

# НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ В МЕДИЦИНІ

Вінницький національний технічний університет

## **Анотація**

*В роботі проаналізовано застосування нелінійних систем передачі інформації в медицині. Досліджені фактори обробки інформації та формування діагнозу на основі отриманих даних. Розглянуті переваги та недоліки даного напрямку.*

**Ключові слова:** нейронні мережі, швидкість обробки інформації, медицина, електрокардіографія, кардіо діагностика.

## **Abstract**

*The paper analyzes the use of nonlinear systems of information transmission in medicine. Investigates factors of information processing and diagnosis based on the obtained data. The advantages and disadvantages of this area are considered.*

**Keywords:** neural networks, information processing speed, medicine, electrocardiography, cardio diagnostics.

## **Вступ**

Технології та медицина не стоять на місці і у порівнянні з минулими десятиріччями активно поєднуються. Нейронна мережа дає можливість значно підвищити специфіку сучасних досліджень людського тіла у виявленні захворювань.

Питання, що розглядаються в даній роботі є актуальними, насамперед, для медичної галузі. Адже виявлення хвороб потребує швидкого реагування та лікування.

**Метою дослідження** є впровадження нейронних мереж у цілях медичного застосування, а також аналізувати дані, по результатам яких можна більш точно передбачати та діагностувати хвороби.

**Об'єктом дослідження** є процес обробки даних, які потрапляють до нейронної мережі, їх аналіз та збереження результатів.

**Головною задачею роботи** є вивчення питання, як можна пов'язати нейронні мережі та їх застосування у медицині, поліпшення зв'язку цих галузей.

## **Відомості**

*Нейронні мережі* – клас аналітичних методів, побудованих на (гіпотетичних) принципах навчання мислячих істот і функціонування мозку, що дозволяють прогнозувати значення деяких змінних у нових спостереженнях на основі результатів інших спостережень (для цих же або інших змінних) після проходження етапу так званого навчання на наявних даних.

## **Результати дослідження**

Для дослідження питання про використання нейронних мереж у медицині, необхідно розглянути що таке нейронна мережа, нейрон.

Структурною основою нейронної мережі є *формальний нейрон*. Нейронні мережі виникли із спроб відтворити здатність біологічних систем навчатися, моделюючи низькорівневу структуру мозку. Для цього в основу нейромережової моделі покладається елемент, який імітує у першому наближенні властивості біологічного нейрона – формальний нейрон (далі просто нейрон). В організмі людини нейрони це особливі клітини, здатні поширювати електрохімічні сигнали. Нейрон має розгалужену структуру для введення інформації (дендрити), ядро і вихід, що розгалужується (аксон). Будучи з'єднаними певним чином, нейрони утворюють нейронну мережу. Кожен нейрон характеризується

певним поточним станом і має групу синапсів – односпрямованих вхідних зв'язків, з'єднаних з виходами інших нейронів, а також має аксон – вихідний зв'язок даного нейрона, за яким сигнал (порушення або гальмування) надходить на синапси наступних нейронів (рис. 1).

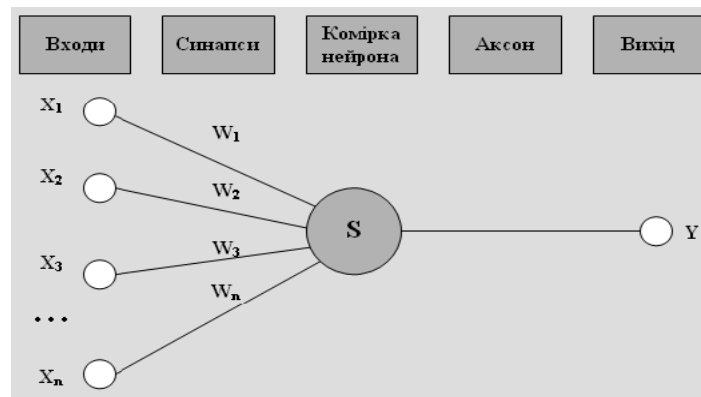


Рис. 1. Структура формального нейрона.

У даний час для вирішення прикладних задач найчастіше використовуються так звані багатошарові нейронні мережі прямого поширення (Multilayer Perceptron MLP) із нелінійною функцією активації, що дозволяє істотно розширити область розв'язуваних мережею задач. На рис. 2 приведена схема побудови тришарової мережі прямого поширення. Така мережа теоретично може апроксимувати будь-яку багатомірну функцію з кожною, наперед заданою точністю – питання стосується лише кількості нейронів, розмірів мережі і часу навчання.

Задачі моделювання для нейронної мережі зводяться до налаштування всіх її вагових коефіцієнтів, що проводиться на «навчальній множині».

Як відомо, рівнем активації елемента називається зважена сума його входів із доданим до неї граничним значенням. Таким чином, рівень активації являє собою просту лінійну функцію входів.

Ця активація потім перетворюється за допомогою нелінійної (часто – «сігмавидної», що має S-подібну форму) кривої.

Комбінація лінійної функції кількох змінних і скалярної «сігмавидної» функції призводить до характерного профілю «сігмавидного схилу», що видає елемент першого проміжного шару MLP. При зміні ваг і порогів змінюється і поверхня відгуку. При цьому може змінюватися як орієнтація всієї поверхні, так і крутизна схилу. Великим значенням ваг відповідає більш крутий схил. Так, якщо збільшити усі ваги в два рази, то орієнтація не зміниться, а нахил буде більш крутим.

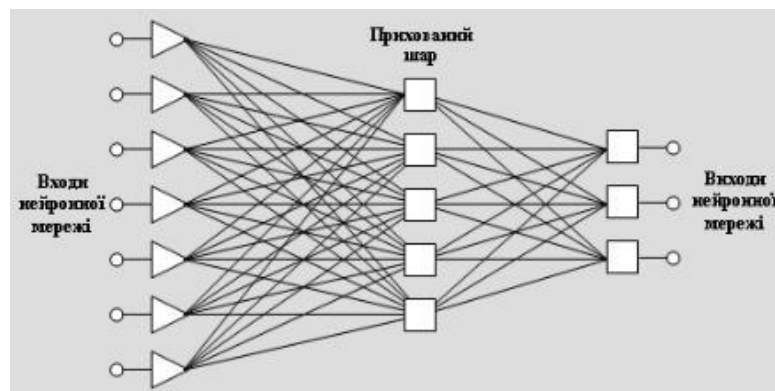


Рис. 2. Схема побудови тришарової мережі

У багатошаровій мережі подібні функції відгуку комбінуються одна з одною шляхом утворення їхніх лінійних комбінацій і застосування нелінійних функцій активацій

Перед початком навчання мережі вагам і порогам випадковим образом присвоюються невеликі за величиною початкові значення. Тим самим відгуки окремих елементів мережі мають малий нахил і орієнтовані хаотично – фактично вони не пов'язані одна з іншою. У міру того, як відбувається навчання, поверхні відгуку елементів мережі повертаються і зсуваються у потрібне положення, а значення ваг збільшуються, оскільки вони повинні моделювати окремі ділянки цільової поверхні відгуку.

У 1950-ті – 1960-ті роки було здійснено спроби об'єднати на той час існуючі біологічні та фізіологічні підходи та створити перші нейронні мережі. В цей час з'являються перші програмні моделі нейронних мереж. Проблемами нейронних мереж займалися такі зарубіжні науковці, як Джон фон Нейман, Марсіан Хофф, Френк Розенблатт та ін. Серед сучасних вітчизняних науковців варто виділити

Акулова П.В. та Станіслава Осовського. Так, зокрема, в сферу діяльності Акулова П.В. входять питання вирішення задач за допомогою нейронних мереж. Станіслав Осовський займається дослідженнями нейронних мереж у сфері обробки інформації. З використанням нейронних мереж відкрилися можливості проведення обчислень в сферах, що до цього відносилися лише до сфери людського інтелекту. З'явилися можливості створення систем, які здатні вчитися, запам'ятовувати та аналізувати інформацію, що дуже нагадує розумові здібності людини. Типовими задачами, що можуть бути вирішеними за допомогою нейронних мереж та нейрокомп'ютерів є: задача класифікації, автоматизація прогнозування, автоматизація процесу ухвалення рішень, управління, кодування і декодування інформації, розпізнавання образів та ін. У галузі медицини нейронні мережі використовуються переважно в діагностиці захворювань.

Прикладом програми діагностики служить пакет кардіодіагностики, розроблений фірмою RES Informatica спільно з Центром кардіологічних досліджень в Мілані. Програма дозволяє здійснювати неінвазивну кардіодіагностику на основі розпізнавання спектрів тахограм. Тахограма є гістограмою інтервалів між послідовним серцебиттям, і її спектр відображає баланс активностей симпатичної і парасимпатичної нервової системи людини, що специфічно змінюється при різних захворюваннях. Так або інакше, вже зараз можна констатувати, що нейронні мережі перетворюються на інструмент кардіодіагностики — в Англії, наприклад, вони використовуються в чотирьох госпіталях для попередження інфаркту міокарду. У медицині знаходиться застосування і інша особливість нейромереж — їх здатність передбачати тимчасові послідовності. Вже наголошувалося, що експертні системи досягли успіху в аналізі ЕКГ. Нейромережі тут теж приносять користь. Ки Чженху, Ю Хену і Вілліс Томпкінс з університету штату Вісконсин розробили нейромережову систему фільтрації електрокардіограм, що дозволяє пригнічувати нелінійний і нестаціонарний шум значно краще, ніж методи, що раніше використалися. Річ у тому, що нейромережа добре передбачала шум по його значенням в попередні моменти часу. А те, що нейромережі дуже ефективні для прогнозу тимчасових послідовностей (таких, наприклад, як курс валют або котирування акцій), переконливо продемонстрували результати змагання програм, що передбачали, проводяться університетом в Санта Фе, — нейромережі зайняли перше місце і домінували серед найкращих методів.

Також приділено особливу увагу серцево-судинним захворюванням, оскільки саме вони утримують сумне лідерство в списку причин смертності. На другому місці знаходяться онкологічні захворювання. Один з головних напрямів, в якому зараз йдуть роботи по використанню нейронних мереж, — діагностика раки молочної залози. Ця недуга — причина смерті кожної дев'ятої жінки. Виявлення пухлини здійснюється в ході первинного рентгенографічного аналізу молочної залози (мамографії) і подальшого аналізу шматочка тканини новоутворення (біопсії). Попри існування загальних правил диференціювання доброякісних і злоякісних новоутворень, за даними маммографії, тільки від 10 до 20% результатів подальшої хірургічної біопсії дійсно підтверджують наявність рака молочної залози. Знову ми маємо справу з випадком вкрай низької специфічності методу.

Дослідники з університету Дьюка навчили нейронну мережу розпізнавати мамограми злоякісної тканини на основі восьми особливостей, з якими зазвичай мають справу радіологи. Виявилось, що мережа здатна вирішувати поставлену задачу з чутливістю близько 100% і специфічністю 59% (порівняєте з 10-20% у радіологів). Скільки жінок з доброякісними пухлинами можна не піддавати стресу, пов'язаному з проведенням біопсії, якщо використовувати цю нейронну мережу! У клініці Майо (Міннесота) нейромережа аналізувала результати ультразвукового дослідження молочної залози і забезпечила специфічність 40%, тоді як для тих же жінок специфічність висновку радіологів виявилася нульовою.

Після лікування раки молочної залози можливі рецидиви виникнення пухлини. Нейромережі вже допомагають ефективно їх передбачати. Подібні дослідження проводяться на медичному факультеті Техаського університету. Навчані мережі показали свої здібності виявляти і враховувати дуже складні зв'язки прогностичних змінних, зокрема, їх потрібні зв'язки для поліпшення здатності, що передбачає.

Різноманітні можливості застосування нейромереж в медицині, і різноманітна їх архітектура. На основі прогнозу віддалених результатів лікування захворювання тим або іншим методом можна віддати перевагу одному з них. Значного результату в прогнозі лікування рака яєчника (хвороба кожної сімдесятої жінки) добився відомий голландський фахівець Герберт Каппен з університету в Німегене (він використовує в своїй роботі не багаточисельні перцептрони, а так звані Машини Больцмана — нейромережі для оцінки вірогідності).

А ось приклад іншого онкологічного захворювання. Дослідники з медичної школи в Кагаве (Японія) навчили нейромережу, яка практично безпомилково прогнозувала за передопераційними даними результати резекції печінки у хворих печінково-клітинною карциномою.

У Тройцькому інституті інноваційних і термоядерних досліджень (ТРИНІТІ) в рамках того, що реалізується Міністерством науки проекту створення нейромережових консультаційних систем була розроблена нейромережева програма, яка вибирає метод лікування базальноклітинного раку шкіри (базаліоми) на основі довгострокового прогнозу розвитку рецидиву. Число захворювань базаліомою —

онкологічною недугою білошкірих людей з тонкою шкірою — складає третину всіх онкологічних захворювань.

Діагностика однієї з форм меланоми — пухлини, яку іноді непросто відрізнити від пігментної форми базаліоми, була реалізована за допомогою нейромережевого симулятора Multineuron, розробленого у ВЦ СОАН в Красноярську під керівництвом А. Н. Горбаня.

Нейромережі можна використовувати і для прогнозу дії різних засобів лікування, що розробляються. Вони вже успішно застосовуються в хімії для прогнозу властивостей з'єднань на основі їх молекулярної структури. Дослідники з Національного інституту раку в США використовували нейромережі для прогнозу механізму дії препаратів, вживаних при хіміотерапії злоякісних пухлин. Відмітимо, що існують мільйони різних молекул, які необхідно досліджувати на предмет їх антиракової активності. Фахівці Інституту раку розбили відомі онкологічні препарати на шість груп відповідно до механізму їх дії на ракові клітини і навчили багатoshарові мережі класифікувати нові речовини і розпізнавати їх дію. Як початкові дані використовувалися результати експериментів по придушенню зростання кліток з різних пухлин. Нейромережева класифікація дозволяє визначити, які з сотень молекул, що щодня пробуються, варто вивчати далі у вельми дорогих експериментах *in vitro* і *in vivo*. Для вирішення аналогічного завдання використовувалися і мережі Кохонена. Ці навчені без вчителя нейромережі, які самоорганізувалися, розбивали речовини на заздалегідь невідоме число кластерів і тому далечіні дослідникам можливість ідентифікувати речовини, що володіють новими цитотоксичними механізмами дії.

## Висновки

Отже, в сучасному світі нейронні мережі це не далеке майбутнє. За допомогою штучних нейронних мереж можна опрацьовувати, аналізувати та узагальнювати інформації, що аналогічно роботі головного мозку людини. Нейронні мережі використовуються у медицині для передвчасного діагностування та швидкого подальшого лікування важких захворювань та їх ускладнень, завдяки чому медицина стає ефективнішою, аніж була до того. Можна відзначити наступні переваги та недоліки, наприклад, одна з переваг це вирішення задач при невідомих закономірностях. Використовуючи здатність до навчання та узагальнення, нейронні мережі здатні вирішувати задачі навіть за відсутності апріорного знання про масив даних, закономірності розвитку ситуації та залежності між перемінними, вхідними та вихідними даними. Також стійкість до шумів у вхідних даних. Нейронні мережі здатні давати точні прогнози, незважаючи на наявність різнотипних, неінформативних, пропущених даних та не потребують нормальності розподілів вхідних перемінних. З недоліків можна виділити те, що штучні нейронні мережі вимагають навчання. Для реалізації алгоритму навчання нейронних мереж існує потреба у часі, тим більший, чим більша кількість змінних включається до аналізу, в зв'язку з чим, реалізувати побудову нейронних мереж рекомендується на сучасних потужних комп'ютерах, що здатні до паралельних обчислювань. Також, важлива наявність спеціалізованого програмного інструментарію. Реалізація алгоритмів побудови нейронних мереж пов'язана з необхідністю застосування спеціалізованого програмного забезпечення. На мою думку, все ж таки це доволі перспективний напрямок, у якому потрібно рухатись і надалі. Так подальше застосування допоможе в майбутньому врятувати мільйони людських життів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Швидкість передачі [Електронний ресурс]:[Веб-сайт] – Електронні дані. — Режим доступу: <https://web.archive.org/web/20110509044756/http://www.uprav.biz/materials/education/view/1918.html>
2. Семисалов С.Я., Лях Ю.Е., Константинов В.С., Гурьянов В.Г. Прогнозирование функциональных исходов хирургического лечения внутримозговых кровоизлияний в остром периоде черепно-мозговой травмы // Український нейрохірургічний журнал - 2005. - №3(31). - С. 18-19.

**Проценко Михайло Ігорович** — студент групи ІАКІТ-176, факультет [комп'ютерних систем і автоматики](#), Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: [mishagg45@gmail.com](mailto:mishagg45@gmail.com)

**Васюра Анатолій Степанович** — професор кафедри автоматизації та інтелектуальних інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця. e-mail: [vasanat@i.ua](mailto:vasanat@i.ua)

***Protsenko Misha I.*** — student of group 1AKIT-17b, faculty of computer Systems and Automation, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia

***Vasyura Anatoly S.*** — Professor, academician of Ukrainian Technological Academy, Professor of automation and intelligent information technologies department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [vasanat@i.ua](mailto:vasanat@i.ua).

