

# ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ФАКТОРІВ НА ЗАХВОРЮВАНІСТЬ ТА  
ЗДІЙСНЕННЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗМІНИ ВІДСОТКА ІНФІКОВАНИХ І  
ТИХ, ХТО ПЕРЕНОСИТЬ ХВОРОБУ COVID-19 У ТЯЖКІЙ ФОРМІ

Шифр «ПРОТИЕПІДЕМІЧНІ ЗАХОДИ»

## АНОТАЦІЯ

Проаналізовано низку спеціалізованих додатків, що були розроблені с початку пандемії Covid-19, та мали інформувати користувача про актуальні симптоми та місця спалаху хвороби, надавати низку специфічних даних та документів про проходження вакцинації. Описано раніше створений авторами додаток для моніторингу вакцинованих студентів у навчальному закладі, зазначені його недоліки. Сформульовано задачу створення інформаційної системи для оцінювання ефективності протиепідемічних заходів та прогнозування зміни відсотка інфікованих та перенесених хвороб у тяжкій формі, перелік вхідних (Masks, Quarantine, Distance\_Learning, Vaccine\_optional, Vaccination\_is\_mandatory, Percentage\_of\_Vaccinated) та вихідних (Infected, Severe\_cases) факторів.

Задачу розв'язано методом штучних нейронних мереж. Створено спеціальний скрипт на мові програмування та аналізу даних R. Шляхом перебору встановлено архітектуру нейронної мережі, що забезпечує найкращий результат прогнозування.

Моделі було використано для дослідження впливу факторів на захворюваність. З'ясовано, що найменший вплив на точність визначення зміни відсотка інфікованих вносить наявність можливості вільного вакцинація або пара «обов'язковий масковий режим» + «запровадження дистанційного навчання у навчальних закладах». Найменший вплив на точність визначення зміни відсотка тяжких хворих вносить наявність можливості вільного вакцинація або пара «запровадження дистанційного навчання у навчальних закладах» + «можливість вільного вакцинування». Максимальний вплив в обох моделях – у запровадження обов'язкової вакцинації.

Ключові слова: COVID-19, фактори, нейронна мережа, математична модель, захворюваність.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ.....	5
1.1 Основні поняття про коронавірус та загальний стан вакцинованих по Україні.....	5
1.2 Аналіз літературних даних і постановка проблеми.....	9
2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ.....	12
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	14
ВИСНОВКИ.....	22
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	23
ДОДАТОК А.....	26

## ВСТУП

COVID–19 (SARS–CoV–2) є небезпечним захворюванням, яке може протікати як у формі гострої респіраторної вірусної інфекції легкого перебігу, так і у важкій формі. Вірус здатний уражати різні органи через пряме інфікування чи за допомогою імунної відповіді організму. Найбільш частим ускладненням захворювання є вірусна пневмонія, здатна призводити до гострої дихальної недостатності, при якій найчастіше необхідна киснева терапія та респіраторна підтримка. До ускладнень входять поліорганна недостатність і септичний шок. У поодиноких випадках ураження вірусом дітей та підлітків, ймовірно, може призводити до розвитку запального синдрому. Також можливі довгострокові наслідки, які називають постковідним синдромом.

Вакцинація є одним з найкращих методів для захисту від COVID–19. Хоч вакцинація не дає 100% гарантії захисту від COVID–19, але воно забезпечує проходження хвороби у легкій формі, без ускладнень та швидкого одужування [1].

Мета роботи – створення та проектування математичної та інформаційної моделі для оцінювання ефективності протиепідемічних заходів та прогнозування зміни відсотка інфікованих та перенесених хвороб у тяжкій формі.

Об'єкт дослідження – статистичні дані (щомісячні) про збільшення відсотка інфікованих під час епідемії (пандемії) та тих, хто переносить хворобу у тяжкій формі, а також переліку протиепідемічних заходів.

Предмет дослідження – моделі, методи та інформаційні технології для розв'язання поставленої задачі.

## 1 АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

### 1.1 Основні поняття про коронавірус та загальний стан вакцинованих по Україні

COVID–19 (аббревіатура від англ. COronaVirus Disease 2019 – коронавірусна інфекція 2019 року, рус. ковід), Наукова назва коронавірусу SARS–CoV–2. Є небезпечним захворюванням, яке може протікати як у формі гострої респіраторної вірусної інфекції легкого перебігу, так і у важкій формі. Вірус здатний уражати різні органи через пряме інфікування чи з допомогою імунної відповіді організму. Найбільш частим ускладненням захворювання є вірусна пневмонія, здатна призводити до гострої дихальної недостатності, при яких найчастіше необхідні киснева терапія та респіраторна підтримка. До ускладнень входять поліорганна недостатність і септичний шок. До найпоширеніших симптомів захворювання належать підвищена температура тіла, стомлюваність та сухий кашель. У поодиноких випадках ураження вірусом дітей та підлітків, ймовірно, може призводити до розвитку запального синдрому. Також можливі довгострокові наслідки, які називають постковідним синдромом [2].

Захворювання викликане новим вірусом, проти якого у людей спочатку не було набутого імунітету, до інфекції сприйнятливі люди всіх вікових категорій. Розповсюджується вірус повітряно-краплинним шляхом через вдихання розпорошених у повітрі при кашлі, чханні або розмові крапель з вірусом, а також через потрапляння вірусу на поверхні з наступним занесенням в очі, ніс або рот. З метою запобігання поширенню ефективними є заходи охорони здоров'я та немедикаментозні заходи контролю. Основним засобом запобігання поширенню інфекції, що рятує життя, є маски, однак вони повинні застосовуватися разом з комплексом інших заходів профілактики, включаючи дотримання безпечної дистанції та уникнення

перебування у замкнутих просторах з великою кількістю людей. До ефективних заходів профілактики відносяться часте миття рук і дотримання правил респіраторної гігієни. Систематичний огляд вакцин показав, більшість ефективні й безпечні. Вакцини є найважливішим новим засобом боротьби з інфекцією, але проходження вакцинації означає, що можна нехтувати стандартними заходами профілактики [1].

**Коронавірус: профілактика інфікування і поширення**

**Як знизити ризик інфікування коронавірусом?**

- Мийте руки з милом (мінімум 20 C°) або дезінфекційними засобами із вмістом спирту
- Під час кашлю та чхання прикривайте рот і ніс серветкою або згином лікті; відразу викидайте серветку і мийте руки
- Тримайтеся на відстані від людей, у яких кашель або підвищена температура

**Залишайтеся здорові під час подорожі**

- Уникайте подорожей, якщо у вас гарячка і кашель
- Якщо у вас гарячка, кашель і утруднене дихання, зверніться до лікаря якомога раніше.
- Якщо вам стає погано під час подорожі, повідомте про це екіпаж та зверніться до лікаря
- Якщо ви звертаєтесь по медичну допомогу, повідомте лікаря про свої попередні подорожі
- Уникайте тісного контакту з людьми, у яких гарячка та кашель
- Часто знезаражуйте руки засобом на основі спирту або мийте з милом
- Не торкайтесь очей, носа чи рота
- Їжте тільки добре приготовану їжу
- Не пийте в громадських місцях
- Уникайте тісних контактів із тваринами

**Як захистити інших від інфікування?**

- Під час кашлю та чхання прикривайте рот і ніс серветкою або згином лікті
- Одразу викидайте використану серветку і закривайте кришку смітника
- Регулярно мийте руки під час догляду за хворими, а також після кашлю та чхання

**Чи варто надягати медичну маску?**

- Так. Якщо у вас є респіраторні симптоми - кашель, утруднене дихання
- Так. Якщо ви надаєте допомогу особам із респіраторними симптомами
- Не потрібно, якщо немає респіраторних симптомів
- Медичні працівники мають надягати респиратори

**Коли використовувати медичну маску**

- Якщо ви здорові, вам потрібно носити маску, тільки якщо ви доглядаете за людиною з підозрою на інфекцію COVID-19
- Надягайте маску, якщо кашляєте і чхаете
- Маски ефективні лише в поєднанні з обробкою рук за допомогою спиртвмісних засобів або миття рук водою з милом
- Якщо ви носите маску, ви повинні знати, як її правильно використовувати й утилізувати

**Як надягати, використовувати, знімати і утилізувати маску**

- Перед тим як надіти маску, вимийте руки із засобом на спиртовій основі або милом
- Покрийте рот і ніс маскою і переконайтеся, що між вашим обличчям і маскою не виникає прогалин
- Не торкайтесь руками зовнішньої поверхні маски під час її використання, якщо зробили це, протріть руки засобом на основі спирту чи вимийте з милом
- Замініть маску новою, як тільки вона стане вологою, і не використовуйте повторно
- Як знімати маску: не торкайтесь до її зовнішньої поверхні - зніміть маску за гумки; негайно викиньте у закритий контейнер; протріть руки засобом на основі спирту чи вимийте з милом

**Безпека харчових продуктів**

- Використовуйте різні дошки для подрібнення та ножи для сирого м'яса та вареної їжі
- Мийте руки між обробкою сирого та вареної їжі
- Навіть у районах, постраждалих від епідемії, м'ясні продукти можна вживати за умови правильного приготування

МІНІСТЕРСТВО ОХОРОНИ ЗДОРОВ'Я УКРАЇНИ

Джерело: Всесвітня організація охорони здоров'я

Рисунок 1.1 – МОЗ: профілактика інфікування і поширення

У більшості інфекція, що заразилися, протікає в легкій формі або безсимптомно. Приблизно в 80 % будь-яке специфічне лікування не

потрібно, а одужання відбувається саме по собі. Тяжкі форми хвороби з більшою ймовірністю можуть розвинути у людей похилого віку та у людей з певними супутніми захворюваннями, що включають астму, діабет та серцеві захворювання.

У Китаї, який зустрів спалах тоді ще не відомої хвороби першим, офіційною датою початку епідемії вважається 1 грудня 2019 року, коли було встановлено першого пацієнта з незвичайними симптомами. Щоправда, South China Morning Post писала, що першого пацієнта було ідентифіковано ще 17 листопада, причому він не вважається «пацієнтом 0» – тим, хто заразився вірусом від тварини, яка є її основним господарем. Епідеміологічні дані Китаю не такі відкриті, як у Європі, а довіра до китайських джерел підірвана той факт, що місцева влада понад місяць заперечувала передачу вірусу від людини до людини: мовляв, усі випадки пов'язані із зараженнями на одному з ринків Уханя.

Пандемія COVID-19 вже позаду, але люди продовжують хворіти на коронавірус по всьому світу. Україна не стала винятком, хоча нинішні масштаби хвороби стали значно меншими.

Станом на 10.01.2024 року згідно зі статистикою у світі понад 700 млн осіб хворіють на коронавірус, близько 7 млн осіб померли. В Україні нині захворілих на "корону" - понад 5,5 млн осіб (це 13% населення), понад 100 тис. людей померли.

**Поточна статистика  
по коронавірусу на 10.01.2024  
(Україна)**

Населення	<b>41 130</b> тис.	
Всього інфіковано	<b>5 557 995</b>	13,5 %
Смертельні випадки	<b>112 418</b>	2,0 %
Видужали	<b>5 445 577</b>	98,0 %
Наразі хворіють	-	
Зроблено тестів	<b>32 603 805</b>	
тестів на 1 млн.	<b>754 855</b>	

o відомості на 01:04 GMT

Рисунок 1.5 – Поточна статистика по коронавірусу на 10.01.2024

За словами лікарів, вірус COVID-19 продовжує циркулювати та мутувати, тому слід бути готовим до нових його штамів. Вже зараз йдеться про розробку нової вакцини від COVID-19, а також комбінованої вакцини від грипу та коронавірусу. Складність, кажуть медики, полягає в тому, що цей вірус не можна попередити: він непередбачуваний і може циркулювати як узимку, так і влітку.

За період з 20 листопада по 17 грудня 2023 року кількість нових випадків захворювання на COVID-19 зросла на 52% порівняно з попереднім місяцем, коли було зареєстровано понад 850 000 нових випадків. Про це йдеться у звіті Всесвітньої організації охорони здоров'я.

При цьому наголошується, що кількість нових смертей зменшилась на 8% порівняно з попереднім 28-денним періодом, при цьому було зареєстровано понад 3000 нових летальних випадків.

"Станом на 17 грудня 2023 року у світі зареєстровано понад 772 мільйони підтверджених випадків та майже сім мільйонів смертей", - йдеться у повідомленні.

Також наголошується, що підтип коронавірусу "Омікрон" був виділений в окремий варіант, що представляє інтерес, окремо від його

материнського підтипу, через його швидке поширення в останні тижні. У той же час у всьому світі варіант EG.5 "Ерида" залишається найпоширенішим варіантом.

Наразі в Україні зафіксовано пік захворюваності на грип та коронавірус. За словами головного санітарного лікаря Ігоря Кузіна, з початку епідемічного підйому захворіло вже 1,3 млн. українців.

Він уточнив, що з початку епідеміологічного сезону в Україні від коронавірусу та ГРВІ вже померло 343 особи, серед яких - дві дитини. У середньому в Україні зараз із такими діагнозами госпіталізують 4 тис. осіб на тиждень [6].

## 1.2 Аналіз літературних даних і постановка проблеми.

З початку пандемії була розроблена велика кількість додатків для інформування користувача про актуальні симптоми та місця спалаху хвороби, а також отримання деяких специфічних даних [7]. Більшість діючих мобільних додатків тим чи іншим чином фіксує зустрічі людей з метою подальшого розпізнавання кола взаємодії з людиною, у якої аналізи дадуть позитивний результат [8-11]. Наприклад, мобільний додаток TESTI дозволяє переглядати свої результати тесту на коронавірус SARS-CoV-2, які були зроблені в лабораторії SYNLAB Eesti, ділитися ними у форматі PDF, а також безплатно генерувати сертифікат [12]. За допомогою мобільного додатка NOIA можна швидко дізнатися про можливі близькі контакти з хворим на COVID-19, що дозволить зробити кроки для захисту свого здоров'я та здоров'я інших [13]. Принцип роботи програми NOIA побудований таким чином, щоб виключити можливість використання його не за призначенням: наприклад, в якості інструменту для стеження за населенням. Як стверджують творці NOIA, додаток не дасть жодній державній установі можливість стежити за ким-небудь з користувачів. Вдома – застосунок для запобігання поширенню COVID-19 в Україні. Якщо людина повернулася з

країн, де зафіксовано спалах COVID–19, контактувала з хворим або в неї є ознаки вірусу, вона мусить дотримуватися самоізоляції або обсервації [14]. Одним з найпоширенішим додатком для отримання інформації про стан щеплення є мобільний додаток «Дія». Головною перевагою цього додатку є точність і офіційність інформації про стан щеплення. Адаже «Дія» це державний додаток і цю інформацію надає МОЗ. Але недоліком цього додатку є неможливість моніторингу вакцинованих по Україні [15].

Додатки для відстеження контактів – це не єдине використання цифрових технологій під час цієї пандемії. Є також низка інших додатків, які, серед іншого, відображають точки доступу, з'єднують пацієнтів із лікарями (телемедицина), обстежують пацієнтів із COVID та відстежують симптоми тощо.

Автори сформулювали [16] та розв'язали [17] задачу створення програмного забезпечення для моніторингу вакцинованих студентів у навчальному закладі, але він не розв'язував задачі вивчення ефективності протиепідемічних заходів та прогнозування кількості хворих або одужалих (рис. 1.6).

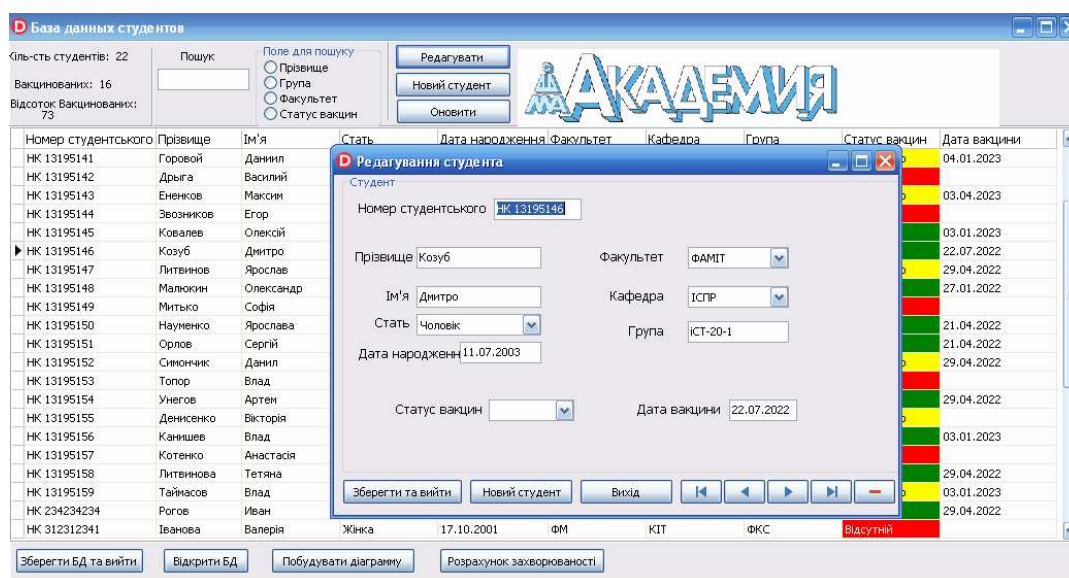


Рисунок 1.6 – Приклад вигляду бази даних

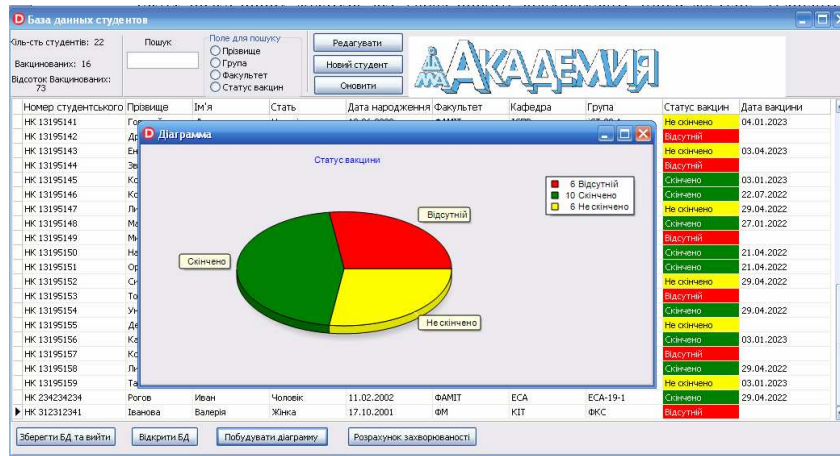


Рисунок 1.6 – Приклад вигляду розрахунків

## 2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ

Далі для створення повноцінної інформаційної системи для проведення моніторингу вакцинації, оцінювання ефективності протиепідемічних заходів було заплановано наступні дії [18]. Оскільки є в наявності щомісячні статистичні дані щодо збільшення відсотка інфікованих під час пандемії та тих, хто переносить хворобу у тяжкій формі, а також переліку протиепідемічних заходів, що застосовуються в цей період у даному регіоні [19], можна оцінити ефективність вжитих протиепідемічних заходів і здійснити прогнозування зміни відсотка інфікованих і тих, хто переносить хворобу у тяжкій формі.

Були визначені наступні задачі:

- оцінити ефективність вжитих протиепідемічних заходів;
- здійснити прогнозування зміни відсотків інфікованих тих, хто переносить хворобу у тяжкій формі.

Вихідні фактори, значення які необхідно буде знайти:

I – зміна відсотка інфікованих (Infected);

S – зміна відсотка тих, хто переносить хворобу у тяжкій формі (Severe\_cases).

Визначимо вхідні фактори:

M – обов'язковий «масковий режим» (Masks);

Q – введення карантину, тобто скасування масових заходів, встановлення антисептиків у всіх адміністративних закладах тощо (Quarantine);

D – запровадження дистанційного навчання у навчальних закладах (Distance\_Learning);

V – наявність можливості вільного вакцинація (Vaccine\_optional);

Z – запровадження обов'язкового вакцинація (Vaccination\_is\_mandatory);

P – відсоток вакцинованих (Percentage\_of\_Vaccinated).

Для розрахунку зміни відсотка тих, хто переносить хворобу у тяжкій формі, зміна відсотка інфікованих постає додатковим вхідним фактором.

## 3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

### 3.1. Результати досліджень

Задачі прогнозування можна розв'язувати різними методами. В [20] наведено рішення методом штучних нейронних мереж. Архітектура мережі – багатошаровий персептрон 5x5x2, 5 нейронів в одному прихованому шарі, різновид нейронної мережі – персептрон, метод навчання – зворотне поширення помилок, функція активації – сигмоїда. Було зроблено висновки, що введення обов'язкової вакцинація знижує зростання відсотка інфікованих на 1,5%, а відсотка хворих на тяжку форму – майже вдвічі. Але ці дослідження базувалися на деяких умовних даних, що потребує відноситися до них тільки як до прикладу використання моделі.

Для прогнозування захворюваності необхідні вхідні дані. Оскільки точні дані отримати можливо лише після запиту до Міністерства охорони здоров'я, тож дані були отримані приблизно для прогнозування. Для цього з сайту Мінфін – Статистика по коронавірусу [19] були взяті приблизні дані по кожній області України протягом всього періоду ковіду. Наприклад, будемо брати статистику по Київській області. Перший фактор прогнозування – це наявність тільки маскового режиму. Наприклад, така ситуація була на період вересень 2020 року. При наявності лише маскового режиму за статистикою зміна відсотка інфікованих дорівнює 42,14, а зміна відсотка тих, хто переносить хворобу у тяжкій формі, дорівнює 17. Другий та третій фактори – це наявність маскового режиму та введення дистанційного навчання. Наприклад, така ситуація була на період грудень 2020 року. При наявності даних факторів за статистикою зміна відсотка інфікованих дорівнює 38,62, а зміна відсотка тих, хто переносить хворобу у тяжкій формі, дорівнює 13,8. Третій варіант комбінації факторів – це наявність маскового режиму, дистанційного навчання та можливість вільного вакцинування.

Наприклад, така ситуація була на період березень 2021 року. При наявності даних факторів за статистикою зміна відсотка інфікованих дорівнює 24,13, а зміна відсотка тих, хто переносить хворобу у тяжкій формі, дорівнює 9,3. Четвертий варіант комбінації факторів – це наявність всіх вхідних факторів: маскового режиму, дистанційного навчання та можливість вільного вакцинування, а також запровадження обов’язкового вакцинування. Наприклад, така ситуація була на період грудень 2021 року. При наявності даних факторів за статистикою зміна відсотка інфікованих дорівнює 13,53, а зміна відсотка тих, хто переносить хворобу у тяжкій формі, дорівнює 5.

За таким алгоритмом було розраховано дані для кожного регіону України, приклад наведено на рис. 3.1.

Region1	Masks	Distance_Le	Vaccine_opti	Vaccination_	Percentage_o	Infected	Severe_cases
Kyivskyi	1	0	1	0	11,98	42,12	17,00
Kyivskyi	1	1	0	0	20,15	38,62	13,80
Kyivskyi	1	1	1	0	44,22	24,13	9,30
Kyivskyi	1	1	1	1	47,28	13,53	5,00
Donetsk	0	0	0	0	7,20	29,74	16,10
Donetsk	1	1	0	0	9,06	18,12	12,10
Donetsk	1	1	1	0	13,67	11,62	8,70
Donetsk	1	1	1	1	15,59	5,49	5,90
Dnipro	0	0	0	0	18,74	36,12	15,90
Dnipro	1	1	0	0	36,12	24,35	14,10

Рисунок 3.1 – Підготовлені дані

Під час підготовки даних з моделі було вилучено вхідний фактор Q (Quarantine), оскільки введення карантину у вигляді скасування масових заходів, встановлення антисептиків у всіх адміністративних закладах тощо майже всюди мало значення «1».

Наявний додаток було доповнено можливістю обробки даних та представлення статистичної інформації по регіонах та по всій країні або по усьому світу (рис. 3.2-3.3.).

Розрахунок захворюваності

Началовати граф По Україні По світу

Region Обрати регион/країну Очистити

Маски 1 [Мапа України](#)

Карантин 0

Дистанційне навчання (заходи) 1

Вакцинація обов'язкова 0

Відсоток інфікованих 42,120

Відсоток тяжких випадків 17,0

Region	Маски	Дистанційне навчання	Вакцина	Вакцина обов'язкова	Відсоток вакцинованих	Інфіковані	Важкі випадки
Kyivskyi	1	0	1	0	11,980	42,120	17,0
	1	1	0	0	20,150	38,620	13,8
	1	1	1	0	44,220	24,130	9,3
	1	1	1	1	47,280	13,530	5,0
Donetsk	0	0	0	0	7,200	29,740	16,1
	1	1	0	0	9,060	18,120	12,1
	1	1	1	0	13,670	11,620	8,7
	1	1	1	1	15,590	5,490	5,9
Dnipro	0	0	0	0	18,740	36,120	15,9
	1	1	0	0	36,120	24,350	14,1
	1	1	1	0	40,480	15,240	8,1
	1	1	1	1	44,490	10,320	6,2
Kharkiv	0	0	0	0	13,860	37,140	15,9
	1	1	0	0	21,350	24,660	13,1
	1	1	1	0	35,820	16,440	8,9
	1	1	1	1	42,050	11,840	6,9
Odesa	0	0	0	0	16,340	48,100	16,3
	1	1	0	0	24,800	31,350	12,9
	1	1	1	0	32,280	19,780	9,8
	1	1	1	0	36,150	14,130	5,1
Lviv	0	0	0	0	18,300	38,900	16,4
	1	1	0	0	24,700	35,500	15,9

Рисунок 3.2 – Приклади представлення оброблених даних у вигляді таблиці

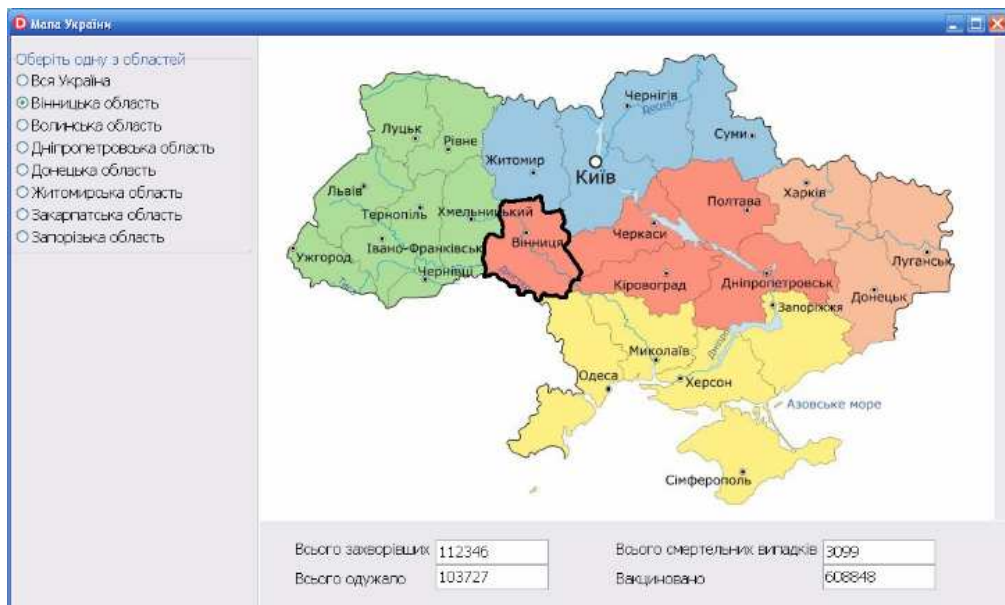


Рисунок 3.3 – Приклади представлення оброблених даних у вигляді мапи

Для проведення розрахунків було використано мову програмування та аналізу даних R [21]. Ця мова призначена для статистичного оброблення даних і роботи з графікою, але це також вільне програмне середовище з відкритим вихідним кодом, що розвивається в рамках проєкту GNU. Наявні бібліотеки дозволяють застосовувати сучасні методи – в тому числі метод штучних нейронних мереж для розв'язання задачі прогнозування.

Кількість нейронів прихованого шару пов'язана з кількістю даних для навчання та необхідною кількістю входів і виходів мережі. Оцінити кількість нейронів у прихованих шарах можна за допомогою формули для оцінки кількості вагових коефіцієнтів, необхідної для освоєння заданої кількості прикладів у навчальній вибірці [22]. У нашому випадку це значення від 1 до 14. Уточнити кількість нейронів у прихованому шарі можна в процесі налаштування нейронної мережі за допомогою конструктивного алгоритму [23]. Відповідно до нього, первинна кількість нейронів спочатку приймається рівною мінімальній кількості, у разі невдалого навчання в прихований шар додається один нейрон. Додавання нейронів триває до тих пір, поки якість роботи нейромережі не досягне необхідного значення.

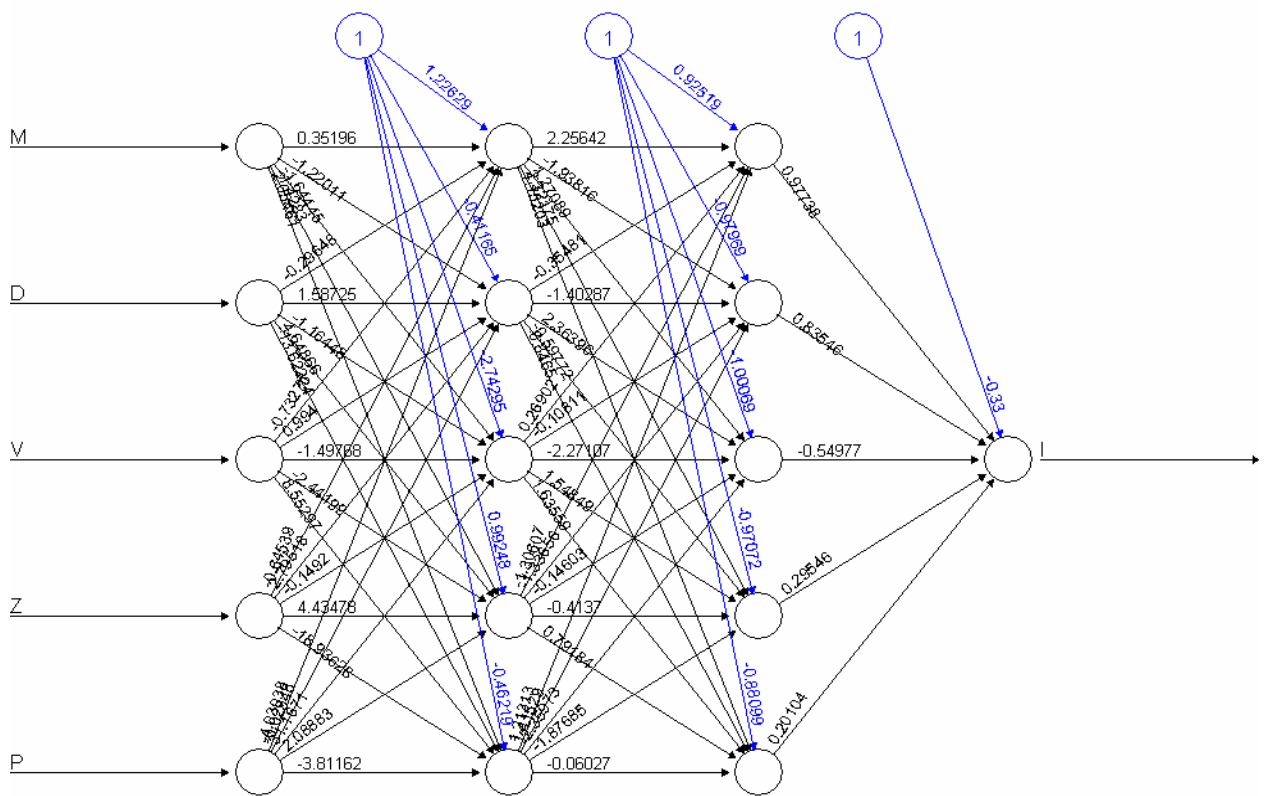
Створено скрипт, частина якого представлена у лістингу:

```

set.seed(1234)
train_idx <- sample(nrow(w), 0.7 * nrow(w))
w_train <- w.norm[train_idx, ]
w_test <- w.norm[-train_idx, ]
net.w <- neuralnet(I ~ M + D + V + Z + P, w_train, hidden=c(2),
act.fct="logistic")
kk <- predict(net.w, w_test)
zz <- data.frame(w_test, res = kk, error)
zz$error <- zz$I - zz$res
cor(zz$I, zz$res)
mean(zz$error)

```

Після численних запусків цього скрипту для різних параметрів кількості прихованих шарів та кількості нейронів у них з'ясовано, що найкращий результат (кореляція – 0,9569; середня абсолютна приведена помилка – 0,0502) забезпечує персептрон з двома прихованими шарами та п'ятьма нейронами у кожному шарі (рис. 3.4, рис. 3.5).



Error: 0.150355 Steps: 584

Рисунок 3.4 – Граф нейронної мережі

```
> w2
      R M D V Z      P      I      S      res      error
4      kyivskyi 1 1 1 1 47.28 13.53  5.0 13.69 -0.0037170
11      dnipro 1 1 1 0 40.48 15.24  8.1 19.63 -0.1031001
13      kharkiv 0 0 0 0 13.86 37.14 15.9 41.23 -0.0958731
16      kharkiv 1 1 1 1 42.05 11.84  6.9 13.95 -0.0495643
19      odesa 1 1 1 0 32.28 19.78  9.8 21.57 -0.0420305
23      Lviv 1 1 1 0 36.23 22.70 11.1 20.48  0.0521543
28      Poltava 1 1 1 1 46.34 14.76  5.1 13.73  0.0242580
30      Zaporozhye 1 1 0 0 29.80 29.30 15.8 28.42  0.0206866
32      Zaporozhye 1 1 1 1 36.32 13.93  7.2 14.44 -0.0120317
34      vinnytsia 1 1 0 0 25.30 27.80 11.1 30.91 -0.0729039
36      vinnytsia 1 1 1 1 38.32 10.21  5.4 14.24 -0.0945886
43      Cherkasy 1 1 1 0 39.80 25.60  9.8 19.75  0.1373223
46      Mykolaiivskyi 1 1 0 0 26.80 29.40 13.1 30.05 -0.0153136
48      Mykolaiivskyi 1 1 1 1 36.92 14.35  5.8 14.38 -0.0006563
49      sumy 0 0 0 0 18.90 39.90 15.9 39.12  0.0182757
54      Zhytomyrskyi 1 1 0 0 24.10 29.50 13.5 31.59 -0.0491420
56      Zhytomyrskyi 1 1 1 1 38.35 16.84  5.8 14.24  0.0610733
> cor(w2$I,w2$res)
[1] 0.9569
```

Рисунок 3.5 – Результати розрахунків

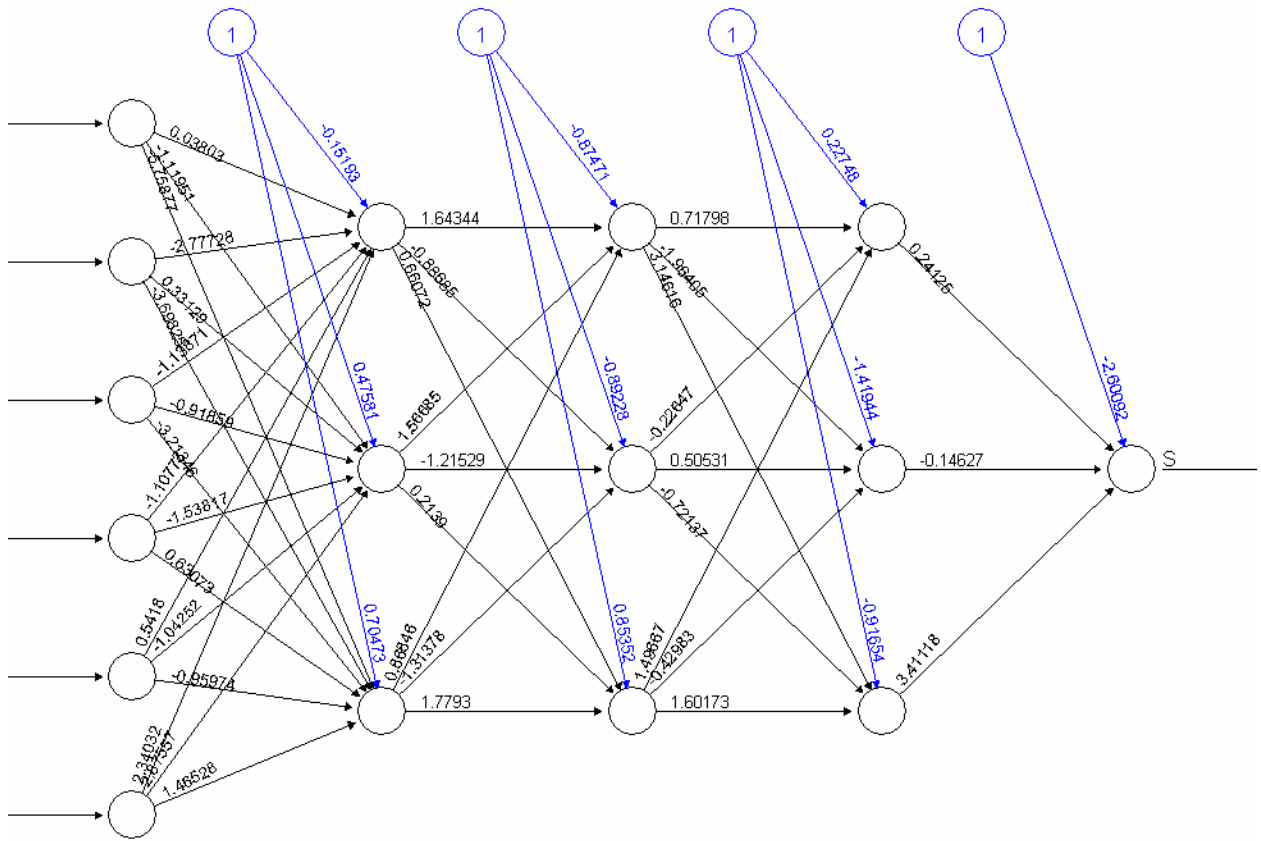
Далі саме цю модель потрібно використати для дослідження впливу факторів на захворюваність. Було проведено низку кількісних експериментів, результати зведено до табл. 1.

Таблиця 1 – Результати впливу на відсоток інфікованих вилучення факторів

M	D	V	Z	P	Кореляція	Середня помилка	Відхилення від базової моделі
+	+	+	+	+	0,9569	0,0502	–
–	+	+	+	+	0,9584	0,0894	78%
+	–	+	+	+	0,9599	0,0895	78%
+	+	–	+	+	0,9678	0,0780	55%
+	+	+	–	+	0,9526	0,1009	101%
+	+	+	+	–	0,9610	0,0921	83%
–	–	+	+	+	0,9756	0,0621	24%
+	–	–	+	+	0,9545	0,0795	58%
+	+	–	–	+	0,9580	0,1232	145%
+	+	+	–	–	0,9687	0,1235	146%

Можна побачити, що найменший вплив на точність визначення зміни відсотка інфікованих вносить наявність можливості вільного вакцинація або пара «обов'язковий масковий режим» + «запровадження дистанційного навчання у навчальних закладах» – вочевидь, ці два фактора максимально корелюють один з одним. Максимальний вплив – у запровадження обов'язкового вакцинування.

Далі усі наведені розрахунки повторюємо для розрахунку тих, хто переносить хворобу Covid-19 у тяжкій формі. Після численних запусків цього скрипту для різних параметрів кількості прихованих шарів та кількості нейронів у них з'ясовано, що найкращий результат (кореляція – 0,9875; середня абсолютна приведена помилка – 0,0462) забезпечує персептрон з трьома прихованими шарами та трьома нейронами у кожному шарі (рис. 3.6, рис. 3.7).



Error: 0.203611 Steps: 92

Рисунок 3.6 – Граф нейронної мережі

```
> w<
      R M D V Z      P      I      S      res      error
1     Kyivskyi 1 0 1 0 11.98 42.12 17.0 14.978 0.167079
4     Kyivskyi 1 1 1 1 47.28 13.53  5.0  5.827 -0.068356
9     Dnipro  0 0 0 0 18.74 36.12 15.9 16.246 -0.028623
12    Dnipro  1 1 1 1 44.49 10.32  6.2  5.739 0.038092
15    Kharkiv 1 1 1 0 35.82 16.44  8.9  8.168 0.060470
16    Kharkiv 1 1 1 1 42.05 11.84  6.9  5.808 0.090287
17    odesa  0 0 0 0 16.34 48.10 16.3 16.315 -0.001259
21    Lviv   0 0 0 0 18.30 38.90 16.4 16.267 0.010978
29    Zaporozhye 0 0 0 0 18.40 39.70 16.5 16.272 0.018826
33    Vinnytsia 0 0 0 0 13.20 34.10 15.9 16.238 -0.027925
36    Vinnytsia 1 1 1 1 38.32 10.21  5.4  5.782 -0.031542
42    Cherkasy 1 1 0 0 26.20 30.70 13.3 13.270 0.002515
43    Cherkasy 1 1 1 0 39.80 25.60  9.8  9.482 0.026261
50    sumy   1 1 0 0 31.90 28.90 12.1 12.955 -0.070682
52    sumy   1 1 1 1 42.15 18.00  5.1  6.068 -0.080030
53    Zhytomyrskyi 0 0 0 0 18.10 33.40 16.8 16.224 0.047619
55    Zhytomyrskyi 1 1 1 0 35.35 21.20  9.1  8.925 0.014434
> cor(w2$S,w2$res)
[1] 0.9875
> mean(abs(w2$error))
[1] 0.04618
```

Рисунок 3.7 – Результати розрахунків

Далі саме цю модель потрібно використати для дослідження впливу факторів на захворюваність. Було проведено низку кількісних експериментів, результати зведено до табл. 2.

Таблиця 2 – Результати впливу на відсоток тяжких хворих вилучення факторів

М	D	V	Z	P	I	Кореляція	Середня помилка	Відхилення від базової моделі
+	+	+	+	+	+	0,9875	0,0462	–
–	+	+	+	+	+	0,9933	0,0402	-13%
+	–	+	+	+	+	0,9915	0,0409	-11%
+	+	–	+	+	+	0,9912	0,0473	2%
+	+	+	–	+	+	0,9814	0,0546	18%
+	+	+	+	–	+	0,9931	0,0381	-18%
+	+	+	+	+	–	0,9928	0,0399	-14%
–	–	+	+	+	+	0,9879	0,0524	13%
+	–	–	+	+	+	0,9897	0,0460	0%
+	+	–	–	+	+	0,9875	0,0496	7%
+	+	+	–	–	+	0,9811	0,0502	9%
+	+	+	+	–	–	0,9889	0,0392	-15%

Можна побачити, що найменший вплив на точність визначення зміни відсотка тяжких хворих вносить наявність можливості вільного вакцинація або пара «запровадження дистанційного навчання у навчальних закладах» + «можливість вільного вакцинування». Видалення з моделі значення відсотка вакцинованих навіть зменшує середню помилку прогнозування. Максимальний вплив – у запровадження обов'язкового вакцинування.

## ВИСНОВКИ

Дана наукова робота присвячена для створення математичної моделі та проектування додатку для ефективності протиепідемічних заходів та прогнозування кількості хворих або одужалих.

Метою роботи було створення та проектування математичної та інформаційної моделі для оцінювання ефективності протиепідемічних заходів та прогнозування зміни відсотка інфікованих та перенесених хвороб у тяжкій формі.

Під час виконання роботи було: розглянуто основні поняття про коронавірус; розглянуто вже існуючі методи для відстежування стану хворих коронавірусу та кількості вакцинованих; зроблено постановку завдання; спроектовано математичну модель.

Для проектування математичної та інформаційної моделі для оцінювання ефективності протиепідемічних заходів та прогнозування зміни відсотка інфікованих та перенесених хвороб у тяжкій формі я використав методи штучних нейронних мереж.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Коронавірус COVID–19 [Електронний ресурс]. URL: <https://coronavirus.rbc.ua> (14.11.2021)
2. COVID–19 Вікіпедія [Електронний ресурс]. URL:[https://ru.wikipedia.org/wiki /COVID–19](https://ru.wikipedia.org/wiki/COVID-19) (13.11.2021).
3. Борисов О. Історія вірусу: коли люди почали хворіти COVID–19 [Електронний ресурс] URL:<https://www.rbc.ru/opinions/society/30/03/2020/5e7dbfa79a7947b91d218143> (30.03.2021).
4. Розповсюдження COVID–19 в Україні [Електронний ресурс].URL:[https://ru.wikipedia.org/wiki/Распространение\\_COVID19\\_на\\_Украине#2021год](https://ru.wikipedia.org/wiki/Распространение_COVID19_на_Украине#2021год) (15.12.2021).
5. Україну накриває третя хвиля ковіда: небувало висока смертність та регіони, закриті на карантин [Електронний ресурс]. URL: <https://www.bbc.com/russian/news-58959562> (13.12.2021).
6. Епідемія COVID-19: експерти розповіли, коли потрібно одягати маски [Електронний ресурс].URL: <https://health.unian.net/health/budet-lipovaya-volna-covid-19-hto-govoryat-vrachi-i-nuzhno-li-nosit-maski-12507174.html> (20.02.2024)
7. Котлик С.В., Романюк О.Н., Соколова О.П., Ключніков М.М. Розробка WEB-додатку для лабораторії COVID-19 // Автоматизація технологічних і бізнес-процесів. 2022. Vol. 14, No. 1. PP. 39–46. DOI: <https://doi.org/10.15673/atbp.v14i1.2280>
8. A versatile web app for identifying the drivers of COVID-19 epidemics [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://translational-medicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/s12967-021-02736-2>
9. COVID-19 Mobile and Web Apps You Should to Know About [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://blog.cureatr.com/7-covid-19-mobile-and-web-apps-you-should-know-about>

10. A Web-Based Application to Monitor and Inform about the COVID-19 Outbreak in Italy: The {COVID-19ita} Initiative [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://mdpi-res.com/d\\_attachment/healthcare/healthcare-10-00473/article\\_deploy/healthcare-10-00473.pdf](https://mdpi-res.com/d_attachment/healthcare/healthcare-10-00473/article_deploy/healthcare-10-00473.pdf)

11. Canada extends travel ban to August 31, launches COVID-19 contact tracing app [Електронний ресурс] – Режим доступу: [https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-canada-idUSKCN24W2F7?taid=5f248d72f1042a00013d2c45&utm\\_campaign=trueAnthem%3A+Trending+Content&utm\\_medium=trueAnthem&utm\\_source=twitter](https://www.reuters.com/article/us-health-coronavirus-canada-idUSKCN24W2F7?taid=5f248d72f1042a00013d2c45&utm_campaign=trueAnthem%3A+Trending+Content&utm_medium=trueAnthem&utm_source=twitter)

12. TESTI [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.appsisto.coronaviruscovid19&hl=uk&gl=US&pli=1>

13. NOIA [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.appsisto.coronaviruscovid19&hl=uk&gl=US&pli=1>

14. Вдома [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://moz.gov.ua/article/news/onovlennja-zastosunku-vdoma-scho-zminilos-i-jak-teper-dotrimuvatis-rezhimu-samoizoljacji-pislja-peretinu-kordonu--->

15. ДІЯ [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://play.google.com/store/apps/details?id=ua.gov.diia.app&hl=uk&gl=US>

16. ... Постановка задачі розробки програмного забезпечення для відстежування вакцинованих студентів в навчальному закладі // ...: збірник тез наукової конференції молодих вчених ...

....

...

17. ... Додаток для моніторингу вакцинованих студентів у навчальному закладі // Збірник наукових праць за матеріалами XIV Всеукраїнської науково-практичної конференції «...

...

...

18. ... Постановка задачі розробки програмного забезпечення для оцінювання ефективності протиепідемічних заходів та прогнозування зміни відсотка інфікованих та перенесених хвороб у тяжкій формі // ... International Conference on ...

...

...

...

19. Коронавірус в Україні – Статистика – Карта заражень, графіки [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://index.minfin.com.ua/ua/reference/coronavirus/ukraine>

20. ... Застосування нейронних мереж для оцінювання ефективності протиепідемічних заходів та прогнозування зміни відсотка інфікованих та перенесених хвороб у тяжкій формі // ...: збірник наукових праць XXI Міжнародної наукової конференції «...

...

...

...

21. Мельников О. Ю. R – мова програмування та аналізу даних: навчальний посібник для здобувачів вищої освіти за спеціальностями «Системний аналіз» та «Інформаційні системи та технології». Краматорськ : ДДМА. 2023. 272 с.

22. Widrow B., Lehr M. A. 30 years of adaptive neural networks: perceptron, madaline and backpropagation. Proceedings of the IEEE. 1990. Vol. 78, №. 9. PP. 1415–1442.

23. Гітіс В. Б. Нейромережні технології: навчальний посібник. Краматорськ: ДДМА. 2021. 248 с.

## ДОДАТОК А

## Pandemy.R

```

library(plyr)
library(pastecs)
library(neuralnet)
library(psych)
w <- read.table(paste(getwd(),"/Pandemy.txt",sep=""), header=TRUE, sep="\t")
w <- w[,1:8]
w <- na.omit(w)
summary(w)
options(digits=4)
# нормализация данных
min.P <- min(w$P)
min.I <- min(w$I)
min.S <- min(w$S)
range.P <- diff(range(w$P))
range.I <- diff(range(w$I))
range.S <- diff(range(w$S))
w.norm <- w
w.norm$P <- (w$P - min.P) / range.P
w.norm$I <- (w$I - min.I) / range.I
w.norm$S <- (w$S - min.S) / range.S
summary(w.norm)
head(w.norm)
lenw <- length(w)
nx <- 5
ny <- 1
np <- as.numeric(length(w[,1]))
minnw <- ny*np/(1+log2(np))
maxnw <- ny*(1+np/nx)*(nx+ny+1)+ny
minnh <- minnw/(nx+ny)
minnh
maxnh <- maxnw/(nx+ny)
maxnh
set.seed(1234)
almmas <- c("rprop+", "rprop-", "sag", "slr")
cnames <- c("cor", "err")
hiddens_list <- read.table(paste(getwd(),"/hiddens.txt",sep=""), header=FALSE,
stringsAsFactors=FALSE, sep="\t")
nl <- as.numeric(lengths(hiddens_list))
calc <- matrix(0, nrow = 10, ncol = 2, dimnames=list(NULL, cnames))
calc.all <- matrix(0, nrow = 4*nl, ncol = 2, dimnames=list(NULL, cnames))

```

```

parameters <- as.vector(0)
maxcor <- 0
pbar <- create_progress_bar("text")
pbar$init(4*nl*10)
for (kh in 1:nl) {
  sss_hidden <- unlist(strsplit(hiddens_list[kh,1], " ", fixed=TRUE))
  s_hidden <- as.numeric(sss_hidden)
  l_hidden <- c(s_hidden)
  algres <- c(0, 0, 0, 0)
  for (ka in 1:4) {
    s1 <- paste(sss_hidden,collapse=" ")
    s1 <- paste(s1,algmas[ka],collapse=" ")
    parameters[(kh-1)*4+ka] <- s1
    ermin <- 10000
    min.i <- 0
    maxcor.i <- 0
    for (i in 1:10)
    {
      pbar$step()
      train_idx <- sample(nrow(w), 0.7 * nrow(w))
      w_train <- w.norm[train_idx, ]
      w_test <- w.norm[-train_idx, ]
      net.w <- neuralnet(I ~ M + D + V + Z + P, w_train, hidden=l_hidden,
algorithm=algmas[ka], act.fct="logistic", linear.output=T)
      kk <- predict(net.w, w_test)
      zz <- data.frame(w_test,res = kk,error)
      zz$error <- zz$I - zz$res
      ccor <- cor(zz$I,zz$res)
      if (is.na(ccor)) ccor <- 0
      calc[i,1] <- ccor
      calc[i,2] <- mean(abs(zz$error))
      if (ccor > maxcor)
      {
        maxcor <- ccor
        net.w.min <- net.w
        zz.min <- zz
        w_test.min <- w_test
        w_train.min <- w_train
      }
      if (ccor > maxcor.i)
      {
        maxcor.i <- ccor
        min.i <- i
      }
    }
  }
}

```

```

for (j in 1:2) calc.all[(kh-1)*4+ka,j] <- calc[min.i,j]
algres[ka] <- ermin
}
}
results <- data.frame(calc.all,parameters)
i.min <- match(max(results$cor),results$cor)
kh <- ((i.min-1) %/% 4)+1
ka <- i.min-(kh-1)*4
sss_hidden <- unlist(strsplit(hiddens_list[kh,1], " ", fixed=TRUE))
s_hidden <- as.numeric(sss_hidden)
l_hidden <- c(s_hidden) # вектор слоев
zz <- zz.min
results
i.min
w2 <- zz
w2$P <- zz$P*range.P + min.P
w2$I <- zz$I*range.I + min.I
w2$S <- zz$S*range.S + min.S
w2$res <- zz$res*range.I + min.I
w2
cor(w2$I,w2$res)
mean(abs(w2$error))
plot(net.w.min)
l_hidden
write.table(w2, "Pandemy-res.txt", sep="\t")
### модель 2
set.seed(1234)
algmas <- c("rprop+", "rprop-", "sag", "slr")
cnames <- c("cor", "err")
hiddens_list <- read.table("hiddens.txt", header=FALSE,
stringsAsFactors=FALSE, sep="\t")
nl <- as.numeric(lengths(hiddens_list))
calc <- matrix(0, nrow = 10, ncol = 2, dimnames=list(NULL, cnames))
calc.all <- matrix(0, nrow = 4*nl, ncol = 2, dimnames=list(NULL, cnames))
parameters <- as.vector(0) # размер - 2*nl - массив параметров сети
maxcor <- 0
pbar <- create_progress_bar("text")
pbar$init(4*nl*10)
for (kh in 1:nl) {
  sss_hidden <- unlist(strsplit(hiddens_list[kh,1], " ", fixed=TRUE))
  s_hidden <- as.numeric(sss_hidden)
  l_hidden <- c(s_hidden)
  algres <- c(0, 0, 0, 0)
  for (ka in 1:4) {
    s1 <- paste(sss_hidden,collapse=" ")

```

```

s1 <- paste(s1,almmas[ka],collapse=" ")
parameters[(kh-1)*4+ka] <- s1
ermin <- 10000
min.i <- 0
maxcor.i <- 0
for (i in 1:10)
{
  pbar$step()
  train_idx <- sample(nrow(w), 0.7 * nrow(w))
  w_train <- w.norm[train_idx, ]
  w_test <- w.norm[-train_idx, ]
  net.w <- neuralnet(S ~ M + D + V + Z + P + I, w_train, hidden=l_hidden,
algorithm=almmas[ka], act.fct="logistic", linear.output=T)
  kk <- predict(net.w, w_test)
  zz <- data.frame(w_test,res = kk,error)
  zz$error <- zz$S - zz$res
  ccor <- cor(zz$S,zz$res)
  if (is.na (ccor)) ccor <- 0
  calc[i,1] <- ccor
  calc[i,2] <- mean(abs(zz$error))
  if (ccor > maxcor)
  {
    maxcor <- ccor
    net.w.min <- net.w
    zz.min <- zz
    w_test.min <- w_test
    w_train.min <- w_train
  }
  if (ccor > maxcor.i)
  {
    maxcor.i <- ccor
    min.i <- i
  }
}
for (j in 1:2) calc.all[(kh-1)*4+ka,j] <- calc[min.i,j]
algres[ka] <- ermin
}
}
results <- data.frame(calc.all,parameters)
i.min <- match(max(results$cor),results$cor)
kh <- ((i.min-1) %/% 4)+1
ka <- i.min-(kh-1)*4
sss_hidden <- unlist(strsplit(hiddens_list[kh,1], " ", fixed=TRUE))
s_hidden <- as.numeric(sss_hidden)
l_hidden <- c(s_hidden) # вектор слоев

```

```

zz <- zz.min
results
i.min
w2 <- zz
w2$P <- zz$P*range.P + min.P
w2$I <- zz$I*range.I + min.I
w2$S <- zz$S*range.S + min.S
w2$res <- zz$res*range.S + min.S
w2
cor(w2$S,w2$res)
mean(abs(w2$error))
plot(net.w.min)
l_hidden

```

### Pandemy.txt

	R	M	D	V	Z	P	I	S
Kyivskiyi	1	0	1	0	11.98	42.12	17.00	
Kyivskiyi	1	1	0	0	20.15	38.62	13.80	
Kyivskiyi	1	1	1	0	44.22	24.13	9.30	
Kyivskiyi	1	1	1	1	47.28	13.53	5.00	
Donetsk	0	0	0	0	7.20	29.74	16.10	
Donetsk	1	1	0	0	9.06	18.12	12.10	
Donetsk	1	1	1	0	13.67	11.62	8.70	
Donetsk	1	1	1	1	15.59	5.49	5.90	
Dnipro	0	0	0	0	18.74	36.12	15.90	
Dnipro	1	1	0	0	36.12	24.35	14.10	
Dnipro	1	1	1	0	40.48	15.24	8.10	
Dnipro	1	1	1	1	44.49	10.32	6.20	
Kharkiv	0	0	0	0	13.86	37.14	15.90	
Kharkiv	1	1	0	0	21.35	24.66	13.10	
Kharkiv	1	1	1	0	35.82	16.44	8.90	
Kharkiv	1	1	1	1	42.05	11.84	6.90	
Odesa	0	0	0	0	16.34	48.10	16.30	
Odesa	1	1	0	0	24.80	31.35	12.90	
Odesa	1	1	1	0	32.28	19.78	9.80	
Odesa	1	1	1	0	36.15	14.13	5.10	
Lviv	0	0	0	0	18.30	38.90	16.40	
Lviv	1	1	0	0	24.70	35.50	15.90	
Lviv	1	1	1	0	36.23	22.70	11.10	
Lviv	1	1	1	1	40.37	12.42	6.10	
Poltava	0	0	0	0	14.54	47.50	17.10	
Poltava	1	1	0	0	35.41	23.20	9.90	
Poltava	1	1	1	0	42.01	18.10	7.10	
Poltava	1	1	1	1	46.34	14.76	5.10	
Zaporozhye	0	0	0	0	18.40	39.70	16.50	
Zaporozhye	1	1	0	0	29.80	29.30	15.80	
Zaporozhye	1	1	1	0	32.64	26.70	10.70	
Zaporozhye	1	1	1	1	36.32	13.93	7.20	
Vinnytsia	0	0	0	0	13.20	34.10	15.90	
Vinnytsia	1	1	0	0	25.30	27.80	11.10	

Vinnytsia	1	1	1	0	34.76	16.50	9.10
Vinnytsia	1	1	1	1	38.32	10.21	5.40
Ivano-Frankivsk	0	0	0	0	15.10	45.60	16.20
Ivano-Frankivsk	1	1	0	0	24.30	31.80	10.10
Ivano-Frankivsk	1	1	1	0	27.53	26.60	8.20
Ivano-Frankivsk	1	1	1	1	31.23	13.74	6.10
Cherkasy	0	0	0	0	18.10	39.20	15.90
Cherkasy	1	1	0	0	26.20	30.70	13.30
Cherkasy	1	1	1	0	39.80	25.60	9.80
Cherkasy	1	1	1	1	42.90	15.41	5.50
Mykolaivskyi	0	0	0	0	17.30	38.20	16.90
Mykolaivskyi	1	1	0	0	26.80	29.40	13.10
Mykolaivskyi	1	1	1	0	34.18	20.10	9.90
Mykolaivskyi	1	1	1	1	36.92	14.35	5.80
Sumy	0	0	0	0	18.90	39.90	15.90
Sumy	1	1	0	0	31.90	28.90	12.10
Sumy	1	1	1	0	38.95	25.10	8.90
Sumy	1	1	1	1	42.15	18.00	5.10
Zhytomyrskyi	0	0	0	0	18.10	33.40	16.80
Zhytomyrskyi	1	1	0	0	24.10	29.50	13.50
Zhytomyrskyi	1	1	1	0	35.35	21.20	9.10
Zhytomyrskyi	1	1	1	1	38.35	16.84	5.80