\ \text{"ПМ"},\ \text{"НЗ"}\}\},$$

де $LE_{PhDA1} = \text{"МЛ"}$ – «МОЛОДИЙ», $LE_{PhDA2} = \text{"СР"}$ – «СЕРЕДНІЙ», $LE_{PhDA3} = \text{"СТ"}$ – «СТАРИЙ», $LE_{PhFC\ DNS1} = "H"$ – «НИЗЬКА», $LE_{PhFC\ DNS2} = \text{"СР"}$ – «СРЕДНЯ», $LE_{PhFC\ DNS3} = "B"$ – «ВИСОКА», $LE_{Ph\ NSD1} = \text{"Н"}$ – «НИЗЬКА», $LE_{Ph\ NSD2} = \text{"СР"}$ – «СРЕДНЯ», $LE_{Ph\ NSD3} = \text{"В"}$ – «ВИСОКА», $LE_{Ph\ UL1} = \text{"Н"}$ – «НИЗЬКА», $LE_{Ph\ UL2} = \text{"СР"}$ – «СРЕДНЯ», $LE_{Ph\ UL3} = \text{"В"}$ – «ВИСОКА», $LE_{Ph\ SSL1} = \text{"КР"}$ – «КРИТИЧНИЙ», $LE_{Ph\ SSL2} = \text{"ПМ"}$ – «ПОМІРНИЙ», $LE_{Ph\ SSL3} = \text{"НЗ"}$ – «НИЗЬКИЙ», відповідно є ІД лінгвістичних оцінок експерта, які відображають стан параметрів $P_{PhDA} = DA$ («Вік домену» – DA, $P_{PhFC\ DNS} = FC\ DNS$ («Частота змін DNS» – FC DNS, $P_{Ph\ NSD} = NSD$ («Кількість піддоменів» – NSD), $P_{Ph\ UL} = UL$ («Довжина URL» – UL), $P_{Ph\ SSL} = SSL$ («Наявність захищеного з'єднання (HTTPS) та строк дії сертифіката (SSL/TLS)» – SSL) в 5-вимірному параметричному субдовкіллі ($\mathbf{P_i = P_{Ph}}$) [28].

Наступним, відповідно до етапу 2 (див. п. 2.2 в [28]) необхідно сформувати базову матрицю частот. Для цього побудуємо підмножину ІД інтервалів $\mathbf{N_{ij}}$ $(j = \overline{1,m_i})$ (див. (2.35) в [28]), що характеризують кібератаку з ІД $CA_l = CA_{Ph} = Ph$, на області визначення яких експерт здійснює лінгвістичну оцінку відносно значень параметрів $P_{Ph\ DA}$, $P_{PhFC\ DNS}$, $P_{Ph\ NSD}$, $P_{Ph\ UL}$, $P_{Ph\ SSL}$ (див. п. 2.1 в [28]).

© Корченко А., Давиденко К., Аскеров М., Журов Ю. Метод формалізації багатовимірного еталонного субдовкілля для виявлення фішингових URL-адрес. Сучасний захист інформації, 2(66), 70–87. https://doi.org/10.31673/2409-7292.2026.021105

При $n = 1,\ m_1 = 5, r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = r_5 = 3$ отримаємо:

$$\{\bigcup_{i=1}^{1}\mathbf{N}_i\} = \{\bigcup_{i=1}^{1}\{\bigcup_{j=1}^{\mathbf{m_i}}\mathbf{N_{ij}}\}\} = \{\bigcup_{i=1}^{1}\{\bigcup_{j=1}^{m_i}\{\bigcup_{k=1}^{k_j}N_{ijk}\}\}\} =$$

$$\{\{N_{PhDA1},\ N_{PhDA2},\ N_{PhDA3}\}, \{\{N_{PhFC\ DNS1},\ N_{PhFC\ DNS2},\ N_{PhFC\ DNS3}\}\}.$$
$$\{N_{Ph\ NSD1},\ N_{Ph\ NSD2},\ N_{Ph\ NSD3}\}, \{N_{Ph\ UL1},\ N_{Ph\ UL2},\ N_{Ph\ UL3}\},$$
$$\{N_{Ph\ SSL1},\ N_{Ph\ SSL2},\ N_{Ph\ SSL3}\}\}.$$

З урахування елементів підмножин $\mathbf{LE_{ij}}$ та $\mathbf{N_{ij}}$ на основі узагальнювальної матриці (табл. 2.1 в [28]) побудуємо поточні оцінки (див. табл. 9-10) за елементами підмножин $LE_{PhDAk}\ \ (r_1 = 3,\ \ k = \overline{1,3})$, N_{PhDAk}, тобто:

$$\boldsymbol{N_{PhDA1} = [N^{min}_{PhDA1}; N^{max}_{PhDA1}] \Leftrightarrow [0; 30]},\ \boldsymbol{N_{PhDA2} = [N^{min}_{PhDA2}; N^{max}_{PhDA2}] \Leftrightarrow [31; 180]},$$
$$\boldsymbol{N_{PhDA3} = [N^{min}_{PhDA3}; N^{max}_{PhDA3}] \Leftrightarrow [181; 360]},$$
$$LE_{PhFC\ DNSk}\ \ (r_2 = 3,\ \ k = \overline{1,3}),\ N_{PhFC\ DNSk},\ \text{тобто}$$
$$\boldsymbol{N_{PhFC\ DNS1} = [N^{min}_{PhFC\ DNS1}; N^{max}_{PhFC\ DNS1}] \Leftrightarrow [0; 2]},$$
$$\boldsymbol{N_{PhFC\ DNS2} = [N^{min}_{PhFC\ DNS2}; N^{max}_{PhFC\ DNS2}] \Leftrightarrow [3; 5]},$$
$$\boldsymbol{N_{PhFC\ DNS3} = [N^{min}_{PhFC\ DNS3}; N^{max}_{PhFC\ DNS3}] \Leftrightarrow [6; 10]}\ \textbf{та}$$
$$LE_{Ph\ \mathrm{NSD}k}\ \ (r_3 = 3,\ \ k = \overline{1,3}),\ N_{Ph\ \mathrm{NSD}k},\ \text{тобто}$$
$$\boldsymbol{N_{Ph\ NSD1} = [N^{min}_{Ph\ NSD1}; N^{max}_{Ph\ NSD1}] \Leftrightarrow [0; 2]},$$
$$\boldsymbol{N_{Ph\ NSD2} = [N^{min}_{Ph\ NSD2}; N^{max}_{Ph\ NSD2}] \Leftrightarrow [3; 4]},$$
$$\boldsymbol{N_{Ph\ NSD3} = [N^{min}_{Ph\ NSD3}; N^{max}_{Ph\ NSD3}] \Leftrightarrow [5; 10]}\ \textbf{і}$$
$$LE_{Ph\ \mathrm{UL}k}\ \ (r_3 = 3,\ \ k = \overline{1,3}),\ N_{Ph\ \mathrm{UL}k},\ \text{тобто}$$
$$\boldsymbol{N_{Ph\ UL1} = [N^{min}_{Ph\ UL1}; N^{max}_{Ph\ UL1}] \Leftrightarrow [0; 50]},$$
$$\boldsymbol{N_{Ph\ UL2} = [N^{min}_{Ph\ UL2}; N^{max}_{Ph\ UL2}] \Leftrightarrow [51; 70]},$$
$$\boldsymbol{N_{Ph\ UL3} = [N^{min}_{Ph\ UL3}; N^{max}_{Ph\ UL3}] \Leftrightarrow [71; 100]},\ \text{а також}$$
$$LE_{Ph\ \mathrm{SSL}k}\ \ (r_3 = 3,\ \ k = \overline{1,3}),\ N_{Ph\ \mathrm{SSL}k},\ \text{тобто}$$
$$\boldsymbol{N_{Ph\ SSL1} = [N^{min}_{Ph\ SSL1}; N^{max}_{Ph\ SSL1}] \Leftrightarrow [0; 30]},$$
$$\boldsymbol{N_{Ph\ SSL2} = [N^{min}_{Ph\ SSL2}; N^{max}_{Ph\ SSL2}] \Leftrightarrow [31; 90]},$$
$$\boldsymbol{N_{Ph\ SSL3} = [N^{min}_{Ph\ SSL3}; N^{max}_{Ph\ SSL3}] \Leftrightarrow [91; 360]}.$$

Таблиця 2

Поточна таблиця оцінок за $\mathrm{LE_{PhDA}}$

$\mathbf{LE_{PhDA}}$	$\mathbf{N_{PhDA}}$		
	N_{PhDA1}	N_{PhDA2}	N_{PhDA3}
“МЛ”	8	2	0
“СР”	1	3	2
“СТ”	0	1	3

Таблиця 3

Поточна таблиця оцінок за $\mathrm{LE_{PhFC\ DNS}}$

$\mathbf{LE_{PhFC\ DNS}}$	$\mathbf{N_{PhFC\ DNS}}$		
	$N_{PhFC\ DNS1}$	$N_{PhFC\ DNS1}$	$N_{PhFC\ DNS1}$
“Н”	3	2	0
“СР”	2	5	2
“В”	0	4	6

© Корченко А., Давиденко К., Аскеров М., Журов Ю. Метод формалізації багатовимірного еталонного субдовкілля для виявлення фішингових URL-адрес. Сучасний захист інформації, 2(66), 70–87. https://doi.org/10.31673/2409-7292.2026.021105

Таблиця 4

Поточна таблиця оцінок за LE_{PhNSD}

$LE_{Ph\ NSD}$	**$N_{Ph\ NSD}$**		
	$N_{\text{Ph NSD1}}$	$N_{\text{Ph NSD2}}$	$N_{\text{Ph NSD3}}$
“Н”	2	2	0
“СР”	1	5	2
“В”	0	4	8

Таблиця 5

Поточна таблиця оцінок за LE_{PhUL}

$LE_{Ph\ UL}$	**$N_{Ph\ UL}$**		
	$N_{\text{Ph UL1}}$	$N_{\text{Ph UL2}}$	$N_{\text{Ph UL3}}$
“Н”	3	1	0
“СР”	2	6	4
“В”	0	5	9

Таблиця 6

Поточна таблиця оцінок за **LE_{PhSSL}**

$LE_{Ph\ SSL}$	**$N_{Ph\ SSL}$**		
	$N_{\text{Ph SSL1}}$	$N_{\text{Ph SSL2}}$	$N_{\text{Ph SSL3}}$
“КР”	8	4	0
“ПМ”	2	5	1
“НЗ”	0	2	2

Далі, з урахуванням даних таблиць 2-6, а також виразу (2.36) в [28], сформуємо матриці частот (при $n=1,\ \ m_1=5,\ \ s,q=\overline{1,r_1},\ \ s,q=\overline{1,r_2},\ s,q=\overline{1,r_3},\ s,q=\overline{1,r_4},\ s,q=\overline{1,r_5}$, тобто $s,q=\overline{1,3}$ відповідно):

$$F_{11}=F_{PhDA}=\left\|f_{11sq}\right\|=\left\|\begin{matrix}f_{1111} & f_{1112} & f_{1113}\\ f_{1121} & f_{1122} & f_{1123}\\ f_{1131} & f_{1132} & f_{1133}\end{matrix}\right\|=\left\|\begin{matrix}8 & 2 & 0\\ 1 & 3 & 2\\ 0 & 1 & 3\end{matrix}\right\|,$$

$$F_{12}=F_{PhFC\ DNS}=\left\|f_{12sq}\right\|=\left\|\begin{matrix}f_{1211} & f_{1212} & f_{1213}\\ f_{1221} & f_{1222} & f_{1223}\\ f_{1231} & f_{1232} & f_{1233}\end{matrix}\right\|=\left\|\begin{matrix}3 & 2 & 0\\ 2 & 5 & 2\\ 0 & 4 & 6\end{matrix}\right\|,$$

$$F_{13}=F_{\text{Ph NSD}}=\left\|f_{13sq}\right\|=\left\|\begin{matrix}f_{1311} & f_{1312} & f_{1313}\\ f_{1321} & f_{1322} & f_{1323}\\ f_{1331} & f_{1332} & f_{1333}\end{matrix}\right\|=\left\|\begin{matrix}2 & 2 & 0\\ 1 & 5 & 2\\ 0 & 4 & 8\end{matrix}\right\|,$$

$$F_{14}=F_{\text{Ph UL}}=\left\|f_{14sq}\right\|=\left\|\begin{matrix}f_{1411} & f_{1412} & f_{1413}\\ f_{1421} & f_{1422} & f_{1423}\\ f_{1431} & f_{1432} & f_{1433}\end{matrix}\right\|=\left\|\begin{matrix}3 & 1 & 0\\ 2 & 6 & 4\\ 0 & 5 & 9\end{matrix}\right\| \text{ та}$$

$$F_{15}=F_{\text{Ph SSL}}=\left\|f_{15sq}\right\|=\left\|\begin{matrix}f_{1511} & f_{1512} & f_{1513}\\ f_{1521} & f_{1522} & f_{1523}\\ f_{1531} & f_{1532} & f_{1533}\end{matrix}\right\|=\left\|\begin{matrix}8 & 4 & 0\\ 2 & 5 & 1\\ 0 & 2 & 2\end{matrix}\right\|.$$

Наступним, для формування похідної матриці частот (при $n=1,\ m_1=5$) побудуємо, за відповідними стовпцями матриць F_{PhDA}, $F_{PhFC\ DNS}$, $F_{Ph\ \text{NSD}}$, $F_{Ph\ \text{UL}}$ та $F_{Ph\ \text{SSL}}$ з урахуванням виразу (2.38) в [28], вектори сум:

$$VS_{PhDA}=\left\|vs_{PhDAq}\right\|=\left\|vs_{PhDA1},vs_{PhDA2},vs_{PhDA3}\right\|=\left\|\cup_{q=1}^{3}\sum_{s=1}^{3}f_{PhDAsq}\right\|=\|9,6,5\|,\ (q=\overline{1,3}),$$

$$VS_{PhFC\ DNS}=\left\|vs_{PhFC\ DNSq}\right\|=\|vs_{PhFC\ DNS1},vs_{PhFC\ DNS2},vs_{PhFC\ DNS3}\|=\left\|\cup_{q=1}^{3}\sum_{s=1}^{3}f_{PhDCDsq}\right\|=\|5,11,8\|,\ (q=\overline{1,3}),$$

$$VS_{\text{Ph NSD}}=\left\|vs_{\text{Ph NSD}q}\right\|=\|vs_{\text{Ph NSD1}},vs_{\text{Ph NSD2}},vs_{\text{Ph NSD3}}\|=\left\|\cup_{q=1}^{3}\sum_{s=1}^{3}f_{\text{Ph NSD}sq}\right\|=\|3,11,10\|,\ (q=\overline{1,3}),$$

$$VS_{\text{Ph UL}}=\left\|vs_{\text{Ph UL}q}\right\|=\|vs_{\text{Ph UL1}},vs_{\text{Ph UL2}},vs_{\text{Ph UL3}}\|=\left\|\cup_{q=1}^{3}\sum_{s=1}^{3}f_{\text{Ph UL}sq}\right\|=\|5,12,13\|,\ (q=\overline{1,3}) \text{ та}$$

$$VS_{\text{Ph SSL}}=\left\|vs_{\text{Ph SSL}q}\right\|=\|vs_{\text{Ph SSL1}},vs_{\text{Ph SSL2}},vs_{\text{Ph SSL3}}\|=$$

$$\left\| \cup_{q=1}^{3} \sum_{s=1}^{3} f_{\text{Ph SSL}sq} \right\| = \|10,11,4\|, (q = \overline{1,3}).$$

З урахуванням (2.39) в [28] з VS_{PhDA}, $VS_{PhFC\ DNS}$, $VS_{Ph\ NSD}$, $VS_{Ph\ UL}$ та $VS_{Ph\ SSL}$ визначимо максимальний елемент: $vsm_{PhDA} = \vee_{q=1}^{3} vs_{PhDAq} = vs_{PhDA1} \vee vs_{PhDA2} \vee vs_{PhDA3} = 9 \vee 6 \vee 5 = vsm_{PhDA} = 9$, $vsm_{PhFC\ DNS} = \vee_{q=1}^{3} vs_{PhFC\ DNSq} = vs_{PhFC\ DNS1} \vee vs_{PhFC\ DNS2} \vee vs_{PhFC\ DNS3} = 5 \vee 11 \vee 8 = vsm_{PhFC\ DNS} = 11$, $vsm_{\text{Ph NSD}} = \vee_{q=1}^{3} vs_{\text{Ph NSD}q} = vs_{\text{Ph NSD1}} \vee vs_{\text{Ph NSD2}} \vee vs_{\text{Ph NSD3}} = 3 \vee 11 \vee 10 = vsm_{\text{Ph NSD}} = 11$, $vsm_{\text{Ph UL}} = \vee_{q=1}^{3} vs_{\text{Ph UL}q} = vs_{\text{Ph UL1}} \vee vs_{\text{Ph UL2}} \vee vs_{\text{Ph UL3}} = 5 \vee 12 \vee 13 = vsm_{\text{Ph UL}} = 13$ та $vsm_{\text{Ph SSL}} = \vee_{q=1}^{3} vs_{\text{Ph SSL}q} = vs_{\text{Ph SSL1}} \vee vs_{\text{Ph SSL2}} \vee vs_{\text{Ph SSL3}} = 10 \vee 11 \vee 4 = vsm_{\text{Ph SSL}} = 11$, а відповідно до (2.40) в [28] отримаємо похідну матрицю частот:

$$F'_{PhDA} = (vsm_{PhDA}/vsm_{PhDAq})F_{PhDA} = \left\| \begin{matrix} 8 & 3 & 0 \\ 1 & 4,5 & 3,6 \\ 0 & 1,5 & 5,4 \end{matrix} \right\|.$$

$$F'_{PhFC\ DNS} = (vsm_{PhFC\ DNS}/vsm_{PhFC\ DNSq})F_{PhFC\ DNS} = \left\| \begin{matrix} 6,6 & 2 & 0 \\ 4,4 & 5 & 2,8 \\ 0 & 4 & 8,3 \end{matrix} \right\|,$$

$$F'_{\text{Ph NSD}} = (vsm_{\text{Ph NSD}}/vsm_{\text{Ph NSD}})F_{\text{Ph NSD}} = \left\| \begin{matrix} 7,3 & 2 & 0 \\ 3,6 & 5 & 2.2 \\ 0 & 4 & 8,8 \end{matrix} \right\|,$$

$$F'_{\text{Ph UL}} = (vsm_{\text{Ph UL}}/vsm_{\text{Ph UL}})F_{\text{Ph UL}} = \left\| \begin{matrix} 7,8 & 1,08 & 0 \\ 5,2 & 6,5 & 4 \\ 0 & 5,4 & 9 \end{matrix} \right\| \text{ та}$$

$$F'_{\text{Ph SSL}} = (vsm_{\text{Ph SSL}}/vsm_{\text{Ph SSL}})F_{\text{Ph SSL}} = \left\| \begin{matrix} 8,8 & 4 & 0 \\ 2,2 & 5 & 2,75 \\ 0 & 2 & 5,5 \end{matrix} \right\|.$$

Далі, з урахуванням (2.45) в [28] сформуємо підмножину нечітких термів, $\mathbf{T_{PhDA}}$, $\mathbf{T_{Ph\ FC\ DNS}}$, $\mathbf{T_{Ph\ NSD}}$, $\mathbf{T_{Ph\ UL}}$ та $\mathbf{T_{Ph\ SSL}}$ що відображають певні стани параметрів P_{PhDA}, $P_{PhFC\ DNS}$, $P_{Ph\ NSD}$, $P_{Ph\ UL}$, $P_{Ph\ SSL}$ в 5-вимірному параметричному субдовкіллі ($\mathbf{P_i = P_{Ph}}$), а також при $n = 1$ (для кібератак з ІД $CA_l = CA_{Ph} = Ph$), $m_1 = 5, r_1 = r_2 = r_3 = r_4 = r_5 = 3$:

$$\{\bigcup_{\mathbf{i=1}}^{\mathbf{1}} \mathbf{T_i}\} = \{\bigcup_{\mathbf{i=1}}^{\mathbf{n}} \{\bigcup_{\mathbf{j=1}}^{\mathbf{m_i}} \mathbf{T_{ij}}\} = \{\bigcup_{i=1}^{n} \{\bigcup_{j=1}^{m_i} \{\bigcup_{s=1}^{r_j} \underset{\sim}{T}_{ijs}\}\}\} =$$

$$\{\{\underset{\sim}{T}_{PhDA1},\ \underset{\sim}{T}_{PhDA2},\ \underset{\sim}{T}_{PhDA3}\}, \{\underset{\sim}{T}_{PhFC\ DNS1},\ \underset{\sim}{T}_{PhFC\ DNS2},\ \underset{\sim}{T}_{PhFC\ DNS3}\},$$

$$\{\underset{\sim}{T}_{Ph\ NSD1},\ \underset{\sim}{T}_{Ph\ NSD2},\ \underset{\sim}{T}_{Ph\ NSD3}\}, \{\underset{\sim}{T}_{Ph\ UL1},\ \underset{\sim}{T}_{Ph\ UL2},\ \underset{\sim}{T}_{Ph\ UL3}\}, \{\underset{\sim}{T}_{Ph\ SSL1},\ \underset{\sim}{T}_{Ph\ SSL2},\ \underset{\sim}{T}_{Ph\ SSL3}\}\} =$$

$$\{\{\underset{\sim}{\text{МЛ}}_{PhDA}, \underset{\sim}{\text{СР}}_{PhDA}, \underset{\sim}{\text{СТ}}_{PhDA}\}, \{\underset{\sim}{\text{Н}}_{PhFC\ DNS},\ \underset{\sim}{\text{СР}}_{PhFC\ DNS},\ \underset{\sim}{\text{В}}_{PhFC\ DNS}\},$$

$$\{\underset{\sim}{\text{Н}}_{Ph\ NSD}, \underset{\sim}{\text{СР}}_{Ph\ NSD}, \underset{\sim}{\text{В}}_{Ph\ NSD}\}, \{\underset{\sim}{\text{Н}}_{Ph\ UL}, \underset{\sim}{\text{СР}}_{Ph\ UL}, \underset{\sim}{\text{В}}_{Ph\ UL}\}, \{\underset{\sim}{\text{КР}}_{Ph\ SSL}, \underset{\sim}{\text{ПМ}}_{Ph\ SSL}, \underset{\sim}{\text{НЗ}}_{Ph\ SSL}\}\},$$

де:

- $\underset{\sim}{\boldsymbol{T}}_{\boldsymbol{PhDA1}} = \underset{\sim}{\text{МЛ}}_{\boldsymbol{PhDA}}$, $\underset{\sim}{\boldsymbol{T}}_{\boldsymbol{PhDA2}} = \underset{\sim}{\text{СР}}_{\boldsymbol{PhDA}}$ і $\underset{\sim}{\boldsymbol{T}}_{\boldsymbol{PhDA3}} = \underset{\sim}{\text{СТ}}_{\boldsymbol{PhDA}}$ відповідно є НЧ $\underset{\sim}{\text{МЛ}}_{\boldsymbol{PhDA}}, \underset{\sim}{\text{СР}}_{\boldsymbol{PhDA}}, \underset{\sim}{\text{СТ}}_{\boldsymbol{PhDA}}$, що інтерпретують висловлювання експерта, які відображаються за допомогою $\boldsymbol{LE_{PhDA1}} = \text{"МЛ"}$, $\boldsymbol{LE_{PhDA2}} = \text{"СР"}$ і $\boldsymbol{LE_{PhDA3}} = \text{"СТ"}$;

- $\underset{\sim}{T}_{PhFC\ DNS1} = \underset{\sim}{H}_{PhFC\ DNS}$, $\underset{\sim}{T}_{PhFC\ DNS2} = \underset{\sim}{C}_{PhFC\ DNS}$, $\underset{\sim}{T}_{PhFC\ DNS3} = \underset{\sim}{B}_{PhFC\ DNS}$, відповідно є НЧ $\underset{\sim}{H}_{PhFC\ DNS}$, $\underset{\sim}{C}_{PhFC\ DNS}$, $\underset{\sim}{B}_{PhFC\ DNS}$, які інтерпретують висловлювання експерта, що відображаються за допомогою $LE_{PhFC\ DNS1} = "H"$, $LE_{PhFC\ DNS2} = "C"$, $LE_{PhFC\ DNS3} = "B"$;

- $\underset{\sim}{\boldsymbol{T}}_{\boldsymbol{Ph\,NSD1}} = \underset{\sim}{\text{Н}}_{\boldsymbol{Ph\,NSD}}$, $\underset{\sim}{\boldsymbol{T}}_{\boldsymbol{Ph\,NSD2}} = \underset{\sim}{\text{СР}}_{\boldsymbol{Ph\,NSD}}$ і $\underset{\sim}{\boldsymbol{T}}_{\boldsymbol{Ph\,NSD3}} = \underset{\sim}{\text{В}}_{\boldsymbol{Ph\,NSD}}$ відповідно є НЧ $\underset{\sim}{\text{Н}}_{\boldsymbol{PhNSD}}, \underset{\sim}{\text{СР}}_{\boldsymbol{PhNSD}}, \underset{\sim}{\text{В}}_{\boldsymbol{PhNSD}}$, що інтерпретують висловлювання експерта, які відображаються за допомогою $\boldsymbol{LE}_{\boldsymbol{Ph\,NSD1}} =$ "Н", $\boldsymbol{LE}_{\boldsymbol{PhNSD2}} =$ "СР" і $\boldsymbol{LE}_{\boldsymbol{PhNSD3}} =$ "В";

- $\underset{\sim}{\boldsymbol{T}}_{\boldsymbol{Ph\,UL1}} = \underset{\sim}{\text{Н}}_{\boldsymbol{Ph\,UL}}$, $\underset{\sim}{\boldsymbol{T}}_{\boldsymbol{Ph\,UL2}} = \underset{\sim}{\text{СР}}_{\boldsymbol{Ph\,UL}}$ і $\underset{\sim}{\boldsymbol{T}}_{\boldsymbol{Ph\,UL3}} = \underset{\sim}{\text{В}}_{\boldsymbol{Ph\,UL}}$ відповідно є НЧ $\underset{\sim}{\text{Н}}_{\boldsymbol{PhUL}}, \underset{\sim}{\text{СР}}_{\boldsymbol{PhUL}}, \underset{\sim}{\text{В}}_{\boldsymbol{PhUL}}$, що інтерпретують висловлювання експерта, які відображаються за допомогою $\boldsymbol{LE}_{\boldsymbol{Ph\,UL1}} =$ "Н", $\boldsymbol{LE}_{\boldsymbol{PhUL2}} =$ "СР" і $\boldsymbol{LE}_{\boldsymbol{PhUL3}} =$ "В";

- $\underset{\sim}{\boldsymbol{T}}_{\boldsymbol{Ph\,SSL1}} = \underset{\sim}{\text{КР}}_{\boldsymbol{Ph\,SSL}}$, $\underset{\sim}{\boldsymbol{T}}_{\boldsymbol{Ph\,SSL2}} = \underset{\sim}{\text{ПМ}}_{\boldsymbol{Ph\,SSL}}$ і $\underset{\sim}{\boldsymbol{T}}_{\boldsymbol{Ph\,SSL3}} = \underset{\sim}{\text{НЗ}}_{\boldsymbol{Ph\,SSL}}$ відповідно є НЧ $\underset{\sim}{\text{КР}}_{\boldsymbol{Ph\,SSL}}, \underset{\sim}{\text{ПМ}}_{\boldsymbol{Ph\,SSL}}, \underset{\sim}{\text{НЗ}}_{\boldsymbol{Ph\,SSL}}$, що інтерпретують висловлювання експерта, які відображаються за допомогою $\boldsymbol{LE}_{\boldsymbol{Ph\,SSL1}} =$ "Н", $\boldsymbol{LE}_{\boldsymbol{PhSSL2}} =$ "СР" і $\boldsymbol{LE}_{\boldsymbol{PhSSL3}} =$ "В".

З урахуванням (2.46) в [28] за відповідними рядками F'_{PhDA}, $F'_{PhFC\,DNS}$, $F'_{Ph\,NSD}$, $F'_{Ph\,UL}$, $F'_{Ph\,SSL}$, побудуємо вектори максимумів:

$$FM_{PhDA} = \|fm_{PhDAs}\| = \|fm_{PhDA1}, fm_{PhDA2}, fm_{PhDA3}\| = \|8;\ \ 4{,}5;\ \ 5{,}4\|.$$

$$FM_{PhFC\,DNS} = \|fm_{PhFC\,DNSs}\| =$$

$$\|fm_{PhFC\,DNS1},\ \ fm_{PhFC\,DNS2},\ \ fm_{PhFC\,DNS3}\| = \|6{,}6;\ \ 5;\ \ 8{,}3\|.$$

$$FM_{Ph\text{NSD}} = \|fm_{Ph\text{NSD}s}\| = \|fm_{Ph\text{NSD}1}, fm_{Ph\text{NSD}2}, fm_{Ph\text{NSD}3}\| = \|7{,}3;\ 5;\ 8{,}8\|.$$

$$FM_{\text{UL}} = \|fm_{Ph\text{UL}s}\| = \|fm_{Ph\text{UL}1}, fm_{Ph\text{UL}2}, fm_{Ph\text{UL}3}\| = \|7{,}8;\ 6{,}5;\ 9\|.$$

$$FM_{\text{SSL}} = \|fm_{Ph\text{SSL}s}\| = \|fm_{Ph\text{SSL}1}, fm_{Ph\text{SSL}2}, fm_{Ph\text{SSL}3}\| = \|8{,}8;\ 5;\ 5{,}5\|.$$

На основі FM_{PhDA}, $FM_{PhFC\,DNS}$, $FM_{Ph\,NSD}$, $FM_{Ph\,UL}$, $FM_{Ph\,SSL}$ за виразом (2.47) в [28] сформуємо матриці функцій належності:

$$M_{PhDA} = \|\mu_{PhDAsq}\| = \left\|\begin{matrix} 1 & 0{,}66 & 0 \\ 0{,}13 & 1 & 0{,}66 \\ 0 & 0{,}33 & 1 \end{matrix}\right\|, \qquad M_{PhFC\,DNS} = \|\mu_{PhFC\,DNSsq}\| = \left\|\begin{matrix} 1 & 0{,}4 & 0 \\ 0{,}67 & 1 & 0{,}34 \\ 0 & 0{,}8 & 1 \end{matrix}\right\|,$$

$$M_{Ph\text{NSD}} = \|\mu_{Ph\text{NSD}sq}\| = \left\|\begin{matrix} 1 & 0{,}4 & 0 \\ 0{,}49 & 1 & 0{,}25 \\ 0 & 0{,}8 & 1 \end{matrix}\right\|, \qquad M_{Ph\text{UL}} = \|\mu_{Ph\text{UL}q}\| = \left\|\begin{matrix} 1 & 0{,}17 & 0 \\ 0{,}67 & 1 & 0{,}44 \\ 0 & 0{,}83 & 1 \end{matrix}\right\|,$$

$$\text{а також } M_{Ph\text{SSL}} = \|\mu_{Ph\text{SSL}q}\| = \left\|\begin{matrix} 1 & 0{,}8 & 0 \\ 0{,}25 & 1 & 0{,}5 \\ 0 & 0{,}4 & 1 \end{matrix}\right\|,$$

де: $\mu_{PhDAsq} = f'_{PhDAsq}/fm_{PhDAs}$, $(s,q = \overline{1,3})$, $\mu_{PhFC\,DNSsq} = f'_{PhFC\,DNSsq}/fm_{PhFC\,DNSs}$, $(s,q = \overline{1,3})$, $\mu_{Ph\text{NSD}sq} = f'_{Ph\text{NSD}sq}/fm_{Ph\text{NSD}s}$, $(s,q = \overline{1,3})$, $\mu_{Ph\text{UL}sq} = f'_{Ph\text{UL}sq}/fm_{Ph\text{UL}s}$, $(s,q = \overline{1,3})$, $\mu_{Ph\text{SSL}sq} = f'_{Ph\text{SSL}sq}/fm_{Ph\text{SSL}s}$, $(s,q = \overline{1,3})$.

На основі отриманих даних μ_{PhDAsq}, $\mu_{PhFC\,DNSsq}$, $\mu_{Ph\text{NSD}sq}$, $\mu_{Ph\text{UL}sq}$, $\mu_{Ph\text{SSL}sq}$ та обчислених за виразом (2.49) в [28] x_{PhDAsq}, $x_{PhFC\,DNSsq}$, $x_{Ph\text{NSD}sq}$, $x_{Ph\text{UL}sq}$, $x_{Ph\text{SSL}sq}$ визначимо низки нечітких термів відповідно до (2.48) в [28]:

$$\underset{\sim}{T}_{PhDAs} = \{\mu_{PhDAs1}/x_{PhDAs1},\ \ \mu_{PhDAs2}/x_{PhDAs2},\ \ \mu_{PhDAs3}/x_{PhDAs3}\},\ \left(s = \overline{1,3}\right),$$

де, з урахуванням (2.49) в [28]:

$$X_{PhDAsq} = N_{PhDAq}^{max^{max}_{PhDAr}}\ \ (q = \overline{1,3}) \text{ або } \{\cup_{q=1}^{3} X_{PhDAsq}\} = \{0{,}08;\ 0{,}5;\ 1\}.$$

Далі, аналогічно, визначимо:

$$\underset{\sim}{T}_{PhFC\ DNSs} = \{\mu_{PhFC\ DNSs1}/x_{PhFC\ DNSs1},\ \ \mu_{PhFC\ DNSs2}/x_{PhFC\ DNSs2},\ \ \mu_{PhFC\ DNSs3}/x_{PhFC\ DNSs3}\},$$
$$(s = \overline{1,3}),$$
$$\underset{\sim}{T}_{PhNSDs} = \{\mu_{PhNSDs1}/x_{PhNSDs1},\ \ \mu_{PhNSDs2}/x_{PhNSDs2},\ \ \mu_{PhNSDs3}/x_{PhNSDs3}\},\ (s = \overline{1,3}),$$
$$\underset{\sim}{T}_{PhULs} = \{\mu_{PhULs1}/x_{PhULs1},\ \ \mu_{PhULs2}/x_{PhULs2},\ \ \mu_{PhULs3}/x_{PhULs3}\},\ (s = \overline{1,3}),$$
$$\underset{\sim}{T}_{PhSSLs} = \{\mu_{PhSSLs1}/x_{PhSSLs1},\ \ \mu_{PhSSLs2}/x_{PhSSLs2},\ \ \mu_{PhSSLs3}/x_{PhSSLs3}\},\ (s = \overline{1,3}),$$

де:

$$X_{PhFC\ DNSsq} = N^{max^{max}_{PhFC\ DNSr}}_{PhFC\ DNSq}\ (q = \overline{1,3})\ \text{або}\ \{\cup^3_{q=1} X_{PhFC\ DNSsq}\} = \{0{,}2;\ 0{,}5;\ 1\},$$
$$X_{Ph\ \mathrm{NSD}sq} = N^{max^{max}_{Ph\ \mathrm{NSD}r}}_{Ph\ \mathrm{NSD}q}\ (q = \overline{1,3})\ \text{або}\ \{\cup^3_{q=1} X_{Ph\ \mathrm{NSD}sq}\} = \{0{,}2;\ 0{,}4;\ 1\},$$
$$X_{Ph\ ULsq} = N^{max^{max}_{Ph\ \mathrm{UL}r}}_{Ph\ \mathrm{UL}q}\ (q = \overline{1,3})\ \text{або}\ \{\cup^3_{q=1} X_{Ph\ \mathrm{UL}sq}\} = \{0{,}5;\ 0{,}7;\ 1\},$$
$$X_{Ph\ \mathrm{SSL}sq} = N^{max^{max}_{Ph\ \mathrm{SSL}r}}_{Ph\ \mathrm{SSL}q}\ (q = \overline{1,3})\ \text{або}\ \{\cup^3_{q=1} X_{Ph\ \mathrm{SSL}sq}\} = \{0{,}08;\ 0{,}25;\ 1\}.$$

Таким чином, отримані члени підмножини T_{PhDA}, $T_{PhFC\ DNS}$, T_{PhNSD}, T_{PhUL}, T_{PhSSL} (числова форма) відповідно є відображенням членів підмножини LE_{PhDA}, $LE_{PhFC\ DNS}$, LE_{PhNSD}, LE_{PhUL}, LE_{PhSSL} (лінгвістична форма) та представляються у наступному вигляді:

$$\underset{\sim}{T}_{PhDA1} = \underset{\sim}{\mathrm{МЛ}}_{PhDA} = \{1/0{,}08;\ 0{,}67/0{,}5;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}_{PhDA2} = \underset{\sim}{\mathrm{СР}}_{PhDA} = \{0{,}13/0{,}08;\ 1/0{,}5;\ 0{,}67/1\ \};$$
$$\underset{\sim}{T}_{PhDA3} = \underset{\sim}{\mathrm{СТ}}_{PhDA} = \{0/0{,}08;\ 0{,}33/0{,}05;\ 1/1\},$$
$$\underset{\sim}{T}_{PhFC\ DNS1} = \underset{\sim}{\mathrm{Н}}_{PhFC\ DNS} = \{1/0{,}2;\ 0{,}4/0{,}5;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}_{PhFC\ DNS2} = \underset{\sim}{\mathrm{СР}}_{PhFC\ DNS} = \{0{,}67/0{,}2;\ 1/0{,}5;\ 0{,}34/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}_{PhFC\ DNS3} = \underset{\sim}{\mathrm{В}}_{PhFC\ DNS} = \{0/0{,}2;\ 0{,}8/0{,}5;\ 1/1\},$$
$$\underset{\sim}{T}_{Ph\ NSD1} = \underset{\sim}{\mathrm{Н}}_{Ph\ NSD} = \{1/0{,}2;\ 0{,}4/0{,}4;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}_{Ph\ NSD2} = \underset{\sim}{\mathrm{СР}}_{Ph\ NSD} = \{0{,}49/0{,}2;\ 1/0{,}4;\ 0{,}25/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}_{Ph\ NSD3} = \underset{\sim}{\mathrm{В}}_{Ph\ NSD} = \{0/0{,}2;\ 0{,}8/0{,}4;\ 1/1\},$$
$$\underset{\sim}{T}_{Ph\ UL1} = \underset{\sim}{\mathrm{Н}}_{Ph\ UL} = \{1/0{,}5;\ 0{,}17/0{,}7;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}_{Ph\ UL2} = \underset{\sim}{\mathrm{СР}}_{Ph\ UL} = \{0{,}67/0{,}5;\ 1/0{,}7;\ 0{,}44/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}_{Ph\ UL3} = \underset{\sim}{\mathrm{В}}_{Ph\ UL} = \{0/0{,}5;\ 0{,}83/0{,}7;\ 1/1\},$$
$$\underset{\sim}{T}_{Ph\ SSL1} = \underset{\sim}{\mathrm{КР}}_{Ph\ SSL} = \{1/0{,}08;\ 0{,}8/0{,}25;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}_{Ph\ SSL2} = \underset{\sim}{\mathrm{ПМ}}_{Ph\ SSL} = \{0{,}25/0{,}08;\ 1/0{,}25;\ 0{,}5/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}_{Ph\ SSL3} = \underset{\sim}{\mathrm{НЗ}}_{Ph\ SSL} = \{0/0{,}08;\ 0{,}4/0{,}25;\ 1/1\}.$$

Далі, відповідно до етапу 5 виразу (2.52) в [28] сформуємо НЧ $\mathbf{T}^{e}_{\mathbf{PhDA}} \subseteq \mathbf{T}^{e}$, $\mathbf{T}^{e}_{\mathbf{PhFC\ DNS}} \subseteq \mathbf{T}^{e}$ еталонного субдовкілля ($\mathbf{T}^{e}_{\mathbf{i}} = \mathbf{T}^{e}_{\mathbf{Ph}}$):

$$T^{e}_{PhDA} = \cup^3_{s=1} \underset{\sim}{T}^{e}_{PhDAs} = \underset{\sim}{T}^{e}_{PhDA1},\ \ \underset{\sim}{T}^{e}_{PhDA2},\ \ \underset{\sim}{T}^{e}_{PhDA3} = \{\underset{\sim}{\mathrm{МЛ}}^{e}_{PhDA}, \underset{\sim}{\mathrm{СР}}^{e}_{PhDA}, \underset{\sim}{\mathrm{СТ}}^{e}_{PhDA}\},\ (s = \overline{1,3}),$$
$$T^{e}_{PhFC\ DNS} = \{\cup^3_{s=1} \underset{\sim}{T}^{e}_{PhFC\ DNSs}\} = \{\underset{\sim}{T}^{e}_{PhFC\ DNS1},\ \ \underset{\sim}{T}^{e}_{PhFC\ DNS2},\ \ \underset{\sim}{T}^{e}_{PhFC\ DNS3}\} =$$
$$\{\underset{\sim}{\mathrm{Н}}^{e}_{PhFC\ DNS}, \underset{\sim}{\mathrm{СР}}^{e}_{PhFC\ DNS}, \underset{\sim}{\mathrm{В}}^{e}_{PhFC\ DNS}\},\ (s = \overline{1,3}),$$
$$T^{e}_{PhNSD} = \cup^3_{s=1} \underset{\sim}{T}^{e}_{PhNSDs} = \underset{\sim}{T}^{e}_{PhNSD1},\ \ \underset{\sim}{T}^{e}_{PhNSD2},\ \ \underset{\sim}{T}^{e}_{PhNSD3} = \{\underset{\sim}{\mathrm{Н}}^{e}_{PhNSD}, \underset{\sim}{\mathrm{СР}}^{e}_{PhNSD}, \underset{\sim}{\mathrm{В}}^{e}_{PhNSD}\},\ (s = \overline{1,3}),$$
$$T^{e}_{PhUL} = \{\cup^3_{s=1} \underset{\sim}{T}^{e}_{PhULs}\} = \{\underset{\sim}{T}^{e}_{PhUL1},\ \ \underset{\sim}{T}^{e}_{PhUL2},\ \ \underset{\sim}{T}^{e}_{PhUL3}\} = \{\underset{\sim}{\mathrm{Н}}^{e}_{PhUL}, \underset{\sim}{\mathrm{СР}}^{e}_{PhUL}, \underset{\sim}{\mathrm{В}}^{e}_{PhUL}\},\ (s = \overline{1,3}),$$

© Корченко А., Давиденко К., Аскеров М., Журов Ю. Метод формалізації багатовимірного еталонного субдовкілля для виявлення фішингових URL-адрес. Сучасний захист інформації, 2(66), 70–87. https://doi.org/10.31673/2409-7292.2026.021105

$T^e_{PhSSL} = \bigcup_{s=1}^{3} \underset{\sim}{T}^e_{PhSSLs} = \underset{\sim}{T}^e_{PhSSL1}, \ \underset{\sim}{T}^e_{PhSSL2}, \ \underset{\sim}{T}^e_{PhSSL3} = \{\underset{\sim}{\text{КР}}^e_{PhSSL}, \underset{\sim}{\text{ПМ}}^e_{PhSSL}, \underset{\sim}{\text{НЗ}}^e_{PhSSL}\}, (s = \overline{1,3})$,

де члени підмножини:

- $\boldsymbol{T^e_{PhDA}} - \underset{\sim}{\text{МЛ}}^{\boldsymbol{e}}_{\boldsymbol{PhDA}}, \underset{\sim}{\text{СР}}^{\boldsymbol{e}}_{\boldsymbol{PhDA}}, \underset{\sim}{\text{СТ}}^{\boldsymbol{e}}_{\boldsymbol{PhDA}}$;
- $\boldsymbol{T^e_{PhFC\ DNS}} - \underset{\sim}{\text{Н}}^{\boldsymbol{e}}_{\boldsymbol{PhFC\ DNS}}, \underset{\sim}{\text{СР}}^{\boldsymbol{e}}_{\boldsymbol{PhFC\ DNS}}, \underset{\sim}{\text{В}}^{\boldsymbol{e}}_{\boldsymbol{PhFC\ DNS}}$;
- $\boldsymbol{T^e_{PhNSD}} - \underset{\sim}{\text{Н}}^{\boldsymbol{e}}_{\boldsymbol{PhNSD}}, \underset{\sim}{\text{СР}}^{\boldsymbol{e}}_{\boldsymbol{PhNSD}}, \underset{\sim}{\text{В}}^{\boldsymbol{e}}_{\boldsymbol{PhNSD}}$;
- $\boldsymbol{T^e_{PhUL}} - \underset{\sim}{\text{Н}}^{\boldsymbol{e}}_{\boldsymbol{PhUL}}, \underset{\sim}{\text{СР}}^{\boldsymbol{e}}_{\boldsymbol{PhUL}}, \underset{\sim}{\text{В}}^{\boldsymbol{e}}_{\boldsymbol{PhUL}}$;
- $\boldsymbol{T^e_{PhSSL}} - \underset{\sim}{\text{КР}}^{\boldsymbol{e}}_{\boldsymbol{PhSSL}}, \underset{\sim}{\text{ПМ}}^{\boldsymbol{e}}_{\boldsymbol{PhSSL}}, \underset{\sim}{\text{НЗ}}^{\boldsymbol{e}}_{\boldsymbol{PhSSL}}$;

є НЧ, що складають основу еталонного субдовкілля ($\mathbf{T^e_i = T^e_{Ph}}$).

Далі, перетворимо нечіткі терми:

$$\underset{\sim}{\text{МЛ}}_{PhDA}, \underset{\sim}{\text{СР}}_{PhDA}, \underset{\sim}{\text{СТ}}_{PhDA},$$
$$\underset{\sim}{\text{Н}}_{PhFC\ DNS}, \underset{\sim}{\text{СР}}_{PhFC\ DNS}, \underset{\sim}{\text{В}}_{PhFC\ DNS},$$
$$\underset{\sim}{\text{Н}}_{\boldsymbol{PhNSD}}, \underset{\sim}{\text{СР}}_{\boldsymbol{PhNSD}}, \underset{\sim}{\text{В}}_{\boldsymbol{PhNSD}},$$
$$\underset{\sim}{\text{Н}}_{\boldsymbol{PhUL}}, \underset{\sim}{\text{СР}}_{\boldsymbol{PhUL}}, \underset{\sim}{\text{В}}_{\boldsymbol{PhUL}},$$
$$\underset{\sim}{\text{КР}}_{\boldsymbol{Ph\ SSL}}, \underset{\sim}{\text{ПМ}}_{\boldsymbol{Ph\ SSL}}, \underset{\sim}{\text{НЗ}}_{\boldsymbol{Ph\ SSL}},$$

таким чином, щоб для всіх $\underset{\sim}{T}_{PhDAs}$, $\underset{\sim}{T}_{PhFC\ DNSs}$ та $\underset{\sim}{T}_{PhNSDs}$, $\underset{\sim}{T}_{PhULs}$, $\underset{\sim}{T}_{Ph\ SSLs}$ було справедливо відношення порядку, тобто:

$$\forall x_{PhDAsq}: x_{PhDAsq} < x_{PhDAsq+1}\ (q = \overline{1,3}),$$
$$\forall x_{FC\ DNSsq}: x_{FC\ DNSsq} < x_{FC\ DNSsq+1},\ (q = \overline{1,3}),$$
$$\forall x_{PhNSDsq}: x_{PhNSDsq} < x_{PhNSDsq+1}\ (q = \overline{1,3}),$$
$$\forall x_{PhULsq}: x_{PhULsq} < x_{PhULsq+1}\ (q = \overline{1,3}),$$
$$\forall x_{PhSSLsq}: x_{PhSSLsq} < x_{PhSSLsq+1}\ (q = \overline{1,3}),$$

(відповідно до кроку 1, етапу 5 (див. п. 2.2)).

Якщо за компоненти таких термів використовувати конкретні значення, отримані у вище описаному прикладі, то для них таке відношення буде істинним.

Так, наприклад, для $\underset{\sim}{\text{МЛ}}_{PhDA}$ це $x_{PhDA11} < x_{PhDA12} < x_{PhDA13} = 0{,}08 < 0{,}5 < 1$.

Також, аналогічно, буде істинним відношення:

- для $\underset{\sim}{H}_{PhFC\ DNS}$, тобто $x_{PhFC\ DNS11} < x_{PhFC\ DNS12} < x_{PhFC\ DNS13} = 0{,}2 < 0{,}5 < 1$;
- для $\underset{\sim}{\text{Н}}_{PhNSD}$, тобто $x_{PhNSD11} < x_{PhNSD12} < x_{PhNSD13} = 0{,}2 < 0{,}4 < 1$;
- для $\underset{\sim}{\text{Н}}_{PhUL}$, тобто $x_{PhUL11} < x_{PhUL12} < x_{PhUL13} = 0{,}5 < 0{,}7 < 1$;
- для $\underset{\sim}{\text{КР}}_{PhSSL}$, тобто $x_{PhSSL11} < x_{PhSSL12} < x_{PhSSL13} = 0{,}08 < 0{,}25 < 1$.

Далі, відповідно до кроку 2 етапу 5 (див. п. 2.2) видно, що для НЧ $\underset{\sim}{\text{МЛ}}_{PhDA}, \underset{\sim}{\text{СР}}_{PhDA}, \underset{\sim}{\text{СТ}}_{PhDA}$; $\underset{\sim}{\text{Н}}_{PhFC\ DNS}, \underset{\sim}{\text{СР}}_{PhFC\ DNS}, \underset{\sim}{\text{В}}_{PhFC\ DNS}$; $\underset{\sim}{\text{Н}}_{PhNSD}, \underset{\sim}{\text{СР}}_{PhNSD}, \underset{\sim}{\text{В}}_{PhNSD}$; $\underset{\sim}{\text{Н}}_{PhUL}, \underset{\sim}{\text{СР}}_{PhUL}, \underset{\sim}{\text{В}}_{PhUL}$ та $\underset{\sim}{\text{КР}}_{Ph\ SSL}, \underset{\sim}{\text{ПМ}}_{Ph\ SSL}, \underset{\sim}{\text{НЗ}}_{Ph\ SSL}$ умови U_1 та U_2 не виконуються і тому операція поглинання не здійснюється.

З урахуванням цього, а також виразу (2.51) в [28], визначимо проміжні терми у вигляді:

$$\underset{\sim}{T'}_{PhDA1} = \underset{\sim}{\text{МЛ}}'_{PhDA} = \{1/0{,}08;\ 0{,}67/0{,}5;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T'}_{PhDA2} = \underset{\sim}{\text{СР}}'_{PhDA} = \{0{,}13/0{,}08;\ 1/0{,}5;\ 0{,}67/1\ \};$$
$$\underset{\sim}{T'}_{PhDA3} = \underset{\sim}{\text{СТ}}'_{PhDA} = \{0/0{,}08;\ 0{,}33/0{,}05;\ 1/1\},$$

© Корченко А., Давиденко К., Аскеров М., Журов Ю. Метод формалізації багатовимірного еталонного субдовкілля для виявлення фішингових URL-адрес. Сучасний захист інформації, 2(66), 70–87. https://doi.org/10.31673/2409-7292.2026.021105

$$\underset{\sim}{T'}_{PhFC\ DNS1} = \underset{\sim}{\text{Н}'}_{PhFC\ DNS} = \{1/0{,}2;\ 0{,}4/0{,}5;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T'}_{PhFC\ DNS2} = \underset{\sim}{\text{СР}'}_{PhFC\ DNS} = \{0{,}67/0{,}2;\ 1/0{,}5;\ 0{,}34/1\};$$
$$\underset{\sim}{T'}_{PhFC\ DNS3} = \underset{\sim}{\text{В}'}_{PhFC\ DNS} = \{0/0{,}2;\ 0{,}8/0{,}5;\ 1/1\},$$
$$\underset{\sim}{T'}_{PhNSD1} = \underset{\sim}{\text{Н}'}_{PhNSD} = \{1/0{,}2;\ 0{,}4/0{,}4;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T'}_{PhNSD2} = \underset{\sim}{\text{СР}'}_{PhNSD} = \{0{,}49/0{,}2; 1/0{,}4;\ 0{,}25/1\};$$
$$\underset{\sim}{T'}_{PhNSD3} = \underset{\sim}{\text{В}'}_{PhNSD} = \{0/0{,}2;\ 0{,}8/0{,}4;\ 1/1\},$$
$$\underset{\sim}{T'}_{PhUL1} = \underset{\sim}{\text{Н}'}_{PhUL} = \{1/0{,}5;\ 0{,}17/0{,}7;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T'}_{PhUL2} = \underset{\sim}{\text{СР}'}_{PhUL} = \{0{,}67/0{,}5;\ 1/0{,}7;\ 0{,}44/1\};$$
$$\underset{\sim}{T'}_{PhUL3} = \underset{\sim}{\text{В}'}_{PhUL} = \{0/0{,}5;\ 0{,}83/0{,}7;\ 1/1\},$$
$$\underset{\sim}{T'}_{PhSSL1} = \underset{\sim}{\text{КР}'}_{Ph\ SSL} = \{1/0{,}08;\ 0{,}8/0{,}25;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T'}_{PhSSL2} = \underset{\sim}{\text{ПМ}'}_{Ph\ SSL} = \{0{,}25/0{,}08;\ 1/0{,}25;\ 0{,}5/1\};$$
$$\underset{\sim}{T'}_{PhSSL3} = \underset{\sim}{\text{НЗ}'}_{Ph\ SSL} = \{0/0{,}08;\ 0{,}4/0{,}25;\ 1/1\}.$$

Відповідно до кроку 3 етапу 5 (див. п. 2.2), при реалізації другого кроку у формулі (2.51) в [28] для низки проміжних термів $\underset{\sim}{\text{МЛ}'}_{PhDA}$, $\underset{\sim}{\text{СР}'}_{PhDA}$; $\underset{\sim}{\text{Н}'}_{PhFC\ DNS}$, $\underset{\sim}{\text{С}'}_{PhFC\ DNS}$; $\underset{\sim}{\text{Н}'}_{PhNSD}$, $\underset{\sim}{\text{СР}'}_{PhNSD}$; $\underset{\sim}{\text{Н}'}_{PhUL}$, $\underset{\sim}{\text{СР}'}_{PhUL}$ та $\underset{\sim}{\text{КР}'}_{Ph\ SSL}$, $\underset{\sim}{\text{ПМ}'}_{Ph\ SSL}$:

$$\exists \underset{\sim}{T'}_{PhDA1}: \{0/x^{min}_{PhDA1}\} \in \emptyset \text{ та } \exists \underset{\sim}{T'}_{PhDA2}: \{0/x^{min}_{PhDA2}\} \in \emptyset$$
$$(\text{тобто } \mu_{PhDA11} = 1 \neq 0 \text{ і } \mu_{PhDA21} = 0{,}13 \neq 0);$$
$$\exists \underset{\sim}{T'}_{PhFC\ DNS1}: \{0/x^{min}_{PhFC\ DNS1}\} \in \emptyset \text{ та } \exists \underset{\sim}{T'}_{PhFC\ DNS2}: \{0/x^{min}_{PhFC\ DNS2}\} \in \emptyset$$
$$(\text{тобто } \mu_{PhFC\ DNS11} = 1 \neq 0 \text{ і } \mu_{PhFC\ DNS21} = 0{,}67 \neq 0);$$
$$\exists \underset{\sim}{T'}_{PhNSD1}: \{0/x^{min}_{PhNSD1}\} \in \emptyset \text{ та } \exists \underset{\sim}{T'}_{PhNSD2}: \{0/x^{min}_{PhNSD2}\} \in \emptyset$$
$$(\text{тобто } \mu_{PhNSD11} = 1 \neq 0 \text{ і } \mu_{PhNSD21} = 0{,}49 \neq 0);$$
$$\exists \underset{\sim}{T'}_{PhUL1}: \{0/x^{min}_{PhUL1}\} \in \emptyset \text{ та } \exists \underset{\sim}{T'}_{PhUL2}: \{0/x^{min}_{PhUL2}\} \in \emptyset$$
$$(\text{тобто } \mu_{PhUL11} = 1 \neq 0 \text{ і } \mu_{PhUL21} = 0{,}67 \neq 0) \text{ та}$$
$$\exists \underset{\sim}{T'}_{PhSSL1}: \{0/x^{min}_{PhSSL1}\} \in \emptyset \text{ та } \exists \underset{\sim}{T'}_{PhSSL2}: \{0/x^{min}_{PhSSL2}\} \in \emptyset$$
$$(\text{тобто } \mu_{PhSSL11} = 1 \neq 0 \text{ і } \mu_{PhSSL21} = 0{,}25 \neq 0),$$

а для проміжних термів $\underset{\sim}{\text{СР}'}_{PhDA}$, $\underset{\sim}{\text{СТ}'}_{PhDA}$; $\underset{\sim}{C'}_{PhFC\ DNS}$, $\underset{\sim}{B'}_{PhFC\ DNS}$; $\underset{\sim}{\text{СР}'}_{PhNSD}$, $\underset{\sim}{\text{В}'}_{PhNSD}$; $\underset{\sim}{\text{СР}'}_{PhUL}$, $\underset{\sim}{\text{В}'}_{PhUL}$ та $\underset{\sim}{\text{ПМ}'}_{Ph\ SSL}$, $\underset{\sim}{\text{НЗ}'}_{Ph\ SSL}$:

$$\exists \underset{\sim}{T'}_{PhDA2}: \{0/x^{max}_{PhDA2}\} \in \emptyset \text{ та } \exists \underset{\sim}{T'}_{PhDA3}: \{0/x^{max}_{PhDA3}\} \in \emptyset$$
$$(\text{тобто } \mu_{PhDA23} = 0{,}67 \neq 0 \text{ і } \mu_{PhDA33} = 1 \neq 0);$$
$$\exists \underset{\sim}{T'}_{PhFC\ DNS2}: \{0/x^{max}_{PhFC\ DNS2}\} \in \emptyset \text{ та } \exists \underset{\sim}{T'}_{PhFC\ DNS3}: \{0/x^{max}_{PhFC\ DNS3}\} \in \emptyset$$
$$(\text{тобто } \mu_{PhFC\ DNS23} = 0{,}34 \neq 0 \text{ і } \mu_{PhFC\ DNS33} = 1 \neq 0);$$
$$\exists \underset{\sim}{T'}_{PhNSD2}: \{0/x^{max}_{PhNSD2}\} \in \emptyset \text{ та } \exists \underset{\sim}{T'}_{PhNSD3}: \{0/x^{max}_{PhNSD3}\} \in \emptyset$$
$$(\text{тобто } \mu_{PhNSD23} = 0{,}25 \neq 0 \text{ і } \mu_{PhNSD33} = 1 \neq 0);$$
$$\exists \underset{\sim}{T'}_{PhUL2}: \{0/x^{max}_{PhUL2}\} \in \emptyset \text{ та } \exists \underset{\sim}{T'}_{PhUL3}: \{0/x^{max}_{PhUL3}\} \in \emptyset$$
$$(\text{тобто } \mu_{PhUL23} = 0{,}44 \neq 0 \text{ і } \mu_{PhUL33} = 1 \neq 0) \text{ та}$$
$$\exists \underset{\sim}{T'}_{PhSSL2}: \{0/x^{max}_{PhSSL2}\} \in \emptyset \text{ та } \exists \underset{\sim}{T'}_{PhSSL3}: \{0/x^{max}_{PhSSL3}\} \in \emptyset$$
$$(\text{тобто } \mu_{PhSSL23} = 0{,}5 \neq 0 \text{ і } \mu_{PhSSL33} = 1 \neq 0),$$

то формування підмножин:

© Корченко А., Давиденко К., Аскеров М., Журов Ю. Метод формалізації багатовимірного еталонного субдовкілля для виявлення фішингових URL-адрес. Сучасний захист інформації, 2(66), 70–87. https://doi.org/10.31673/2409-7292.2026.021105

$$\underset{\sim}{T}^{e}_{PhDA1}, \underset{\sim}{T}^{e}_{PhDA2}, \underset{\sim}{T}^{e}_{PhDA3}; \underset{\sim}{T}^{e}_{PhFC\ DNS1}, \underset{\sim}{T}^{e}_{PhFC\ DNS2}, \underset{\sim}{T}^{e}_{PhFC\ DNS3};$$
$$\underset{\sim}{T}^{e}_{PhNSD1}, \underset{\sim}{T}^{e}_{PhNSD2}, \underset{\sim}{T}^{e}_{PhNSD3}; \underset{\sim}{T}^{e}_{PhUL1}, \underset{\sim}{T}^{e}_{PhUL2}, \underset{\sim}{T}^{e}_{PhUL3} \text{ та } \underset{\sim}{T}^{e}_{PhSSL1}, \underset{\sim}{T}^{e}_{PhSSL2}, \underset{\sim}{T}^{e}_{PhSSL3},$$

здійснимо за рахунок розширення:

$$\underset{\sim}{T}'_{PhDA1}, \underset{\sim}{T}'_{PhDA2}, \underset{\sim}{T}'_{PhDA3}; \underset{\sim}{T}'_{PhFC\ DNS1}, \underset{\sim}{T}'_{PhFC\ DNS2}, \underset{\sim}{T}'_{PhFC\ DNS3};$$
$$\underset{\sim}{T}'_{PhNSD3}, \underset{\sim}{T}'_{PhNSD3}, \underset{\sim}{T}'_{PhNSD3}; \underset{\sim}{T}'_{PhUL3}, \underset{\sim}{T}'_{PhUL3}, \underset{\sim}{T}'_{PhUL3} \text{ та } \underset{\sim}{T}'_{PhSSL3}, \underset{\sim}{T}'_{PhSSL3}, \underset{\sim}{T}'_{PhSSL3},$$

(див. (2.51) в [28]) шляхом введення додаткових:

$$\mu_{PhDA1\beta-1}/x_{PhDA1\beta-1} = 0/0{,}08, \quad \mu_{PhFC\ DNS1\beta-1}/x_{PhFC\ DNS1\beta-1} = 0/0{,}2,$$
$$\mu_{PhDA2\beta-1}/x_{PhDA2\beta-1} = 0/0{,}08 \text{ та} \quad \mu_{PhFC\ DNS2\beta-1}/x_{PhFC\ DNS2\beta-1} = 0/0{,}2 \text{ та}$$
$$\mu_{PhDA2r_j-\gamma+2}/x_{PhDA2r_j-\gamma+2} = 0/1, \quad \mu_{PhFC\ DNS2r_j-\gamma+2}/x_{PhFC\ DNS2r_j-\gamma+2} = 0/1,$$
$$\mu_{PhDA3r_j-\gamma+2}/x_{PhDA3r_j-\gamma+2} = 0/1; \quad \mu_{PhFC\ DNS3r_j-\gamma+2}/x_{PhFC\ DNS3r_j-\gamma+2} = 0/1,$$

а також:

$$\mu_{PhNSD1\beta-1}/x_{PhNSD1\beta-1} = 0/0{,}2, \quad \mu_{PhUL1\beta-1}/x_{PhUL1\beta-1} = 0/0{,}5,$$
$$\mu_{PhNSD2\beta-1}/x_{PhNSD2\beta-1} = 0/0{,}2 \text{ та} \quad \mu_{PhUL2\beta-1}/x_{PhUL2\beta-1} = 0/0{,}5 \text{ та}$$
$$\mu_{PhNSD2r_j-\gamma+2}/x_{PhNSD2r_j-\gamma+2} = 0/1, \quad \mu_{PhUL2r_j-\gamma+2}/x_{PhUL2r_j-\gamma+2} = 0/1,$$
$$\mu_{PhNSD3r_j-\gamma+2}/x_{PhNSD3r_j-\gamma+2} = 0/1; \quad \mu_{PhUL3r_j-\gamma+2}/x_{PhUL3r_j-\gamma+2} = 0/1,$$

та:

$$\mu_{Ph\ SSL1\beta-1}/x_{Ph\ SSL1\beta-1} = 0/0{,}08,$$
$$\mu_{Ph\ SSL2\beta-1}/x_{Ph\ SSL2\beta-1} = 0/0{,}08 \text{ та}$$
$$\mu_{Ph\ SSL2r_j-\gamma+2}/x_{Ph\ SSL2r_j-\gamma+2} = 0/1,$$
$$\mu_{Ph\ SSL3r_j-\gamma+2}/x_{Ph\ SSL3r_j-\gamma+2} = 0/1;$$

і відповідно, після чого в НЧ здійснюється переіндексація компонент починаючи з першої.

З урахування цього, набір проміжних термів для $\underset{\sim}{\text{МЛ}}'_{PhDA}$. $\underset{\sim}{\text{Н}}'_{PhFC\ DNS}$, $\underset{\sim}{\text{Н}}'_{PhNSD}$, $\underset{\sim}{\text{Н}}'_{PhUL}$ та $\underset{\sim}{\text{КР}}'_{Ph\ SSL}$ буде мати наступний вигляд:

$$\underset{\sim}{T}'_{PhDA1} = \underset{\sim}{\text{МЛ}}'_{PhDA} = \{\mu_{PhDA11}/x_{PhDA11}, \mu_{PhDA12}/x_{PhDA12}, \mu_{PhDA13}/x_{PhDA13}, \mu_{PhDA14}/$$
$$x_{PhDA14}\} = \{0/0{,}08; 1/0{,}08;\ 0{,}67/0{,}5;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}'_{PhFC\ DNS1} = \underset{\sim}{\text{Н}}'_{PhFC\ DNS} = \{\mu_{PhFC\ DNS11}/x_{PhFC\ DNS11}, \mu_{PhFC\ DNS12}/x_{PhFC\ DNS12}, \mu_{PhFC\ DNS13}/$$
$$x_{PhFC\ DNS13}, \mu_{PhFC\ DNS14}/x_{PhFC\ DNS14}\} = \{0/0{,}2;\ 1/0{,}2;\ 0{,}4/0{,}5;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}'_{PhNSD3} = \underset{\sim}{\text{Н}}'_{PhNSD} = \{\mu_{PhNSD11}/x_{PhNSD11}, \mu_{PhNSD12}/x_{PhNSD12}, \mu_{PhNSD13}/x_{PhNSD13},$$
$$\mu_{PhNSD14}/x_{PhNSD14}\} = \{0/0{,}2;\ 1/0{,}2;\ 0{,}4/0{,}4;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}'_{PhUL3} = \underset{\sim}{\text{Н}}'_{PhUL} = \{\mu_{PhUL11}/x_{PhUL11}, \mu_{PhUL12}/x_{PhUL12}, \mu_{PhUL13}/x_{PhUL13}, \mu_{PhUL14}/x_{PhUL14}\} =$$
$$\{0/0{,}5;\ 1/0{,}5;\ 0{,}17/0{,}7;\ 0/1\} \text{ та}$$
$$\underset{\sim}{T}'_{PhSSL3} = \underset{\sim}{\text{КР}}'_{Ph\ SSL} = \{\mu_{PhSSL11}/x_{PhSSL11}, \mu_{PhSSL12}/x_{PhSSL12}, \mu_{PhSSL13}/x_{PhSSL13},$$
$$\mu_{PhSSL14}/x_{PSSL14}\} = \{0/0{,}08; 1/0{,}08\ 0{,}8/0{,}25;\ 0/1\};$$

де $\mu_{PhDA1\beta-1} = 0$, $\mu_{PhFC\ DNS1\beta-1} = 0$, $\mu_{PhNSD1\beta-1} = 0$, $\mu_{PhUL1\beta-1} = 0$ та $\mu_{PhSSL1\beta-1} = 0$.

Аналогічним чином, отримуємо проміжні терми для:

$$\underset{\sim}{\text{СР}}'_{PhDA}, \underset{\sim}{\text{СТ}}'_{PhDA}; \underset{\sim}{\text{СР}}'_{PhFC\ DNS}, \underset{\sim}{\text{В}}'_{PhFC\ DNS};$$
$$\underset{\sim}{\text{СР}}'_{PhNSD}, \underset{\sim}{\text{В}}'_{PhNSD}; \underset{\sim}{\text{СР}}'_{PhUL}, \underset{\sim}{\text{В}}'_{PhUL} \text{ та } \underset{\sim}{\text{ПМ}}'_{Ph\ SSL}, \underset{\sim}{\text{НЗ}}'_{Ph\ SSL},$$

© Корченко А., Давиденко К., Аскеров М., Журов Ю. Метод формалізації багатовимірного еталонного субдовкілля для виявлення фішингових URL-адрес. Сучасний захист інформації, 2(66), 70–87. https://doi.org/10.31673/2409-7292.2026.021105

де $\mu_{PhDA2\beta-1} = \mu_{PhDA2r_j-\gamma+2} = \mu_{PhDA3r_j-\gamma+2} = 0$, $\mu_{PhFC\ DNS2\beta-1} = \mu_{PhFC\ DNS2r_j-\gamma+2} = \mu_{PhFC\ DNS3r_j-\gamma+2} = 0$, $\mu_{PhNSD2\beta-1} = \mu_{PhNSD2r_j-\gamma+2} = \mu_{PhNSD3r_j-\gamma+2} = 0$, $\mu_{PhUL2\beta-1} = \mu_{PhUL2r_j-\gamma+2} = \mu_{PhUL3r_j-\gamma+2} = 0$ та $\mu_{PhSSL2\beta-1} = \mu_{PhSSL2r_j-\gamma+2} = \mu_{PhSSL3r_j-\gamma+2} = 0$.

Таким чином, компоненти підмножини еталонів $\underset{\sim}{T}^e_{PhDA1}$, $\underset{\sim}{T}^e_{PhFC\ DNS1}$, $\underset{\sim}{T}^e_{PhNSD1}$, $\underset{\sim}{T}^e_{PhUL1}$ та $\underset{\sim}{T}^e_{PhSSL1}$ відповідно до (2.52) в [28] будуть визначатися як:

$$\mu^e_{PhDA11}/x^e_{PhDA11} = 0/0{,}08,\quad \mu^e_{PhDA12}/x^e_{PhDA12} = 1/0{,}08,\quad \mu^e_{PhDA13}/x^e_{PhDA13} = 0{,}67/0{,}5,\quad \mu^e_{PhDA14}/x^e_{PhDA14} = 0/1;$$

$$\mu^e_{PhFC\ DNS11}/x^e_{PhFC\ DNS11} = 0/0{,}2,\quad \mu^e_{PhFC\ DNS12}/x^e_{PhFC\ DNS12} = 1/0{,}2,\quad \mu^e_{PhFC\ DNS13}/x^e_{PhFC\ DNS13} = 0{,}4/0{,}5,\quad \mu^e_{PhFC\ DNS14}/x^e_{PhFC\ DNS14} = 0/1;$$

$$\mu^e_{PhNSD11}/x^e_{PhNSD11} = 0/0{,}2,\quad \mu^e_{PhNSD12}/x^e_{PhNSD12} = 1/0{,}2,\quad \mu^e_{PhNSD13}/x^e_{PhNSD13} = 0{,}4/0{,}4,\quad \mu^e_{PhNSD14}/x^e_{PhNSD14} = 0/1;$$

$$\mu^e_{PhUL11}/x^e_{PhUL11} = 0/0{,}5,\quad \mu^e_{PhUL12}/x^e_{PhUL12} = 1/0{,}5,\quad \mu^e_{PhUL13}/x^e_{PhUL13} = 0{,}17/0{,}7,\quad \mu^e_{PhUL14}/x^e_{PhUL14} = 0/1,$$

а також:

$$\mu^e_{PhSSL11}/x^e_{PhSSL11} = 0/0{,}08\ ,\quad \mu^e_{PhSSL12}/x^e_{PhSSL12} = 1/0{,}08\ ,\quad \mu^e_{PhSSL13}/x^e_{PhSSL13} = 0{,}8/0{,}25\ ,\quad \mu^e_{PhSSL14}/x^e_{PhSSL14} = 0/1,$$

та, аналогічним чином, для $\underset{\sim}{T}^e_{PhDA2}$, $\underset{\sim}{T}^e_{PhDA3}$; $\underset{\sim}{T}^e_{PhFC\ DNS2}$, $\underset{\sim}{T}^e_{PhFC\ DNS3}$; $\underset{\sim}{T}^e_{PhNSD2}$, $\underset{\sim}{T}^e_{PhNSD3}$; $\underset{\sim}{T}^e_{PhUL2}$, $\underset{\sim}{T}^e_{PhUL3}$ та $\underset{\sim}{T}^e_{PhSSL2}$, $\underset{\sim}{T}^e_{PhSSL3}$.

Далі, відповідно до (2.52) в [28], для $\underset{\sim}{T}'_{PhDA2}$, $\underset{\sim}{T}'_{PhDA3;}$ $\underset{\sim}{T}'_{PhFC\ DNS2}$, $\underset{\sim}{T}'_{PhFC\ DNS3}$; $\underset{\sim}{T}'_{PhNSD2}$, $\underset{\sim}{T}'_{PhNSD3}$; $\underset{\sim}{T}'_{PhUL2}$, $\underset{\sim}{T}'_{PhUL3}$ та $\underset{\sim}{T}'_{PhSSL2,}$ $\underset{\sim}{T}'_{PhSSL3}$ сформуємо еталонні значення, тобто:

$$\underset{\sim}{T}^e_{PhDA1} = \underset{\sim}{\text{МЛ}}^e_{PhDA} = \{0/0{,}08;\ 1/0{,}08;\ 0{,}67/0{,}5;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}^e_{PhDA2} = \underset{\sim}{\text{СР}}^e_{PhDA} = \{0/0{,}08;\ 0{,}13/0{,}08;\ 1/0{,}5;\ 0{,}67/1;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}^e_{PhDA3} = \underset{\sim}{\text{СТ}}^e_{PhDA} = \{0/0{,}08;\ 0{,}33/0{,}05;\ 1/1;\ 0/1\}.$$

Також, за аналогією формуються і наступні еталонні значення:

$$\underset{\sim}{T}^e_{PhFC\ DNS1} = \underset{\sim}{\text{Н}}^e_{PhFC\ DNS} = \{0/0{,}2;\ 1/0{,}2;\ 0{,}4/0{,}5;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}^e_{PhFC\ DNS2} = \underset{\sim}{\text{СР}}^e_{PhFC\ DNS} = \{0/0{,}2;\ 0{,}67/0{,}2;\ 1/0{,}5;\ 0{,}34/1;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}^e_{PhFC\ DNS3} = \underset{\sim}{\text{В}}^e_{PhFC\ DNS} = \{0/0{,}2;\ 0{,}8/0{,}5;\ 1/1;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}^e_{Ph\ NSD1} = \underset{\sim}{\text{Н}}^e_{PhNSD} = \{0/0{,}2;\ 1/0{,}2;\ 0{,}4/0{,}4;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}^e_{Ph\ NSD2} = \underset{\sim}{\text{СР}}^e_{PhNSD} = \{0/0{,}2;\ 0{,}49/0{,}2;\ 1/0{,}4;\ 0{,}25/1;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}^e_{Ph\ NSD3} = \underset{\sim}{\text{В}}^e_{PhNSD} = \{0/0{,}2;\ 0{,}8/0{,}4;\ 1/1;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}^e_{Ph\ UL1} = \underset{\sim}{\text{Н}}^e_{PhUL} = \{0/0{,}5;\ 1/0{,}5;\ 0{,}17/0{,}7;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}^e_{Ph\ UL2} = \underset{\sim}{\text{СР}}^e_{PhUL} = \{0/0{,}5;\ 0{,}67/0{,}5;\ 1/0{,}7;\ 0{,}44/1;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}^e_{Ph\ UL3} = \underset{\sim}{\text{В}}^e_{PhUL} = \{0/0{,}5;\ 0{,}83/0{,}7;\ 1/1;\ 0/1\}\ \text{та}$$
$$\underset{\sim}{T}^e_{Ph\ SSL1} = \underset{\sim}{\text{КР}}^e_{PhSSL} = \{0/0{,}08;\ 1/0{,}08;\ 0{,}8/0{,}25;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}^e_{Ph\ SSL2} = \underset{\sim}{\text{ПМ}}^e_{PhSSL} = \{0/0{,}08;\ 0{,}25/0{,}08;\ 1/0{,}25;\ 0{,}5/1;\ 0/1\};$$
$$\underset{\sim}{T}^e_{Ph\ SSL3} = \underset{\sim}{\text{НЗ}}^e_{PhSSL} = \{0/0{,}08;\ 0{,}4/0{,}25;\ 1/1;\ 0/1\}.$$

З урахуванням етапу 6 (див. п. 2.2 в [28]) для підмножини еталонів T^{e}_{PhDA}, $T^{e}_{Ph\ FC\ DNS}$, $T^{e}_{Ph\ NSD}$, $T^{e}_{Ph\ UL}$ та $T^{e}_{Ph\ SSL}$ на основі отриманих числових значень може бути виконано їх графічне подання. Для цього використано відповідні НЧ багатовимірного еталонного субдовкілля ($\mathbf{T^{e}_{i} = T^{e}_{Ph}}$), на основі яких побудовано ламані криві (рис. 1-5).

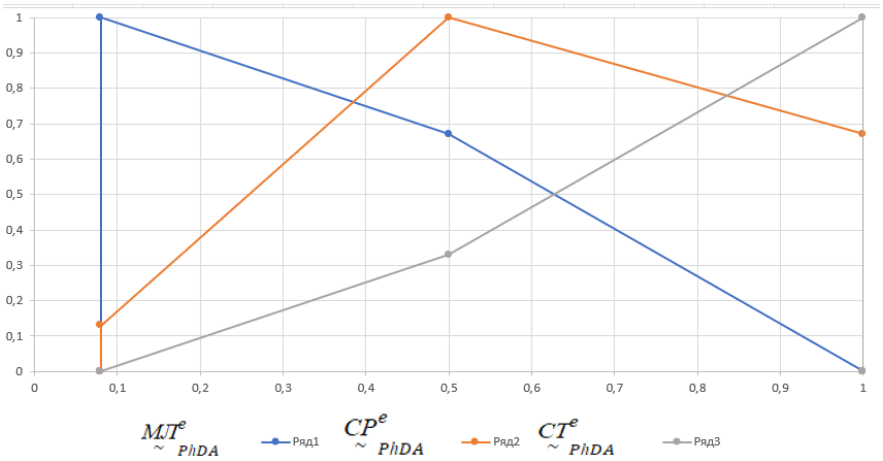

Рис. 1. Лінгвістичні еталони підмножини $\mathbf{T^{e}_{PhDA}}$

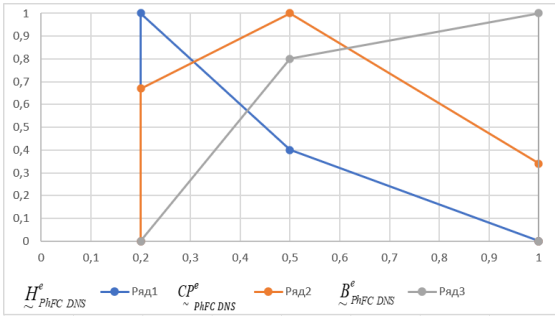

Рис. 2. Лінгвістичні еталони підмножини $T^{e}_{Ph\ FC\ DNS}$

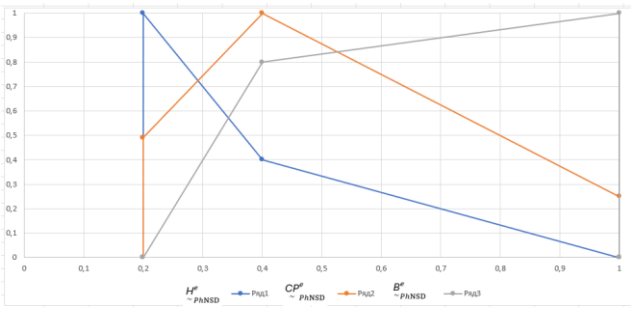

Рис. 3. Лінгвістичні еталони підмножини $T^{e}_{Ph\ NSD}$

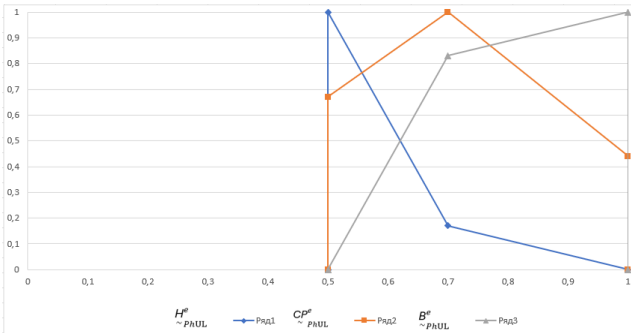

Рис. 4. Лінгвістичні еталони підмножини $T^{e}_{Ph\ UL}$

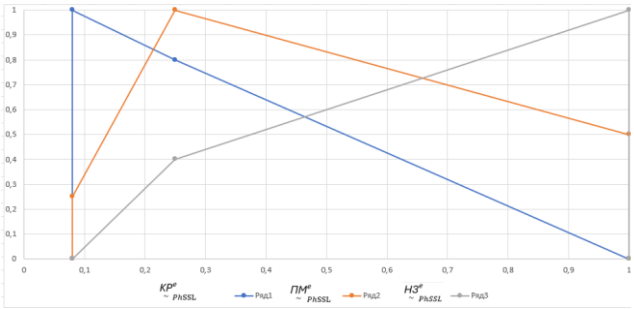

Рис. 5. Лінгвістичні еталони підмножини $T^{e}_{Ph\ SSL}$

Висновки

У роботі розроблено метод формалізації багатовимірного еталонного субдовкілля (МФБЕС), який, на відміну від існуючих підходів, базується на інтеграції найбільш інформативних параметрів (DA, FC DNS, NSD, UL, SSL) у єдину цілісну структуру. Завдяки використанню апарату теорії нечітких множин та інтервального представлення ознак, метод дозволяє формалізувати процес побудови еталонного субдовкілля, що враховує динамічність та невизначеність характеристик сучасних кіберзагроз. Запропонований МФБЕС забезпечує перехід від емпіричного аналізу до побудови обґрунтованих еталонних моделей, що виступає

підґрунтям для подальшої розробки засобів виявлення фішингових URL-адрес. Результати дослідження можуть бути використані для вдосконалення систем виявлення вторгнень та засобів захисту інформації, спрямованих на протидію складним сценаріям соціотехнічних атак у сучасному кіберпросторі.

Перелік посилань

1. Safi, A., & Singh, S. (2023). A systematic literature review on phishing website detection techniques. Journal of King Saud University – Computer and Information Sciences, 35, 590–611.

2. Zuraiq, A. A., & Alkasassbeh, M. (2019). Review: Phishing detection approaches. In 2nd International Conference on New Trends in Computing Sciences (pp. 1–6). https://doi.org/10.1109/ICTCS.2019.8923069.

3. Yang, L., Zhang, J., Wang, X., Li, Z., Li, Z., & He, Y. (2021). An improved ELM-based and data preprocessing integrated approach for phishing detection considering comprehensive features. Expert Systems with Applications, 165, 113863. https://doi.org/10.1016/j.eswa.2020.113863.

4. Jain, S., & Gupta, A. (2018). Phishing detection: Analysis of visual similarity approaches. Expert Systems with Applications.

5. Sindhu, S., Patil, S. P., Sreevalsan, A., Rahman, F., & Saritha, A. N. (2020). Phishing detection using random forest, SVM and neural network with backpropagation. In ICSTCEE (pp. 391–394). https://doi.org/10.1109/ICSTCEE49637.2020.9277256.

6. Zhu, E., Ju, Y., Chen, Z., Liu, F., & Fang, X. (2020). DTOF-ANN: An artificial neural network phishing detection model based on decision tree and optimal features. Applied Soft Computing, 95, 106505. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106505.

7. Alkawaz, M. H., Steven, S. J., Hajamydeen, A. I., & Ramli, R. (2021). A comprehensive survey on identification and analysis of phishing website based on machine learning methods. In IEEE ISCAIE (pp. 82–87). https://doi.org/10.1109/ISCAIE51753.2021.9431794.

8. Basit, A., Zafar, M., Liu, X., Javed, A. R., Jalil, Z., & Kifayat, K. (2020). A comprehensive survey of AI-enabled phishing attacks detection techniques. Telecommunication Systems, 76(1), 139–154. https://doi.org/10.1007/s11235-020-00733-2.

9. Korchenko, O., Korchenko, A., Zybin, S., & Davydenko, K. (2025). An approach for classifying socio-technical attacks. Radioelectronic and Computer Systems, 2025(2), 230–252. https://doi.org/10.32620/reks.2025.2.15.

10. Karim, A., Shahroz, M., Mustofa, K., Belhaouari, S. B., & Joga, S. R. K. (2023). Phishing detection system through hybrid machine learning based on URL. IEEE Access, 11, 36805–36822.

11. Shahrivari, V., Darabi, M. M., & Izadi, M. (2020). Phishing detection using machine learning techniques. arXiv:2009.11116. http://arxiv.org/abs/2009.11116.

12. Li, Y., Yang, Z., Chen, X., Yuan, H., & Liu, W. (2019). A stacking model using URL and HTML features for phishing webpage detection. Future Generation Computer Systems, 94, 27–39. https://doi.org/10.1016/j.future.2018.11.004.

13. Sahingoz, O. K., Buber, E., Demir, O., & Diri, B. (2019). Machine learning based phishing detection from URLs. Expert Systems with Applications, 117, 345–357.

14. Marchal, S., Saari, K., Singh, N., & Asokan, N. (2016). Know your phish: Novel techniques for detecting phishing sites and their targets. In IEEE CNS Conference.

15. Adebowale, M. A., Lwin, K. T., & Hossain, M. A. (2023). Intelligent phishing detection scheme using deep learning algorithms. Journal of Enterprise Information Management, 36, 747–766.

16. Kocyigit, E., Korkmaz, M., Sahingoz, O. K., & Diri, B. (2024). Enhanced feature selection using genetic algorithm for machine-learning-based phishing URL detection. Applied Sciences, 14(14), 6081. https://doi.org/10.3390/app14146081.

17. Suleman, M. T., & Awan, S. M. (2019). Optimization of URL-based phishing websites detection through genetic algorithms. Automation Control Computer Sciences, 53, 333–341.

18. Optimized URL feature selection based on genetic-algorithm-embedded deep learning for phishing website detection. (2022). Electronics, 11(7), 1090. https://doi.org/10.3390/electronics11071090.

19. Naïve Bayes classifier with genetic algorithm for phishing website detection. (2024). Conference proceedings, 96–108.

20. Opara, C., Chen, Y., & Wei, B. (2024). Look before you leap: Detecting phishing web pages by exploiting raw URL and HTML characteristics. Expert Systems with Applications, 236, 121183.

21. Modha, N., & Virani, S. (2016). Fuzzy logic for phishing website detection. International Journal of Computer Science and Information Technologies, 7(5), 2221–2223.

22. Almseidin, M., Alkasassbeh, M., Alzubi, M., & Al-Sawwa, J. (2022). Cyber-phishing website detection using fuzzy rule interpolation. Cryptography, 6(2), 24. https://doi.org/10.3390/cryptography6020024.

23. Montazer, G. A., & ArabYarmohammadi, S. (2015). Detection of phishing attacks in Iranian e-banking using a fuzzy–rough hybrid system. Applied Soft Computing, 35, 482–492. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2015.06.052.

24. Zabihimayvan, M., & Doran, D. (2019). Fuzzy rough set feature selection to enhance phishing attack detection. In IEEE FUZZ-IEEE (pp. 1–6). https://doi.org/10.1109/FUZZ-IEEE.2019.8858882.

© Корченко А., Давиденко К., Аскеров М., Журов Ю. Метод формалізації багатовимірного еталонного субдовкілля для виявлення фішингових URL-адрес. Сучасний захист інформації, 2(66), 70–87. https://doi.org/10.31673/2409-7292.2026.021105

25. Hidayat, R., Yanto, I. T. R., Ramli, A. A., & Fudzee, M. F. M. (2021). Similarity measure fuzzy soft set for phishing detection. International Journal of Advanced Intelligent Informatics, 7(1), 101–111. https://doi.org/10.26555/ijain.v7i1.605.

26. Bu, S. J., & Cho, S. B. (2025). A transformer network calibrated with fuzzy logic for phishing URL detection. Fuzzy Sets and Systems, 499, 109474. https://doi.org/10.1016/j.fss.2025.109474.

27. Корченко А. Метод формування еталонного субдовкілля для виявлення фішингових URL-адрес / А. Корченко, Є. Іванченко, Ф. Сатибалдієва, Н. Жумангалієва, К. Давиденко // Захист інформації. 2023. №2. Т.25. С. 82-95.

28. Анна Корченко, Методи ідентифікації аномальних станів для систем виявлення вторгнень. Монографія, Київ, ЦП «Компринт», 2019 361 с.

Anna Korchenko
Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Information Security and Telecommunications
National Technical University "Dnipro Polytechnic", Dnipro, Ukraine
ORCID: 0000-0003-0016-1966
E-mail: annakor@ukr.net

Kyrylo Davydenko
Postgraduate student, Department of Information Security and Telecommunications
National Technical University "Dnipro Polytechnic", Dnipro, Ukraine
ORCID: 0009-0001-9209-1274
E-mail: kirilldavy@gmail.com

Mukafat Askerov
Candidate of Technical Sciences, Professor, Department of Mobile and Video Information Technologies
State University of Information and Communication Technologies, Kyiv, Ukraine
ORCID: 0009-0000-6611-2732
E-mail: mukafat_ask@ukr.net

Yurii Zhurov
IT specialist
SMB Cybersecurity Advisors, United States of America
ORCID: 0000-0002-8276-2230
E-mail: iurii.zhurov@smbsecurityadvisors.com

METHOD FOR FORMALIZING A MULTIDIMENSIONAL REFERENCE SUBENVIRONMENT FOR DETECTION OF PHISHING URLS

In modern cyberspace, phishing attacks remain one of the most dangerous threats to information security, due to their scalability, low cost of implementation and high effectiveness of impact on users. The use of phishing URLs as a tool of sociotechnical influence necessitates the development of formalized approaches to their detection. The aim of the work is to develop a method for formalizing a multidimensional reference subenvironment for detecting phishing URLs based on the formalization of their characteristics within a multidimensional feature space. A set of parameters was used to form the features, in particular Domain Age, Frequency of DNS Changes, Number of Subdomains, URL Length and HTTPS/SSL. The proposed method is based on the interval representation of parameters, the use of linguistic variables and membership functions, which allows taking into account the uncertainty and dynamics of the characteristics of phishing resources. The formalization of the reference subenvironment is carried out through the integration of the specified parameters. The results of the study demonstrate that the proposed approach provides a transition from empirical feature analysis to formalized modeling of a multidimensional reference space suitable for detecting phishing URLs. This creates a basis for increasing the accuracy of cyberthreat detection. The results obtained can be used to improve intrusion detection systems and information protection tools aimed at countering sociotechnical attacks in modern cyberspace.

Keywords: phishing, phishing detection, URLs, cyberattacks, cyberthreats, information security, intrusion detection systems, cyberattack detection systems.

Надійшла до редакції (Received): 17.04.2026
Прийнята до друку (Accepted): 12.06.2026
Опубліковано онлайн (Available online): 25.06.2026

© Корченко А., Давиденко К., Аскеров М., Журов Ю. Метод формалізації багатовимірного еталонного субдовкілля для виявлення фішингових URL-адрес. Сучасний захист інформації, 2(66), 70–87. https://doi.org/10.31673/2409-7292.2026.021105