

Прібилєв Юрій Борисович (доктор технічних наук, професор)¹
Базарний Сергій Васильович (доктор філософії)¹
Божок Роман Юрійович²

¹ Національний університет оборони України, Київ, Україна

² Науково-дослідний інститут воєнної розвідки, Київ Україна

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ НЕЙРОПСИХОЛОГІЧНОГО ВПЛИВУ НА ВИЗНАЧЕНУ ЦІЛЬОВУ АУДИТОРІЮ В МЕЖАХ ПРОВЕДЕННЯ ПСИХОЛОГІЧНОЇ ОПЕРАЦІЇ

В умовах широкомасштабної збройної агресії російської федерації проти України актуальним завданням є прогнозування поведінкових змін у процесі психологічного впливу на визначені цільові аудиторії під час проведення психологічних операцій. Основною метою статті є розробка математичної моделі нейропсихологічного впливу, до якої інтегровано когнітивні, емоційні та поведінкові реакції цільової аудиторії у відповідь на психологічний вплив під час проведення психологічних операцій. У процесі дослідження було застосовано комплексний підхід на основі математичного моделювання, динаміки нейропсихологічних процесів і сучасних інформаційних технологій, що застосовуються під час проведення психологічних операцій. У статті описаний математичний апарат для моделювання нейропсихологічних процесів, що відображають реакцію головного мозку людини на інформаційно-психологічні впливи, який базується на диференціальних рівняннях. У розробленій багатовимірній моделі формалізовано процеси емоційної активації, когнітивної обробки інформації, пластичності нейронних зв'язків і загальних поведінкових змін об'єкта впливу. Наведені математичні рівняння формалізують процес психологічного впливу, враховуючи резистентність цільової аудиторії до впливу, ефект забування (ефект Еббінгауза) і адаптаційні механізми мозку людини. Науковою новизною є розроблена математична модель, за допомогою якої можливо здійснювати прогнозування зміни поведінки цільових аудиторій під час проведення психологічних операцій, і яка може бути використана для планування процесів управління психологічним впливом. Обґрунтовано важливість застосування таких сучасних технологій, як штучний інтелект, віртуальна реальність та доповнена реальність для подальшого розвитку подібних моделей у подальших наукових дослідженнях, що дасть можливість підвищити ефективність проведення інформаційних операцій в умовах інформаційної війни.

Ключові слова: психологічний вплив, інформаційні операції, психологічні операції, поведінкові зміни, цільова аудиторія, когнітивні процеси, емоційна активація.

Вступ

В умовах широкомасштабної збройної агресії російської федерації проти України, проблеми організації й проведення інформаційних і психологічних операцій (далі, відповідно – ІО та ПсО) набувають все важливішого значення. Прогнозування результатів й управління психологічним впливом (далі – ПсВ) на визначену цільову аудиторію (далі – ЦА) стає ключовим фактором у підвищенні ефективності ПсО. Основною метою ПсО є підтримка військ (сил) проведенням заходів, що спрямовані на зміну поведінки, переконань та емоційного стану людини, або групи людей, використовуючи різні канали доведення інформації чи інформаційні платформи (далі – ІП), зокрема, соціальні мережі (далі – СМ), медіапростір і комп'ютерні ігри [1; 2; 3].

Для проведення об'єктивного оцінювання ПсВ на визначену ЦА противника є потреба розробити математичний апарат, що здатний врахувати

специфіку емоційного впливу та нейропсихологічних механізмів людини. Інформація – це багатогранне поняття, що охоплює всі сфери людської діяльності та є провідником знань, інструментом спілкування й основою для співробітництва між індивідами та групами, забезпечуючи взаєморозуміння й координацію дій [4]. Вона активує когнітивні та емоційні механізми сприйняття, що є критично важливим для прогнозування поведінкових змін ЦА. Водночас, у Законі України «Про інформацію» визначено, що інформацією є будь-які відомості та/або дані, які можуть бути збережені на матеріальних носіях або відображені в електронному вигляді [5]. Це відображає інформаційний компонент у процесі моделювання нейропсихологічного впливу як вхідного сигналу, що стимулює когнітивні та емоційні реакції ЦА.

Моделювання процесу ПсВ має враховувати

наступні параметри: інтенсивність, частотність, достовірність спеціальної інформації, а також її резонанс (ефект від поширення) на визначену ЦА. За допомогою математичного моделювання можна описати такі реакції ЦА, як когнітивний резонанс, емоційна амплітуда або ймовірнісні зміни поведінки ЦА, що дає змогу побудувати багаторівневу математичну модель, яка поєднує нейропсихологічні, соціальні та медіа-аспекти ПсВ під час проведення ПсО.

Постановка проблеми. Існуючі моделі ПсВ недостатньо враховують нейропсихологічні механізми та динаміку емоційних реакцій ЦА, що знижує точність розрахунків прогнозування поведінкових змін під час проведення ПсО. Актуальною проблемою є розробка математичної моделі нейропсихологічного впливу, до якої інтегровано когнітивні, емоційні та поведінкові реакції ЦА у відповідь на ПсВ під час проведення ПсО.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. У звіті [6] зосереджена увага на важливості дезінформації та гібридних загроз, зокрема з боку російської федерації та Китайської народної республіки. Визначено, що стійкість НАТО та його підтримка України є ключовим фактором у протидії таким загрозам. Також зазначено, що для прогнозування результатів ПсВ на ЦА під час інформаційної війни необхідно розробити адекватну математичну модель ПсВ, що містить елементи нейропсихології.

Для розроблення математичної моделі нейропсихологічного впливу важливо враховувати дослідження, в яких проаналізовано взаємозв'язок між нейропсихологічними та соціальними аспектами ПсВ. У роботі [7] така залежність розглядається як багатовимірне біопсихосоціальне явище, що потребує моделювання для розуміння динаміки інтенсивності впливу на внутрішньо-особистісному та міжособистісному рівнях. Таке поєднання дає змогу прогнозувати поведінкові зміни внаслідок ПсВ і досліджувати нейрофізіологічні процеси в мозку людини.

У статті [8] математичні моделі ПсВ в СМ використовуються для удосконалення моделі нейропсихологічного впливу. Основні її концепції включають адаптовані моделі нейронних мереж, як безмасштабних графів, ймовірнісні та порогові механізми впливу, метод локального середнього поля для аналізу великомасштабних мереж з коефіцієнтами кластеризації для щільно пов'язаних областей мозку людини чи соціальних груп. Модель враховує початкові умови, когнітивні і соціальні пороги, а також вплив зв'язків на розширення мережі ПсВ, що дає змогу точніше відображати складну динаміку ПсВ в СМ і демонструє, як невеликі психологічні втручання можуть спричинити масштабні ефекти.

У дослідженні [9] аналізуються механізми взаємодії між людьми, зокрема поведінкові, нейронні та обчислювальні моделі. Розкриті механізми координації демонструють узгодження

дій на поведінковому і когнітивному рівнях й сприяє досягненню спільних цілей. Дослідження відкриває можливості для пояснення нейропсихологічних основ через оцінювання синхронізації та рівня координації між агентами СМ. Моделі антиципації [10], розкривають процеси прогнозування й адаптації, які підвищують ефективність ПсВ.

Аналіз застосування віртуальної реальності (далі – VR) для оцінювання пам'яті розкрито у дослідженні [11], де наголошено на тому, що традиційні нейропсихологічні тести часто не відображають реальні умови запам'ятовування, тоді як VR-технології створюють більш реалістичні умови. Конвергентна (еволюційний процес) та дивергентна (схильність до розходження з чимось) валідність VR-тестів підкреслює їх ефективність та є основою для аналізу впливу на пам'ять ЦА. Розглядаються такі когнітивні домени, як епізодична, перспективна та просторово-орієнтована пам'ять, що допомагають розробити модель, яка враховує різні аспекти психологічних процесів. Огляд апаратного забезпечення та програмних рішень, що використовуються у VR-тестах, надає пропозиції для інтеграції нових технологій, уточнюючи параметри моделювання.

Використання можливостей штучного інтелекту (далі – ШІ), відкриває можливості для прогнозування поведінкових реакцій на інформаційні впливи, пов'язані з маніпулятивною поведінкою, та можливими негативними психологічними наслідками для ЦА.

Дослідження [12] з використання ШІ для моделювання когнітивних і поведінкових процесів демонструють його значний внесок у розвиток креативності, критичного мислення, проте недостатньо враховують складну взаємодію між нейропсихологічними реакціями ЦА та інформаційними потоками, що впливають на її поведінку. Це створює необхідність впровадження ШІ у моделювання нейропсихологічного впливу, що дасть змогу глибше досліджувати такі процеси в контексті ПсО. Впровадження моделей ШІ може підвищити точність оцінювання нейропсихологічних процесів і забезпечити стабільність функціонування інформаційної системи.

У [13] зазначено, що за допомогою таких сучасних технологій, як інтернет речей (далі – IoT), ШІ, великі дані (далі – Big Data) та доповнена реальність (далі – AR), відбувається комплексний вплив на поведінкові реакції та когнітивні процеси ЦА. Методологічні підходи до оцінювання впливу процесів цифровізації на ЦА, можуть бути адаптовані для розробки методів оцінювання ПсВ, через різноманітні індекси. Аналіз переваг і загроз цифровізації є основою для вивчення як позитивних, так і негативних аспектів ПсВ на ЦА, що сприятиме розвитку адекватних і комплексних моделей для дослідження цих процесів.

Аналіз впливу процесу цифровізації на трансформацію суспільства вказує на значний

потенціал цифрових технологій, що підкреслює актуальність вивчення ПсВ в умовах глобальної цифрової трансформації [14].

Інтеграція можливостей ШІ через адаптивні алгоритми, такі як машинне навчання та нейронні мережі [15], дає змогу створювати персоналізовані навчальні траєкторії, які акцентують увагу, пам'ять та мотивацію ЦА. Це має значення для процесу розробки математичних моделей нейропсихологічного впливу як складової частини ПсО, на основі системи диференціальних рівнянь для моделювання поширення впливу в соціальних групах.

Застосування регресії та баєсових моделей допомагає враховувати ймовірнісні зміни в поведінці ЦА, залежно від типу інформаційно-психологічного впливу. Тому, зауважимо, що недостатнє висвітлення специфіки проведення ПсО потребує подальших досліджень для створення моделі нейропсихологічного впливу, в якій об'єднані соціальні, когнітивні та психологічні чинники із застосуванням адаптивних алгоритмів для точнішого прогнозування ПсВ на визначену ЦА.

Здійснений аналіз свідчить, що існуючі математичні моделі не враховують нейропсихологічні механізми, стійкість до емоційного впливу та динаміку зміни нейронних зв'язків під час ПсВ.

Метою статті є розробка математичної моделі нейропсихологічного впливу на визначену цільову аудиторію противника під час проведення психологічної операції.

Виклад основного матеріалу дослідження

Нейропсихологічні процеси відіграють важливу роль у формуванні реакцій людини на ПсВ. Обробляючи отриману інформацію, у головному мозку людини, відбувається активація нейронних зв'язків, які відповідають за емоційні та когнітивні реакції [16]. Головний мозок людини складається з мільярдів нейронів, які утворюють складну мережу для сприймання, обробки та збереження інформації. Нейрони взаємодіють між собою через синапси, які дають змогу передавати електрохімічні сигнали [17]. Ці сигнали передаються від одного нейрона до іншого, формуючи нейронні зв'язки, які відповідають за такі аспекти когнітивної діяльності, як сприйняття, пам'ять, увага та прийняття рішень.

ПсВ, як основна складова частина ПсО [18; 19], змінює активність певних областей мозку людини, формуючи нові думки, посилюючи або зменшуючи емоційні реакції, внаслідок чого змінюється стан ЦА.

Думки і переконання людини є результатом складної взаємодії між різними нейронними мережами в корі головного мозку людини [20]. Зокрема, передня поясна та префронтальна кора відіграють ключову роль у процесах логічного мислення, ухвалення рішень та оцінювання інформації. Коли людина як об'єкт впливу, отримує

нову інформацію, то активуються певні нейронні зв'язки, що відповідають за сприйняття і обробку цієї інформації.

ПсВ змінює процеси обробки інформації людини, наприклад, шляхом надання стимулів, що викликають формування стабільних нейронних зв'язків, які відповідають за конкретні переконання або установки. Це явище відоме як *пластичність мозку* – здатність нейронних мереж змінюватися під впливом зовнішніх факторів [16]. Зниження ефективності ПсВ з часом відбувається через забування людиною отриманої спеціальної інформації. Цей процес описується *ефектом Ебінгауза*, який демонструє експоненційне згасання пам'яті, що дає змогу прогнозувати динаміку ПсВ та підтримувати його на необхідному рівні [19]. Врахування швидкості забування об'єктом впливу інформації, що надходить, в різних групах ЦА є важливим для управління інформаційними потоками та ефективного використання ресурсів під час проведення ПсО.

Для моделювання нейропсихологічного впливу, який враховує когнітивні та емоційні реакції ЦА на ПсВ, можна використати диференціальні рівняння для опису динаміки ПсВ, зокрема, через нейропсихологічні реакції та зміни поведінки людини. Така математична модель нейропсихологічного впливу на визначену ЦА під час проведення ПсО включатиме такі вирази.

1. *Емоційний вплив* є важливим компонентом нейропсихологічного впливу, що формує загальне уявлення про вплив на свідомість, поведінку чи фізіологічний стан людини. Зміну рівня емоційної активації можна описати математичним рівнянням:

$$\frac{dE(t)}{dt} = \alpha \cdot P(t) - \lambda_E \cdot E(t), \quad (1)$$

де $P(t)$ – показник нейропсихологічного впливу на визначену ЦА;

α – інтенсивність, що характеризує індивідуальні особливості ЦА до сприйняття нейропсихологічного впливу (вона залежить від особливостей ЦА, таких як: вік, стать, освіта, моральні цінності, звички, місце проживання, тощо);

$E(t)$ – показник рівня емоційної активації, викликаний реакцією людини на ПсВ. Він відображає ступінь мобілізації психофізіологічних ресурсів, що виникають у відповідь на ПсВ, і може проявлятися у змінах емоційного стану людини (збудження, тривога, радість тощо);

λ_E – інтенсивність емоційного впливу, що характеризує швидкість забування спеціальної інформації ЦА за *ефектом Ебінгауза*.

2. Когнітивна складова відображає процес сприйняття та оброблення отриманої інформації визначеною ЦА. Безпосередньо когнітивна реакція є ключовим фактором під час формування довготривалих змін у поведінці людини через те, що на даному етапі відбувається процес усвідомлення та аналізу інформації.

Рівень когнітивної активації, або *когнітивний*

вплив має наступний вигляд:

$$\frac{dC(t)}{dt} = \beta(P(t) - R(t)) + \lambda_c C(t), \quad (2)$$

де $C(t)$ – показник рівня когнітивної активації, який відображає здатність ЦА сприймати та обробляти інформаційний сигнал;

β – інтенсивність когнітивного впливу на ЦА;

$R(t)$ – показник рівня резистентності ЦА до ПсВ;

λ_c – інтенсивність забування ЦА інформації когнітивного впливу.

3. Рівень *адаптаційних здатностей* ЦА до ПсВ враховує пластичність нейронних зв'язків у головному мозку людини, які зміцнюються за повторювання спеціальної інформації. Це можна описати таким математичним виразом:

$$\frac{dA(t)}{dt} = \gamma \cdot (E(t) + C(t)) - \lambda_A \cdot A(t), \quad (3)$$

де $A(t)$ – показник, що характеризує рівень адаптаційних здатностей ЦА до ПсВ. Цей показник описує зміни, які відбуваються в нейронних зв'язках мозку людини під впливом інтенсивного стимулу та наскільки він здатний модифікувати (змінювати) нейронні зв'язки й залишати слід у поведінковій реакції людини;

γ – інтенсивність адаптації нейронних зв'язків під впливом спеціальної інформації, яка відображає наскільки ефективно мозок людини здатний утворювати нові та зміцнювати наявні нейронні зв'язки.

λ_A – інтенсивність зменшення адаптації ЦА з часом.

4. Показник рівня *резистентності* (або стійкості) ЦА до ПсВ $R(t)$ відображає здатність ЦА чинити опір ПсВ, зберігати свої переконання, поведінку та емоційний стан.

Резистентність змінюється з часом і залежить від таких факторів, як здатність до критичного мислення та медіа грамотність ЦА. За повторення спеціальної інформації з часом резистентність зростає, тоді математично цей процес можна описати так:

$$\frac{dR(t)}{dt} = k \cdot P(t) \cdot (1 - R(t)) - \lambda_R \cdot R(t), \quad (4)$$

де k – інтенсивність адаптації резистентності (критичного мислення) ЦА;

λ_R – інтенсивність забування ЦА.

5. Математична модель *нейропсихологічного впливу* на визначену ЦА визначається сукупністю таких складових, як емоційна, когнітивна активація, а також від адаптаційних можливостей головного мозку людини та математично описується наступним чином:

$$B(t) = \delta \cdot A(t) \cdot E(t) \cdot C(t) \cdot (1 - R(t)), \quad (5)$$

де $B(t)$ – загальний нейропсихологічний вплив на визначену ЦА під час проведення ПсО;

δ – інтенсивність інтегрального ПсВ, яка враховує силу впливу на поведінку людини (ЦА) за всіма вищезазначеними компонентами;

$A(t)$ – показник, який характеризує рівень адаптаційних здатностей ЦА до ПсВ;

$E(t)$ – показник рівня емоційної активації ЦА;

$C(t)$ – показник рівня когнітивної активації ЦА;

$R(t)$ – показник рівня резистентності ЦА до ПсВ.

6. Загальний інтегральний вплив можна описати таким математичним виразом:

$$I_{total}(t) = \int_0^t B(t') dt'. \quad (6)$$

Ця інтегральна модель демонструє сукупність впливів з урахуванням часової динаміки і може використовуватися для довготривалого прогнозування поведінкових реакцій людини.

Враховуючи викладене, зазначимо, що розроблена математична модель може бути застосована до моделювання впливу всіх аспектів нейропсихологічного впливу, а саме: емоції, когнітивне сприйняття, пластичність і загальну адаптацію аудиторії. Також ця математична модель нейропсихологічного впливу на визначену ЦА може використовуватися для прогнозування поведінкових реакцій ЦА з урахуванням всіх особливостей ЦА.

Висновки й перспективи подальших досліджень

Отже, у статті вперше було розроблено математичну модель нейропсихологічного впливу, яка враховує всі складові психологічного впливу на визначену цільову аудиторію під час проведення психологічної операції, що є особливо важливим в умовах широкомасштабної збройної агресії російської федерації проти України. Розроблена математична модель відрізняється від аналогічних адаптивністю до змін в інформаційному просторі, що робить її гнучким інструментом, придатним для прогнозування поведінкових змін визначеної цільової аудиторії.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на розробку мовних моделей на базі штучного інтелекту, що включають інтеграцію нейропсихологічних даних. Це відкриє нові можливості для управління психологічним впливом на визначену цільову аудиторію, що сприятиме підвищенню ефективності проведення психологічної операції підрозділами Сил спеціальних операцій Збройних Сил України.

Список бібліографічних посилань

1. Герасимов С., Ткачов А., Базарний С. Комплексний метод визначення місця розташування агентів соціальних мереж в інтересах інформаційних операцій. *Advanced Information Systems*. 2024. № 8(1). С. 31–36.

DOI: 10.20998/2522-9052.2024.1.04. 2. Базарний С. Метод визначення агентів соціальних мереж, що мають найбільший вплив. *Сучасні інформаційні технології у сфері безпеки та оборони*. 2023. № 1 (46). С. 145–150. DOI:

- 10.33099/2311-7249/2023-46-1-145-150. **3. Базарний С.** Інформаційна безпека держави в умовах конвергенції впливу на цільову аудиторію: онлайн-ігри, соціальні мережі та медіа-простір. *СБУ в умовах війни в Україні: сучасні реалії та інноваційні стратегії забезпечення національної безпеки* : матеріали міжнар. наук.-практ. конф. 4-5 лип. 2024 р. / СБУ, Ін-т Служби безпеки України Нац. юрид. ун-ту ім. Ярослава Мудрого. Київ : Алерта, 2024. С. 199–201. **4. Водорезова С. Р.** Поняття та властивості інформації як основи інформаційного суспільства у господарсько-правовому контексті. *Адаптація до права ЄС регулювання економіки України в сучасних умовах* : зб. наук. пр. (за матеріалами «Круглого столу», м. Харків, 26 трав. 2015 р.). Харків, 2015. С. 107–112. URL: <https://dspace.nlu.edu.ua/handle/123456789/10230> (дата звернення: 13.09.2024).
- 5. Про інформацію** : Закон України від 02.10.1992 № 2657-XII. Дата оновлення: 21.03.2023. URL: <https://ips.ligazakon.net/document/T265700?an=1> (дата звернення: 13.09.2024). **6. NATO 2030: United for a New Era. Analysis and recommendations of the reflection group appointed by the NATO Secretary General.** Brussels: NATO Public Diplomacy Division, 2020. URL: <https://ec.europa.eu/newsroom/cipr/items/713800/en> (accessed: September 13, 2024). **7. Van den Ende M. W. J., Epskamp S., Lees M. H., van der Maas H. L. J., Wiers R. W., Sloot P. M. A.** A review of mathematical modeling of addiction regarding both (neuro) psychological processes and the social contagion perspectives. *Addictive Behaviors*. 2022. № 127. Article 107201. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2021.107201>.
- 8. Bridge Zh., Li Y.K., Lui C. S. J.** Mathematical Modeling of Advertisement and Influence Spread in Social Networks. *Complex Networks & Their Applications X. Studies in Computational Intelligence*. 2021. Vol 1073. Springer, Cham. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40649-018-0060-z>.
- 9. Abalde S. F., Rigby A., Keller P. E., Novembre G.** A framework for joint music making: Behavioral findings, neural processes, and computational models. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 2024. Vol. 167. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2024.105816>.
- 10. Шинкарук В. І., Бистрицький Є. К., Булатов М. О., Ішмуратов А. Т.** Філософський енциклопедичний словник. Київ : Абрис, 2002. 742 с. **11. Mancuso V., Diletta S. E., Francesca B., Arlati S., Di Santo S. G., Cavallo M., Ciproso P., Pedroli E.** Systematic review of memory assessment in virtual reality: evaluating convergent and divergent validity with traditional neuropsychological measures. 2024. *Front. Hum. Neurosci.* 18:1380575. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnhum.2024.1380575>.
- 12. Benvenuti M., Cangelosi A., Weinberger A., Mazzoni E., Benassi M., Barbaresi M., Orsoni M.** Artificial intelligence and human behavioral development: A perspective on new skills and competences acquisition for the educational context. *Computers in human behavior.*, 2023. Article 107903. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2023.107903>.
- 13. Базарний С. В., Микитюк Н. М., Терновий О. В.** Психологічний вплив штучних електронних акаунтів (ботів) на агентів соціальних мереж в інтересах інформаційних операцій. *Український науковий журнал інформаційної безпеки*. 2024. Т. 30. № 1. С. 67–72. DOI: <https://doi.org/10.18372/2225-5036.30.18605>.
- 14. Khaustova V., Ilyash O., Smoliar L., Bondarenko D.** Digitalization and Its Impact on the Development of Society. *Applications of Synthetic High Dimensional Data*. 2024. P. 54–76. Chapter: 4. DOI: <https://doi.org/10.4018/979-8-3693-1886-7.ch004>.
- 15. Halkiopoulos C., Gkintoni E.** Leveraging AI in E-Learning: Personalized Learning and Adaptive Assessment through Cognitive Neuropsychology-A Systematic Analysis. *Electronics*, 2024. № 13(18). P. 37–62. DOI: 10.3390/electronics13183762. **16. Geary D. C.** USA. Mathematical disabilities: cognitive, neuropsychological, and genetic components. *Psychol Bull.* Sept. 1993. № 114(2). P. 345–362. DOI: 10.1037//0033-2909.114.2.345.
- 17. Caire M. J., Reddy V., Varacallo M.** Physiology, Synapse [online]. *StatPearls*. 2023. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526047/> (Accessed: 13 September 2024). **18. Войтко О. В., Прибилев Ю. Б., Базарний С. В. та ін.** *Планування психологічної операції за стандартами НАТО*: навч. посіб. Київ : НУОУ, 2024. **19. Allied Joint Publication-10.1 Allied Joint Doctrine for Information Operations.** Published by the NATO STANDARDIZATION OFFICE (NSO). URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/650c03bf52e73c000d9425bb/AJP_10_1_Info_Ops_UK_web.pdf (дата звернення: 13.09.2024).
- 20. Ковальова А. А., Ковальова О. В., Ковальова О. В., Бурка О. М., Присяжнюк О. А.** Нейробиологія розвитку та навчання: навчальний посібник. Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка». 2022. 325 с. URL: <http://eir.zntu.edu.ua/handle/123456789/9232> (дата звернення: 13.09.2024).

A MATHEMATICAL MODEL OF NEUROPSYCHOLOGICAL INFLUENCE ON A SPECIFIC TARGET AUDIENCE WITHIN THE FRAMEWORK OF A PSYCHOLOGICAL OPERATION

Pribyliev Yurii (doctor of technical sciences, professor)¹
Bazarnyi Serhii (PhD)¹
Bozhok Roman²

¹*National defence university of Ukraine, Kyiv, Ukraine*

²*Defence intelligence research institute, Kyiv, Ukraine*

Formulation of the problem in general. *In the conditions of large-scale armed aggression of the Russian Federation against Ukraine, an urgent task is to predict behavioural changes in the process of psychological influence on defined target audiences during psychological operations. The main goal of the article is to develop a mathematical model of neuropsychological influence, which integrates cognitive, emotional and behavioural reactions of the target audience in response to psychological influence during psychological operations.*

Research methods. *During the research, for objectivity, a complex approach was applied based on such methods as mathematical modelling, analysis of the dynamics of neuropsychological processes, empirical observation and integration of modern technologies.*

Analysis of recent researches and publications. *Existing mathematical models do not take into account neuropsychological mechanisms, resistance to emotional influence and the dynamics of changes in neural connections under psychological influence.*

Elements of scientific novelty. The article describes a mathematical apparatus for modelling neuropsychological processes that reflect the reaction of the human brain to informational and psychological influences, which is based on differential equations. The developed multidimensional model formalized the dynamics of emotional activation, cognitive processing of information, plasticity of neural connections and general behavioural changes in the object of influence.

Theoretical and practical significance of the article. The given mathematical equations formalize the process of psychological influence, taking into account the resistance of the target audience to influence, the effect of forgetting (the Ebbinghaus effect) and the adaptive mechanisms of the human brain. The developed model provides an opportunity to predict changes in the behaviour of the target audience during psychological operations, and can be used in the process of managing psychological influence.

Conclusion and the perspectives of future researches. The importance of integrating modern technologies such as artificial intelligence, virtual reality and augmented reality for the further development of such models is also indicated, which will provide an opportunity to ensure their adaptability and increase the effectiveness of practical application in the conditions of modern information confrontation.

Keywords: psychological influence, information operations, psychological operations, behavioural changes, target audience, cognitive processes, emotional activation.

References

1. Gerasimov, S., Tkachev, A., Bazarny, S., (2024). A comprehensive method of determining the location of agents of social networks in the interests of information operations. *Advanced Information Systems*. 8 (1), 31–36. DOI: 10.20998/2522-9052.2024.1.04.
2. Bazarny, S., (2023). A method of determining the agents of social networks with the greatest influence. *Modern information technologies in the field of security and defence*. 1 (46), 145-150. DOI: 10.33099/2311-7249/2023-46-1-145-150.
3. Bazarny, S., (2024). Information security of the state in the conditions of convergence of influence on the target audience: online games, social networks and media space. In the SBU in the conditions of war in Ukraine: modern realities and innovative strategies for ensuring national security, 199-201. Kyiv: Alerta.
4. Vodorezova, S., (2015) The concept and properties of information as the basis of the information society in the economic and legal context [online]. In: *Adaptation to EU law regulating the economy of Ukraine in modern conditions*. Available at: <https://dspace.nlu.edu.ua/handle/123456789/10230> [Accessed: 13 September 2024].
5. About information [online], (1992). Zakon Ukrainy № 2657-XII, 2 October. Last updated: 21 March 2023. Available at: <https://ips.ligazakon.net/document/T265700?an=1> [Accessed: 13 September 2024].
6. NATO 2030: United for a new era. *Analysis and recommendations of the reflection group appointed by the NATO Secretary General* [online], (2020). Brussels: NATO Public Diplomacy Division. Available at: <https://ec.europa.eu/newsroom/cipr/items/713800/en> [Accessed: 13 September 2024].
7. Van den Ende, M. W. J., Epskamp, S., Lees, M. H., van der Maas, H. L. J., Wiers, R. W., Sloot, P. M. A., (2022). An overview of mathematical modeling of addiction both with regard to (neuro-) psychological processes and from the point of view of social contagion. *Addictive Behavior*. 127, article 107201. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2021.107201>.
8. Bridge, Zh., Li, Y.K., Lui, C. S. J., (2021). Mathematical Modeling of Advertisement and Influence Spread in Social Networks. *Complex Networks & Their Applications X. Studies in Computational Intelligence*. 1073. Springer, Cham. DOI: <https://doi.org/10.1186/s40649-018-0060-z>.
9. Abalde, S. F., Rigby, A., Keller, P. E., Novembre, G., (2024). A framework for joint music making: Behavioral findings, neural processes, and computational models. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*. 167. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2024.105816>.
10. Shinkaruk, V. I., Bystrytskyi, Ye. K., Bulatov, V. O., (2002). *Philosophical encyclopedic dictionary*. Kyiv : Abris.
11. Mancuso V., Diletta S. E., Francesca B., Arlati S., Di Santo S. G., Cavallo M., Ciproso P., Pedrolì E., (2024). A systematic review of memory assessment in virtual reality: Assessing convergent and divergent validity using traditional neuropsychological measures. *Frontiers in Human Neuroscience*, 18, article 1380575. DOI: 10.3389/fnhum.2024.138057.
12. Benvenuti, M., Cangelosi, A., Weinberger, A., Mazzoni, E., Benassi, M., Barbaresi, M., Orsoni, M., (2023). Artificial intelligence and human behavioral development: a perspective on the acquisition of new skills and competencies for the educational context. *Computers in Human Behavior*, 148, 107903. DOI: 10.1016/j.chb.2023.10790.
13. Bazarny, S. V., Mykytyuk, N. M., Ternovy, O. V., (2024). Psychological influence of artificial electronic accounts (bots) on agents of social networks in the interests of information operations. *Ukrainian Scientific Journal of Information Security*. 30(1), 67-72. DOI: <https://doi.org/10.18372/2225-5036.30.18605>.
14. Haustova, V., Ilyash, O., Smolyar, L., Bondarenko, D., (2024). Digitization and its impact on the development of society. In *Handbook of Research on Digital Transformation and Society Development*. 54-75. DOI: 10.4018/979-8-3693-1886-7.ch004.
15. Halkiopoulos, C., Gkintoni, E., (2024). Using AI in eLearning: Personalized Learning and Adaptive Assessment Using Cognitive Neuropsychology – A Systematic Review. *Electronics*, 13 (18), 3762. DOI: 10.3390/electronics13183762.
16. Geary, D. C., (1993). Mathematical disorders: cognitive, neuropsychological and genetic components. *Journal of Psychology*. 114 (2), 345–362. DOI: 10.1037//0033-2909.114.2.345.
17. Caire, M. J, Reddy, V., Varacallo, M., (2023). Physiology, Synapse. In *StatPearls*. Available at: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526047/> [Accessed: 13 September 2024].
18. Voitko, O., Pribylev, Yu., Bazarny, S. [etc.], (2024). *Planning a psychological operation according to NATO standards: training manual* Kyiv: NUOU.
19. Allied Joint Publication-10.1 *Allied Joint Doctrine for Information Operations*. Published by the NATO STANDARDIZATION OFFICE (NSO). Available at: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/650c03bf52e73c00d9425bb/AJP_10_1_Info_Ops_UK_web.pdf [Accessed: 13 September 2024].
20. Kovalova, A. A., Kovalova, O. V., Kovalova, O. V., Burka, O. M., Prysiashniuk, O. A., (2022). *Neurobiology of Development and Learning: A Study Guide. Zaporizhzhia*: NU «Zaporizka Polytechnic». Available at: <https://eir.zp.edu.ua/server/api/core/bitstreams/2f21e043-05f5-45eb-bf9d-c00705c7e808/content> [Accessed: 13 September 2024].