**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Факультет інформаційних технологій**

Кафедра технологій управління

Спеціальність 122 – Комп’ютерні науки,

освітня програма «Інформаційна аналітика та впливи»

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА**

на тему:

|  |
| --- |
| **«Інформаційна аналітика та прогнозування захворювання атеросклерозу методами інтелектуального аналізу даних»** |

**Студентки 2-го курсу групи ІАВ-21 Науковий керівник:**

Мочалової Дарії Сергіївни доктор технічних наук, доцент

(прізвище, ім’я, по батькові) (науковий ступінь, вчене звання)

Хлевна Юлія Леонідівна

(прізвище, ім’я, по батькові)

(підпис студента) (дата) (підпис)

**Попередній захист:**

(Висновок: “До захисту в Екзаменаційній комісії”)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Завідувач кафедри |  | |
| технологій управління | Морозов В.В. |  |
| (підпис) | (прізвище, ініціали) | (дата) |

**Київ – 2020**

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**Факультет інформаційних технологій**

Кафедра технологій управління

Освітній рівень Магістр

Спеціальність 122 - Комп’ютерні науки

Програма Інформаційна аналітика та впливи

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри

професор Морозов В.В.

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

«28» листопада 2020 року

**З А В Д А Н Н Я**

**НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ**

Студентка: ***Мочалова Дарія Сергіївна***

Група: ІАВ - 21

**1. Тема кваліфікаційної роботи: «**Інформаційна аналітика та прогнозування захворювання атеросклерозу методами інтелектуального аналізу даних».

Затверджена протоколом засідання кафедри ТУ №4 від «28» листопада 2019 р.

**2. Строк подання студентом готової роботи –** “8” травня 2020 р.

**3. Цільова установка та вихідні дані до роботи:** дослідження особливостей використання методів інтелектуального аналізу даних, розробка робочого прототипу моделі прогнозування захворювання атеросклерозу та інтерфейсу додатку взаємодії з користувачем, який має бути зрозумілий та легкий у користуванні.

**4. Зміст роботи**: обґрутнування доцільності дослідження, аналіз використання інтелектуального аналізу даних зокрема штучних нейронних мереж у медичному діагностуванню, аналіз необхідності застосування штучної нейронної мережі для прогнозування захворювання атеросклерозу, огляд різноманітних архітектур штучних нейронних мереж, вибір оптимальної архітектури для моделі прогнозування атеросклерозу, аналіз первинних даних, вибір засобів реалізації моделі, підготовка середовища до прогнрамування моделі, ініціалізація моделі, тестуванян та навчання моделі, верифікація моделі, вибір інтерфейсу взаємодії з потенційним пацієнтами, розробка чат-боту для взаємодії з корситувачем, структура роботи чат-боту та моделі прогнозування атеросклерозу, економічне обґрунтування використання моделі прогнозування атеросклерозу з чат-ботом, застосування розробки на базі практики.

**5. Перелік графічного матеріалу**: схема штучної нейронної мережі прямого поширенні, засоби реалізації моделі, схема недонавчання мережі, оптимально навчена штучна нейронна мережа, перевчена нейронна мережа, схема роботи дотаку з чат-ботом і штучною нейронною мережею, приклади спілкування чат-бота з користувачем, застосовання розробки.

**6. Календарний план виконання роботи:**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| № з/п | Назва частин роботи | % | Виконання роботи | |
| За планом | Фактично |
| 1. | Вибір теми дипломної роботи | 3 | 27.11.19 | 01.10.19 |
| 2. | Протокол кафедри ТУ про затвердження тем дипломних робіт та призначення наукових керівників | 2 | 28.11.19 | 28.11.19 |
| 3. | Формування переліку нормативних матеріалів та літератури з проблематики дипломної роботи | 10 | 08.01.20 | 08.01.20 |
| 4. | Складання розгорнутого плану кваліфікаційної роботи | 5 | 17.01.20 | 17.01.20 |
| 5. | Ознайомлення наукового керівника з розгорнутим планом кваліфікаційної роботи. Внесення змін. | 5 | 20.01.20 | 20.01.20 |
| 6. | Підготовка розділу 1 «Аналіз теоретико-методологічних основ використання інформаційної аналітики в медицині» | 10 | 14.02.20 | 14.02.20 |
| 7. | Підготовка розділу 2 «Структури нейронних мереж та способи їх навчання» | 14 | 10.03.20 | 10.03.20 |
| 8. | Підготовка розділу 3 «Побудова моделі прогнозування захворювання атеросклерозу за допомогою штучних нейронних мереж» | 14 | 03.04.20 | 03.04.20 |
| 9. | Підготовка розділу 4 «Застосування моделі прогнозування захворювання атеросклерозу до потенційних пацієнтів» | 13 | 17.04.20 | 17.04.20 |
| 10. | Оформлення кваліфікаційної роботи. Підготовка висновків і пропозицій | 15 | 01.05.20 | 01.05.20 |
| 11. | Передача кваліфікаційної роботи науковому керівникові | 2 | 04.05.20 | 04.05.20 |
| 12. | Передача кваліфікаційної роботи рецензенту для рецензування | 2 | 08.05.20 | 08.05.20 |
| 13. | Попередній захист кваліфікаційної роботи | 5 | 17.05.20 | 12.05.20 |

Дата видачі завдання «28» листопада 2019 р.

Керівник роботи: доктор технічних наук, доцент, Хлевна Юлія Леонідівна

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(підпис)

Завдання прийняла до виконання студентка групи ІАВ-21 Мочалова Дарія Сергіївна

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

(підпис)

**ЗМІСТ**

[АНОТАЦІЯ 7](#_Toc40804091)

[ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ СКОРОЧЕНЬ 9](#_Toc40804092)

[ВСТУП 11](#_Toc40804093)

[РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНИХ ОСНОВ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ АНАЛІТИКИ В МЕДИЦИНІ 15](#_Toc40804094)

[1.1. Аналіз об’єкту дослідження 15](#_Toc40804095)

[1.2. Інтелектуальний аналіз даних в медичному діагностуванні 19](#_Toc40804096)

[1.3. Аналіз методик застосування нейронних мереж у задачах медичного діагностування 22](#_Toc40804097)

[1.4. Аналіз необхідності застосування нейронних мереж у випадку прогнозування захворювання атеросклерозу 27](#_Toc40804098)

[Висновки до першого розділу 31](#_Toc40804099)

[РОЗДІЛ 2. СТРУКТУРИ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ТА СПОСОБИ ЇХ НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАХВОРЮВАННЯ АТЕРОСКЛЕРОЗУ 33](#_Toc40804100)

[2.1. Огляд штучного нейрону 33](#_Toc40804101)

[2.2. Архітектура нейронних мереж 35](#_Toc40804102)

[2.2.1. Нейронні мережі прямого поширення 36](#_Toc40804103)

[2.3.2. Навчання без учителя 42](#_Toc40804104)

[2.3.3. Навчання з підкріпленням 44](#_Toc40804105)

[2.4. Генетичний алгоритм 45](#_Toc40804106)

[Висновки до другого розділу 49](#_Toc40804107)

[РОЗДІЛ 3. ПОБУДОВА МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАХВОРЮВАННЯ АТЕРОСКЛЕРОЗУ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ 50](#_Toc40804108)

[3.1. Формалізація бази знань захворювання атеросклерозу 50](#_Toc40804109)

[3.2. Вибір засобів для реалізації моделі 58](#_Toc40804110)

[3.2.1. Мова програмування Python 58](#_Toc40804111)

[3.2.2. Git 59](#_Toc40804112)

[3.2.3. Засоби розгортання Docker 59](#_Toc40804113)

[3.2.4. Фреймворк Flask 61](#_Toc40804114)

[3.2.5. SQLAlchemy 63](#_Toc40804115)

[3.2.6. Інтегроване середовище розробки PyCharm 64](#_Toc40804116)

[3.2.7. Платформа для машинного навчання TensorFlow 65](#_Toc40804117)

[3.2.8. Бібліотека нейронних мереж Keras 66](#_Toc40804118)

[3.3. Підготовка середовища та серверної частини до програмування штучної нейронної мережі 67](#_Toc40804119)

[3.3.1. Створення репозиторію Git 67](#_Toc40804120)

[3.3.2. Контейнеризація додатку 67](#_Toc40804121)

[3.3.3. Створення серверу для роботи з користувачами 68](#_Toc40804122)

[3.4. Модель прогнозування захворювання атеросклерозу 68](#_Toc40804123)

[3.4.1. Ініціалізація моделі прогнозування захворювання атеросклерозу 68](#_Toc40804124)

[3.4.2.Навчання та тестування моделі прогнозування захворювання атеросклерозу 73](#_Toc40804125)

[3.4.3. Верифікація моделі прогнозування захворювання атеросклерозу 76](#_Toc40804126)

[Висновки до третього розділу 78](#_Toc40804127)

[РОЗДІЛ 4. ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАХВОРЮВАННЯ АТЕРОСКЛЕРОЗУ ДО ПОТЕНЦІЙНИХ ПАЦІЄНТІВ 80](#_Toc40804128)

[4.1. Створення чат-боту для взаємодії з користувачем 80](#_Toc40804129)

[4.2. Взаємодія потенційно хворих на атеросклероз з моделлю прогнозування захворювання атеросклерозу 88](#_Toc40804130)

[4.3. Економічне обґрунтування використання чат-бота та моделі прогнозування захворювання атеросклерозу 92](#_Toc40804131)

[4.4. Застосування розробки на базі практики 94](#_Toc40804132)

[Висновки до четвертого розділу 95](#_Toc40804133)

[ВИСНОВКИ 96](#_Toc40804134)

[СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ 99](#_Toc40804135)

[ДОДАТКИ 108](#_Toc40804136)

[ДОДАТОК А 109](#_Toc40804137)

[Програмний код реалізації штучної неройнної мережі: 109](#_Toc40804138)

[ДОДАТОК Б 112](#_Toc40804139)

[Датасет, що використувувався для навчання нейронної мережі. 112](#_Toc40804140)

# **АНОТАЦІЯ**

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Факультет інформаційних технологій

Кафедра технологій управління

Освітня програма «Інформаційна аналітика та впливи»

Дипломна робота магістра Мочалової Дарії Сергіївни

Тема дипломної роботи – «Інформаційна аналітика та прогнозування захворювання атеросклерозу методами інтелектуального аналізу даних».

Мета дипломної роботи – узагальнення, розвиток та розробка моделі прогнозування захворбвань атеросклерозу у пацієнтів на ранніх етапах методами інтелектуального аналізу даних.

Об’єктом дослідження є процеси діагностування захворювання атеросклерозу методами інтелектуального аналізу

Предметом дослідження є інформаційні засоби та технології управління даними і процесами при діагностуванні захворювання атеросклерозу.

Наукова новизна роботи – Запропоновано і обґрунтовано модель діагностування захворювання атеросклерозу методами інтелектуального аналізу, зокрема за допомогою штучних нейронних мереж, яка, на відміну від існуючих заснована на імовірнісному підход та спроможна спрогнозувати наявність атеросклерозу на ранніх стадіях його прояву.

У роботі проведена аналітика існуючих світових та українських практик діагносутвання захворбвань атеросклерозу у пацієнтів на ранніх етапах, обґрунтовано структури нейронних мереж та способи їх навчання для прогнозування захворювання атеросклерозу. Розроблено модель прогнозування захворювання атеросклерозу за допомогою штучних нейронних мереж, представлено особливості застосування моделі прогнозування захворювання атеросклерозу до потенційних пацієнтів.

Дипломна робота складається зі вступу, основної частини, яка включає чотири розділи, висновків та списку використаних джерел.

Ключові слова: атеросклероз, серцево-судинні захворювання, інтелектуальний аналіз даних, штучна нейронна мережа, модель, прогнозування, чат-бот.

# **ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ СКОРОЧЕНЬ**

API – application programming interface

IDE – integrated development environment (інтегроване середовище розробки)

БД – база даних

ІМТ – індекс маси тіла

ІХС – ішемічна хвороба серця

ССС – серцево-судинна система

# **ВСТУП**

**Актуальність теми.** На сьогодні більше 60% українців помирає від серцево-судинних захворювань [1]. Якщо раніше хвороби серця вважали віковими, то зараз все більше молодих людей, яким близько 30 років страждають на хвороби серці. Близько 75% чоловік у віці 35 років мають різні стадії захворювання атеросклерозу[37].

Проблемою таких жахливих цифр є не поганий рівень медицини чи некваліфіковані лікарі – проблема полягає у тому, що атеросклероз безсимптомний на ранніх етапах та людина не звертається по допомогу до лікаря, адже ніяких явних проблем не має. Якщо це ще й помножити на людську безвідповідальність до власного здоров’я та рідкісні повноцінні обстеження – маємо більше 30% смертей від серцево-судинних захворювань населення, що не досягло 40 років [1]. Крім того, варто відзначити і високий рівень необізнаності населення, зокрема молодого щодо захворювання атеросклерозу. За даними опитування фонду «Пацієнти України»[42], 52% українців довіряє свої діагнози та прийом ліків інтернету та знайомим, а не лікарям. Наслідком цього є звернення пацієнтів на етапі, коли захворювання потребують серйозної допомоги або оперативного втручання, а не простої профілактики та спостереження.

Проблемам теоретичного та методологічного діагностування атеросклерозу присвячені роботи таких вітчизняних та зарубіжних вчених як Лутай М.І., Алан С. Ґо, Хакан Саклі, Ібрагім Кара та інші. Разом із тим, аналіз сучасних наукових робіт показав, що у даний час зусилля вчених зосереджені в основному на ситемі пацієнт-лікар, не враховуючи розвиток сучасних інформаційних технологій. Відсутня системна робота по інформуванню населення, зокрема молоді, щодо ризиків даного захворювання.

Саме тому необхідно розробити моделі прогнозування захворювання атеросклерозу пацієнтів з використанням інтелектуального аналізу даних, яка б мала наукове підгрунття та була доступною для широкого кола користувачів.

Відповідно існує потреба дослідження моделей та засобів моделювання даних діагносутвання захворбвань атеросклерозу у пацієнтів на ранніх етапах з метою їх удосконалення. Таким чином, усе це зумовило необхідність вирішення актуального науково-технічного завдання підвищення ефективності діагносутвання захворбвань атеросклерозу у пацієнтів на ранніх етапах за рахунок розроблених моделей, створення і використання інформаційної технології у вигляді чат-бота.

**Метою роботи є** узагальнення, розвиток та розробка моделі прогнозування захворбвань атеросклерозу у пацієнтів на ранніх етапах методами інтелектуального аналізу даних. У відповідності до поставленої мети потрібно вирішити такі задачі:

* Провести аналітику діагностування захворювань атеросклерозу та встановити параметри, за якими доцільно проводити діагностування атеросклерозу методами інтелектуального аналізу даних;
* Виявити і формалізувати методи та засоби інтелектуального аналізу для діагностування захворювань атеросклерозу;
* Сформувати структури нейронних мереж та способи їх навчання для прогнозування захворювання атеросклерозу;
* Розробити модель прогнозування захворювання атеросклерозу за допомогою штучних нейронних мереж;
* На базі моделі створити інформаційну технологію у вигляді чат-боту для потенційних пацієнтів та методику її використання.

**Об’єктом дослідження** є процесидіагностування захворювання атеросклерозу методами інтелектуального аналізу.

**Предметом дослідження** є інформаційні засоби та технології управління даними і процесами при діагностуванні захворювання атеросклерозу.

**Методи досліджень.**

У роботі використувуються кореляційний аналіз, порівняльні характеристики, штучні нейронні мережі, платформи машиного навчання, контейнеризація додатку, емпіричний метод дослідження та тестування.

**Наукова новизна одержаних результатів**

Запропоновано і обґрунтовано модель діагностування захворювання атеросклерозу методами інтелектуального аналізу, зокрема за допомогою штучних нейронних мереж, яка, на відміну від існуючих заснована на імовірнісному підход та спроможна спрогнозувати наявність атеросклерозу на ранніх стадіях його прояву.

**Практичне значення отриманих результатів.**

* Розроблено алгоритм з визначення імовірності атеросклерозу у людей молодого та середнього віку, коли симптоми ще не проявляються явно. Сервер створеного додатку може обслуговувати до 1000 пацієнтів одночасно, а це означає неймовірну кількість тестування потенційних пацієнтів;
* Представлено інформаційну технологію у вигляді чат-боту для потенційних пацієнтів та методику її використання.

**Особистий внесок здобувача.** Усі наукові результати, які відображено у кваліфікаційній роботі, отримані автором самостійно. Результати співавторів сумісних публікацій до тексту кваліфікаційної роботи не включено. У надрукованих статтях, опублікованих у співавторстві, здобувачеві належить наступне: [47] –проведення аналітики доцільності та перспектив використання методів та засобів інтелектуального аналізу даних в медицині; [48] – модель прогнозування захворювання атеросклерозу за допомогою штучних нейронних мереж та її використання у інформаційній технології у вигляді чат-боту;

**Апробація результатів роботи.** Автор виступала доповідачем на VI Міжнародній науково-практичній конференції «Інформаційні технології та взаємодії»

**Публікації.** Основні наукові положення, висновки і результати магістерської кваліфікаційної роботи знайшли відображення у одній друкованій праці, з них: 1 статття у фахових виданнях та 1 тези доповідей на конференціях.

**Структура та обсяг роботи**. Магістерська кваліфікаційна робота складається зі вступу, чотирьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та двох додатків. Загальний обсяг роботи складає 130 сторінок, містить 46 рисунків, 3 таблиці. Перелік використаних джерел містить 81 найменування

**РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГІЧНИХ ОСНОВ ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ АНАЛІТИКИ В МЕДИЦИНІ**

* 1. **Аналіз об’єкту дослідження**

Згідно з даними держстату, У 2018 році 66% смертей в Україні були спричинені серцево-судинними захворюваннями [1].

Атеросклероз – є фактично найпоширенішим на сьогодні захворюванням, яке є фундаментом та головною причиною більшості серцево-судинних захворювань, таких як серцева недостатність, інфаркт міокарда, ішемічна хвороба серця (ІХС), мозковий інсульт, порушення кровообігу у кінцівках та органах черевної порожнини [2].

Атеросклероз – це хронічне захворювання артерій еластичного і м’язово-еластичного типу, що виникає у наслідок порушення ліпідного і білкового обміну та супроводжується відкладанням холестерину та деяких фракцій ліпопротеїдів, так званих атеросклеротичних бляшок на внутрішніх стінках судин. Атеросклеротичні бляшки осідають на стінках артерій та накопичуються там. Холестерин не розчиняється у воді, тому з часом утворені бляшки тверднуть, в них можуть відкладатись кристалики кальцію (вапняку) та клітини сполучної тканини – так утворюються вже ущільнення. Ущільнення поступово наростають, їх поверхня стає нерівною та випуклою, а кров із силою починає проштовхуватись через звужену ділянку. Таким чином виникають турбулентні завихрення крові, наче вода проходить через звужену трубу [21].

Кров, у свою чергу, має різні клітини (еритроцити, тромбоцити, лейкоцити), які при зіштовхуввані між собою руйнуються та склеюються, після чого осідають на поверхні атеросклеротичної бляшки. Всередині бляшки стає все більше кристаликів вапна, а сполучна тканина ще більше наростає. Внутрішня стінка такої артерії не витримує наруги та починає мертвіти, некротизуватись. Щоб вона не розірвалася, в місці розриву починає наростати сполучна тканина. Так у людини розвивається недостатність кровообігу (наприклад, стенокардія). В свою чергу тромбоцити осідають на бляшку, частково розбиваються, склеюються між собою та утворюють тромб, який може в будь-який момент відірватися і закупорити артерію середнього або великого розміру (рис. 1.1.).

В залежності від того, якою буде ця артерія, так себе і проявить гостра недостатність судин (серця, аорти, головного мозку, нирок, кишечника чи нижніх кінцівок).

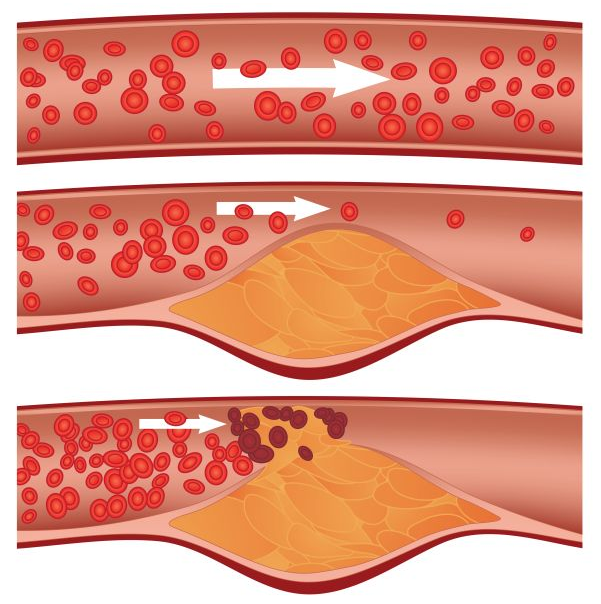


Рисунок 1.1 – Осідання атеросклеротичних бляшок [38]

Патогенез атеросклерозу є складним. За сучасними уявленнями, основоположниками виникнення атеросклерозу є взаємодія багатьох патогенетичних факторів, що призводить, в шіршому сценарії ровитку подій, до утворення фіброзної бляшки [2].

Існує три основних етапи формування атеросклеротичної бляшки (атерогенез):

1. Утворення ліпідних плям та смужок (або стадія ліпоїдозу).

2. Утворення фіброзної бляшки (стадія ліпосклерозу).

3. Формування ускладненої атеросклеротичної бляшки.

Важкість захворювання та скарги пацієнта залежать від ураження певних артерій. На приклад, атеросклероз коронарних артерій (або ж судин серця) дуже часто можна спостерігати у формі ІХС. У випадку ураження ниркових судин наслідком є важка артеріальна гіпертензія. Атеросклероз артерій головного мозку проявляється у зниженні працездатності (зокрема розумової), зниженням пам’яті, розсіяною увагою та швидкою втомою. Згодом проявляються запаморочення, безсоння, пацієнт може стати метушливим, нав’язливим або прискіпливими. У таких пацієнтів знижується інтелектуальна активність. У наслідок ускладнення атеросклерозу мозкових артерій розвивається порушення мозкового кровообігу, можливі крововиливи (інсульти) або тромбози. Атеросклероз артерій кінцівок, як правило нижніх, проявляється в литкових м’язах під час ходьби. Пацієнт стає бульш чутливим до холоду, а кінцівки можуть промерзати [3].

Дослідження серцево-судинної системи (ССС) здійснюються локально, без взаємозв’язку між динамікою сегментів та загальною динамікою всієї судинної системи різних рівнів. Тому існуючі методи лікування мають суто паліативний характер та не є орієнтованими на потребу первинної та вторинної профілактики серцево-судинних захворювань. На сьогодні в Україні не існує системного підходу до дослідження ССС як цілісної системи з численними внутрішньосистемними зв’язками. Ігнорується роль артеріальних та венозних демпферів для можливого перерозподілу крові в різних регіональних басейнах.

Недостатньо також вивчено на сьогодні венозну систему організмів, що ніби перебуває в. Відсутні глибинні дослідження узгодженості між гемодинамічними характеристиками магістральних та периферичних артерій, вен і капілярів задля забезпечення злагодженої роботи ССС.

Сучасні підходи не забезпечують високої ефективності діагностичних та лікувальних процедур через низьку чутливість методів діагностики, що використовуються до ранніх розладів функціонування ССС. Крім цього, проблемою адекватної діагностики серцево-судинних патологій є обмежені підходи до оцінювання цілісної судинної системи у вигляді узагальненої моделі судинного «гемопроводу».

На сьогодні не існує єдиного системного (тобто коли організм сприймається як єдина керована система) погляду на особливості дотримання законів гідрогемодинаміки для забезпечення функціонування взаємопов’язаних сегментів замкненої ССС: серце – магістральні артерії – периферичні артерії – артеріоли – капіляри – венули – периферичні вени – магістральні вени – серце. Це зумовлює наше відставання в розумінні серцево-судинної системи з точки зору сучасної науки як системи судинного «гемопроводу» з синхронізацією різних рівнів її функціонування.

Саме тому сучасний рівень дослідження серцево-судинної системи організму потребує нових аналітичних підходів у процесі обробки полівекторних характеристик усіх локальних сегментів і регіональних рівнів ССС з конкретизацією місця ураження та локального впливу цього ураження на функціонування цілісної системи [3].

Основною проблемою діагностики атеросклерозу є вчасність виявлення прогресу хвороби або її наявності, щоб не призвести до більш серйозних захворювань.

Найпоширенішими методами діагностики серцево-судинних захворювань є:

* електрокардіографія;
* холтерівське моніторування;
* ехокардіографія (УЗД серця та судин);
* магнітно-резонансна томографія (МРТ);
* комп’ютерна томографія;
* коронарографія;
* біохімічний аналіз крові.

Традиційні підходи до діагностики атеросклерозу мають кілька недоліків, вони є досить затратними фінансово та за часом, тому більшість пацієнтів проходять діагностику, коли захворювання вже має наслідки і потребує не профілактики, а повноцінного лікування.

Актуальним є дослідження систем, що може спрогнозувати розвиток атеросклерозу у користувача на основі простих запитань про його фізичні показники і спосіб життя.

Для реалізації цього завдання спершу варто розглянути успішні приклади використання інтелектуального аналізу даних у медичному діагностуванні.

* 1. **Інтелектуальний аналіз даних в медичному діагностуванні**

Станом на 2019 рік, різними науковими виданнями було оголошено 7 найуспішніших випадків застосування інформаційної аналітики у медицині. Ними стали:

1. Використання даних з ґаджетів, що носить людина – щодня людина здатна продукувати близько 2 терабайтів даних про свій фізичний стан. Найбільш успішними у використанні цих даних є компанії IBM, Qualcomm та останнім часом Aple намагається скласти конкуренцію;
2. Підвищення точності та ефективності діагностики – незважаючи на таку велику кількість даних, які можна зібрати з ґаджетів людини і постійні удосконалення у навчанні медичних працівників, діагностування все рівно має прогалини. Згідно з дослідженнями Johns Hopkins Medicine, щороку 100 000 американців помирають від неправильного діагнозу. З них 22,8% складають неправильні діагнози стосовно серцево-судинної системи[5]. Орієнтуючись на ці проблеми, стартап Enlitic за допомогою глибокого навчання підвищує точність та ефективність діагностики за даними зображення (рентгенівські знімки КТ та знімки МРТ), вони порівнюють нові знімки з великою базою даних клінічних звітів та лабораторних досліджень, тому, за словами розробників проекту ([www.enlitic.com](http://www.enlitic.com)) , вони можуть на 70% точніше та 21% швидше діагностувати захворювання. Іншим успішним прикладом покращення діагностики доступним для пацієнтів та потенційних пацієнтів є тестування розроблене Американським Коледжем Кардіології [40], яке визначає можливий ризик серцево-судинних захворювань протягом найближчих 10 років для кожного окремого пацієнта на базі його фізіологічних показників та мінімального клінічного обстеження (рівень холестерину, ліпіди високої/низької щільності і тд).
3. Покращення догляду за пацієнтом – за схожою методикою до збирання даних пацієнтів для прогнозування захворювань, лікарі можуть відстежувати клінічний перебіг пацієнтів з вже існуючим та підтвердженим діагнозом. Індивідуальна адаптація лікування може зменшити рівень смертності та прогнозувати результати медичної допомоги. DNAnexus – платформа аналізу даних та керування даними про послідовність ДНК, вважають, що точна медицина здатна інтегрувати різну інформацію про пацієнтів та забезпечити складну сегментацію пацієнтів для виявлення біологічно чітких підгруп, що допоможе вказати шлях до точного спрямованого лікування.
4. Покращення фармацевтичних досліджень з метою пошуку ліків від небезпечних захворювань – компанія BERG Health змінила погляд на ліки проти раку завдяки використанню інтелектуального аналізу даних. За допомогою потужних алгоритмів машинного навчання компанія розробила препарат BPM31510, який виявляє і запускає природну загибель уражених раком клітин. Завдяки цьому ракові клітини можуть бути вилучені з людського організму природним шляхом, без обширних медикаментозних препаратів, які можуть зашкодити здоров'ю пацієнта побічними ефектами. Наразі препарат проходить широкі випробування[6].
5. Оптимізація ефективності роботи клініки за допомогою аналізу даних – компанія Deep Cognition Engine допомагає компанія краще розуміти свої дані та створює основу для підвищення продуктивності бізнесу. Їхні продукти збирають дані від клієнтів та співробітників компанії та допомагають їх інтерпретувати, що допомагає покращувати результативність компаній та залучення клієнтів. Аналогічні методи можна використовувати для оптимізації планування співробітників клініки з метою скорочення часу очікування пацієнтом, а також управляти автоматизовано постачаннями та обліком.
6. Зменшення ризику рецептурних ліків – інноваційний стартап MedAware створила програмне забезпечення, що перевіряє всі рецепти щодо подібних випадків у базі даних та повідомляє лікаря, коли рецепт містить відхилення від загально прийнятого плану лікування. Випробування були проведенні в медичному центрі Sheba в Ізраїлі та довели, що 89% попереджень лікарів були точними, 80% усіх попереджень вважались клінічно корисними, а 43% сповіщень викликали зміни в наступних медичних замовленнях[7].
7. Зниження звернень до лікарні з метою зниження витрат на охорону здоров’я – витрати на медицину в США склали 3,3 трл. доларів у 2018, та прогнозуються зрости до 5,3 трл. доларів у 2020 році, що може представити серйозну проблему для економіки США [8]. Тому вважається, що профілактична медицина на основі аналітики сприяє загальному зниженню витрат, хоч залежність прослідковується не зразу. Наприклад, компанія, що керується даними, Clover Health повідомляє про на 50% менше кількості прийомів у лікарнях та на 34% менше стаціонарних кількості пацієнтів. Їхній алгоритм визначає найбільш ризикованих пацієнтів та допомагає координувати необхідну медичну допомогу заздалегідь [9].

Виходячи із вищевказаного актуальним є питання покращення діагностування захворювання атеросклерозу методами інтелектуального аналізу даних. Відповідно, встановлено, що доцільно використовувати алгоритми машинного навчання у покращенні діагностування, а саме застосування нейронних мереж, які здатні самі навчатись і обробляти великі обсяги вже існуючих досліджень.

* 1. **Аналіз методик застосування нейронних мереж у задачах медичного діагностування**

У 1996 році було проведене дослідження [10], в якому вчені порівняли можливості передбачення логістичної регресії та алгоритму генетичного алгоритму штучної нейронної мережі на основі даних пацієнтів, що хворі на карциному легенів. Методи прогнозування порівнювали, вивчаючи точність класифікації цільового результати пацієнтів, які живуть або померли в термін 6, 12, 18 та 24 місяці після оперативного втручання. Результатами цього дослідження було доведено переваги в ефективності прогнозування штучною нейронною мережею над логістичною регресією. Особливо переваги проглядались у прогнозах довшої тривалості, на 12, 18 та 24 місяці [10].

Наступні більше 20 років алгоритми нейронних мереж вдосконалювались та все ширше застосовувались у медичному діагностуванні. У 2019 році існує багато компаній та стартапів, які займаються обробкою медичних зображень для кращої діагностики захворювань у пацієнтів на основі штучної нейронної мережі. Ця сфера є розвиненою за рахунок впорядкованості і точності вхідних даних, адже сучасні апарати комп’ютерної томографії, магнітно-резонансної томографії, УЗД апарати – мають електронні варіанти зображень і не потребують зайвих дій для уможливлювано їх обробки.

Ефективна класифікація медичних зображень відіграє надважливу роль у наданні вчасної медичної допомоги, але це потребує колосального досвіду ренгенолога, послуги якого також дорого коштують. У дослідженні [11] розглянуто та порівняно різні методи прогнозування хвороби пневмонії на основі ренген-знімків пацієнтів. Автори проводять експеримент з використання 3 різних методів машинного навчання в цілях дослідження: лінійний векторний класифікатор з функцією вільного обертання та орієнтації, згорткова нейронна мережа та капсульна нейромережа. В результаті дослідження було виявлено, що навчання на основі згорткової нейронної мережі є найкращим варіантом для обробки ренгенівського зображення. Вона також є кращою за традиційні методи обробки даних, оскільки може обробляти інформацію швидше та в більших об’ємах, ніж людина.

Іншим прикладом обробки даних за допомогою згорткової нейронної мережі є діагностика діабетичної ретинопатії – що є найпоширенішою проблемою зниження зору у людей, які хворіють на діабет. На початковій стадії захворювання спостерігається набряк та мікроаневризми крихітних судин сітківки ока. У прогресуючих випадках захворювання вже пошкодженні кровоносні судини можуть провокувати ріст нових кровоносних судин. Далі ці судини можуть вражати сітківку ока і призвести до сліпоти. У публікації [12] було наведено дослідження можливості автоматизації діагностики діабетичної ретинопатії. На жаль дослідження ще не готове до клінічного використання, але завдяки глибоким нейронним мережам було досягнуто задовільних результатів у сегментації судин та виявлення ураження судин. Результати експериментів продемонстрували ефективність моделей, яка склала 91.8% точності. Автори планують збільшувати набір даних для підвищення ефективності та точності своєї моделі, щоб уможливити клінічне використання свого продукту.

Але нейронні мережі можуть не тільки обробляти зображення. За останні 5 років виріс попит на особистих асистентів та чат-ботів, які можуть допомогти в діагностиці захворювання або його загострення.

Для прикладу, Google DeepMind розробили додаток за допомогою штучного інтелекту, що може передбачити гостру ниркову недостатність за 48 годин до її настання. Розробники додатку назвали свій винахід найбільшим проривом в галузі охорони здоров’я, адже він здатен не лише помітити погіршення стану пацієнта, а і передбачити це його до його настання. Команда DeepMind застосувала технологію штучного інтелекту до величезного набору даних електронних записів охорони здоров’я і створили модель, що може спрогнозувати ниркову недостатність за 48 годин до її настання у 9 з 10 пацієнтів. На основі цього прогнозу було засновано медичного асистента Streams, схема порівняння роботи якого з традиційним підходом (рис. 1.2) [13].

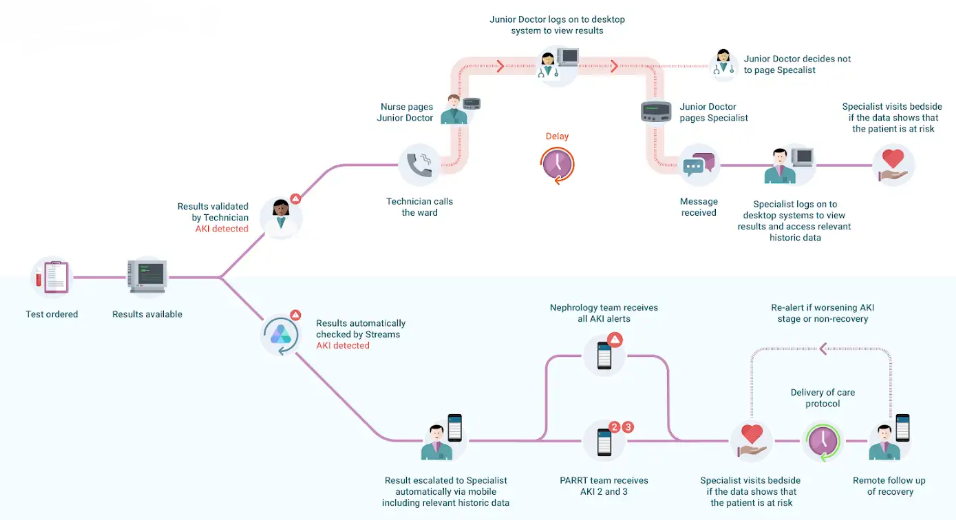


Рисунок 1.2 – Порівняння традиційного реагування на ниркову недостатність пацієнта та з додатком Streams [13]

Зі схеми можна побачити, що додаток зменшує кількість кроків до реакції медичного персоналу удвічі (8 кроків традиційного підходу і 4 для автоматизованого).

Додаток використовує існуючий національний алгоритм діагностування гострої недостатності нирок для позначення погіршення стану пацієнтів, підтримує огляд медичної інформації біля ліжка та дозволяє миттєво спілкуватися між клінічними групами. Результати досліджень показали, що додаток економив час лікарів, покращив догляд за пацієнтами та зменшив кількість випадків гострої ниркової недостатності, які могли пропустити лікарі[13].

Використовуючи Streams, фахівці розглядали термінові випадки протягом 15 хвилин або менше (процес, який за традиційних методик може зайняти кілька годин), і менше випадків гострої ниркової недостатності було пропущено (3,3%, а не 12,4%). Додаток також знизив середню вартість прийому пацієнтів з нирковою недостатністю на 17%, демонструючи величезну потенційну економію витрат для лікарень у майбутньому[13].

Звичайно, Google не розкриває своїх алгоритмів, які використовуються у продуктах, тому проаналізувати власне модель та підходи вирішення завдання неможливо.

Іншим вдалим прикладом особистого асистента на основі нейронних мереж, тільки для пацієнтів, а не лікарів, є розроблений додаток Sense.ly. У додатку є аватари медсестер, які працюють на технології штучного інтелекту для лікарень та пацієнтів. Додаток підходить для пацієнтів, які щойно виписались з лікарні та продовжують курс лікування вдома. Медсестра-асистент може відповідати на питання пацієнта, нагадує про прийом ліків та збирає повну медичну карту пацієнта, яка може бути доступна тільки його офіційному лікарю. Розробники стверджують, що пацієнти схильні більше спілкуватись з віртуальною медсестрою, ніж зі своїм лікарем і довіряють асистенту більше подробиць стосовно свого стану здоров’я та самопочуття.

Використання штучного інтелекту для прийняття все складніших рішень у різних сферах діяльності людини росте щодено. У нещодавно опублікованій статті [14] автори розглядають можливість використання нейронних мереж в цілях прийняття рішень в сфері управління охорони здоров’я. Вченими було дослідженно 3397 статей із висвітлення управління в сфері охорони здоров’я, комп’ютерних наук та бізнес адміністрування за перілд з 1997 до 2018 року. Основною проблематикою дослідження було вдосконалення інтеграції процесу надання лікувальних послуг пацієнтам з хронічними захворюваннями з орієнтацією на пацієнта. За прогнозами авторів публікації, що у 2020 році глобальні витрати на медицину зростуть до 8,7 трл. доларів. Такі цифри зумовленні загальним старінням населення Землі, а разом з тим і зростанням кількості хворих на хронічні хвороби, їх ускладнення та наслідки. Таким чином автори звертають увагу, що управління здоров’ям населення, тенденції в галузі охорони здоров’я, якості та вартості можна перекласти на інноваційні моделі прийняття рішень.

Також дослідженням [15] очікується, що до 2021 року глобальний дохід охорони здоров’я у розмірі 811 мільйонів доларів збільшиться на 40% (загальний річний темп зростання) за рахунок ринку штучного інтелекту для програм охорони здоров'я. Очікується, ринок машинного навчання як надання послуг у різних сферах діяльності (MLaaS) до 2022 року досягне 5.4 мільярда доларів, при цьому сектор охорони здоров'я посідає не останнє місце у долі цих прогнозованих доходів.

Все більше штучних нейронних мереж впроваджують у моделі прийняття рішень для медичних працівників, для ефективнішого управління часом та ресурсами охорони здоров’я [14].

Загалом у експерименті [14] вчені дійшли до висновку, що поточні та очікувані в майбутньому досягнення в галузі штучного інтелекту відіграватимуть важливу роль у прийнятті рішень в галузі охорони здоров’я. Клінічні додатки з використанням штучного інтелекту включають аналіз електронних медичних записів, обробку медичних зображень, зменшення помилок лікарів та лікарень. Клінічне застосування рішень на основі штучної нейронної мережі повпливає на зміну ролі медичних працівників, а також на динаміку та закономірності команд в робочому процесі.

Автори дослідження передбачають позитивні наслідки розширення клінічних послуг для пацієнтів за допомогою методів, заснованих на штучних нейронних мережах, що дозволяють отримати ранню діагностику або покращити розуміння історії хвороби пацієнта. Такі фактори, як простіша інтеграція до робочих процесів лікарень, плани лікування, що орієнтовані на пацієнтів, що дозволяє поліпшити результати пацієнтів, усунення непотрібних лікарняних процедур та зниження витрат на лікування, можуть вплинути на більш широке прийняття рішень на основі штучних нейронних мереж у галузі охорони здоров'я. Перешкодами у широкому застосуванні нейронних мереж у медицині на сьогоднішній день залишаються нездатність рішень на основі штучної нейронної мережі читати неструктуровані дані та відсутність інтфраструктури, що необхідна для широкомасштабного впровадження. В підсумку до своєї роботи [14] вченні вказують, що штучні нейронні мережі можуть застосовуватися на всіх рівнях організаційного прийняття рішень в галузі охорони здоров'я.

* 1. **Аналіз необхідності застосування нейронних мереж у випадку прогнозування захворювання атеросклерозу**

Предметом дослідження моєї дипломної роботи є хронічне захворювання серцево-судинної системи – атеросклероз, що здатне провокувати більш серйозні захворювання серця, такі як інсульт, тромбоз, ішемічна хвороба серця та інші. У діагностуванні хвороб серця є дуже популярним метод використання штучних нейронних мереж [16]. Оскільки даними у цій сфері в більшості випадків є структурованими, і штучна нейронна мережа може прослідкувати залежності між показниками пацієнта та спрогнозувати можливий розвиток подій.

Одним з таких прикладів використання нейронної мережі у прогнозуванні захворювань серця є дослідження [16], де доводиться ефективність прогнозування ризику ешемічної хвороби серця за допомогою нейронної мережі на основі даних пацієнтів Корейського Центру Контролю Захворювань та Профілактики.

Автором публікації [16] було доведено, що стать, рівень гемоглобіну, хвороби щитової залози, гепатити В та С – не корелюють з ішемічною хворобою серця. В свою чергу, ряд показників таких, як хронічна ниркова недостатність, індекс маси тіла, систолічний та діастолічний тиск, рівень холестерину – показали суттєву кореляцію з наявністю ішемічної хвороби серця у пацієнтів. Модель дослідження показала ефективність більше 87% прогнозування ішемічної хвороби серця у пацієнтів.

Серед українських молодих фахівців стають популярними розробки експертних систем з передбачення захворювань на основі нейронної мережі, які аналізують сигнали серця – електрокардіограму та прогнозують загрозливі життю стани пацієнтів. Одне з таких досліджень [17] аналізує методику діагностики порушень серцевого ритму під час заняття спортом. Оскільки симптоми функціональних порушень системи кровообігу, які ще не супроводжуються скаргами та клінічними проявами хвороби, найчастіше виявляють при електрокардіографічному дослідженні, автор статті досліджує біоелектричну активність серця з метою діагностики порушень ритму, серцевої провідності та інших захворювань. В результаті роботи було спроектовано математичну модель на основі штучних нейронних мереж з 3 шарів мережі, вхідний шар мав 15 нейронів, схований шар – 20, та вихідний – 20. Точність діагностування порушення серцевого ритму склала 89% [17].

У результаті дослідження, автор дійшов висновку, що порушення серцевого ритму у спортсменів поширеніше явище, ніж вважалось. Тому для розуміння фізіологічних механізмів адаптації серця до фізичних навантажень необхідно більше діагностичних обстежень спортсменів та людей, що займаються регулярною фізкультурою. Також автор зазначає, що використання н багатошарового персептрона для цієї задачі є цілком точним та допомагає оперативно оцінювати стан серцево-судинної системи спортсмена. Інтелектуальні системи діагностування із використанням штучних нейронних мереж можуть бути застосовані як для діагностування в медичній практиці, так і для тестування майбутніх фахівців у цій області [17].

Розглянувши світові та українські дослідження та розробоки у сфері прогнозування захворювань за допомогою штучних нейронних мереж, перейдемо до огляду вхідних даних для дипломної роботи, щоб визначити, чи актуальним буде застосування нейронної мережі для задачі прогнозування захворювання атеросклерозу.

Згідно з Міністерством Охорони Здоров’я України [41] основними чинниками, які впливають на наявність атеросклерозу, що провокує серцево-судинні захворювання, впливають наступні чинники:

* Сімейна історія серцево-судинних захворювань;
* Надмірна вага;
* Діабет;
* Високий артеріальний тиск;
* Високий рівень холестерину;

Також кафедра сучасної медицини стверджує [42], що на розвиток атеросклерозу впливають:

* Особливості ліпідного обміну пацієнта;
* Стан внутрішніх стінок судин;
* Особливості способу життя (куріння, зловживання алкоголем або жирною їжею);
* Підвищенні емоційні навантаження, стрес.

Одже, на розвиток атеросклерозу може впливати безліч чинників.

Набір даних, що використовується у дипломній роботі був отриманий від Інституту Серцево-судинної хірургії імені М.Амосова. Він містить 17 колонок та 1000 рядків даних. На жаль, цей датасет не містить інформації про спадкову схильність до серцево-судинних хвороб, про спосіб життя та емоційне навантаження пацієнтів, але в ньому зібрані всі можливі фізіологічні показники, які можуть вказувати на наявність атеросклерозу. До нього увійшли наступні чинники:

1. Оперативне втручання – чи мав користувач оперативні втручання пов’язані з серцево судинною системою;
2. Шунтування – чи робили користувачу шунтування артерій;
3. Вік;
4. Зріст;
5. Вага;
6. Індекс маси тіла – обраховується на основі зросту та ваги;
7. Стать;
8. Частота серцевих скорочень;
9. Систолічний артеріальний тиск;
10. Діастолічний тиск;
11. Антигіпертензивна терапія – чи проходив користувач антигіпертензивну терапію колись;
12. Стеноз артерій – чи був діагностований стеноз будь-яких артерій;
13. Стеноз артерій ніг;
14. Інсульт в анамнезі;
15. Діабет;
16. Рівень холестерину;
17. Прогрес – чи має людина атеросклероз, чи ні.

У наборі даних, який використовується у даній дипломній роботі існують різні типи даних, наприклад поля «Зріст» та «Вага» мають числовий тип даних, а поле «Стать» категоріальний, де «чоловік» - 0, а «жінка» - 1. Така варіативність вхідних даних унеможливлює використання регресійного аналізу – лінійної чи логістичної регресії. Тому в даній роботі доцільним буде використання штучної нейронної мережі для прогнозування захворювання атеросклерозу.

**Висновки до першого розділу**

1. Встановлено, що атеросклероз є небезпечним та потребує широкого дослідження в тому числі методами інтелектуального аналізу даних. Було розглянуто світові та українські приклади інтелектуального аналізу даних у медицині, успішні проекти та стартапи, які допомагають пацієнтам та лікарям покращувати рівень медицини по всьому світу.
2. Розглянуто 7 найуспішніших випадків використання інтелектуального аналізу даних у медицині, серед яких використання даних з ґаджетів, що носить людина, підвищення точності та ефективності діагностики, покращення догляду за пацієнтом, покращення фармацевтичних досліджень з метою пошуку ліків від небезпечних захворювань, оптимізація ефективності роботи клініки за допомогою аналізу даних, зменшення ризику рецептурних ліків, зниження звернень до лікарні з метою зниження витрат на охорону здоров’я.
3. Здійснено аналіз методик застосування штучних нейронних мереж в сфері медичного діагностування – ці методики є дуже перспективними та покращуються щодня, а кількість та якість розробок заснованих на штучних нейронних мережах росте в геометричній прогресії. У розглянутій літературі доводиться, що штучні нейронні мережі не тільки покращують ефективність діагностики, скорочують час діагностики та реакції на критичні клінічні ситуації, а також скорочують фінансування та витрати системи охорони здоров’я, що не може не бути показником до подальшого розвитку сфери машинного навчання у медицині та автоматизації структури охорони здоров’я.
4. Встановлено доцільність використання штучних нейронних мереж для задач прогнозування захворювання атеросклерозу. На основі розглянутих світових та українських досліджень з прогнозування захворювання серцево-судинних захворювань, а також специфіки початкових даних для аналізу, було вирішено застосовувати штучні нейронні мережі для прогнозування захворювання атеросклерозу у пацієнтів на основі анамнезу.

Отже, в ході літературного огляду було сформовано наступне завдання для магістерської дипломної роботи – розробити математичну модель для прогнозування захворювання атеросклерозу. Інструментальною базою моделі стане розробка опитування за допомогою штучних нейронних мереж та інтерфейсу спілкування з пацієнтом.

**РОЗДІЛ 2. СТРУКТУРИ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ТА СПОСОБИ ЇХ НАВЧАННЯ ДЛЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАХВОРЮВАННЯ АТЕРОСКЛЕРОЗУ**

* 1. **Огляд штучного нейрону**

До створення штучного нейронну вчених надихнули природні нейрони. Але, схема штучного нейронна має спрощена форму порівняно з природними нейронами. Нижче наведені рисунки природного нейрону та схема штучного нейрону.

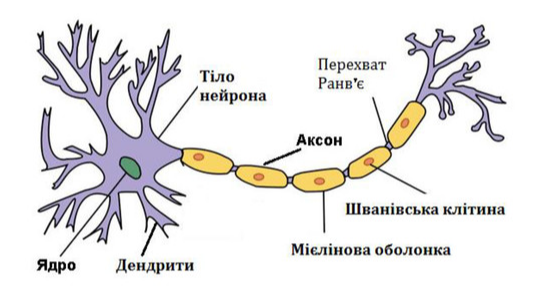


Рисунок 2.1 – Будова природного нейрона

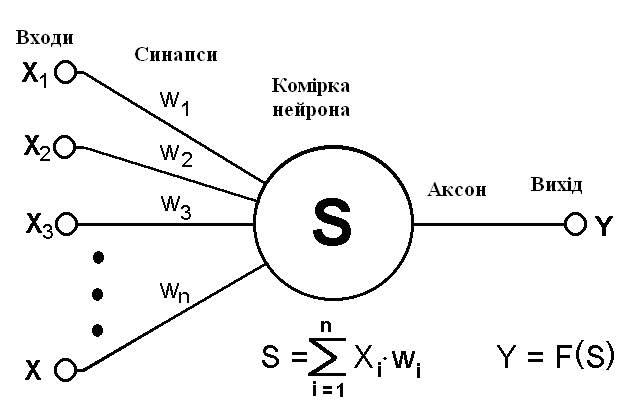


Рисунок 2.2 – Схема штучного нейрона

Штучний нейрон є базовою ланкою нейронних мереж. При роботі нейрон одночасно отримує багато вхідних сигналів. Кожен вхід в свою чергу має свою синаптичну вагу, яка надає входу вплив, необхідний для функції суматора – елемента обробки. Синаптична вага є мірою сили вхідних зв'язків, що моделюють різноманітні синаптичні сили біологічних нейронів. Вага суттєвого входу підсилюються, а вага несуттєвого входу буде примусово зменшуватись, що дозволяє визначити інтенсивність вхідного сигналу. Ваги можуть змінюватись відповідно до навчальних прикладів, топології мережі та навчальних правил.

В програмних рішеннях штучні нейрони прийнято називати елементами обробки, а вкладають трохи більше можливостей, ніж спрощена схема нейрона наведена вище. Нижче можна ознайомитись зі схемою штучного нейрону, якого називають «елементом обробки»:

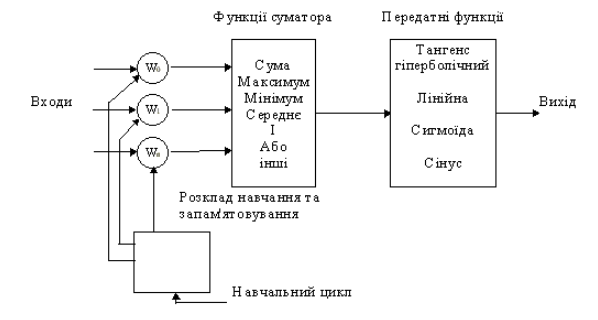


Рис. 2.3 – Схема «елементу обробки»

Функція суматора може бути дуже різною. Перед переходом до передатної функції, вхідні сигнали та вагові коефіцієнти можуть комбінуватись різними способами відповідно до мережевої архітектури та парадигми. Результат функції суматора транспортується у вихідний сигнал через передатну функцію, а в передатній функції результат порівнюється з порогом – як правило це діапазон [0;1] або ж [-1;1].

Передатною функцією можна використовувати сигмоїду, синусоїду, гіперболічний тангенс та інші функції. У різних нейронних мережах можуть описуватись різні передатні функції. Найбільш поширеними є проста передатна функція, яка може показати результат 0 чи 1 (або -1,1) та сигмоїда – S-подібна крива, що наближує максимальне значення до асимптот [0-1]. Якщо ж діапазон функції

[-1;1], то використовують гіперболічний тангенс.

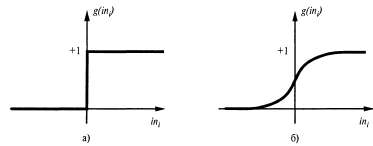


Рисунок 2.4 – Проста та сигмоїдна передатні функції нейронної мережі в діапазоні [0-1]

* 1. **Архітектура нейронних мереж**

Архітектура нейронної мережі може бути дуже різною в залежності від задач, які мережа має вирішувати та вхідних даних.

Розрізняють 2 типи архітектур штучної нейронної мережі, що характеризуються структурою зав’язків між нейрона в мережі:

* Мережі прямого поширення – сигнал поширюється лише в одному напрямку, від вхідного шару нейронів до вихідного через приховані шари.
* Рекурентні мережі, або мережі зі зворотнім зв’язком – нейронні мережі, в яких з’єднання між вузлами утворюють орієнтований у часі граф. Це створює такий внутрішній стан мережі, що уможливлює динамічну поведінку в часу. Головною відмінністю рекурентної мережі від мережі прямого поширення є можливість застосування до розпізнавання неструктурованого рукописного тексту та мовлення.

Кожен тип архітектури має свої різні моделі нейронних мереж. До мереж прямого поширення відносять:

- Одношаровий перцептрон;

- Багатошаровий перцепртон;

- Мережу радіальних базисних функцій;

- Карту Кохонена.

До Рекурентних мереж відносять Мережу Хопфілда, Мережу Хемінга, Мережу адаптивної резонансної теорії та інші.

Для задач прогнозування атеросклерозу доцільно використовувати нейронні мережі прямого поширення, тому надалі розглянемо архітектури нейронних мереж прямого поширення.

* + 1. ***Нейронні мережі прямого поширення***

Головною характеристикою штучних нейронних мереж прямого поширення є рух сигналу, який відбувається лише в одному напрямку.

*Одношаровий перцептрон*

Сучасний одношаровий персептрон – це нащадок першої штучної нейронної мережі – персептрона Розенблатта (рис. 7).

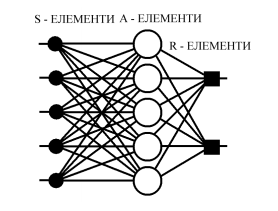


Рисунок 2.5 – Персептрон Розенблатта

Оскільки персептрон розглядався Розенблаттом як модель роботи мозку, то елементи його структури відповідали елементам простої рефлекторної мережі. [18]

S-елементи моделюють роботу сенсорних клітин організму, які збирають інформацію про середовище та передають її потім до А-елементів, що насправді є формальними нейронами, які мають порогову активаційну функцію. R-елементи призначення для формування реакції персептрона, вони мають фіксовані вхідні ваги для внеску кожного А-елементу.

Сучасний одношаровий персептрон, який є наслідком персептрнону Розенблатта, складається з *m* нейронів, які одночасно можуть прийняти вхідний вектор даних ***Х*** = (*х1, …, хi, …, xn*).

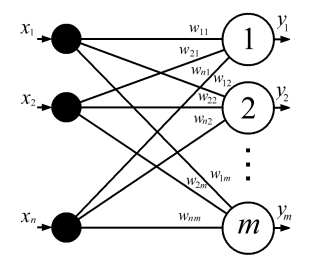


Рисунок 2.6 – Схема одношарового персептрону

На рисунку 8 зображено загальний випадок одношарового персептрону, в якому кожен нейрон приймає участь в обробці всіх елементів вхідного вектору даних.

Згідно моделі формального нейрона, кожен вхідний сигнал *хi* множиться на ваговий коефіцієнт *wij*, де *i* – поточний номер елемента вектора ***Х***, а *j* – поточний номер нейрона [18].

В свою чергу, всі вагові коефіцієнти, що обраховуються за формулою 2.1 в одношаровій нейронній мережі утворюються матрицю вагових коефіцієнтів:

(2.1)

Тоді вектор аргументів визначається як добуток ***V***=***XW***, а вектор вихідних сигналів є вектором значень активаційних функцій, формула 2.2 нафедена нижче:

(2.2)

Ці функції можуть бути однаковими для всіх нейронів, що сходять в мережу – тоді нейронна мережа називається гомогенною. Якщо ж вигляд активаційної функції відрізняється і залежить від номер нейрона – гетерогенною.

*Багатошаровий перцептрон*

Спроби використання одношарових нейронних мереж для розв’язання широкого спектру задач зіштовхнулись з рядом труднощів, що пов’язані з лінійною роздільністю. Рішенням цих проблем стало застосування багатошарових персептронів. Узагальнена структура багатошарового персептрону зображення на рисунку 9:

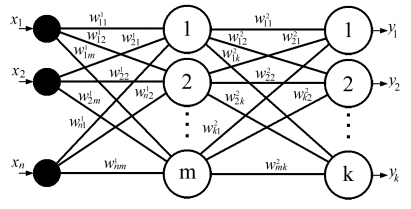


Рисунок 2.7 – Багатошаровий персептрон

Структура багатошарового персептрону складається з з *m* нейронів першого, прихованого, шару, які приймають вхідний вектор даних ***Х*** = (*х1, …, хi, …, xn*), та *k* нейронів другого – вихідного шару[18].

Синаптичні зв’язки нейронних мереж прямого поширення організовані таким чином, що кожний нейрон певного рівня ієрархії сприймає інформацію тільки від деякої непустої множини нейронів, що розташовані на більш низькому рівні.

Визначення мереж вказує на те, що у них існує певний напрям поширення сигналів, які рухаються від входу, через один або декілька прихованих шарів до вихідного шару.

Багатошарова нейронна мережа може бути одержана шляхом каскадного об’єднання одношарових мереж з матрицями вагових коефіцієнтів *W1 ,W2, ...,Wp*, де *p* – кількість шарів нейронної мережі [18].

Завдяки своїй легкій структурі, багатошаровий персептрон широко використовується в задачах класифікації, кластеризації на прогнозування. Це, звичайно, не універсальне рішення всіх проблем, але досить потужна модель для широкого застосування.

Тому для задачі прогнозування захворювання атеросклерозу я обрала багатошаровий персептрон, який має безліч варіантів реалізації на різних платформах розробки.

* 1. **Навчання нейронних мереж**

Процес навчання нейронної мережі визначає вибір і налаштування архітектури нейронної мережі. В свою чергу вибір навчання мережі залежить від задачі та вхідних даних, їхньої впорядкованості.

Загалом навчання штучних нейронних мереж поділяють на дві категорії: навчання з вчителем та навчання без вчителя. Також зараз виділяють окремим видом навчання нейронної мережі – навчання з підкріпленням.

* + 1. ***Навчання з учителем***

Навчання з учителем передбачає надання нейронній мережі впорядкованих вхідних даних. «Учителем» виступають заздалегідь визначення закономірності між даними та очікуваним результатом.

Найбільш поширеними задачами, що вирішуються навчанням тучної нейронної мережі з учителем є класифікація та регресія. У задачах класифікації алгоритм передбачає відгук для невивчених даних на основі навчальних даних, що продукує безліч можливих кінцевих відповідей. У задах регресії вихідні дані, які намагається передбачити алгоритм є безперервними – тобто дійсні числа або вектори дійсних чисел.

Схема структури навчання нейронної мережі на рисунку 2.8 ілюструє процес навчання з учителем. На схемі участь вчителя розглядається як існуючі знання про навколишнє середовище, ці знання представлені парами «вхід-вихід». При цьому саме навколишнє середовище невідоме системі, що навчається.

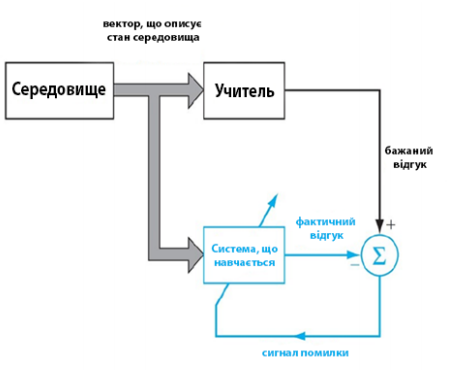


Рисунок 2.8 – Схема навчання НМ з учителем

У випадку коли на вхід вчителю та навчальній системі подається навчальний вектор з навколишнього середовища, то вчитель на основі вже наявних знань може сформулювати та передати системі бажаний відгук (дії, які мусить виконати система), який відповідає цьому вхідному вектору. Різницею між бажаним і поточним відгуком системи називають сигналом помилки. Параметри системи налаштовуються завдяки комбінації навчальної вибірки та сигналу помилки, а також використовуючи різні методи оптимізації. У такому випадку навчання, налаштування відбувається поступово та покроково для того, щоб система імітувала поведінку вчителя. Оптимально підібрані параметри дозволяють системі конкретно визначати відгук для раніше невідомих векторів, так як знання вчителя передаються в систему в максимально повному обсязі [19].

Процес навчання може не використовувати повнорозмірні вхідні данні, це може бути невиправданим або неможливим у деяких випадках. Тому часто вхідні дані треба піддавати попередній обробці. Найбільшою проблемою в такому підході може бути пошук та вибір ознак, які необхідно передати для навчання штучної мережі.

Одним з основних завдань у навчанні штучної нейронної мережі є здатність до узагальнення. Виокремлення закономірностей з прецедентів забезпечує можливість добре відпрацьовувати нові випадки, які ще не були вивчені мережею. В більшості випадків навчальну помилку можна зменшити, тобто помилку, що виникає в процесі навчання. Але основна відмінність машинного навчання від алгоритмів оптимізації також лежить у низькій помилці узагальнення, так званої тестової помилки.

Тестова помилка визначається очікуваним значенням помилки на новому вході і як правило оцінюється шляхом вимірювання продуктивності алгоритму на тестовій вибірці прикладів, які не належать до навчальної вибірки. Невелика середня помилка навчання і невеликий розрив між помилкою навчання і тестовою помилкою – фактори, які впливають на дві центральні проблеми в машинному навчанні – недонавчання і перенавчання.

Недонавчання стається у тому випадку, коли мережа не може отримати достатньо низьке значення помилки на етапі навчальної вибірки. Така ситуація як правило виникає за використання недостатньо складних методів. Перенавчання ж відбувається за умови занадто великого розриву між помилкою навчання і значенням тестової помилки. Зазвичай до цього призводить складний метод навчання в сукупності з невеликим розміром навчальної вибірки. Метою етапу навчання є мінімізації помилок.

На рисунку 11 схематично проілюстровано ефекти недонавчання та перенавчання в порівнянні до оптимально навченого алгоритму.

* + 1. ***Навчання без учителя***

Навчання штучної нейронної мережі без учителя не потребують навчальних даних, також вони не ставлять у відповідність до вхідних даних певний клас. До вхідних даних не надається бажаний відгук, він є непередбачуваним. Як правило такі мережі застосовуються для задач кластеризації – коли задана множина даних розбивається на кластери на основі спільних властивостей та закономірностей, які штучна нейронна мережа визначає сама.



Рисунок 2.9 – Схема навчання нейронної мережі без учителя

Процес навчання може не використовувати повнорозмірні вхідні данні, це може бути невиправданим або неможливим у деяких випадках. Тому часто вхідні дані треба піддавати попередній обробці. Найбільшою проблемою в такому підході може бути пошук та вибір ознак, які необхідно передати для навчання штучної мережі.

Одним з основних завдань у навчанні штучної нейронної мережі є здатність до узагальнення. Виокремлення закономірностей з прецедентів забезпечує можливість добре відпрацьовувати нові випадки, які ще не були вивчені мережею. В більшості випадків навчальну помилку можна зменшити, тобто помилку, що виникає в процесі навчання. Але основна відмінність машинного навчання від алгоритмів оптимізації також лежить у низькій помилці узагальнення, так званої тестової помилки.

Тестова помилка визначається очікуваним значенням помилки на новому вході і як правило оцінюється шляхом вимірювання продуктивності алгоритму на тестовій вибірці прикладів, які не належать до навчальної вибірки. Невелика середня помилка навчання і невеликий розрив між помилкою навчання і тестовою помилкою – фактори, які впливають на дві центральні проблеми в машинному навчанні – недонавчання і перенавчання.

Недонавчання стається у тому випадку, коли мережа не може отримати достатньо низьке значення помилки на етапі навчальної вибірки. Така ситуація як правило виникає за використання недостатньо складних методів. Перенавчання ж відбувається за умови занадто великого розриву між помилкою навчання і значенням тестової помилки. Зазвичай до цього призводить складний метод навчання в сукупності з невеликим розміром навчальної вибірки. Метою етапу навчання є мінімізації помилок.

На рисунку 2.10 схематично проілюстровано ефекти недонавчання та перенавчання в порівнянні до оптимально навченого алгоритму.

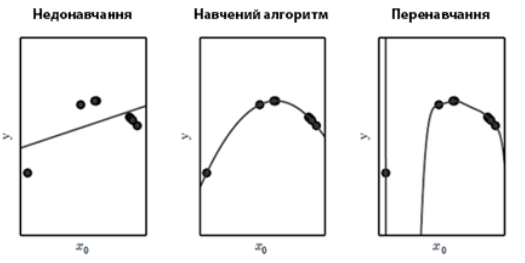


Рисунок 2.10 – Схема навчання нейронної мережі без учителя.

* + 1. ***Навчання з підкріпленням***

Навчання з підкріпленням — це різновид машинного навчання, ключовою задачею якого є знаходження відображення подій до дій таким чином, щоб максимізувати числовий сигнал винагороди. Мережі не говориться заздалегідь які дії слід приймати. Тому вона має дослідити які дії дають найбільшу винагороду, за їх виконання. У більш складних алгоритмах дії можуть впливати не тільки на найближчу винагороду, але й на винагороду за наступну подію та всі подальші винагороди. Пошук методом спроб і помилок та відкладена винагорода — дві найважливіші характеристики та відмінні риси начавчання з підкріпленням.

Головна відмінність навчання з підкріпленням він навчання з учителем заключається в тому, що мережі не потрібно подавати позначені пари «вхід-вихід», а також, в тому, що неоптимальні дії не потрібно явно виправляти.

Однією з проблем, що виникають у випадках навчання з підкріпленням, якої не виникає в інших видах навчання, є компроміс між дослідженням та експлуатацією. Щоб отримати багато винагороди, штучна нейронна мережа мусить віддавати перевагу діям, які вона виконувала в минулому та вже зазначила їх ефективними в отриманні нагороди. Але для виявлення таких дій, мережа має спробувати дії, які не обирала раніше. Тобто штучна мережа мусить використовувати те, що вже пережила та дослідила, щоб отримати винагороду, але їй також необхідно досліджувати нові дії, щоб зробити кращий вибір дій у майбутньому. Дилема заключається в неможливості використання окремо експлуатації та дослідження для розв’язання більшості задач. Мережа повинна спробувати різні дії для того, щоб поступово віддавати перевагу найкращим. У випадках стохастичних задач, кожну дію необхідно виконувати багато разів для отримання достовірної оцінки очікуваної винагороди.

Серед усіх форм навчання штучної нейронної мережі, навчання з підкріпленням вважається найбільш близьким до навчання, яке здійснюють люди та тварини, і багато з основних початкових алгоритмів навчання з підкріпленням надихались біологічними системами навчання. Навчання з підкріпленням може підкріплюватись, як психологічною моделлю навчання у тварин, яка відповідає емпіричним даним, так і впливовою моделлю системою винагород.

Навчання з підкріпленням широко застосовується в задачах робототехніки з метою вирішення проблем керування великих розмірностей, на приклад рухи та балансування. Також навчання з підкріпленням застосовують для вирішення таких важких настільних ігор як шахи, у відеоіграх, сфері охорони здоров’я, торгівлі та інших.

* 1. **Генетичний алгоритм**

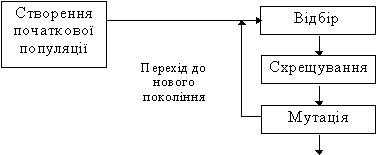
Генетичним алгоритмом називають просту модель еволюції в природі, яка представлена у вигляді комп’ютерної програми.

У генетичному коді використовують аналог механізму генетичного спадкування та аналог природного відбору.[20]

Таблиця 2.1 – СХЕМА ДАНИХ ДЛЯ ГЕНЕТИЧНОГО КОДУ

|  |  |
| --- | --- |
| Хромосома | Вектор (або послідовність) з нулів та одиниць. Кожна позиція називається геном. |
| Індивідум – генетичний код | Набір хромосом – варіант рішення задачі |
| Кросовер | Операція обміну даними між хромосомами |
| Мутація | Випадкова зміна позицій в хромосомі |

Для моделювання еволюційного процесу генерується спочатку випадкова популяція – кілька індивідумів з випадковим набором хромосом-числових векторів. Таким чином генетичний аголритм буде імітувати еволюцію цієї випадкової популяції як циклічний процес схрещування індивідумів та зміни поколінь. [20]



Результат

Рисунок 2.11 – Спрощена схема генетичного алгоритму

Життєвим циклом популяції називають кілька випадкових схрещувань за допомогою кросовера та мутацій, в результаті чого до популяції додаються нові індивідуми. Відбором в генетичному алгоритмі являється процес формування нової популяції зі старої, після чого стара популяція гине. Після відбору нової популяції застосовують знову операції кросоверу та мутацій, за ним знову проводять відбір і так далі. Таким чином відбір у генетичному алгоритмі нагадує принципи природного відбору:

1. Пристосування індивідума – значення цільової функції на цьому індивідумі
2. Виживання найбільш пристосованих – популяція наступного покоління формується відповідно до цільової функції. Чим більш пристосований індивід, тим вища його імовірність участі у кросовері, тобто розмноженні. [20]

За таким принципом модель відбору визначає, як варто будувати популяцію наступного покоління. Зазвичай імовірність участі індивіда в схрещуванні пропорційно залежить від його пристосування. Іноді використовується «стратегія елітизму» - коли кілька кращих індивідумів переходять у наступне покоління без змін та не беруть участі у кросовері. Кожна наступне покоління буде в середньому кращим за попереднє. На етапі, коли пристосованість індивідумів не збільшується помітно, процес зупиняють, а за розв’язання задачі оптимізації обирають найкращого з виведених індивідумів.[20]

Генетичні алгоритми широко використовуються в задачах оптимізації у сфері інвестицій та фінансів. Це дозволяє моделювати найкращі варіанти інвестування та організації фінансових структур, заощаджуючи ресурси компаній.

* 1. **Мови програмування, що використовуються для реалізації штучних нейронних мереж**

Згідно різних спільнот програмістів [44], [45], [46] з 2018 року перше місце в популярності реалізації штучних нейронних мереж займає мова програмування Python. Це місце Python впевнено тримає через свою простоту використання та програмування. Синтаксис, що використовується у Рython, дуже простий та його можна легко вивчити, а тому в ньому можна легко запровадити багато алгоритмів штучного інтелекту. Python займає короткий час розробки в порівнянні з іншими мовами, такими як Java, C ++ або Ruby. Python підтримує об'єктно-орієнтовані, функціональні, а також процедурно-орієнтовані стилі програмування. У Рython є багато бібліотек, які полегшують завдання програмування нейроних мереж [45].

Але це не єдина мова, яку можна використовувати для створення та навчання штучних нейронних мереж.

Також популярною мовою програмування штучних нейронних мереж є R – одна з найефективніших мов програмування для аналізу та обробки даних у статистичних цілей. Використовуючи R, розробник може легко створити гарні для розуміння та презентації графіки, включаючи математичні символи та формули, де це необхідно. Крім мови загального призначення, R має численні пакети, такі як RODBC, Gmodels, Class та Tm, які використовуються в галузі машинного навчання [44].

Однією з найстарших мов програмування, яка досі важлива та використувається в галузі машинного навчання є мова Lisp. Ця мова відома своєю унікальною гнучкістю у розвитку штучного інтелекту, у випадках вирішення складних проблем. LISP став сильною та динамічною мовою в кодуванні, що пропонує свободу розробникам. Його вважають досить гнучким, що дозволяє швидко створювати прототипи та експериментувати на нових рівнях[45].

Lisp пропонує унікальну макросистему, яка полегшує впровадження різних рівнів інтелекту для розробників. Саме тому розробники вибирають Lisp як вирішення проблем для індуктивних логічних проектів та машинного навчання[46].

Крім вищезгаданих мов програмування, також можна використовувати мови Prolog, Java, JavaScript, C++ та багато інших.

З огляду на функціонал та легкість у використанні було вирішено зупинитись на виборі мови програмування Pythоn для реалізації даного проекту.

**Висновки до другого розділу**

В ході другу розділу було:

1. Розроблено концептуальну модель захворювання атеросклерозу методами інтелектуального аналізу даних, зокрема з використанням нейромереж.
2. Встановлено, що для вирішення поставленої задачі актуальним є штучні нейронні мережі прямого поширення.
3. Виділено архітектури одношарового та багатошарового персептронів. Наведено їхні переваги та недоліки. Згідно наведеної інформації вище було прийняте рішення використовувати багатошаровий персептрон як архітектуру нейронної мережі для розв’язання задачі прогнозування атеросклерозу, оскільки задача не передбачає прив’язки моделі до часу та не потребує інверсійних дій.
4. Розглянуто способи навчання штучних нейронних мереж, таких як навчання з учителем, навчання без вчителя та навчання з підкріпленням. На основі обробленої інформації та вхідного сету даних для цієї дипломної роботи вирішено використовувати навчання з учителем, оскільки вхідні дані мають чіткі паки «вхід-вихід», на яких буде навчатись нейронна мережа.
5. Було розглянуто мови сучасні практики використання мов програмування для моделей штучної нейронної мережі та вирішено, що у даній роботі буде доцільно застосувати мову програмування Python

**РОЗДІЛ 3. ПОБУДОВА МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАХВОРЮВАННЯ АТЕРОСКЛЕРОЗУ ЗА ДОПОМОГОЮ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ**

**3.1. Формалізація бази знань захворювання атеросклерозу**

Визначення вхідних даних для навчання штучної нейронної мережі є дуже важливим етапом на шляху до створення штучної нейронної мережі. Дата сет для цієї роботи був зібраний з пацієнтів інституту Серцево-судинних захворювань ім. М. Амосова. Початково до бази даних входять 17 стовпців даних та 1000 рядків. Найменування змінних, пояснення та їхній тип даних наведені нижче:

1) Оперативне втручання – чи мав користувач оперативні втручання пов’язані з серцево судинною системою – булевий тип, варіанти «ні», «так».

2) Шунтування – чи робили користувачу шунтування артерій – булевий тип, варіанти «ні», «так».

3) Вік – числовий тип.

4) Зріст – числовий тип.

5) Вага – числовий.

6) Індекс маси тіла – обраховується на основі зросту та ваги, числовий тип.

7) Стать – булевий тип, варіанти «чоловік», «жінка».

8) Частота серцевих скорочень – числовий тип.

9) Систолічний артеріальний тиск – числовий.

10) Діастолічний тиск – числовий.

11) Антигіпертензивна терапія – чи проходив користувач антигіпертензивну терапію – має булевий тип даних, варіанти «ні», «так».

12) Стеноз артерій – чи був діагностований стеноз будь-яких артерій – «ні», «так».

13) Стеноз артерій ніг – «ні», «так».

14) Інсульт в анамнезі – «ні», «так».

15) Діабет – булевий тип, «ні», «так.

16) Рівень холестерину – категоріальний тип, показники об’єднані в групи, варіанти відповіді – «норма», «підйом в межах норми», «норма-підйом вище норми», «стабільно вище норми».

17) Прогрес – чи має людина атеросклероз, чи ні («так», «ні» відповідно).

Початкові дані не є стандартизованими та потребують первинної обробки перед тим, як застосовувати їх для навчання нейронної мережі.

Для зручності використання у булевих показниках «ні» замінюємо «0», а «так» – «1».

У змінній «стать» також замінюємо «чоловік» на «0», а «жінка» на «1».

Категоріальну змінну холестерин варто закодувати для зручності використання у мові програмування, тому показники «норма», «підйом в межах норми», «норма-підйом вище норми», «стабільно вище норми» замінюємо на «0», «1», «2» та «3» відповідно. У всіх інших змінних залишимо дані без змін.

Визначимо, чи всі змінні варто враховувати у вибірці вхідних даних. Проведемо кореляційний аналіз, щоб визначити, чи всі змінні впливають на наявність атеросклерозу у пацієнта. Для цього використаємо програму від IBM – SPSS Statistics, які надають безкоштовну ліцензію в користування для студентів. SPSS Statistics було обрано за інтуїтивно зрозумілий інтерфейс, зручність у використанні та інтерпретації результатів. Єдиним недоліком SPSS Statistics є нездатність обробляти дуже великі об’єми даних, але база вхідних даних містить тільки 1000 рядків, тому SPSS Statistics є найшвидшим та найоптимальнішим варіантом у перевірці кореляцій між змінними та результатом.

Спочатку перевіримо данні на нормальність для того, щоб обрати критерій дослідження кореляції. Для цього використаємо функції описових статистик у IBM SPSS Statistic.

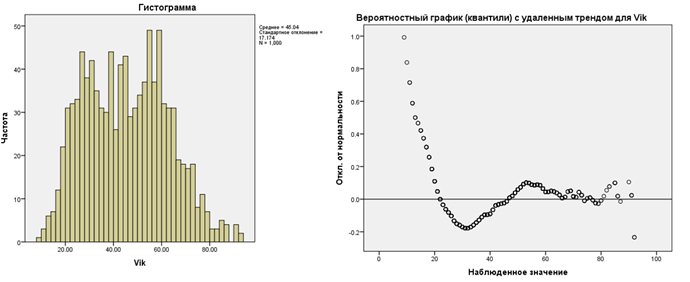


Рисунок 3.1 – Перевірка на нормальність змінної «вік»

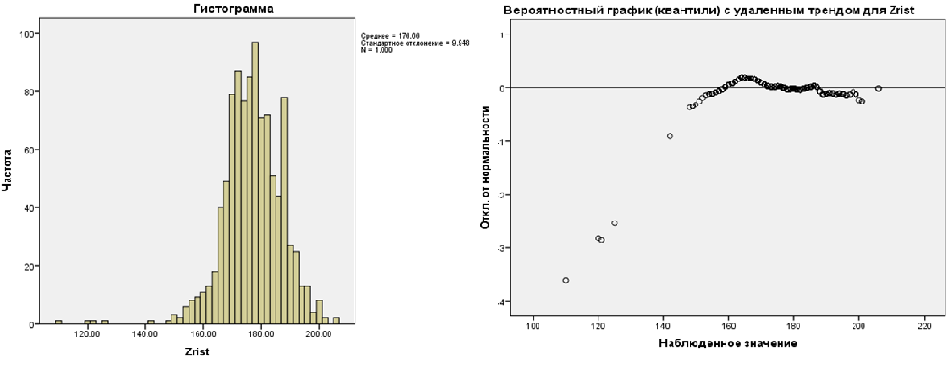


Рисунок 3.2 – Перевірка на нормальність змінної «зріст»

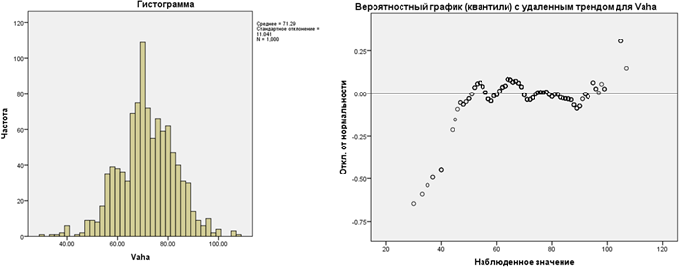


Рисунок 3.3 – Перевірка на нормальність змінної «вага»

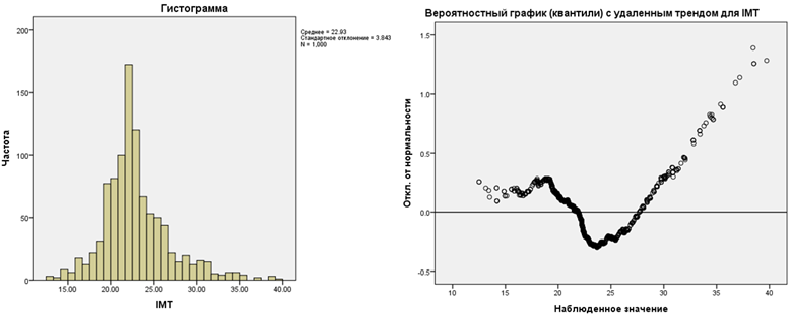


Рисунок 3.4 – Перевірка на нормальність змінної «ІМТ»

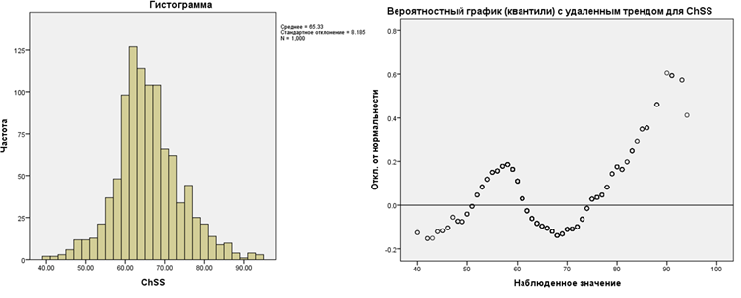


Рисунок 3.5 – Перевірка на нормальність змінної «пульс»

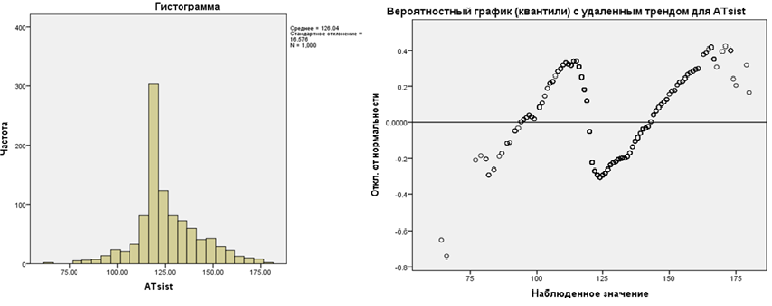


Рисунок 3.6 – Перевірка на нормальність змінної «систолічний артеріальний тиск»

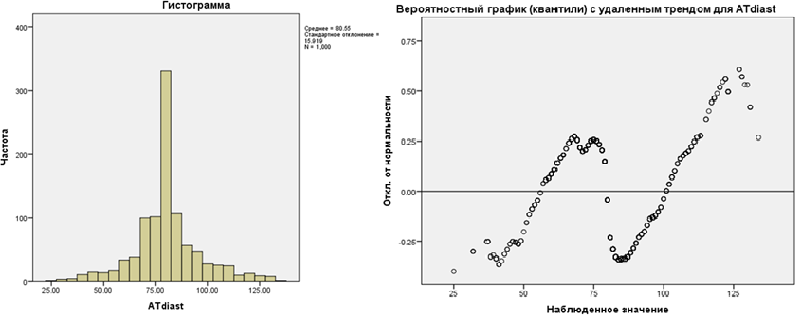


Рисунок 3.7 – Перевірка на нормальність «діастолічний артеріальний тиск»

Жодна з числових змінних не має нормального розподілу, що означає необхідність використання критерію Спірмана для дослідження кореляційних зв’язків між всіма вхідними змінними та результуючою. У результаті маємо кореляції наведені у таблиці 3.1

Таблиця 3.1 – МАТРИЦЯ КОРЕЛЯЦІЙ З IBM SPSS STATISTICS

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Progres | OperVtr | Shunt | Vik | Zrist | Vaha | IMT | Stat | ChSS |
| Progres | 1.000 | .500 | .354 | .700 | .126 | .465 | .575 | -.319 | .199 |
| OperVtr | .500 | 1.000 | .708 | .443 | .065 | .137 | .098 | -.132 | .202 |
| Shunt | .354 | .708 | 1.000 | .380 | .009 | .106 | .090 | -.123 | .171 |
| Vik | .700 | .443 | .380 | 1.000 | .074 | .330 | .283 | -.159 | .258 |
| Zrist | .126 | .065 | .009 | .074 | 1.000 | .297 | -.280 | -.302 | .026 |
| Vaha | .465 | .137 | .106 | .330 | .297 | 1.000 | .869 | -.392 | .062 |
| IMT | .575 | .098 | .090 | .283 | -.280 | .769 | 1.000 | -.222 | .070 |
| Stat | -.319 | -.132 | -.123 | -.159 | -.302 | -.392 | -.222 | 1.000 | .078 |
| ChSS | .199 | .202 | .171 | .258 | .026 | .062 | .070 | .078 | 1.000 |
| ATsist | .438 | .226 | .292 | .328 | -.006 | .218 | .206 | -.152 | .140 |

*Продовження таблиці 3.1*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Atdiast | .061 | -.002 | .061 | .091 | -.009 | .052 | .061 | -.014 | -.011 |
| Agtherap | .669 | .372 | .503 | .469 | .103 | .198 | .120 | -.188 | .196 |
| Cholesteryn | .813 | .594 | .453 | .614 | .095 | .281 | .212 | -.217 | .184 |
| Stenoz | .146 | .120 | .103 | .152 | .035 | .062 | .029 | .000 | .099 |
| Stenoznig | .109 | .114 | .066 | .089 | .054 | -.030 | -.064 | -.066 | .051 |
| Insult | .163 | .170 | .064 | .126 | .005 | .027 | .018 | .054 | .042 |
| Diabet | .294 | .112 | .054 | .138 | .083 | .089 | .049 | -.050 | .011 |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Atsist | Atdiast | Agtherap | Cholesteryn | Stenoz | Stenoznig | Insult | Diabet |
| Progres | .438 | .061 | . 669 | .813 | .146 | .109 | .163 | .294 |
| OperVtr | .226 | -.002 | .372 | .594 | .120 | .114 | .170 | .112 |
| Shunt | .292 | .061 | .483 | .453 | .103 | .066 | .064 | .054 |
| Vik | .328 | .091 | .469 | .614 | .152 | .089 | .126 | .138 |
| Zrist | -.006 | -.009 | .103 | .095 | .035 | .054 | .005 | .083 |
| Vaha | .218 | .052 | .198 | .281 | .062 | -.030 | -.027 | .089 |
| IMT | .206 | .061 | .120 | .212 | .029 | -.064 | .018 | .049 |
| Stat | -.152 | -.014 | -.188 | -.217 | .000 | -.066 | .054 | -.050 |
| ChSS | .140 | -.011 | .196 | .184 | .099 | .051 | .042 | .011 |
| Atsist | 1.000 | .120 | .289 | .380 | .118 | .007 | .015 | .078 |
| Atdiast | .120 | 1.000 | .111 | .102 | -.010 | .060 | -.061 | -.026 |
| Agtherap | .289 | .111 | 1.000 | .501 | .151 | .142 | .096 | .331 |
| Cholesteryn | .380 | .102 | .501 | 1.000 | .097 | .143 | .198 | .279 |
| Stenoz | .118 | -.010 | .151 | .097 | 1.000 | .249 | .059 | -.062 |
| Stenoznig | .007 | .060 | .142 | .143 | .249 | 1.000 | .206 | -.048 |
| Insult | .015 | -.061 | .096 | .198 | .059 | .206 | 1.000 | .077 |
| Diabet | .078 | -.026 | .331 | .279 | -.062 | -.048 | .077 | 1.000 |

З матриці кореляцій можна прослідкувати, що суттєвий вплив на наявність атеросклерозу мають наявність операцій серцево-судинної системи (коефіцієнт кореляції 0.500), вік пацієнта (0.7), антигіпертензивна терапія (0.669), індекс маси тіла (0.575) та рівень холестерину (0.813).

Залежності у наборі даних збігаються з загальними медичними уявленнями про причини атеросклерозу [21]. Адже, атеросклероз вважається віковою хворобою, та є наслідком накопичення холестерину на стінках артерій. Тому ці змінні обов’язково мають бути включенні до вхідної вибірки навчання штучної мережі.

Дослідимо також інші показники, які не перевищили рівень значущості коефіцієнту кореляції, але також можуть бути важливими змінними для навчання мережі. Показники стенозу артерій, стенозу артерій ніг та інсульту мають дуже низький коефіцієнт кореляції з прогресом атеросклерозу, який не перевищує поріг значимості. Але згідно медичних довідників [21] стеноз артерій у 90% випадків є наслідком атеросклерозу, а інсульт наслідком стенозу. Також варто врахувати, що пацієнтів після інсульту у вибірці всього 39 з 591 випадку з атеросклерозом, також дуже мала кількість пацієнтів зі стенозом та стенозом артерій ніг – 30 та 18 відповідно.

Оскільки на меті проект має визначення на ранніх стадіях атеросклерозу, то було прийнято рішення не включати до вхідної вибірки змінні: стеноз, стеноз артерій ніг та інсульт, так як вони є вже важкими наслідками прогресуючого атеросклерозу.

Індекс маси тіла обраховується з ваги та зросту – тому вага та зріст теж мають залишитись у вибірці.

Стать має від’ємну кореляцію (-319) з прогресом атеросклерозу, що в даному випадку означає, що до захворювання більш схильні чоловіки (чоловік – 0, жінка – 1 в кодуванні даних). Українські лікарі схиляються до думки, що чоловіки більш схильні до атеросклерозу та швидшого його розвитку, ніж жінки [37]. Скоріше чоловіки більш схильні до шкідливих звичок та стресів, що суттєво впливає на розвиток атеросклерозу [37]. Також чоловіки рідше відвідують лікаря та проходять обстеження. Тому було вирішено залишити цю змінну, не дивлячись на те, що вона не досягла рівня значущості коефіцієнту кореляції.

Систолічний артеріальний тиск, діастолічний тиск та пульс також було вирішено залишити, оскільки атеросклероз часто впливає на підвищення тиску пацієнта та зміни в серцевому ритмі [36].

Пацієнти з діабетом також є в зоні підвищеного ризику щодо атеросклерозу, через підвищений ризик до накопичення нездорового холестерину [36]. Тому цей показник також не варто виключати з вхідних даних.

Шунтування артерій не показало коефіцієнту кореляції більше 0,5, але корелює з показниками антигіпертензивної терапії та оперативного втручання.

Отже, після проведеного Кореляційного аналізу, було прийнято рішення залишити 14 показників з початкових 17. До навчальної вибірки увійшли такі змінні:

* Операції серцево-судинної системи – булевий тип даних;
* Шунтування артерій – булевий тип;
* Вік пацієнта – числовий тип даних;
* Зріст – числовий тип;
* Вага – числовий тип;
* Індекс маси тіла – числовий тип;
* Стать – булевий тип;
* Пульс – числовий;
* Систолічний артеріальний тиск – числовий тип;
* Діастолічний артеріальний тиск – числовий тип;
* Антигіпертензивна терапія – булевий тип;
* Холестерин – категоріальний тип даних;
* Діабет – булевий тип.

**3.2. Вибір засобів для реалізації моделі**

***3.2.1. Мова програмування Python***

Останні кілька років Python користується стабільним зростанням популярності і за даними світової спільноти програмістів StackOverflow станом на 2019 рік є однієї з найпопулярніших мов програмування у світі [23][74].

Пристосований для будь-яких додатків, починаючи від веб-розробки до автоматизації процесів, Python стає однією з головних мов програмування, що використовують розробники штучного інтелекту, машинного та глибокого навчання.

В свою чергу, штучний інтелект створив додатковий світ можливостей як для розробників, так і для користувачів різних типів додатків. Він дозволяє компанії Youtube рекомендувати улюблених виконавців та пісні своїм користувачам, а Netflix знати, що саме ви хотіли б побачити [22][62]. Штучний інтелект досить широко використовується компаніями, що займаються обслуговуванням клієнтів, він допомагає у керуванні самообслуговуванням та покращенні робочих процесів іноді навіть у оцінці продуктивності працівників.

Однією з основних особливостей, що роблять Python таким популярним є широкий вибір бібліотек та фреймворків. Це значно полегшує кодування для розробників та економить час, що є значним плюсом для компаній та програмістів, що працюють у сфері машинного та глибокого навчання [24][64][72].

Одними з найбільш уживаних бібліотек, які працюють поряд з такими структурами, як TensorFlow, CNTK та Apache Spark є:

- NumPy – використовується для наукових обчислень;

- Keras – відкрита бібліотека для нейронних мереж;

- SciPy – бібліотека для розширених обчислень;

- Scikit-learn – бібліотека для обміну даними та аналізу даних.

Також Python корисний своїм стислим, легким до читання, кодом, і майже не має рівних, коли справа стосується простоти використання, що є корисним для розробників-початківців [22][68].

Простий синтаксис Python також означає, що він швидший за багато інших мов програмування у розробці, що дозволяє розробнику швидко тестувати алгоритми без їх повного впровадження. Крім того, легкий у читанні програмний код є безцінним для спільного роботи над проектом [24].

Python – це мова програмування з відкритим кодом, що підтримується великою кількістю користувачів, ресурсів та досить якісною документацією. Він також має велику та активну спільноту розробників, що готові надавати поради та допомогу на всіх етапах процесу розробки [22].

***3.2.2. Git***

Git – це система управління версіями, що використовується для відстеження змін у програмних файлах. Зазвичай її використовують для управління вихідним кодом при розробці програмного забезпечення.

Деякі особливості Git:

* Відстежує історію;
* Він є безкоштовним та з відкритим кодом;
* Підтримує нелінійний розвиток;
* Створює резервні копії;
* Підтримує співпрацю між різними людьми;
* Має розподілений розвиток [25].

***3.2.3. Засоби розгортання Docker***

Docker - це потужний інструмент для створення та розгортання програм. Він суттєво спрощує розгортання програм у різних системах і є корисним інструментом для інтеграції різних технологій. Додаток, роозроблений на Docker, запускається однаково кожного разу у кожній системі. Це означає, що якщо програма працює на якомусь локальному комп’ютері, то вона працюватиме в будь-якому місці, яке підтримує Docker. Це значно спрощує процес розробки і може бути потужним інструментом для постійної доставки рішень на будь який сервер. В результаті можна створити контейнер з різними додатками, передати команді з контролю якості, а після цього потрібно лише запустити контейнер для копіювання оточення. Таким чином, використання інструментів Docker може суттєво зекономити час. Крім того, на відміну від рішення віртуальних машин, не потрібно турбуватися про те, яку платформу використовати – контейнери Docker працюють скрізь [26].

Контейнер – це стандартизований блок програмного забезпечення, який «пакує» програмний код та всі його залежності, що дозволяє швидко та надійно перемикатись з одного обчислювального середовища в інше.

Образ контейнера Docker – це легкий, автономний, робочий пакет програмного забезпечення, який включає все необхідне для запуску програми: код, час виконання, системні інструменти, системні бібліотеки та налаштування[26].

Контейнерне програмне забезпечення завжди працюватиме однаково, незалежно від інфраструктури. Контейнери ізолюють програмне забезпечення від його середовища та забезпечують йому рівномірну роботу.

Контейнери Docker набувають популярності через наявність в них віртуальної машини. Окремі віртуальні машини містять повні копії операційної системи, програми, необхідні бінарні файли та бібліотеки – це може займати десятки гігабайт. Віртуальні машини також можуть повільно працювати та завантажуватися. В порівняні з ними, Docker-контейнери займають менше місця (їхній образ зазвичай важить лише десятки мегабайт) та обробляють більшу кількість. Таким чином, вони більш гнучкі та працездатні. Крім того, використання Docker у хмарних рішення є популярним та вигідним[26].

Ще однією суттєвою перевагою контейнерів Docker є їхня здатність не тільки тримати додатки порізну, але й відокремлювати їх від основної системи. Це дозволяє розробнику легко визначати, яким чином виділений контейнерний блок використовує свої системні ресурси. Це також гарантує те, що дані та код залишаються окремими.

***3.2.4. Фреймворк Flask***

Flask - це легкий фреймворк, який іноді називають мікрофреймворком. Flask містить деякий стандартний функціонал та дозволяє розробнику додавати будь-яку кількість бібліотек та плагінів для розширення. У випадку розробки простого, інноваційного та швидкого додатку Flask саме те, що треба, оскільки крім вище перерахованого він також гнучкість. Flask постачається з невеликим набором простих у вивченні протоколів доступу до додатку, а документація – проста та зрозуміла [27].

Особливості Flask:

- Надає розробнику повний контроль над рішеннями щодо складання програми на етапі розробки;

- Має вбудований сервер розробки та швидке налагодження;

- Прості та гнучкі конфігурації;

- RESTful та обробка запитів HTTP

- Підтримує інтегроване тестування [27];

Flask є конкурентом ще одному популярному фреймворку для Python – Django.

Django - це система веб-додатків, яка контролює багато стандартних функціональних можливостей для створення захищених веб-сайтів. У випадку використання Djangо все що потрібно для розробника – це побудувати свою бізнес-логіку. Django також безкоштовний, з відкритим кодом повнофункціональний фреймворк та має дуже активну підтримку спільнот програмістів з заповненям документації [28].

Django - це повнофункціональний фреймворк з безліччю функцій та має вже налаштований функционал, а Flask залишає все на особистий контроль розробника. Кілька відмінностей у порівняльній таблиці допомагають зрозуміти, чому Flask має суттєві переваги для данної роботи:

Таблиця 3.2 – ПОРІВНЯЛЬНА ТАБЛИЦЯ ФРЕЙМВОРКІВ DJANGO ТА FLASK[28]

| Django | Flask |
| --- | --- |
| Повний набір веб-фреймворку, що відповідає підходу «все включено» | Легкий фреймворк з мінімалістичними особливостями. |
| Розробники вже мають доступ до найпоширеніших функцій, що робить розвиток швидшим. | Розробники можуть досліджувати та зберігати контроль над ядром програми. |
| Django має готову до використання адміністративну частину, яку можна налаштовувати. | Flask не має жодної такої функції для управління завданнями адміністрування. |
| Оснащений вбудованим шаблонізатором, що економить багато часу на розробку. | Шаблонізатор Jinja2 базується на шаблоні Django. |
| Дозволяє розробнику розділити один проєкт на кілька невеликих додатків, що допомагає легко розробляти та підтримувати. | Кожен проєкт може бути однією програмою, але до однієї програми може бути додано кілька моделей та виглядів. |

*Продовження таблиці 3.2*

|  |  |
| --- | --- |
| Django-адміністрування – це вбудований інструмен, за допомогою якого розробники можуть створювати веб-програми без будь-якого зовнішнього введення. | Особливості адміністратора не такі помітні, як у Django. |
| Джанго вважається більш популярним, так як він пропонує багато функцій, що скорочує час на створення складних додатків. | Flask - це гарний початок, якщо ви початківець і займаєтесь веб-розробкою. |
| Django не підходить для проектів, де вимоги динамічно змінюються. | За допомогою Flask просту програму можна згодом змінити, щоб додати більше функціональності та зробити її складнішою. Це забезпечує гнучкість для швидкого розширення програми. |
| Розробники не можуть дозволити собі незмінну гнучкість, оскільки модулі, надані Django. | Розробники можуть вільно користуватися будь-якими плагінами та бібліотеками та гнучко формувати функції. |
| Для того ж функціоналу Django потрібно більше ніж у 2 рази більше рядків коду, ніж Flask. | Для додаткового використання Flask потрібно набагато менше рядків коду для простого завдання. |

***3.2.5. SQLAlchemy***

SQLAlchemy - це об’єкт-реляційний картограф, що написаний мовою програмування Python, щоб надати розробникам потужність і гнучкість баз даних SQL. SQLAlchemy обертається навколо API бази даних Python (Python DBAPI), який постачається з Python і був створений для полегшення взаємодії між модулями Python та базами даних. DBAPI був створений для встановлення послідовності та портативності, коли справа стосується управління базами даних, хоча розробнику не потрібно безпосередньо взаємодіяти з нею, оскільки SQLAlchemy є точкою контакту. SQLAlchemy Core забезпечує засоби для генерування SQL запитів. [29]

Хоча SQLAlchemy робить програмні бази даних агностичними, важливо зазначити, що конкретні бази даних вимагатимуть конкретних драйверів для підключення до них. Гарним прикладом є Pyscopg, який є реалізацією DBAPI від PostgreSQL, за умови використання якого спільно з SQLAlchemy дозволяє взаємодіяти з базами даних Postgres. Для баз даних MySQL бібліотека PyMySQL пропонує реалізацію DBAPI необхідну для взаємодії з ними. SQLAlchemy також можна використовувати з Oracle та Microsoft SQL Server. Деякі великі компанії використовують SQLAlchemy у зв’язці з Reddit, Yelp, DropBox та Survey Monkey. [29]

***3.2.6. Інтегроване середовище розробки PyCharm***

PyCharm - одне з багатьох інтегрованих середовищ розробки, що доступні для Рython. Я особисто віддаю перевагу PyCharm, оскільки він більш зручний у користуванні, потужний і гнучкий у налаштуваннях порівняно з іншими IDE. Він забезпечує інтеграцію з Git, має власний термінал та консоль Python, забезпечує підтримку різних зручних плагінів та багато корисних комбінацій клавіш.

PyCharm - одна з найбільш широко використовуваних IDE для мови програмування Python. В даний час Python ICP використовується на великих підприємствах, таких як Twitter, Pinterest, HP, Symantec та Groupon [30].

JetBrains розробив PyCharm як кросплатформенний IDE для Python. Окрім підтримки версій 2 та 3 Python, PyCharm також сумісний з операційними системами Windows, Linux та macOS. У той самий час інструменти та функції надані PyCharm, допомагають програмістам швидко та ефективно створювати різноманітні програмні продукти на мові програмування Python. Розробники можуть навіть налаштувати інтерфейс PyCharm відповідно до своїх конкретних потреб та вимог. Крім того, вони можуть розширити IDE, вибравши з понад 50 плагінів для задоволення складних вимог проекту. [31]

Окрім підтримки різних веб-технологій, PyCharm також надає якісну підтримку для міцної веб-бази Python, як Django та Flask. Розробник може використовувати IDE, щоб скористатися пропозиціями щодо доповнення коду для тегів, фільтрів, параметрів та змінних шаблонів Flask. Також програміст може зібрати додаткову інформацію про теги та фільтри, посилаючись на швидку документацію. Python IDE навіть допомагає розробникам налагоджувати шаблони Flask, форматувати код, перевіряти код та керувати консолями. [30]

Крім того, PyCharm допомагає програмістам більш ефективно використовувати Python у проектах з аналізу даних. Він підтримує бібліотеки для Python – NumPy, Anaconda та Metplotlib. Також розробники можуть запустити консоль REPL Python, що вбудована у PyCharm для користування надійними функціями, такими як перевірка синтаксису та перевірка коду. У той самий час, є можливість безперешкодно інтегрувати IDE PyCharm з «записником» IPython для створення інноваційних рішень без зайвих витрат часу та зусиль.[31]

***3.2.7. Платформа для машинного навчання TensorFlow***

TensorFlow з'явився як перехід до DistBelief з попередньої платформи Google ML, яку використовувала модель парамет-сервера. Tensorflow поєднує в собі моделі потоку даних високого рівня і низьку ефективність параметр-серверів, а це означає, що він значніший за свого попередника. TensorFlow поєднує в собі обчислення та управління станом, які раніше виконувались окремими робочими потоками в архітектурах на основі параметр-серверів. Для забезпечення продуктивності він також використовує Tensor Processing Unit, які працюють краще за процесор та графічну карту. Це допомогло зробити розробку складних та нових моделей глибокого навчання більш легким для дослідників і розробників[77][32].

Завдяки використанню графічного процесора він забезпечує одномовну платформу для розробки нових архітектур машинного навчання та використовує єдиний потік даних для представлення всіх обчислень і стану в алгоритмі[33][76] Відкладаючи виконання до завершення програми, це покращує загальну ефективність виконання. Основна сила TensorFlow полягає в одночасному і розподіленому виконанні перекриваючих підграфів загального графа [32].

TensorFlow має значну підтримку спільноти розробників та досить добре працює у прикладних проєктах. Тому багато великих компаній, таких як Google, Twitter, Airbnb, Open AI, використовують Tensorflow для своїх проектів у машинному навчанні[32].

***3.2.8. Бібліотека нейронних мереж Keras***

Keras – це бібліотека нейронних мереж з відкритим кодом, написана на Python, що працює над Theano або Tensorflow. Він розроблений, щоб бути модульним, швидким та простим у використанні. Він був розроблений Франсуа Чолтом, інженером Google [35].

Keras – це обгортка API високого рівня для API низького рівня, здатна працювати з TensorFlow, CNTK або Theano. API високого рівня Keras обробляє так, як і розробник робить моделі, визначаючи шари або встановлюючи кілька моделей входу-виходу. Keras також компілює модель з функціями втрат та оптимізатором, а тренувальний процес відбувається з функцією fit. Керас не обробляє API низького рівня, такий як складання обчислювального графіка, створення тензорів або інших змінних [35][75]. Керас дуже швидко робить модель штучної нейронної мережі, а через доступний API можна легко зрозуміти процес. Написання коду з простою функцією і не потрібно встановлювати кілька параметрів[77]

Є багато спільнот штучного інтелекту, які використовують Keras для своїх програм з глибокого навчання. Багато з них публікують свої приклади робіт та підручники для широкої громадськості [34].

**3.3. Підготовка середовища та серверної частини до програмування штучної нейронної мережі**

Перед створенням моделі прогнозування захворювання атеросклерозу необхідно підготувати середовище розробки, налаштувати відповідні пакети та бібліотеки

***3.3.1. Створення репозиторію*** ***Git***

Для контролю і зберігання файлів додатку створюємо Git-репозиторій спочатку локально, а потім проініціалізований репозиторій завантажуємо на сервіс контролю версій Gitlab.

Так як з часом функціонал додатку буде зростати, то по мірі його зростання ми зможемо контролювати зміни у файлах та у разі необхідності матимемо можливість зберегти або відновити зміни.

***3.3.2. Контейнеризація додатку***

Для зручності розгортання додатку як на сервері, так і на локальній машині, використаємо можливості контейнерізації додатків за допомогою Docker. Для цього створюємо файли конфігурацій та вказуємо необхідні пакети та бібліотекі для інталяції: python:latest, requests, flask-sqlalchemy, openpyxl, numpy, keras, tensorflow. Далі вказуємо розділ з файлами вихідного коду: /usr/src/app та порт, на якому буде працювати «слухач» додатку: 7000.

Далі запускаємо Docker, який створить образ та контейнер нашого додатку та встановіть всі необхідні бібліотеки для його роботи.

***3.3.3. Створення серверу для роботи з користувачами***

Для того, щоб можна було створити взаємодію з кінцевим користувачем, створюємо сервер на базі фреймворку Flask та SQLAlchemy.

Для початку налаштовуємо базову конфігурацію фреймворку та підключаємо SQLAlchemy, а також вказуємо шлях до початкового файлу логіки додатку.

Далі необхідно вказати точку входу, куди користувацька частина буде надсилати дані. Для цього створюємо обробник запитів для роуту “/” та логіку, за допомогою якої Flask зможе зчитувати ці дані та обробляти їх.

**3.4. Модель прогнозування захворювання атеросклерозу**

Отже, як було зазначено у попередніх розділах, модель прогнозування захворювання атеросклерозу буде реалізована у вигляді нейронної мережі прямого поширення та навчання з учителем.

***3.4.1. Ініціалізація моделі прогнозування захворювання атеросклерозу***

Оскільки вхідні дані для навчання штучної нейронної мережі містять дані різних типів, числові – представлені у вигляді цілих чи дробових чисел, булеві – з відповідями «0» та «1», та категоріальні, які можуть містити багато різних категорій, то модель матиме не одну групу вхідних даних, а кілька, тому матиме наступну структуру:

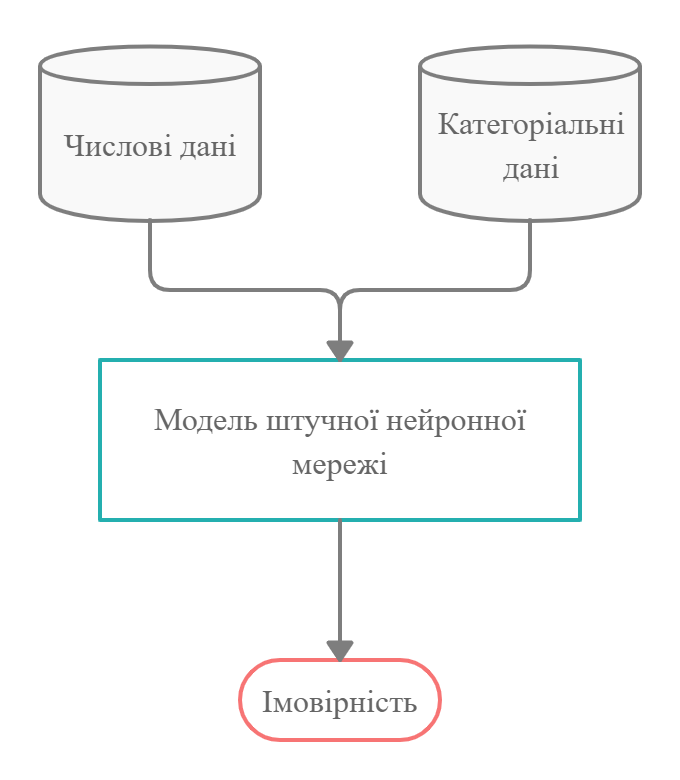


Рисунок 3.8 – Схематичне зображення роботи моделі

Розробка системи машинного навчання, що може обробляти змішані данні, відрізняється від простої схеми роботи з тільки числовими безперервними типами даних. Така система матиме не один набір вхідних даних, а 2 – числовий та категоріальний. У випадку даної роботи навіть 3 набори:

- числовий набір, до якого увійшли змінні вік, зріст, вага, індекс маси тіла, пульс систолічний та діастолічний артеріальний тиск;

- булевий набір: оперативне втручання, шунтування, стать, антигіпертензивна терапія, діабет;

- категоріальний – холестерин.

Бібліотека Keras дозволяє будувати нейронні мережі за допомогою TensorFlow з кількома вхідними наборами даних.

Спершу зчитуємо дані з excel файлу, в якому заздалегідь підготували вхідні дані. Для цього створюємо окрему функцію, визначаємо шлях до файлу, та враховуємо тільки комірки з не порожніми даними:

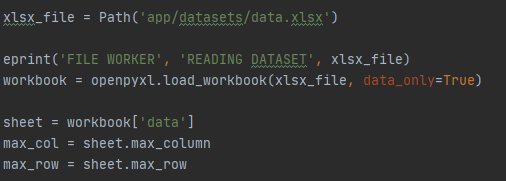


Рисунок 3.9 – Зчитування даних з файлу

Після зчитування даних переходимо до функції реалізації та навчання моделі.

Для кожної змінної створюємо свій референс, тобто скорочення назви змінної, яка буде зберігатись в базу даних.

Потім розбиваємо датасет на 3 вхідних списки, які надалі будуть передаватись до моделі. До одного списку увійшли булеві змінні – оперативне втручання, шунтування, антигіпертензивна терапія, діабет. До другого входить одна категоріальна змінна – холестерин. До третього списку змінних входять числові змінні – вік, зріст, вага, ІМТ, пульс, систолічний та діастолічний артеріальний тиск.

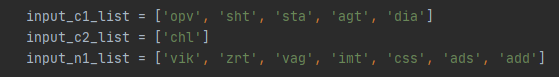


Рисунок 3.10 – Ініціалізація трьох різних списків даних

Переходимо до функції ініціалізації нейронної мережі та передачі вхідних даних.

Імпортуємо необхідні для роботи функції бібліотеки:

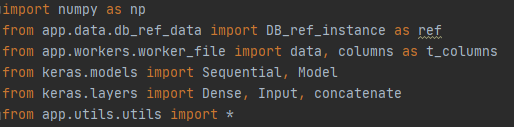


Рисунок 3.11 – Імпорт необхідних бібліотек

Створюємо масиви для імпорту даних з розподілених списків:

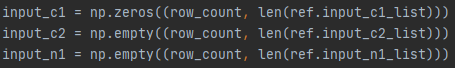


Рисунок 3.12 – Створення масивів для розподілених списків

У кожному списку визначаємо кількість вхідних колонок для навчання, що відповідає кількості колонок в кожному списку:

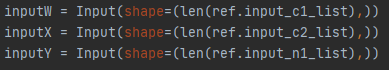


Рисунок 3.13 – Задання кількості вхідних колонок

Далі для кожного списку створюємо свою підмодель штучної нейронної мережі, та результуючу, яка аналізує вихідні данні з кожного з трьох персептронів та видає остаточний результат.

Активаційна функція прихованих шарів була обрана – relu – так як саме ця функція забезпечує найкраще розуміння системі, що вона помиляється і з кожною епохою точність моделі могла збільшувалась, а втрати зменшувались.

У результуючому шарі використовується функція sigmoid.

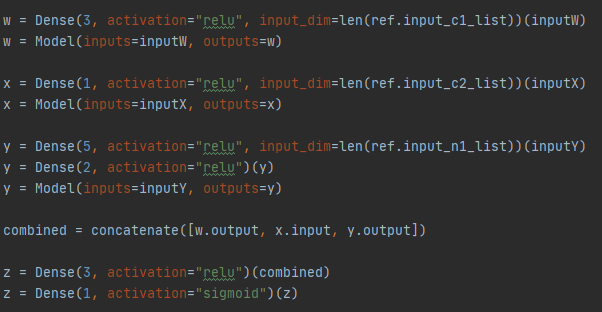


Рисунок 3.14 – Програмування моделі штучної нейронної мережі

Для покращення ефективності моделі та кращої ініціалізації ваг змінних у мережі задаємо логарифмічну функцію втрат, адаптивний алгоритм оптимізації, кількість повних епох та відсоток тестового набору даних від всього датасету:

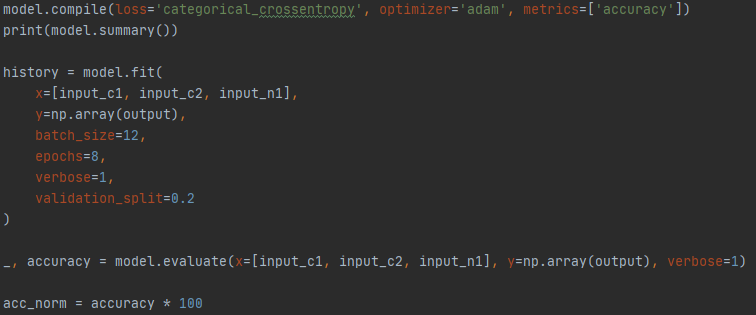


Рисунок 3.15 – Налаштування оптимізації моделі

Після визначення основної побудови штучної нейронної мережі, переходимо до навчання та тестування мережі, щоб визначити оптимальну кількість прихованих шарів та нейронів, а також кількість повних епох.

### *3.4.2.Навчання та тестування моделі прогнозування захворювання атеросклерозу*

Метою навчання штучної нейронної мережі є пошук оптимальної моделі, яка буде враховувати всі важливі значення та не враховуватиме шуму або сильних випадів за межі оптимального патерну. 80% датасету буде навчальними даними, 20% – тестовими.

Для наглядного тестування та порівнювання точності мережі задамо 2 масиви з однаковими параметрами, які симулюють окремих пацієнтів, а модель має спрогнозувати імовірність атеросклерозу. Також додамо виведення результатів до консолі:

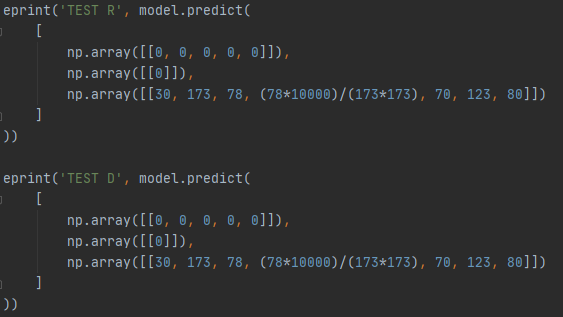


Рисунок 3.16 – Тестові масиви

Модель з високою точністю має розраховувати однакову імовірність захворювання атеросклерозу для однакових тестових даних.

Для випробування мережі спробуємо для першого та другого списків вхідних даних зробити один прихований шар з одним нейроном, для третього – один шар з двома нейронами, для результуючої – також один шар з одним нероном. У такому випадку структура нейронної мережі матиме вигляд:

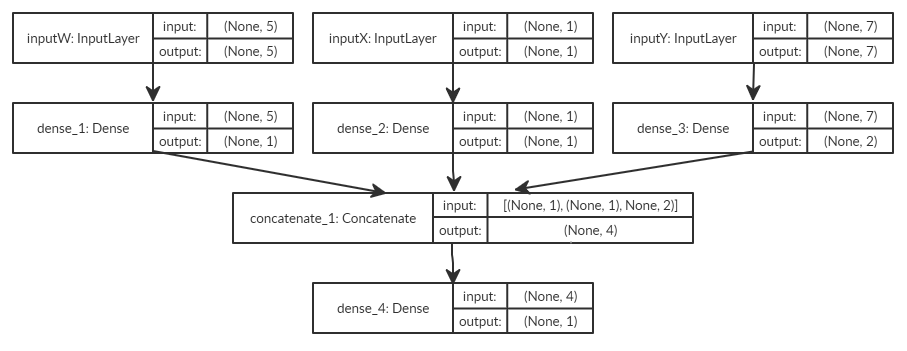


Рисунок 3.17 – Структура першого тесту штучної нейронної мережі – точність 9,4%

У випадку такої структури точність нейронної мережі склала 9,4%, а результати для двох тестових векторів склали 5,3% та 56% імовірності наявності атеросклерозу. Що свідчить про те, що модель недостатньо навчилась, має дуже велику різницю у результатах та потребує інших налаштувань.

Для кращого навчання мережі змінимо кількість шарів та нейронів, щоб мережа могла краще визначити закономірності та їх вагу у визначенні атеросклерозу. Для булевого списку змінних додамо замість одного нейрона у прихованому шарі – три. Для третього набору даних додамо ще один шар та змінимо кількість нейронів в кожному шарі – в першому буде п'ять нейронів, у другому два. Для результуючої ланки додамо також один шар нейронів, оскільки на вхід до результуючої тепер поступить не чотири входи, а сім. Після навчання за такими налаштуваннями модель показала точність 95.4%, а результати для тестових наборів даних склали 39% та 39,01%, що означає, що нейронна мережа достатньо навчилась для визначення однакого відсотку імовірності для однакових наборів тестових даних. Структура нейроної мережі набула вигляду:

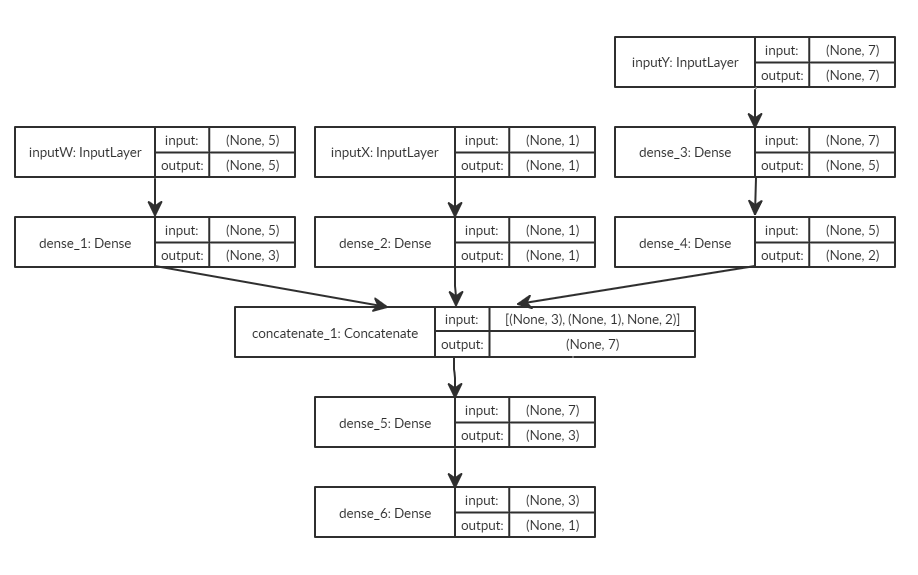


Рисунок 3.18 – Структура нейронної мереж з точністю 95,4%

Спробуємо ще збільшити кількість шарів на нейронів для досягнення більшої точності. Для першого та третього набору даних додамо ще по одиному проміжному шару на шляху до результуючої ланки з одним нейроном та перевіримо, як навчилась нейронна мережа. Після першого виконання, модель має точність 59.1%, а результати при цьому складають 51% та 55% імовірності для однакових наборів даних. Якщо виконати програму ще раз, то точність складає 97,6%, але результати для однакових наборів даних складають 38,3% та 57%. Явище, коли мережа нестабільна, показує різну точність при різних виконаннях та різні результати для однакового набору даних називають перенавчанням, що означає, що модель враховує зайві закономірності, які можуть бути просто випадковими і насправді не мають сталої закономірності. Структура такої мережі матиме вигляд:

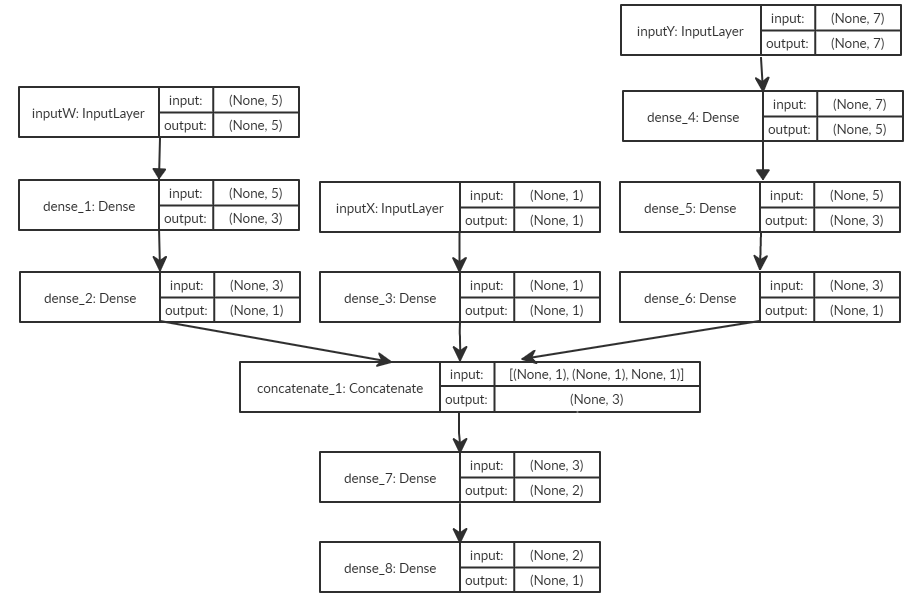


Рисунок 3.19 – Структура перевченої нейронної мережі

### *3.4.3. Верифікація моделі прогнозування захворювання атеросклерозу*

Для верифікації результатів, випадковим чином оберемо три пацієнта з навчального дата сету, щоб перевірити, чи співпаде імовірність визначена штучною нейронною мережею з реальними результатами.

Перевіримо імовірність для пацієнта №42 датасету з наступними показниками: оперативне втручання – ні, шунтування – ні, вік – 19 років, зріст – 184 см, вага – 69 кг, стать – жінка, пульс – 69 ударів/хвилину, артеріальний тиск – 120/80, антигіпертензивна терапія – ні, холестерин – в нормі, наявність діабету – ні, прогрес – ні, тобто не має діагностованого атеросклерозу.

Для такого пацієнта штучна нейронна мережа розрахувала імовірність захворювання як 0,6% – що є наближеним значенням до 0 і відповідає дійсності.



Рисунок 3.20 – Результат обрахунку для пацієнта№ 42

Далі перевіримо для пацієнта №543, який має такі показники: оперативне втручання – ні, шунтування – ні, вік – 47 років, зріст – 166 см, вага – 65 кг, стать – чоловік, пульс – 52 ударів/хвилину, артеріальний тиск – 95/75, антигіпертензивна терапія – так, холестерин – в нормі, наявність діабету – так, прогрес – так, тобто пацієнт має діагностований атеросклероз.

Для цього пацієнта імовірність склала 80% - що не є остаточною 1, але поміщає пацієнта до групи найвищого ризику.



Рисунок 3.21 – Імовірність появи атеросклерозу для пацієнта №543

Нюанс у тому, що у пацієнта показник холестерину в нормі, а як було зазначено вище, у цьому датасеті холестерин має найбільший коефіцієнт кореляції з наявністю атеросклерозу. Тому цей результат, який склав 80% імовірності для пацієнта, який насправді має атеросклероз можна вважати прийнятним.

Також перевіримо пацієнта №978 з наступними показниками: оперативне втручання – так, шунтування – так, вік – 78 років, зріст – 167 см, вага – 70 кг, стать – чоловік, пульс – 73 ударів/хвилину, артеріальний тиск – 129/120, антигіпертензивна терапія – так, холестерин – вище норми, наявність діабету – ні, прогрес – так, тобто пацієнт має діагностований атеросклероз.

Для цього пацієнта імовірність захворювання атеросклерозом склала 98,9%, що є наближеним результатом до дійсності.



Рисунок 3.22 – Імовірність появи атеросклерозу для пацієнта №978

Крім цих даних, тестування на основі моделі прогнозування атеросклерозу пройшло вже близько 50 людей. Наразі результати обстеження після тесту цих пацієнтів ще не відомі.

Таким чином, можна зробити висновок, що модель з визначення імовірності захворювання атеросклерозом має високу точність, а її результати достовірні та відповідають дійсності.

**Висновки до третього розділу**

Отже, в ході третього розділу було:

1. Проаналізовано початкові дані, проведено кореляційний аналіз між наявністю атеросклерозу у пацієнта та різними фізичними показниками пацієнта. В ході цього аналізу було визначено, що рівень холестерину, вік, індекс маси тіла, антигіпертензивна терапія та оперативні втручання сильно корелюють з наявністю атеросклерозу у пацієнта. Коефіцієнт кореляції для змінних стать, артеріальний тиск, пульс, діабет та шунтування артерій не досягнув порогу значущості, але згідно літературних джерел [36][37] є важливими показаннями для виявлення атеросклерозу. Тому всі ці дані увійшли до навчальної вибірки для штучної нейронної мережі. Показники «стеноз артерій», «стеноз артерій ніг» та «інсульт» були виключенні з вибірки, оскільки не є репрезентативними у даному датасеті.
2. Мовою програмування для реалізації проекту було обрано Python завдяки широті застосування мови, зручного кодування та розгорнутої доступної документації. Засобом розгортання було обрано Docker, оскільки він здатен забезпечити можливість розгортання проекту як на локальній машині, так і на будь-якому сервері. Також було вирішено використовувати Flask фреймворк за його гнучкість та легкість. Для налаштування бази даних було прийнято рішення застосовувати об’єктно-реляційний картограф SQLAlchemy. Інтегрованим середовищем розробки було обрано PyCharm, так як це одне з найбільш зручних IDE для розробників Python. TensorFlow буде використовуватись як платформа машинного навчання, а бібліотекою для створення штучних нейронних мереж було обрано Keras, який однаково зручно застосовувати, як для простих моделей, так і для складних моделей з використанням змішаних даних.
3. На основі вибору всіх засобів для реалізації було створено репозиторій Git та синхронізовано з сервісом контролю версій Gitlab, налаштовано контейнер Docker та створено сервер на основі фреймворку Flask з підключенням бази даних за допомогою SQLAlchemy.
4. Було ініціалізовано та навчено штучну нейронну мережу з трьома різними вхідними групами даних, оскільки дані неоднорідні та мають різні типи даних. До першого списку даних увійшли всі булеві змінні – оперативне втручання, шутнування, стать, антигіпертензивна терапія, діабет. До другого списку - категоріальних даних – увійшов тільки показник холестерину. До третього списку було віднесено вік, зріст, вагу, ІМТ, обидва показники артеріального тиску та пульс. В ході тестування було визначено, що нейронна мережа здатна досягнути точності 95,4% за наступних налаштувань: для першого списку вхідних змінних застосовується один прихований шар з трьома нейронами, для другого списку – один шар з одним нейроном, для третього – два шари з п’ятьма нейронами в першому прихованому шарі та двома нейронами в другому.
5. Було доведено, що результати такої моделі можна вважати дійсними.

**РОЗДІЛ 4. ЗАСТОСУВАННЯ МОДЕЛІ ПРОГНОЗУВАННЯ ЗАХВОРЮВАННЯ АТЕРОСКЛЕРОЗУ ДО ПОТЕНЦІЙНИХ ПАЦІЄНТІВ**

Не менш важливим етапом в розробці прикладної моделі є її практичне застосування. Дана модель визначення імовірності захворювання атеросклерозу розрахована на кінцевого користувача, щоб кожен українець міг перевірити свої шанси та вчасно звернувся до лікаря, поки хвороба не має серйозних наслідків. Взаємодія має бути необтяжуючою для користувача – не забирати багато часу та ресурсів.

Месенджер Telegram – глобальний месенджер, яким станом на серпень 2019 року користувалось 365 мільйонів людей по всьому світу. Досягнення позначки в 1 мільярд користувачів прогнозують досягти до 2022 року.[39]

Точних цифр щодо кількості користувачів додатком Telegram серед українців немає, але не можна заперечувати, що він щодня стає популярнішим. Багато компаній середнього та малого бізнесу використовують Telegram як засіб зв’язку з клієнтом, а особливо прогресивні використовують для цього чат ботів. Так в Telegram можна дізнатись інформацію про свою посилку від Нової Пошти, поспілкуватись з ботом або з підтримкою клієнтів, якщо питання виходить за межі можливостей бота, Monobank, отримати найсвіжішу інформацію про COVID – 19 також від бота.

Тому засобом взаємодії з потенційними пацієнтами було обрано рішення чат-бота в Telegram.

**4.1. Створення чат-боту для взаємодії з користувачем**

Для взаємодії з потенційними пацієнтами було розроблено чат-бота в месенджері Telegram. Його можна знайти в Telegram пошуку за ключовими словами або ж перейти за посиланням – <https://t.me/AtherosclerosisQuickTestBot>

Для його реєстрації необхідно звернутись до чат-бота в Telegram – The Botfather. Таким чином створюється бот, надається йому ім’я та отримується токен для спілкування між сервером та ботом:

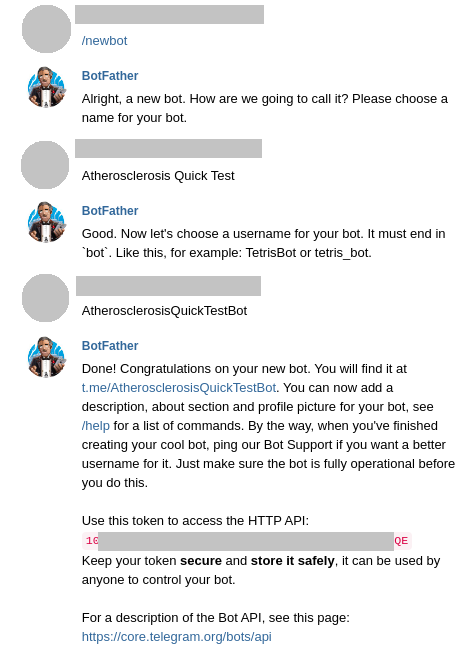


Рисунок 4.1 – Створення чат-бота та отримання токену

Після цього задаємо команди, які будуть відображатись при взаємодії з ботом користувача та задаємо логіку для них з боку боту – start (почати роботу), info (загальна інформація про захворювання), info (інформація про бота), results (показати мої результати):

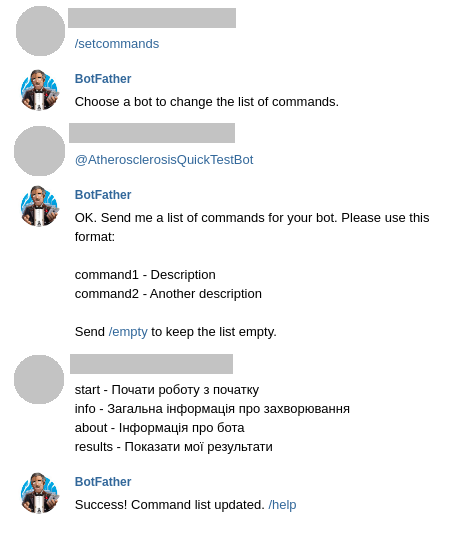


Рисунок 4.2 – Задання команд для бота

Після утворення бота та його основних команд необхідно налаштувати його зв’язок та взаємодію з сервером. Для цього створюємо обробник запитів на сервері для роута “/” та логіку, за допомогою якої Flask зможе зчитувати ці дані та обробити їх. Надсилаємо тестове повідомлення для того щоб впевнитись що все налаштовано правильно і сервер отримує та зчитує дані коректно.

Після цього описуємо команди та їх логіку, які сервер може приймати та обробляти. Додаток підтримує наступні команди: /start, /info, /about, /results.

Далі створюємо та описуємо питання, які отримуватиме користувач. Таких питань буде 12.

Наступним кроком розділяємо логіку обробки команд, які користувач зможе надсилати з бота, та логіку обробки відповідей, які користувач надсилає на кожне з питань. Для цього розробляємо логіку, завдяки якій сервер буде знати, який користувач з ним взаємодіє.

Щоб сервер розумів, який користувач зараз “спілкується” з ним, створюємо таблицю користувачів в базі даних з наступною структурою:

* іd – який id (в Telegram) має користувач;
* first\_name – ім’я користувача Telegram;
* last\_name – прізвище;
* created\_at – дата першої взаємодії з ботом;
* last\_visited – остання взаємодія з ботом;
* current\_test\_id – який тест проходить користувач в даний момент;
* results – результати тестів користувача.

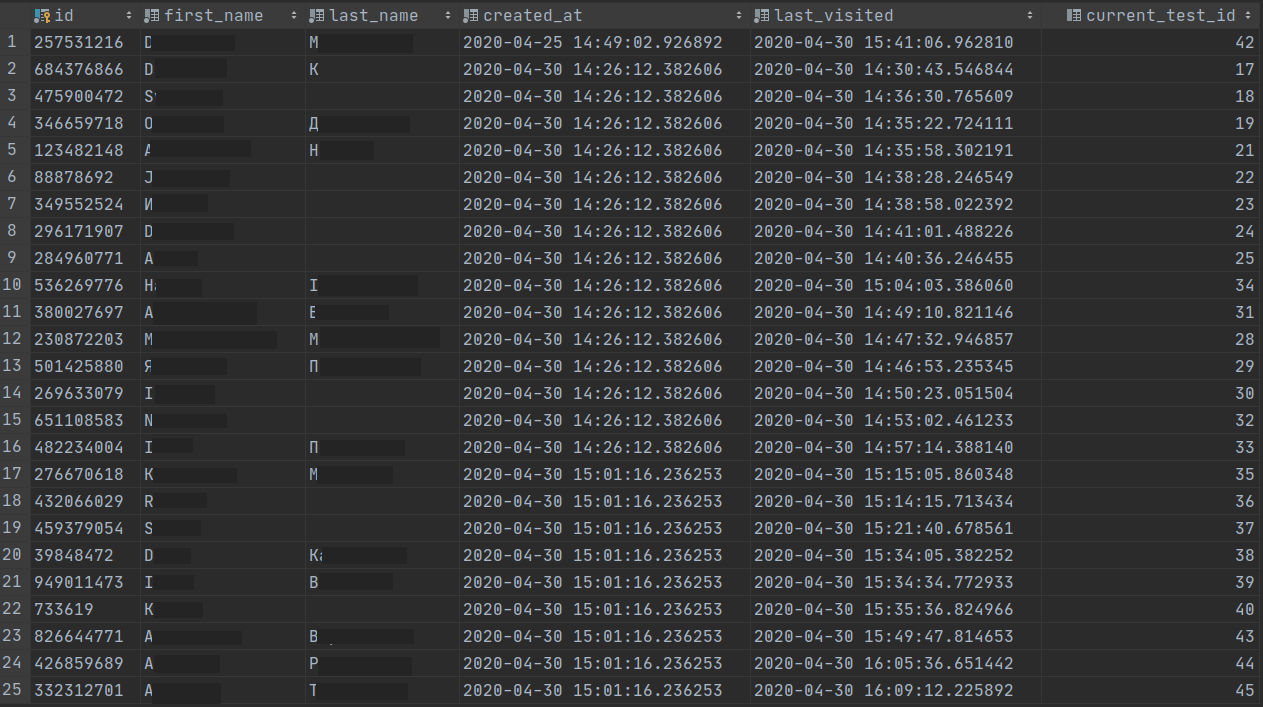


Рисунок 4.3 – база даних користувачів

А для зберігання даних опитування при проходжені тестування, створюємо також таблицю тестувань з структурою:

* id – ідентифікатор тесту;
* user\_id – ідентифікатор користувача;
* question\_id – ідентифікатор питання;
* is\_finished – чи користувач завершив опитування;
* finished\_at – час та дата завершення тесту;
* opv – відповідь на питання про оперативне втручання;
* sht – відповідь на питання про шутнування;
* vik – вік користувача;
* zrt – зріст користувача;
* vag – вага користувача;
* imt – індекс маси тіла користувача;
* sta – стать користувача;
* css – пульс користувача;
* ads – систолічний артеріальний тиск;
* add – діастолічний тиск;
* agt – антигіпертензивна терапія;
* chl – холестерин;
* dia – чи є у користувача діабет.

При отримані даних з бота перевіряємо користувача на наявність його запису у базі даних. Якщо користувача немає, то відповідно створюємо його на основі вхідних даних, де записуємо його ім’я, прізвище, а також дату створення запису. Якщо користувач є у базі, то зчитуємо його запис.

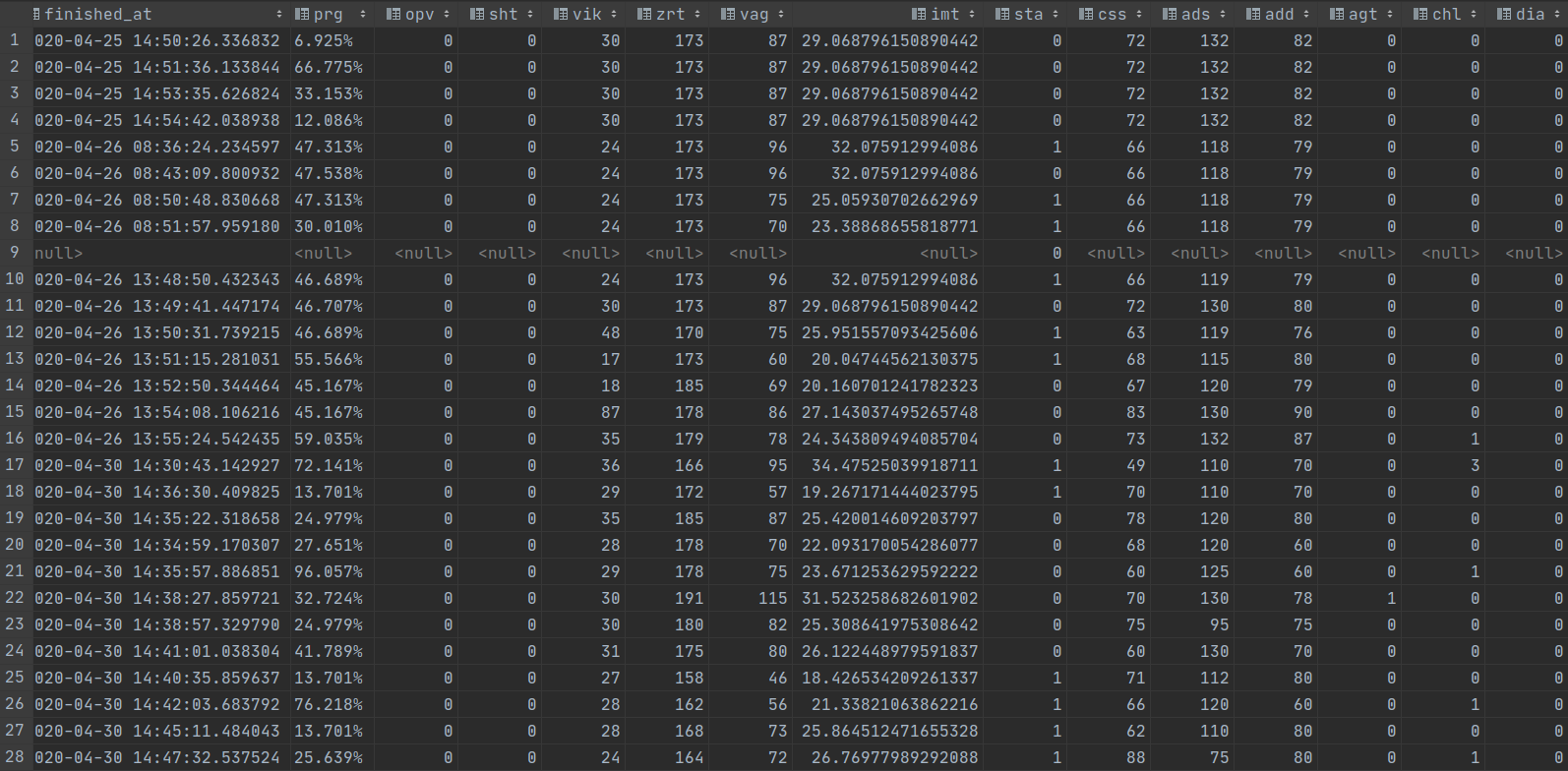


Рисунок 4.4 – база даних відповідей на питання

Додаток працює за стандартом пріоритетності “command-over-action”. Це означає, що команда має пріоритет над дією. Тобто будь-яка команда користувача буде виконана в першу чергу, а потім вже дія. Тому спочатку сервер очікує на вхідні дані як команди, потім очікує на дані дій, якщо дані не належать до команд або дій, сервер опускає цю команду.

Допоміжним засобом для ідентифікації дій слугує зв’язок між записом користувача та записом тесту. На їхній основі сервер знає, який зараз користувач взаємодіє з додатком та яку дію необхідно зробити. Якщо користувач почав проходження опитування, то сервер буде очікувати відповіді користувача на конкретне питання. Якщо користувач завершив опитування та отримав результат, то сервер не буде очікувати відповіді користувача та буде опускати обробку дії з надсиланням відповідного повідомлення користувачу.

Після ідентифікації користувача сервер зчитує дані про його стан та визначає, чи почав проходити опитування, чи ні. Якщо він почав опитування, то сервер зчитує інформацію, яке останне питання йому було задано та на які він вже відповів. Як вже було сказано, в такому випадку сервер буде очікувати відповіді від користувача, інакше очікувати він нього команди.

Для коректної обробки як команд, так і відповідей, на сервері впроваджена система валідації вхідної інформації. Як тільки сервер отримує будь-який запит від сервісу Телеграм, він спочатку проходить через валідатор методів, де відсікаються будь-які інші типи, крім POST. Таким чином сервер не буде обробляти такі запити і не буде витрачати ресурси

Наступним кроком з запиту достається вхідна інформація, яка проходить валідацію на тип повідомлення користувача. Додаток очікує на два типи повідомлень: приватне або команда. Всі інші типи, наприклад, діаностичний, системний або розсильний, додаток буде опускати. Так як додаток працює у “command-over-action”, наступним кроком проходить валідація команд на список існуючих (що підтримуються додатком). Додаток має обробники для наступних команд: /start, /info, /about, /results. При отримані повідомленя «команда», додаток перевіряє, чи є ця команда у списку команд, що підтримуються додатком. Якщо команди немає у списку, додаток обробить запит як виклюнення і відправить відповідне повідомлення користувачу та запише це у журнал дій. Якщо команда є у списку, додаток почне обробляти команду відповідним обробником:

/start – якщо немає запису користувача, додаток створить його та надішле інформацію про додаток, захворювання, первинну інформацію про опитування та розпочне тест. Якщо попереднє опитування було незакінчено, додаток його опустить та розпочне нове.

/info – додаток зчитає текстову інформацію з файлу та надішле інформації про атеросклероз.

/about – додаток зчитає текстову інформацію з файлу та надішле інформації про додаток.

/results – додаток зчитає дані про всі результати користувача та надішле список у форматі «дата – результат».

У випадку, коли користувач почав опитування командою /start, додаток переходить у режим очікування на відповідь. При отримані повідомлення додаток перевіряє, чи відповідає відповідь користувача тій, що очікує додаток. Відповідно до кожного запитання додаток очікує наступні типи відповідей: число або строка. Для числового типу додаток перевіряє чи отримане значеня число та чи відповідає воно заданому діапазону. Для строкового типу додаток перевіряє, чи є відповіть користувача у списку очікуваних відповідей, незалежно від стилю написання. Якщо користувач надав помилкову відповідь, додаток надішле повідомлення про помилку та надасть допоміжну інформацію користувачу.

Обробкою послідовності питань у додатку займається відповідна функція – ітератор питань. Перед запитанням ітератор питань зчитує інфорамцію користувача та визначає, яке питання буде задано коистувачу. Після кожного запитання ітератор питань інтрерпетує відповідь користувача у тип, відповідний полю бази даних та записує інформацію до неї. Після того, як користувач відповів на всі запитання, ітератор питань записує інфорацію про те, що користувач надав всі необхідні відповіді, надсилає повідомлення про обробку відповідей, запускає функцію обробки відповідей користувача та передає іх до штучної нейронної мережі для розрахунку результату. Як тільки додаток розраховує результат, він записує його до бази даних та надсилає відповідь користувачу.

Повна схема роботи додатку наведена на рисунку

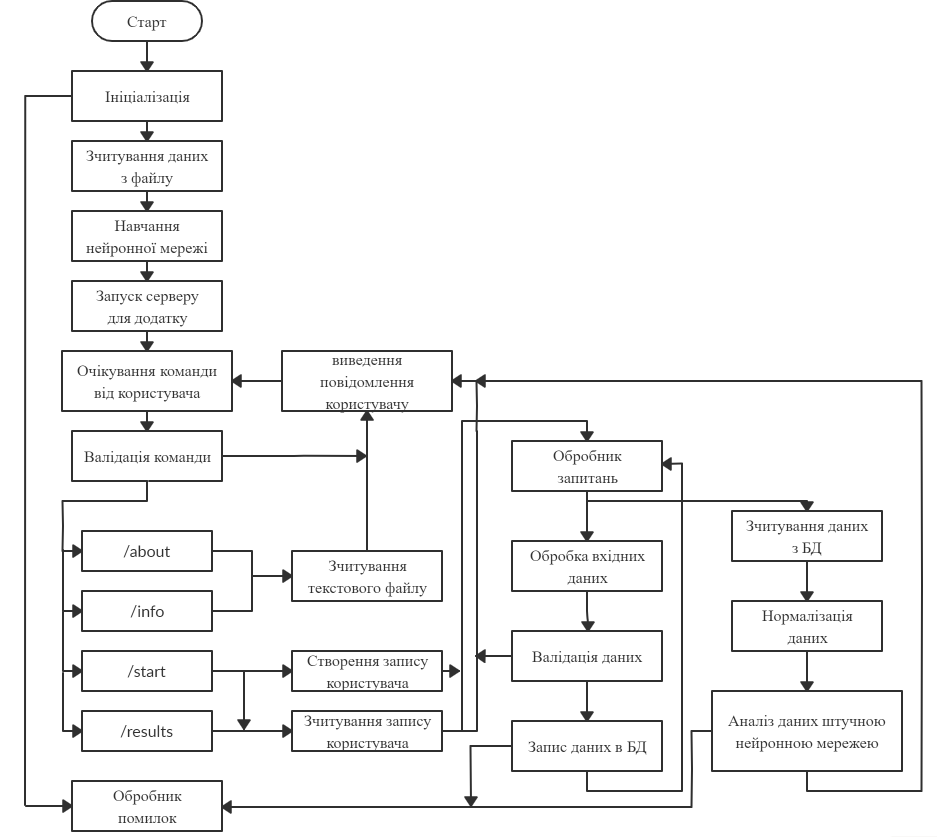


Рисунок 4.5 – Схема роботи чат-боту

**4.2. Взаємодія потенційно хворих на атеросклероз з моделлю прогнозування захворювання атеросклерозу**

Для взаємодії з потенційними пацієнтами було розроблено чат-бота в месенджері Telegram. Його можна знайти в Telegram пошуку за ключовими словами або ж перейти за посиланням – <https://t.me/AtherosclerosisQuickTestBot>

Чат-бот має кілька команд, які користувач може йому задати:

/start – команда для початку тестування;

/info – виводить інформацію про атеросклероз, чому це захворювання небезпечне та містить посилання для користувачів, які хочуть знати більше;

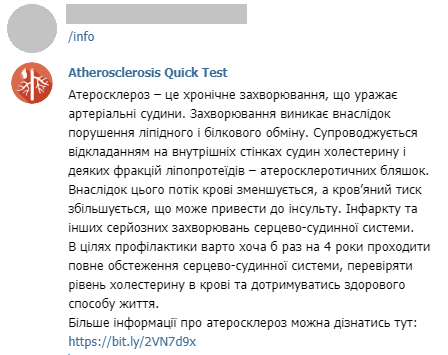


Рисунок 4.4 – Виведення повідомлення за командою /info

/about – виводить інформацію про самого бота, навіщо він був створений;

/results – після повного проходження тесту хоча б 1 раз для кожного користувача зберігаються результати в базі даних, тому будь-якої миті користувач може подивитись свій результат тестування.

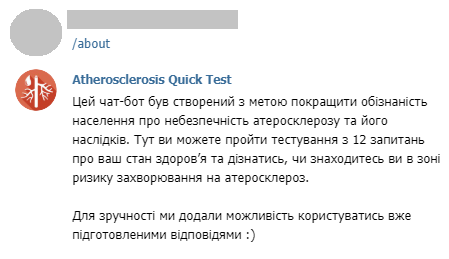


Рисунок 4.5 – Виведення повідомлення за командою /about

Тестування складається з 12 питань, які потребують відповідей від користувача. Деякі з них містять готові варіанти відповідей, деякі користувач має вписати сам. Також питання містять підказки щодо формату даних для зручності користувача:

1. Яка Ваша стать? – варіанти відповіді «Чоловік», «Жінка».

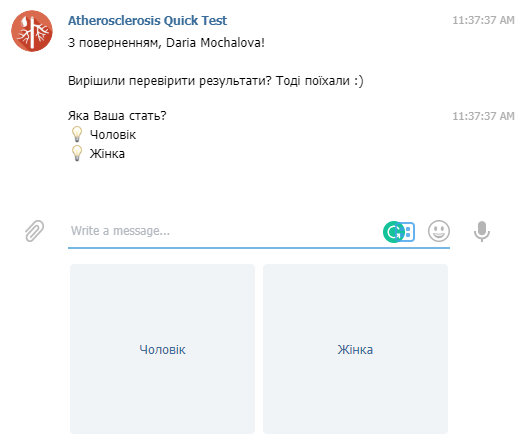


Рисунок 4.6 – Питання з варіантами відповіді.

1. Скільки Вам років? – користувач вводить цифру.

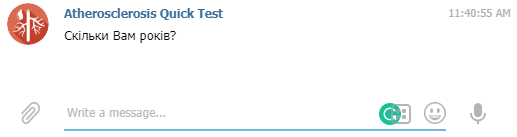


Рисунок 4.7 – Питання з введенням відповіді самостійно

1. Який Ваш зріст? (вкажіть величину в сантиметрах).
2. Вкажіть Вашу вагу: (в кілограмах).
3. Порахуйте і вкажіть Ваш пульс: (в ударах на хвилину).
4. Вкажіть Ваш систолічний тиск: (останній вимір, який пам`ятаєте. Це перша цифра у результаті виміру тиску, як правило більша за другу).
5. Вкажіть Ваш діастолічний тиск: (останній вимір, який пам`ятаєте. Друга цифра в показнику тиску)
6. Який у Вас показник холестерину? (норма - ніколи не перевищує норму, підйом в межах норми - більше за 4,7 ммоль/л але не більше 5, підйом вище норми - іноді рівень виходить за межі норми, але не завжди, вище норми - стабільно вище норми).
7. Чи хворієте Ви на діабет? (Ні, Так).
8. Чи були у Вас оперативні втручання стосовно серцево-судинної системи? (Ні, Так).
9. Чи робили Вам шунтування артерій? (Ні, Так).
10. Чи проходили Ви антигіпертензивну терапію, (Ні, Так).
11. Виведення результатів.

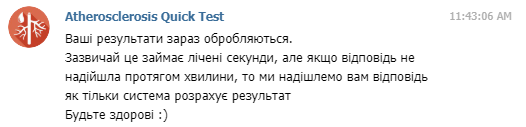


Рисунок 4.8 – Повідомлення після завершення тесту до того, як результати обрахувались

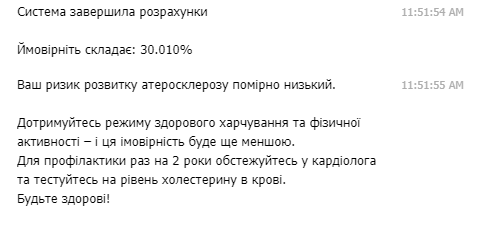


Рисунок 4.9 – Виведення результату тестування

Історію своїх результатів можна переглянути за командою /results:

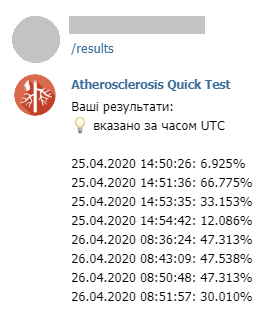


Рисунок 4.10 – історія результатів тесту одного окремого користувача

Якщо користувач вводить некоректні дані, які, на приклад, не відповідають потрібному типу даних, він отримує повідомлення – «Ви вказали невірні дані, причиною може бути один з варіантів : невірний тип даних, невірний формат числа, невірний формат строки, невірний варіант відповіді. Нагадуємо, що для зручності ми описуємо варіанти відповіді та підказки одразу під питаннями».

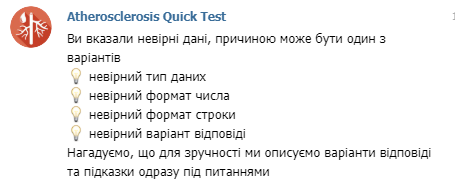


Рисунок 4.11 – повідомлення у випадку некоректної відповіді користувача

Таким чином, чат-бот був розробленим максимально дружнім до користувача. Він містить підказки та уточнення до запитань, реагує на некоректне введення даних, дає прослідкувати історію результатів та містить корисну інформацію про атеросклероз з посиланнями на джерело, у випадку зацікавленості користувачем у деталях.

Чат-бот орієнтований на користувачів молодого та середнього віку, коли атеросклероз ще не має серйозних наслідків, але за ним вже варто спостерігати.

**4.3. Економічне обґрунтування використання чат-бота та моделі прогнозування захворювання атеросклерозу**

Для розуміння вартості додатку необхідно розглянути, за що доведеться платити під час розробки та підтримки додатку.

До витрат на розробку віднесемо зарплатню фахівця, який працює над розробкою оскільки всі інші інструменти є безкоштовними та не потребують витрат.

Згідно української спілки програмістів DOU[43] середня заробітня платня програміста-початківця, який працює з Python складає 21440 грн на місяць. На розробку додатку було витрачено 20 робочих днів по 8 годин (тобто 1 календарний місяць) – і вартість роботи спеціаліста коштуватиме 21440 грн.

Для підтримки додатку необхідно придбати домен у доменного провайдера (на приклад у реєстратора <https://www.imena.ua/>), середня ціна якого складає 350 грн на рік. Також для підтримки необхідний сервер, середня ціна обслуговування якого складає 1000 грн на місяць та спеціаліст на неповний робочий день (4 години на день).

Отже річна вартість розробки та підтримки додатку складе додатку складе:

21440 + 350 + 1000\*12 + 10720\*12 = 162430 грн

Сервер додатку здатен обслуговувати близько 1000 користувачів одночасно.

Для оцінки економічної ефективності розроблюваного програмного продукту його слід порівнювати з аналогом, тобто існуючим програмним забезпеченням ідентичного функціонування.

Оскільки мій продукт не має ще аналогів в Україні, то і порівнювати його важко з чимось. Але можна порівняти додаток з традицінйим діагностуванням хвороби.

Для діагностики атеросклерозу необхідно пройти:

- дослідження біохімії крові – 790 грн;

- загальний аналіз крові – 150 грн;

- консультацію кардіолога – 450 грн;

У більш складних випадках також необхідні:

- ехо-кардіограма великих артерій – 550 грн;

Або

- магнітно-резонасну томографію – 1800 грн.

Якщо припустити, що пацієнт проходить хоча б мінімальне обстеження щороку, то один такий пацієнт витрачає 1390 грн. Опитування ж додатку відбувається безкоштовно.

З іншого боку, якщо людина знаходиться в зоні ризику та не проходить обстежень, проходження тесту та його рекомендації можуть наштовхнути користувача виробити звичку проходити мінімальне обстеження частіше і таким чином економити витрати на більш вартісну діагностику.

**4.4. Застосування розробки на базі практики**

Базою практики, за допомогою та наставництвом якої було створено цього бота, є компанія 3shape Ukraine. Це компація, що займається цифромою стомалотогією та аудіо системами вже понад 15 років по всьому світу. Однією з найважливіших цінностей 3shape є постійний розвиток в тому числі і співробітників. Тому щороку департамент пошуку та розвитку (research and development) проводить Innovation days, де кожен співробітник, незалежно від посади та обов’язків, може запропонувати проект з покращення продукції, завоювання нових ринків чи удосконалення внутрішньої структури організації. Умовами проекту не обмежуються ні сфера, якої повинен стосуватись проект, ні його географічне розташування, співробітники з усього світу можуть пропонувати свої ідеї та шляхи їх реалізації. Оскільки серцево-судинні захворювання не є проблемою суто українців, але і є світовою проблемою людства – мій проект чудово підходить для цього змагання, а завдяки економічності та відносно простої реалізації, проект не вимагає захмарних інвестицій. Тестування на атеросклероз у чат-боті AtherosclerosisQuickTestBot пройшли вже близько 50 співробітників 3shape.

Чат-бота для визначення імовірності захворювання атеросклерозом буде презентовано на Innovation days 2020 у липні, де більше ніж 20 інших проектів також будуть змагатись за фінансування.

Моя модель не є ідеальною, а вибірка даних є недостатньою для виходу моделі прогнозування на широкий загал. Вона потребує допрацювань та набагато більше даних для кращого аналізу взаємозв’язків між фізичними показниками пацієнтів та наявністю атеросклерозу у них. Також необхідні дані стосовно способу життя пацієнтів (куріння, зловживання алкоголем та жирною їжею, заняття спортом тощо), що допоможе точніше прогнозувати захворювання та вчасно надавати допомогу пацієнтам, у яких лише початкова стадія атеросклерозу.

Саме тому я сподіваюсь на допомогу компанії у моєму дослідженні та фінансування моєї розробки.

Початково цей проект переслідує соціальну мету в обізнаності людей про захворювання атеросклерозом і його наслідків та буде представлений як проект соціальної відповідальності компанії. Але, можливо, в майбутньому 3shape опанує ще й ринок цифрової кардіології.

**Висновки до четвертого розділу**

У ході четвертого розділу було:

1. Розроблено чат-бота на базі месенджеру Telegram. Створено було ідентифікатор користувачів для можливості проходження тесту кількома користувачами одночасно. Створено базу даних для зберігання результатів користувачів. Було запрограмовано команди для чат-боту, які користувач може використовувати для спілкування з ботом.
2. Було розроблено тест для спілкування з користувачами, додано підказки та варіанти відповіді у питаннях для зручності та розуміння користувача.
3. Розраховано вартість розробки та щорічної підтримки додатку та порівняно з вартістю традиційної діагностики атеросклерозу.
4. Розглянено шляхи розвитку проекту та його застосування у компанії 3shape.

**ВИСНОВКИ**

Отже, в ході дипломної роботи було встановлено, що атеросклероз є небезпечною хворобою, яка може спричиняти серйозні захворювання серцево-судинної системи. Саме тому виявлення його на ранніх етапах є дуже важливим і потребує широкого дослідження в тому числі методами інтелектуального аналізу даних. У кваліфікаційніц роботі магістра розглянуто світові та українські практики використання інтелектуального аналізу даних в сфері медицини. Було досліджено аналіз методик застосування застосування штучних нейронних мереж в сфері медичного діагностування – ці методики є дуже перспективними та покращуються щодня, а кількість та якість розробок заснованих на штучних нейронних мережах росте в геометричній прогресії. За аналізом літератури встановлено, що штучні нейронні мережі не тільки покращують ефективність діагностики, скорочують час діагностики та реакції на критичні клінічні ситуації, а також скорочують фінансування та витрати системи охорони здоров’я, що не може не бути показником до подальшого розвитку сфери машинного навчання у медицині та автоматизації структури охорони здоров’я.

На основі розглянутих світових та українських досліджень з прогнозування захворювання серцево-судинних захворювань, а також специфіки початкових даних для аналізу, було вирішено застосовувати штучні нейронні мережі для прогнозування захворювання атеросклерозу у пацієнтів на основі анамнезу.

Розроблено концептуальну модель для визначення імовірності захворювання атеросклерозом методами інтелектуального аналізу даних, зокрема з використанням нейромереж. Виділено архітектури одношарового та багатошарового персептронів. Наведено їхні переваги та недоліки. Прийнято рішення використовувати багатошаровий персептрон як архітектуру нейронної мережі для розв’язання задачі прогнозування атеросклерозу, оскільки задача не передбачає прив’язки моделі до часу та не потребує інверсійних дій. На основі обробленої інформації та вхідного сету даних прийнято рішення використовувати навчання з учителем, оскільки вхідні дані мають чіткі паки «вхід-вихід», на яких буде навчатись нейронна мережа.

Проаналізовано початкові дані, проведено кореляційний аналіз між наявністю атеросклерозу у пацієнта та різними фізичними показниками пацієнта. В ході аналізу було визначено, що рівень холестерину, вік, індекс маси тіла, антигіпертензивна терапія та оперативні втручання сильно корелюють з наявністю атеросклерозу у пацієнта. Коефіцієнт кореляції для змінних стать, артеріальний тиск, пульс, діабет та шунтування артерій не досягнув порогу значущості, але також були включенні до навчальної вибірки штучної нейронної мережі. Показники «стеноз артерій», «стеноз артерій ніг» та «інсульт» були виключенні з вибірки, оскільки не є репрезентативними у датасеті, що використовується у роботі.

Мовою програмування для реалізації проекту обрано Python. Засобом розгортання було обрано Docker, а Flask як фреймворк. Для налаштування бази даних було прийнято рішення застосовувати об’єктно-реляційний картограф SQLAlchemy. Інтегрованим середовищем розробки було обрано PyCharm. TensorFlow було обрано платформою машинного навчання, а бібліотекою для створення штучних нейронних мереж було обрано Keras.

Ініціалізовано та навчено штучну нейронну мережу з трьома різними вхідними групами даних, оскільки дані неоднорідні та мають різні типи даних. До першого списку даних увійшли всі булеві змінні – оперативне втручання, шутнування, стать, антигіпертензивна терапія, діабет. До другого списку - категоріальних даних – увійшов тільки показник холестерину. До третього списку було віднесено вік, зріст, вагу, ІМТ, обидва показники артеріального тиску та пульс. В ході тестування було визначено, що нейронна мережа здатна досягнути точності 95,4% за наступних налаштувань: для першого списку вхідних змінних застосовується один прихований шар з трьома нейронами, для другого списку – один шар з одним нейроном, для третього – два шари з п’ятьма нейронами в першому прихованому шарі та двома нейронами в другому. Результати тестування такої моделі показали високу точність та наближеність до істинних значень.

Звичайно, модель потребує розширення та збільшення датасету для підвищення точності прогнозування атеросклерозу у пацієнтів. Також необхідно розширити дослідження та знайти кореляцію між способом життя пацієнтів та наявністю атеросклерозу. Адже, як відомо, шкідливі звички можуть значно погіршувати шанси пацієнта, а регулярні фізичні вправи зменшувати цей ризик.

Розроблено чат-бот на базі месенджеру Telegram для спілкування з користувачами. Було розроблено тест з 12 питань, який в більшості випадків містить варіанти відповіді та підказки, щоб користувачу було комфортніше проходити опитування. Також було розраховано вартість розробки та щорічної підтримки додатку та порівняно з вартістю традиційної діагностики атеросклерозу. Розглянено шляхи розвитку проекту та його застосування у компанії 3shape.

# **СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ДЖЕРЕЛ**

1. Державна служба статистики України. Таблиці народжуваності, смертності та середньої очікуваної тривалості життя за 2018 рік / Державна служба статистики України. – м. Київ, 2019.
2. Harrison’s Principles of Internal Medicine / A.S.Fauci, E.Braunwald, D.L.Kasper et al. – New York : McGraw-Hill Medical, 2008. – 2754 p.
3. Сучасні можливості цілісної функціональної оцінки артеріовенозної рівноваги в замкнутій судинній системі на макро- та мікрорівні / Лущик У.Б., Лущик Н.Г., Новицький В.В. та ін. – К., 2006. – 120 с.
4. Berner E. Overconfidence as a cause of diagnostic error in medicine (5 Suppl Diagnostic Error in Medicine) / Berner E, Graber M. // Am J Med. – 2008. – №5. – С. 2–23.
5. Researchers identify health conditions likely to be misdiagnosed [Електронний ресурс] // ScienceDaily. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sciencedaily.com/releases/2019/07/190711105605.htm>.
6. Berghealth Research&Development [Електронний ресурс]. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.berghealth.com/research/healthcare-professionals/>.
7. Bill Siwicki. Forward-looking providers made strides with AI in 2019 [Електронний ресурс] / Bill Siwicki // Healthcare IT News. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.healthcareitnews.com/news/forward-looking-providers-making-strides-ai-2019>.
8. 5 Ways Technology Can Reduce Healthcare Costs [Електронний ресурс] // Healthcare Weekly. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://healthcareweekly.com/5-ways-technology-can-reduce-healthcare-costs/>.
9. Leena Rao. How this startup is trying to upend health insurance [Електронний ресурс] / Leena Rao // Fortune. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: <https://fortune.com/2015/09/18/clover-health-medicare-insurance/>.
10. Comparison of a genetic algorithm neural network with logistic regression for predicting outcome after surgery for patients with nonsmall cell lung carcinoma / Miles F. Jefferson M.B., Neil Pendleton M.R.C.P., Sam B. Lucas Ph.D. та ін.]. // American Cancer Society. – 2000. – №79. – С. 1338–1342.
11. Samir S. Yadav. Deep convolutional neural network based medical image classification for disease diagnosis / Samir S. Yadav, Shivajirao M. Jadhav. // Journal of Big Data. – 2019. – №6. – С. 113.
12. Diagnosis of Diabetic Retinopathy Using Deep Neural Networks / Zhentao Gao, Jie Li, Jixiang Guo та ін.]. // IEEE Access. – 2018. – №7. – С. 3360 – 3370.
13. Using AI to give doctors a 48-hour head start on life-threatening illness [Електронний ресурс] // DeepMind. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://deepmind.com/blog/article/predicting-patient-deterioration>.
14. Applications of artificial neural networks in health care organizational decision-making: A scoping review [Електронний ресурс] // Plos One. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0212356>.
15. The Dangers of Commoditized Machine Learning in Healthcare: 5 Key Differentiators that Lead to Success [Електронний ресурс] // Healthcare.ai. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://healthcare.ai/dangers-of-commoditized-machine-learning-in-healthcare/>.
16. Kim JK. Neural Network-Based Coronary Heart Disease Risk Prediction Using Feature Correlation Analysis / Kim JK., Kang S.. // Journal of Healthcare Engineering. – 2017. – С. 10.
17. Оперативна діагностика адаптації серця до фізичних навантажень на основі штучних нейронних мереж. // Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. – 2010. – №3. – С. 110–112.
18. Новотарський М. Праці інституту математики НАН України Штучні нейронні мережі: обчислення / М. Новотарський, Б. Нестеренко. – Київ, 2004. – 384 с. – (Інститут математики НАН України)
19. Haykin, S. Neural Networks and Learning Machines/ Haykin, S.// Pearson Education. – 2011. – С. 107-108.
20. Кононюк А. Нейронні мережі і генетичні алгоритми / А.Ю. Кононюк. – Київ: Корнійчук, 2008. – 449 с.
21. Focus on Coronary Atherosclerosis [Електронний ресурс] // Intechopen. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.intechopen.com/books/atherosclerosis-yesterday-today-and-tomorrow/focus-on-coronary-atherosclerosis>.
22. Why Is Python So Good for AI, Machine Learning and Deep Learning? [Електронний ресурс] // Netguru. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.netguru.com/blog/why-python-for-ai-ml-and-deep-learning>.
23. Developer Survey Results 2019 [Електронний ресурс] // StackOverflow. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://insights.stackoverflow.com/survey/2019#technology>.
24. Why is Python the Best-Suited Programming Language for Machine Learning? [Електронний ресурс] // Geeksforgeeks. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.geeksforgeeks.org/why-is-python-the-best-suited-programming-language-for-machine-learning/>.
25. Getting Started - What is Git [Електронний ресурс] // 2019 – Режим доступу до ресурсу: <https://git-scm.com/book/en/v2/Getting-Started-What-is-Git%3F>.
26. What is a Container? [Електронний ресурс] // Docker. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.docker.com/resources/what-container>.
27. Introduction to Flask [Електронний ресурс] // Pymbook. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://pymbook.readthedocs.io/en/latest/flask.html>.
28. Flask vs Django in 2020: Which Framework to Choose? [Електронний ресурс] // Hackr. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://hackr.io/blog/flask-vs-django>.
29. The Python SQL Toolkit and Object Relational Mapper [Електронний ресурс] // Sqlalchemy. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.sqlalchemy.org/>.
30. Top 5 Python IDEs For Data Science [Електронний ресурс] // DataCamp. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://bit.ly/2yAvMP7>.
31. 4 Reasons to Use PyCharm for Your Next Python Project [Електронний ресурс] // Towards Data Science. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://towardsdatascience.com/4-tips-to-get-the-best-out-of-pycharm-99dd5d01932d>.
32. What is TensorFlow? [Електронний ресурс] // Info World. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.infoworld.com/article/3278008/what-is-tensorflow-the-machine-learning-library-explained.html>.
33. Why TensorFlow [Електронний ресурс] // TensorFlow. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.tensorflow.org/about>.
34. Deep Learning Primer with Keras [Електронний ресурс] // Towards Data Science. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://towardsdatascience.com/deep-learning-primer-with-keras-3958705882c5>.
35. Keras: The Python Deep Learning library [Електронний ресурс] // Keras Documentation. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://keras.io/>.
36. Чому кожен має знати свій рівень холестерину [Електронний ресурс] // МОЗ України. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://moz.gov.ua/article/health/chomu-kozhen-mae-znati-svij-riven-holesterinu>.
37. Профілактика ампутації [Електронний ресурс] // Центр Суддиної Хірургії. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <http://www.doctor-subbotin.com.ua/service5>.
38. Симптоматика і лікування атеросклерозу судин нижніх кінцівок [Електронний ресурс] // Health day. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://healthday.in.ua/zakhvoryuvannya/ateroskleroz-sudin-nizhnikh-kintsivok>.
39. Telegram Revenue and Usage Statistics (2020) [Електронний ресурс] // Bussiness of Apps. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.businessofapps.com/data/telegram-statistics/>.
40. ASCVD Risk Estimator Plus [Електронний ресурс] // American College of Cardiology. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://tools.acc.org/ascvd-risk-estimator-plus/#!/calculate/estimate/>.
41. Чому кожен має знати свій рівень холестерину [Електронний ресурс] // Міністерство Охорони Здоров'я України. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://moz.gov.ua/article/health/chomu-kozhen-mae-znati-svij-riven-holesterinu>.
42. Половина українців у разі хвороби звертається не до лікаря, а до інтернету – дослідження [Електронний ресурс] // Радіо Свобода. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.radiosvoboda.org/a/news/28400017.html>.
43. Зарплати [Електронний ресурс] // DOU. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://jobs.dou.ua/salaries/#period=dec2019&city=Kyiv&title=Junior%20Software%20Engineer&language=Java&spec=&exp1=0&exp2=10>.
44. Top 5 best Programming Languages for Artificial Intelligence field [Електронний ресурс] // Geeksforgeeks. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.geeksforgeeks.org/top-5-best-programming-languages-for-artificial-intelligence-field/>.
45. 5 Best Programming Languages to choose for Developing Innovative AI Solutions [Електронний ресурс] // Becoming Human AI. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://becominghuman.ai/5-best-programming-languages-to-choose-for-developing-innovative-ai-solutions-bac000e00df2>.
46. What programming language(s) is used for AI/Neural Network? [Електронний ресурс] // Quora. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.quora.com/What-programming-language-s-is-used-for-AI-Neural-Network>.
47. Мочалова Д.С. Інформаційна аналітика у медичному діагностуванні / Мочалова Д.С, Хлевна Ю.Л.. // VI МІЖНАРОДНА НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ Інформаційні технології та взаємодії. Матеріали доповідей. – 2019. – №4. – С. 172–174.
48. Мочалова Д.С. Прогнозування атеросклерозу за допомогою штучної нейронної мережі / Мочалова Д.С., Хлевна Ю.Л.. // Sciences of Europe. – 2020. – №50. – С. 53–58
49. Mortality database updated [Електронний ресурс] // World Health Organization – Режим доступу до ресурсу: <http://www.euro.who.int/en/data-and-evidence/archive/mortality-database-updated>.
50. Python Deep Learning Second Edition / [I. Vasilev, D. Slater, G. Spacagna та ін.]. – Birmingham: Packt Publishing Ltd., 2019. – 367 с. – (Second Edition).
51. Executive Summary: Heart Disease and Stroke Statistics—2013 Update. A Report From the American Heart Association [Електронний ресурс] // Circulation. – 2013. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ahajournals.org/doi/full/10.1161/CIR.0b013e318282ab8f>.
52. Оленко Е.С., Киричук В.Ф., Кодочигова А.И., Колопкова Т.А., Демина Т.А., Субботина В.Г., Сулковская Л.С., Букоткина Е.А. Использование искусственных нейронных сетей в прогнозировании риска развития артериальной гипертензии у пенитенциарных субъектов // Междунар. журн. приклад. и фундам. исследований. 2009. № 5. С. 119. URL: <https://www.applied-research.ru/ru/article/view?id=200>
53. Atkov O.Yu., Gorokhova S.G., Sboev A.G., Generozov E.V., Muraseyeva E.V., Moroshkina S.Y., Cherniy N.N. Coronary Heart Disease Diagnosis by Artificial Neural Networks Including Genetic Polymorphisms and Clinical Parameters // J. Cardiol. 2012. Vol. 59, № 2. P. 190–194.
54. Moghaddasi H., Mahmoudi I., Sajadi S. Comparing the Efficiency of Artificial Neural Network and Gene Expression Programming in Predicting Coronary Artery Disease // J. Health Med. Inform. 2017. Vol. 8, № 2.
55. Lei Shi. Artificial neural networks: Current applications in modern medicine [Електронний ресурс] / Lei Shi, Xing-cheng Wang // IEEE. – 2010. – Режим доступу до ресурсу: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5543470>.
56. Colak M.C., Colak C., Kocatürk H., Sağiroğlu S., Barutçu I. Predicting Coronary Artery Disease Using Different Artificial Neural Network Models // Anadolu Kardiyol. Derg. 2008. Vol. 8, № 4. P. 249–254.
57. Niranjana Murthy H.S., Meenakshi M. ANN Model to Predict Coronary Heart Disease Based on Risk Factors // Bonfring. Int. J. Man Mach. Interface. 2013. Vol. 3, № 2. Р. 13–18.
58. Caliskan A., Yuksel M.E. Classification of Coronary Artery Disease Data Sets by Using a Deep Neural Network // EuroBiotech J. 2017. Vol. 1, № 4. P. 271–277.
59. Гусев A.B. Рынок медицинских информационных систем: обзор, изменения, трен-ды//Врач и информационные технологии. — 2012. — № 3. — С. 6-15.
60. Лапрун И. Эффективность внедрения медицинских информационных систем// PC Week Doctor. - 2008. — № 1(1). — http://www.pcweek.ru/spheres/detail.php2ID = 108436&SPHERE\_ID=13906.
61. Mathivanan Durairaj, Revathi. Prediction Of Heart Disease Using Back Propagation MLP Algorithm [Електронний ресурс] / Mathivanan Durairaj, Revathi // Semantic Scholar. – 2015. – Режим доступу до ресурсу: https://www.semanticscholar.org/paper/Prediction-Of-Heart-Disease-Using-Back-Propagation-Durairaj-Revathi/f8db80d00efa2da49b79a2cf4c8035900d69c624.
62. Усачева Е.В. Информационно-аналитический модуль долгосрочного диспансерного наблюдения пациентов с коронарным атеросклерозом / Е.В. Усачева, С.С. Бунова, А.С. Горбушин, А.Г. Дружинина // Врач и информационные технологии. – 2015. - № 1. – С. 48-53.
63. Approximation by neural networks with scattered data / Author links open overlay panelShaoboLin, XiaofeiGuo, FeilongCao, ZongbenXu. // Applied Mathematics and Computation. – 2013. – №224. – С. 29–35.
64. Mark Lutz. Learning Python / Mark Lutz., 2013. – 1590 с. – (5th Edition).
65. Indra den Bakker. Python Deep Learning Cookbook / Indra den Bakker. – Birmingham-Mumbai: Packt Publishing, 2017. – 158 с.
66. Hastie, T., Tibshirani, R., Friedman, J. The Elements of Statistical Learning. Springer, 739 p. (2014).
67. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A.: Deep Learning (Adaptive Computation and Machine Learning series) 2017. 652 p. (2017).
68. Пишем свою нейросеть: пошаговое руководство [Електронний ресурс] // Библиотека программиста. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: https://proglib.io/p/neural-nets-guide.
69. Michie, D., Spiegelhalter, D.J., Taylor, C.C.: Machine Learning, Neural and Statistical Classification 298 p. Available at: http://www1.maths.leeds.ac.uk/~charles/statlog/whole.pdf (1994) last accessed 2020/04/01.
70. Trask, A.: Grokking Deep Learning. Print Inc., USA. 310p. (2019).
71. Нейронные сети [Електронний ресурс] // StatSoft. – 2012. – Режим доступу до ресурсу: <http://statsoft.ru/home/textbook/modules/stneunet.html>.
72. Karan Jakhar. Big Data Deep Learning Framework using Keras: A Case Study of Pneumonia Prediction [Електронний ресурс] / Karan Jakhar, Nishtha Hooda // IEEE Xplore. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/8777571>.
73. Andreas Holzinger. Machine Learning for Health Informatics / Andreas Holzinger. – 2016. – №9605. – С. 65–73.
74. Sebastian Dark. Deep Learning With Python: A Fundamentals Guide To Understanding Machine Learning and Artificial Intelligence With Scikit-Learn, TensorFlow, and Keras / Sebastian Dark., 2018. – 157 с.
75. Jason Brownlee. Deep Learning With Python/ Develop Deep Learning Models on Theano and TensorFlow Using Keras / Jason Brownlee., 2019. – 258 с. – (Edition: v1.17).
76. Francois Chollet. Deep Learning mit Python und Keras. Das Praxis-Hadbuch vom Entwickler der Keras-Bibliothek / Francois Chollet., 2018.
77. Genetic Basis for Congenital Heart Defects: Current Knowledge / Mary Ella Pierpont, Craig T. Basson, D. Woodrow BensonJr та ін.]. // Circulation. – 2007. – №115. – С. 23–27.
78. Helen Dolk. Congenital Heart Defects in Europe / Helen Dolk, Maria Loane, Ester Garne. // Circulation. – 2011. – №123. – С. 367–374.
79. Aurelien Geron. Hands-on Machine Learning with Scikit-Learn, Keras&TensorFlow / Aurelien Geron. – Beijing: O'Reilly, 2020. – 818 с. – (2nd Edition).
80. Jonathan H. Chen. Machine Learning and Prediction in Medicine — Beyond the Peak of Inflated Expectations [Електронний ресурс] / Jonathan H. Chen, Steven M. Asch // PMC US National Library of Medicine. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5953825/>.
81. Personalized medicine: risk prediction, targeted therapies and mobile health technology [Електронний ресурс] / Daniel F Hayes, Hugh S Markus, R David Leslie, Eric J Topol // BMC Medicine. – 2014. – Режим доступу до ресурсу: https://bmcmedicine.biomedcentral.com/articles/10.1186/1741-7015-12-37?optIn=false.

# 

# **ДОДАТКИ**

## ДОДАТОК А

## Програмний код реалізації штучної неройнної мережі:

import numpy as np

from app.data.db\_ref\_data import DB\_ref\_instance as ref

from app.workers.worker\_file import data, columns as t\_columns

from keras.models import Sequential, Model

from keras.layers import Dense, Input, concatenate

from app.utils.utils import \*

def set\_element\_idx(columns\_list, r\_mtx, column\_name, row\_idx):

f\_idx = columns\_list.index(column\_name)

r\_mtx[x][f\_idx] = data[column\_name][row\_idx]

columns = t\_columns

columns.pop(0)

row\_count = len(data['prg'])

input\_c1 = np.zeros((row\_count, len(ref.input\_c1\_list)))

input\_c2 = np.empty((row\_count, len(ref.input\_c2\_list)))

input\_n1 = np.empty((row\_count, len(ref.input\_n1\_list)))

eprint('NEURON NETWORK WORKER', 'PREPARING DATA...')

for x in range(row\_count):

for column in columns:

if column in ref.input\_c1\_list:

set\_element\_idx(ref.input\_c1\_list, input\_c1, column, x)

continue

if column in ref.input\_c2\_list:

set\_element\_idx(ref.input\_c2\_list, input\_c2, column, x)

continue

if column in ref.input\_n1\_list:

set\_element\_idx(ref.input\_n1\_list, input\_n1, column, x)

continue

output = [[x] for x in data['prg']]

print(len(columns))

print(len(input\_c1))

print(len(input\_c2))

print(len(input\_n1))

inputW = Input(shape=(len(ref.input\_c1\_list),))

inputX = Input(shape=(len(ref.input\_c2\_list),))

inputY = Input(shape=(len(ref.input\_n1\_list),))

w = Dense(3, activation="relu", input\_dim=len(ref.input\_c1\_list))(inputW)

w = Model(inputs=inputW, outputs=w)

x = Dense(1, activation="relu", input\_dim=len(ref.input\_c2\_list))(inputX)

x = Model(inputs=inputX, outputs=x)

y = Dense(5, activation="relu", input\_dim=len(ref.input\_n1\_list))(inputY)

y = Dense(2, activation="relu")(y)

y = Model(inputs=inputY, outputs=y)

combined = concatenate([w.output, x.input, y.output])

z = Dense(3, activation="relu")(combined)

z = Dense(1, activation="sigmoid")(z)

model = Model(inputs=[w.input, x.input, y.input], outputs=z)

model.compile(loss='categorical\_crossentropy', optimizer='adam', metrics=['accuracy'])

print(model.summary())

history = model.fit(

x=[input\_c1, input\_c2, input\_n1],

y=np.array(output),

batch\_size=12,

epochs=8,

verbose=1,

validation\_split=0.2

)

\_, accuracy = model.evaluate(x=[input\_c1, input\_c2, input\_n1], y=np.array(output), verbose=1)

acc\_norm = accuracy \* 100

eprint('NEURON NETWORK WORKER', 'TARGET MODEL ACCURACY: %.3f' % (accuracy \* 100))

if acc\_norm < 50:

eprint('NEURON NETWORK WORKER', '\n!!! DANGER !!! \n ACCURACY IS ON TOO LOW LEVEL \n DON`T USE PREDICT RESULTS')

elif acc\_norm < 75:

eprint('NEURON NETWORK WORKER', '\n! WARNING ! \n ACCURACY IS ON MODERATE LEVEL')

else:

eprint('NEURON NETWORK WORKER', '\nACCURACY IS ON HIGH LEVEL')

## ДОДАТОК Б

## Датасет навчання нейронної мережі .

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Pro gres** | **OP** | **Shu**  **nt** | **vik** | **zrist** | **Va ha** | **IMT** | **stat** | **Ch SS** | **AD sist.** | **AD diast** | **AG the rap** | **Cho leste rin** | **Dia bet** |
| 0 | 0 | 0 | 9 | 110 | 35 | 28.93 | 0 | 65 | 122 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 10 | 120 | 40 | 27.78 | 0 | 63 | 115 | 73 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 11 | 121 | 33 | 22.54 | 1 | 61 | 118 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 11 | 125 | 30 | 19.20 | 0 | 59 | 119 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 12 | 142 | 45 | 22.32 | 1 | 63 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 12 | 148 | 40 | 18.26 | 0 | 59 | 118 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 12 | 150 | 40 | 17.78 | 1 | 56 | 110 | 67 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 13 | 151 | 54 | 23.68 | 0 | 62 | 153 | 93 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 13 | 162 | 50 | 19.05 | 0 | 60 | 119 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 13 | 168 | 70 | 24.80 | 0 | 68 | 120 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 14 | 169 | 72 | 25.21 | 1 | 60 | 115 | 70 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 14 | 172 | 73 | 24.68 | 1 | 60 | 121 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 15 | 170 | 62 | 21.45 | 0 | 62 | 125 | 76 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 15 | 169 | 66 | 23.11 | 0 | 68 | 120 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 15 | 175 | 68 | 22.20 | 1 | 65 | 118 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 15 | 171 | 62 | 21.20 | 1 | 62 | 117 | 83 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 15 | 163 | 55 | 20.70 | 0 | 63 | 116 | 75 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 16 | 165 | 53 | 19.47 | 0 | 60 | 120 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 16 | 167 | 50 | 17.93 | 0 | 59 | 121 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 16 | 168 | 55 | 19.49 | 1 | 58 | 125 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 16 | 169 | 56 | 19.61 | 0 | 62 | 117 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 17 | 166 | 52 | 18.87 | 1 | 61 | 119 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 17 | 164 | 60 | 22.31 | 0 | 61 | 120 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 17 | 170 | 65 | 22.49 | 0 | 62 | 120 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 17 | 171 | 60 | 20.52 | 0 | 60 | 117 | 77 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 17 | 169 | 57 | 19.96 | 1 | 59 | 116 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 17 | 168 | 50 | 17.72 | 1 | 67 | 119 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 17 | 167 | 48 | 17.21 | 1 | 69 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 17 | 172 | 68 | 22.99 | 0 | 70 | 121 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 18 | 173 | 70 | 23.39 | 0 | 64 | 118 | 77 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 18 | 174 | 65 | 21.47 | 0 | 62 | 123 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 18 | 173 | 68 | 22.72 | 0 | 60 | 124 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 18 | 175 | 72 | 23.51 | 0 | 61 | 121 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 18 | 165 | 52 | 19.10 | 1 | 65 | 118 | 74 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 18 | 169 | 63 | 22.06 | 0 | 57 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 18 | 171 | 70 | 23.94 | 0 | 56 | 118 | 79 | 0 | 0 | 0 |

*Продовженя датасету*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 0 | 18 | 164 | 60 | 22.31 | 1 | 67 | 122 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 19 | 171 | 74 | 25.31 | 0 | 67 | 163 | 90 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 19 | 173 | 55 | 18.38 | 1 | 59 | 116 | 70 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 19 | 184 | 69 | 20.38 | 1 | 69 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 19 | 167 | 60 | 21.51 | 0 | 64 | 121 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 19 | 170 | 69 | 23.88 | 0 | 71 | 128 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 19 | 170 | 64 | 22.15 | 0 | 62 | 118 | 77 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 19 | 173 | 68 | 22.72 | 1 | 63 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 19 | 175 | 71 | 23.18 | 0 | 60 | 117 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 19 | 178 | 66 | 20.83 | 0 | 58 | 119 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 19 | 176 | 70 | 22.60 | 0 | 67 | 120 | 85 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 19 | 163 | 59 | 22.21 | 0 | 61 | 128 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 19 | 187 | 77 | 22.02 | 0 | 65 | 122 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 19 | 182 | 80 | 24.15 | 0 | 62 | 119 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 19 | 180 | 69 | 21.30 | 0 | 64 | 120 | 70 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 20 | 163 | 48 | 18.07 | 1 | 72 | 130 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 20 | 169 | 58 | 20.31 | 0 | 59 | 117 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 20 | 171 | 53 | 18.13 | 1 | 63 | 119 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 20 | 172 | 64 | 21.63 | 0 | 61 | 121 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 20 | 174 | 67 | 22.13 | 0 | 58 | 118 | 77 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 20 | 177 | 70 | 22.34 | 0 | 61 | 119 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 20 | 178 | 69 | 21.78 | 0 | 60 | 122 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 20 | 182 | 62 | 18.72 | 1 | 59 | 117 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 20 | 183 | 74 | 22.10 | 0 | 61 | 120 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 20 | 186 | 79 | 22.84 | 0 | 59 | 118 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 20 | 187 | 81 | 23.16 | 0 | 63 | 117 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 20 | 168 | 56 | 19.84 | 1 | 67 | 121 | 83 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 20 | 170 | 57 | 19.72 | 1 | 62 | 119 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 20 | 181 | 73 | 22.28 | 0 | 67 | 122 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 21 | 166 | 55 | 19.96 | 1 | 65 | 119 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 21 | 169 | 53 | 18.56 | 0 | 59 | 116 | 76 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 21 | 171 | 69 | 23.60 | 0 | 63 | 121 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 21 | 172 | 61 | 20.62 | 1 | 65 | 110 | 67 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 21 | 174 | 68 | 22.46 | 0 | 58 | 112 | 71 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 21 | 176 | 71 | 22.92 | 0 | 61 | 119 | 84 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 21 | 177 | 68 | 21.71 | 1 | 67 | 120 | 86 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 21 | 179 | 63 | 19.66 | 1 | 66 | 123 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 21 | 180 | 73 | 22.53 | 0 | 59 | 118 | 70 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 21 | 182 | 70 | 21.13 | 0 | 71 | 121 | 83 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 21 | 185 | 77 | 22.50 | 0 | 65 | 112 | 72 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 21 | 188 | 76 | 21.50 | 0 | 69 | 120 | 83 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 21 | 191 | 80 | 21.93 | 0 | 71 | 111 | 78 | 0 | 0 | 0 |

*Продовженя датасету*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 0 | 21 | 187 | 71 | 20.30 | 0 | 60 | 119 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 21 | 184 | 66 | 19.49 | 0 | 58 | 109 | 74 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 21 | 181 | 59 | 18.01 | 1 | 62 | 117 | 77 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 21 | 183 | 67 | 20.01 | 0 | 61 | 122 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 22 | 165 | 48 | 17.63 | 1 | 58 | 124 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 22 | 169 | 54 | 18.91 | 0 | 60 | 121 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 22 | 169 | 56 | 19.61 | 1 | 67 | 118 | 70 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 22 | 173 | 60 | 20.05 | 1 | 69 | 123 | 77 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 22 | 175 | 63 | 20.57 | 0 | 63 | 122 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 22 | 176 | 67 | 21.63 | 0 | 64 | 116 | 73 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 22 | 178 | 70 | 22.09 | 0 | 71 | 123 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 22 | 179 | 68 | 21.22 | 0 | 76 | 120 | 88 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 22 | 177 | 69 | 22.02 | 1 | 77 | 126 | 84 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 22 | 178 | 66 | 20.83 | 0 | 65 | 118 | 75 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 22 | 180 | 71 | 21.91 | 0 | 56 | 119 | 69 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 22 | 182 | 67 | 20.23 | 0 | 58 | 120 | 77 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 22 | 183 | 63 | 18.81 | 1 | 61 | 121 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 22 | 186 | 72 | 20.81 | 0 | 63 | 117 | 72 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 22 | 187 | 68 | 19.45 | 0 | 60 | 123 | 85 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 23 | 173 | 76 | 25.39 | 0 | 60 | 163 | 91 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 23 | 165 | 57 | 20.94 | 0 | 57 | 121 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 23 | 169 | 56 | 19.61 | 1 | 62 | 113 | 69 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 23 | 173 | 58 | 19.38 | 1 | 59 | 119 | 84 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 23 | 171 | 69 | 23.60 | 0 | 68 | 124 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 23 | 172 | 56 | 18.93 | 1 | 63 | 122 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 23 | 174 | 62 | 20.48 | 0 | 60 | 115 | 76 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 23 | 175 | 68 | 22.20 | 0 | 58 | 125 | 90 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 23 | 176 | 65 | 20.98 | 0 | 64 | 123 | 86 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 23 | 178 | 63 | 19.88 | 1 | 68 | 118 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 23 | 179 | 67 | 20.91 | 0 | 66 | 122 | 76 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 23 | 181 | 63 | 19.23 | 1 | 64 | 128 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 23 | 183 | 72 | 21.50 | 1 | 78 | 119 | 84 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 23 | 184 | 75 | 22.15 | 0 | 75 | 121 | 89 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 23 | 186 | 77 | 22.26 | 0 | 63 | 116 | 70 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 23 | 188 | 79 | 22.35 | 0 | 77 | 117 | 73 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 23 | 192 | 86 | 23.33 | 0 | 65 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 24 | 163 | 50 | 18.82 | 1 | 66 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 24 | 168 | 59 | 20.90 | 0 | 56 | 110 | 72 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 24 | 169 | 56 | 19.61 | 1 | 62 | 108 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 24 | 172 | 60 | 20.28 | 1 | 70 | 122 | 84 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 24 | 174 | 62 | 20.48 | 1 | 63 | 126 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 24 | 175 | 66 | 21.55 | 0 | 59 | 125 | 78 | 0 | 0 | 0 |

*Продовженя датасету*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 0 | 24 | 178 | 70 | 22.09 | 0 | 67 | 116 | 77 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 24 | 179 | 73 | 22.78 | 1 | 64 | 112 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 24 | 175 | 69 | 22.53 | 0 | 72 | 124 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 24 | 172 | 65 | 21.97 | 0 | 60 | 120 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 24 | 179 | 72 | 22.47 | 0 | 61 | 121 | 83 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 24 | 178 | 64 | 20.20 | 1 | 62 | 123 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 24 | 180 | 68 | 20.99 | 1 | 67 | 120 | 77 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 24 | 183 | 69 | 20.60 | 0 | 69 | 112 | 68 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 24 | 186 | 77 | 22.26 | 0 | 75 | 115 | 70 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 24 | 190 | 72 | 19.94 | 0 | 60 | 119 | 75 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 25 | 166 | 50 | 18.14 | 1 | 59 | 112 | 72 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 25 | 167 | 55 | 19.72 | 1 | 60 | 121 | 85 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 25 | 170 | 56 | 19.38 | 0 | 61 | 117 | 77 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 25 | 170 | 58 | 20.07 | 0 | 68 | 122 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 25 | 172 | 62 | 20.96 | 1 | 62 | 120 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 25 | 173 | 66 | 22.05 | 0 | 70 | 109 | 73 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 25 | 177 | 69 | 22.02 | 1 | 67 | 112 | 74 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 25 | 179 | 70 | 21.85 | 0 | 63 | 123 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 25 | 179 | 64 | 19.97 | 0 | 66 | 116 | 76 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 25 | 180 | 72 | 22.22 | 0 | 58 | 111 | 72 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 25 | 180 | 77 | 23.77 | 1 | 62 | 122 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 25 | 182 | 79 | 23.85 | 0 | 74 | 121 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 25 | 183 | 71 | 21.20 | 1 | 66 | 116 | 75 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 25 | 188 | 78 | 22.07 | 0 | 64 | 118 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 25 | 188 | 81 | 22.92 | 0 | 57 | 120 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 25 | 189 | 78 | 21.84 | 0 | 61 | 123 | 87 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 25 | 170 | 67 | 23.18 | 0 | 77 | 120 | 76 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 26 | 170 | 81 | 28.03 | 0 | 57 | 132 | 59 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 26 | 191 | 75 | 20.56 | 0 | 52 | 96 | 101 | 1 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 26 | 169 | 55 | 19.26 | 1 | 61 | 105 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 26 | 170 | 65 | 22.49 | 1 | 58 | 123 | 74 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 26 | 165 | 56 | 20.57 | 1 | 62 | 116 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 26 | 172 | 61 | 20.62 | 1 | 67 | 127 | 87 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 26 | 173 | 65 | 21.72 | 0 | 57 | 108 | 68 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 26 | 175 | 67 | 21.88 | 0 | 61 | 115 | 70 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 26 | 175 | 66 | 21.55 | 0 | 59 | 124 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 26 | 175 | 70 | 22.86 | 0 | 65 | 121 | 83 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 26 | 177 | 69 | 22.02 | 0 | 67 | 126 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 26 | 177 | 70 | 22.34 | 0 | 65 | 118 | 69 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 26 | 166 | 58 | 21.05 | 0 | 63 | 124 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 26 | 170 | 53 | 18.34 | 1 | 70 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 26 | 179 | 67 | 20.91 | 0 | 64 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |

*Продовженя датасету*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 0 | 26 | 181 | 69 | 21.06 | 0 | 61 | 119 | 85 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 26 | 187 | 74 | 21.16 | 0 | 55 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 26 | 188 | 79 | 22.35 | 0 | 59 | 121 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 26 | 188 | 80 | 22.63 | 0 | 58 | 125 | 76 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 26 | 189 | 83 | 23.24 | 0 | 65 | 117 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 27 | 169 | 86 | 30.11 | 0 | 57 | 114 | 80 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 27 | 189 | 84 | 23.52 | 0 | 86 | 123 | 82 | 0 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 27 | 167 | 56 | 20.08 | 1 | 63 | 121 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 27 | 170 | 58 | 20.07 | 1 | 64 | 117 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 27 | 171 | 60 | 20.52 | 1 | 67 | 112 | 72 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 27 | 171 | 67 | 22.91 | 0 | 69 | 119 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 27 | 171 | 65 | 22.23 | 0 | 61 | 120 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 27 | 172 | 58 | 19.61 | 1 | 65 | 118 | 85 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 27 | 177 | 62 | 19.79 | 1 | 62 | 123 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 27 | 177 | 65 | 20.75 | 0 | 64 | 122 | 72 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 27 | 178 | 70 | 22.09 | 0 | 63 | 122 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 27 | 176 | 71 | 22.92 | 0 | 62 | 118 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 27 | 173 | 69 | 23.05 | 0 | 67 | 119 | 69 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 27 | 173 | 69 | 23.05 | 1 | 67 | 124 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 27 | 180 | 72 | 22.22 | 0 | 65 | 120 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 27 | 179 | 70 | 21.85 | 0 | 62 | 121 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 27 | 178 | 71 | 22.41 | 0 | 61 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 27 | 169 | 57 | 19.96 | 0 | 60 | 117 | 77 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 27 | 176 | 69 | 22.28 | 0 | 60 | 119 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 27 | 188 | 75 | 21.22 | 0 | 64 | 120 | 86 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 27 | 169 | 82 | 28.71 | 0 | 57 | 124 | 80 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 27 | 170 | 86 | 29.76 | 0 | 68 | 109 | 80 | 0 | 3 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 27 | 186 | 78 | 22.55 | 0 | 67 | 124 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 27 | 185 | 73 | 21.33 | 0 | 66 | 116 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 28 | 168 | 54 | 19.13 | 1 | 60 | 117 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 28 | 169 | 56 | 19.61 | 0 | 59 | 120 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 28 | 171 | 69 | 23.60 | 1 | 56 | 121 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 28 | 171 | 59 | 20.18 | 1 | 61 | 123 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 28 | 172 | 63 | 21.30 | 1 | 63 | 118 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 28 | 170 | 65 | 22.49 | 0 | 66 | 119 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 28 | 166 | 57 | 20.69 | 0 | 65 | 120 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 28 | 168 | 62 | 21.97 | 0 | 64 | 123 | 84 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 28 | 173 | 72 | 24.06 | 0 | 69 | 119 | 76 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 28 | 174 | 72 | 23.78 | 1 | 63 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 28 | 175 | 68 | 22.20 | 0 | 70 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 28 | 177 | 76 | 24.26 | 0 | 66 | 121 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 28 | 177 | 63 | 20.11 | 0 | 64 | 122 | 80 | 0 | 0 | 0 |

*Продовженя датасету*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 0 | 28 | 178 | 70 | 22.09 | 0 | 65 | 119 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 28 | 186 | 79 | 22.84 | 0 | 71 | 118 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 28 | 183 | 81 | 24.19 | 0 | 63 | 117 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 28 | 184 | 78 | 23.04 | 0 | 65 | 110 | 75 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 28 | 185 | 78 | 22.79 | 0 | 61 | 120 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 29 | 191 | 76 | 20.83 | 0 | 59 | 128 | 79 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 29 | 162 | 79 | 30.10 | 0 | 69 | 134 | 85 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 29 | 167 | 58 | 20.80 | 1 | 60 | 119 | 77 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 29 | 167 | 55 | 19.72 | 1 | 58 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 29 | 169 | 62 | 21.71 | 0 | 57 | 112 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 29 | 173 | 57 | 19.05 | 0 | 61 | 119 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 29 | 172 | 56 | 18.93 | 1 | 64 | 118 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 29 | 170 | 62 | 21.45 | 1 | 63 | 119 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 29 | 170 | 65 | 22.49 | 1 | 62 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 29 | 176 | 70 | 22.60 | 0 | 68 | 120 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 29 | 176 | 72 | 23.24 | 0 | 61 | 121 | 87 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 29 | 178 | 68 | 21.46 | 0 | 59 | 122 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 29 | 179 | 70 | 21.85 | 0 | 64 | 124 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 29 | 180 | 75 | 23.15 | 0 | 62 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 29 | 181 | 80 | 24.42 | 0 | 63 | 117 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 29 | 182 | 78 | 23.55 | 1 | 68 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 29 | 182 | 82 | 24.76 | 0 | 61 | 118 | 77 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 29 | 188 | 86 | 24.33 | 0 | 60 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 29 | 186 | 75 | 21.68 | 0 | 62 | 123 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 29 | 190 | 83 | 22.99 | 0 | 66 | 122 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 30 | 188 | 75 | 21.22 | 0 | 63 | 96 | 71 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 30 | 184 | 88 | 25.99 | 0 | 73 | 123 | 82 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 30 | 185 | 64 | 18.70 | 1 | 88 | 145 | 75 | 0 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 30 | 168 | 65 | 23.03 | 1 | 60 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 30 | 169 | 53 | 18.56 | 1 | 61 | 121 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 30 | 170 | 59 | 20.42 | 1 | 59 | 118 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 30 | 172 | 65 | 21.97 | 1 | 63 | 117 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 30 | 173 | 68 | 22.72 | 0 | 62 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 30 | 177 | 64 | 20.43 | 0 | 66 | 121 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 30 | 176 | 67 | 21.63 | 0 | 58 | 122 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 30 | 175 | 66 | 21.55 | 0 | 62 | 121 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 30 | 186 | 83 | 23.99 | 0 | 63 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 30 | 188 | 79 | 22.35 | 0 | 61 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 30 | 180 | 72 | 22.22 | 0 | 60 | 119 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 30 | 178 | 71 | 22.41 | 0 | 65 | 112 | 77 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 30 | 178 | 67 | 21.15 | 0 | 66 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 30 | 156 | 50 | 20.55 | 1 | 64 | 117 | 83 | 0 | 0 | 0 |

*Продовженя датасету*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 0 | 30 | 167 | 58 | 20.80 | 0 | 60 | 120 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 30 | 186 | 74 | 21.39 | 0 | 61 | 97 | 70 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 30 | 184 | 74 | 21.86 | 0 | 62 | 97 | 70 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 30 | 180 | 74 | 22.84 | 0 | 59 | 107 | 75 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 30 | 181 | 79 | 24.11 | 0 | 62 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 31 | 172 | 72 | 24.34 | 0 | 56 | 132 | 46 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 31 | 179 | 65 | 20.29 | 0 | 64 | 108 | 60 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 31 | 165 | 91 | 33.43 | 0 | 73 | 128 | 77 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 31 | 175 | 69 | 22.53 | 0 | 70 | 132 | 96 | 1 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 31 | 166 | 60 | 21.77 | 1 | 62 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 31 | 169 | 63 | 22.06 | 0 | 60 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 31 | 170 | 70 | 24.22 | 1 | 61 | 117 | 89 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 31 | 171 | 67 | 22.91 | 0 | 66 | 113 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 31 | 171 | 65 | 22.23 | 1 | 65 | 112 | 84 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 31 | 174 | 68 | 22.46 | 0 | 59 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 31 | 174 | 70 | 23.12 | 1 | 66 | 121 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 31 | 177 | 72 | 22.98 | 0 | 63 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 31 | 175 | 70 | 22.86 | 0 | 62 | 122 | 83 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 31 | 173 | 66 | 22.05 | 0 | 61 | 121 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 31 | 181 | 72 | 21.98 | 0 | 65 | 121 | 77 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 31 | 188 | 85 | 24.05 | 0 | 60 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 31 | 183 | 77 | 22.99 | 1 | 67 | 117 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 31 | 185 | 78 | 22.79 | 0 | 65 | 116 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 31 | 182 | 81 | 24.45 | 0 | 68 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 31 | 191 | 89 | 24.40 | 0 | 67 | 115 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 32 | 181 | 74 | 22.59 | 0 | 68 | 133 | 109 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 32 | 167 | 69 | 24.74 | 0 | 50 | 134 | 101 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 32 | 161 | 89 | 34.34 | 1 | 61 | 124 | 109 | 0 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 32 | 168 | 62 | 21.97 | 0 | 60 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 32 | 158 | 48 | 19.23 | 1 | 62 | 119 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 32 | 169 | 60 | 21.01 | 1 | 61 | 117 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 32 | 174 | 75 | 24.77 | 1 | 66 | 116 | 76 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 32 | 171 | 68 | 23.26 | 0 | 65 | 120 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 32 | 183 | 76 | 22.69 | 0 | 67 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 32 | 176 | 69 | 22.28 | 0 | 66 | 121 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 32 | 177 | 72 | 22.98 | 0 | 61 | 122 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 32 | 172 | 70 | 23.66 | 0 | 61 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 32 | 176 | 73 | 23.57 | 0 | 63 | 116 | 77 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 32 | 170 | 65 | 22.49 | 0 | 66 | 117 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 32 | 170 | 62 | 21.45 | 0 | 67 | 108 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 32 | 176 | 66 | 21.31 | 0 | 62 | 117 | 75 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 32 | 172 | 65 | 21.97 | 0 | 61 | 119 | 71 | 0 | 0 | 0 |

*Продовженя датасету*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 0 | 32 | 188 | 78 | 22.07 | 0 | 60 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 32 | 186 | 74 | 21.39 | 0 | 65 | 121 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 33 | 177 | 68 | 21.71 | 0 | 69 | 129 | 39 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 33 | 169 | 58 | 20.31 | 0 | 65 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 33 | 163 | 60 | 22.58 | 1 | 60 | 118 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 33 | 170 | 65 | 22.49 | 1 | 59 | 119 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 33 | 171 | 59 | 20.18 | 1 | 61 | 120 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 33 | 172 | 65 | 21.97 | 1 | 62 | 120 | 76 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 33 | 172 | 67 | 22.65 | 0 | 66 | 121 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 33 | 175 | 70 | 22.86 | 0 | 61 | 120 | 83 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 33 | 179 | 71 | 22.16 | 0 | 63 | 116 | 75 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 33 | 192 | 82 | 22.24 | 0 | 67 | 118 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 33 | 187 | 85 | 24.31 | 0 | 65 | 120 | 86 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 33 | 176 | 69 | 22.28 | 1 | 66 | 120 | 83 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 33 | 187 | 82 | 23.45 | 0 | 61 | 117 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 33 | 182 | 78 | 23.55 | 0 | 64 | 119 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 33 | 181 | 79 | 24.11 | 0 | 62 | 120 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 33 | 180 | 77 | 23.77 | 0 | 63 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 34 | 161 | 74 | 28.55 | 0 | 66 | 128 | 73 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 34 | 187 | 72 | 20.59 | 0 | 81 | 134 | 97 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 34 | 175 | 77 | 25.14 | 0 | 49 | 133 | 84 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 34 | 191 | 67 | 18.37 | 0 | 70 | 103 | 69 | 0 | 2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 34 | 188 | 62 | 17.54 | 1 | 93 | 148 | 75 | 0 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 34 | 164 | 55 | 20.45 | 0 | 59 | 121 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 34 | 170 | 61 | 21.11 | 0 | 58 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 34 | 172 | 66 | 22.31 | 1 | 60 | 119 | 84 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 34 | 177 | 67 | 21.39 | 0 | 61 | 117 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 34 | 178 | 72 | 22.72 | 0 | 62 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 34 | 180 | 71 | 21.91 | 1 | 66 | 115 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 34 | 180 | 72 | 22.22 | 0 | 63 | 120 | 76 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 34 | 182 | 70 | 21.13 | 0 | 62 | 118 | 76 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 34 | 188 | 79 | 22.35 | 0 | 60 | 119 | 69 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 34 | 177 | 70 | 22.34 | 0 | 61 | 120 | 68 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 34 | 175 | 68 | 22.20 | 0 | 65 | 117 | 83 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 35 | 188 | 70 | 19.81 | 0 | 55 | 167 | 122 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 35 | 182 | 64 | 19.32 | 0 | 57 | 132 | 98 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 35 | 201 | 87 | 21.53 | 0 | 66 | 165 | 54 | 1 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 35 | 168 | 55 | 19.49 | 1 | 59 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 35 | 178 | 67 | 21.15 | 1 | 61 | 117 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 35 | 176 | 67 | 21.63 | 0 | 60 | 121 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 35 | 172 | 65 | 21.97 | 0 | 62 | 118 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 35 | 173 | 70 | 23.39 | 0 | 64 | 115 | 71 | 0 | 0 | 0 |

*Продовженя датасету*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 0 | 35 | 188 | 79 | 22.35 | 0 | 66 | 123 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 35 | 187 | 76 | 21.73 | 0 | 63 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 35 | 186 | 79 | 22.84 | 0 | 61 | 120 | 75 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 35 | 186 | 70 | 20.23 | 0 | 55 | 157 | 122 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 35 | 182 | 64 | 19.32 | 0 | 57 | 132 | 98 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 35 | 188 | 70 | 19.81 | 0 | 55 | 167 | 120 | 0 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 35 | 170 | 62 | 21.45 | 1 | 60 | 121 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 36 | 193 | 62 | 16.64 | 0 | 71 | 133 | 60 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 36 | 160 | 82 | 32.03 | 0 | 54 | 124 | 48 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 36 | 177 | 62 | 19.79 | 0 | 66 | 108 | 103 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 36 | 166 | 82 | 29.76 | 0 | 76 | 147 | 93 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 36 | 197 | 76 | 19.58 | 0 | 64 | 157 | 48 | 0 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 36 | 170 | 60 | 20.76 | 1 | 71 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 36 | 168 | 54 | 19.13 | 1 | 68 | 117 | 76 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 36 | 175 | 68 | 22.20 | 0 | 65 | 114 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 36 | 177 | 71 | 22.66 | 0 | 70 | 119 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 36 | 174 | 65 | 21.47 | 0 | 65 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 36 | 182 | 70 | 21.13 | 1 | 58 | 121 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 36 | 185 | 78 | 22.79 | 0 | 64 | 120 | 76 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 36 | 188 | 79 | 22.35 | 0 | 62 | 120 | 84 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 36 | 190 | 79 | 21.88 | 0 | 61 | 121 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 36 | 193 | 62 | 16.64 | 0 | 71 | 133 | 60 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 36 | 173 | 62 | 20.72 | 0 | 77 | 133 | 60 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 37 | 199 | 89 | 22.47 | 0 | 55 | 134 | 52 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 37 | 188 | 63 | 17.82 | 0 | 77 | 129 | 117 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 37 | 174 | 83 | 27.41 | 0 | 66 | 119 | 88 | 0 | 2 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 37 | 165 | 56 | 20.57 | 0 | 60 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 37 | 169 | 56 | 19.61 | 1 | 61 | 118 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 37 | 172 | 69 | 23.32 | 1 | 63 | 115 | 76 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 37 | 175 | 70 | 22.86 | 1 | 71 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 37 | 176 | 71 | 22.92 | 0 | 67 | 112 | 69 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 37 | 177 | 65 | 20.75 | 0 | 63 | 118 | 70 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 37 | 180 | 77 | 23.77 | 0 | 65 | 119 | 76 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 37 | 183 | 78 | 23.29 | 0 | 68 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 37 | 199 | 89 | 22.47 | 0 | 55 | 134 | 52 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 37 | 188 | 63 | 17.82 | 0 | 77 | 129 | 117 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 37 | 199 | 89 | 22.47 | 0 | 55 | 134 | 52 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 38 | 185 | 83 | 24.25 | 0 | 56 | 155 | 83 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 38 | 201 | 77 | 19.06 | 0 | 56 | 97 | 112 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 38 | 154 | 68 | 28.67 | 0 | 56 | 129 | 77 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 38 | 187 | 69 | 19.73 | 0 | 68 | 138 | 88 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 38 | 184 | 76 | 22.45 | 0 | 60 | 106 | 113 | 1 | 3 | 1 |

*Продовженя датасету*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 0 | 38 | 177 | 66 | 21.07 | 0 | 63 | 101 | 66 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 38 | 165 | 76 | 27.92 | 0 | 64 | 108 | 81 | 0 | 2 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 38 | 171 | 60 | 20.52 | 1 | 61 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 38 | 174 | 66 | 21.80 | 1 | 60 | 121 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 38 | 177 | 70 | 22.34 | 0 | 62 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 38 | 179 | 70 | 21.85 | 1 | 59 | 117 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 38 | 168 | 57 | 20.20 | 0 | 58 | 118 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 38 | 186 | 78 | 22.55 | 0 | 60 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 38 | 189 | 67 | 18.76 | 0 | 56 | 99 | 110 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 38 | 154 | 68 | 28.67 | 0 | 56 | 129 | 77 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 38 | 187 | 69 | 19.73 | 0 | 68 | 138 | 88 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 38 | 178 | 67 | 21.15 | 0 | 56 | 96 | 110 | 1 | 2 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 38 | 154 | 68 | 28.67 | 0 | 56 | 129 | 77 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 38 | 165 | 76 | 27.92 | 0 | 64 | 108 | 81 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 39 | 187 | 57 | 16.30 | 0 | 68 | 141 | 74 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 39 | 178 | 83 | 26.20 | 0 | 76 | 135 | 68 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 39 | 183 | 75 | 22.40 | 0 | 67 | 127 | 70 | 0 | 2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 39 | 168 | 73 | 25.86 | 0 | 45 | 145 | 94 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 39 | 184 | 67 | 19.79 | 0 | 76 | 113 | 92 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 39 | 184 | 69 | 20.38 | 0 | 59 | 132 | 85 | 0 | 2 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 39 | 152 | 85 | 36.79 | 0 | 60 | 115 | 116 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 39 | 188 | 56 | 15.84 | 1 | 61 | 102 | 64 | 0 | 2 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 39 | 168 | 70 | 24.80 | 1 | 70 | 131 | 101 | 1 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 39 | 174 | 68 | 22.46 | 0 | 65 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 39 | 172 | 65 | 21.97 | 1 | 66 | 117 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 39 | 177 | 70 | 22.34 | 0 | 67 | 121 | 83 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 39 | 176 | 69 | 22.28 | 1 | 69 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 39 | 186 | 70 | 20.23 | 0 | 59 | 114 | 77 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 39 | 188 | 79 | 22.35 | 0 | 63 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 39 | 187 | 57 | 16.30 | 0 | 68 | 141 | 74 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 39 | 178 | 83 | 26.20 | 0 | 76 | 135 | 58 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 39 | 183 | 75 | 22.40 | 0 | 67 | 127 | 70 | 0 | 2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 39 | 167 | 73 | 26.18 | 0 | 45 | 147 | 95 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 39 | 184 | 67 | 19.79 | 0 | 76 | 113 | 92 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 39 | 187 | 57 | 16.30 | 0 | 68 | 141 | 74 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 39 | 178 | 83 | 26.20 | 0 | 76 | 135 | 58 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 39 | 183 | 75 | 22.40 | 0 | 67 | 127 | 70 | 0 | 2 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 39 | 166 | 74 | 26.85 | 0 | 45 | 143 | 92 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 39 | 188 | 56 | 15.84 | 1 | 61 | 102 | 64 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 40 | 190 | 76 | 21.05 | 0 | 58 | 111 | 58 | 0 | 2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 40 | 183 | 76 | 22.69 | 0 | 67 | 138 | 89 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 40 | 177 | 78 | 24.90 | 0 | 49 | 90 | 79 | 1 | 0 | 0 |

*Продовженя датасету*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 0 | 40 | 170 | 79 | 27.34 | 0 | 63 | 164 | 69 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 40 | 179 | 65 | 20.29 | 0 | 44 | 87 | 56 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 40 | 180 | 92 | 28.40 | 0 | 67 | 129 | 81 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 40 | 176 | 65 | 20.98 | 0 | 53 | 117 | 98 | 0 | 3 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 40 | 168 | 57 | 20.20 | 0 | 60 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 40 | 176 | 69 | 22.28 | 1 | 62 | 121 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 40 | 178 | 70 | 22.09 | 0 | 63 | 118 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 40 | 180 | 72 | 22.22 | 0 | 59 | 119 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 40 | 181 | 76 | 23.20 | 1 | 60 | 122 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 40 | 190 | 79 | 21.88 | 0 | 62 | 121 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 40 | 170 | 62 | 21.45 | 1 | 61 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 40 | 178 | 78 | 24.62 | 0 | 49 | 91 | 79 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 40 | 178 | 76 | 23.99 | 0 | 67 | 140 | 89 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 40 | 176 | 65 | 20.98 | 0 | 53 | 117 | 68 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 41 | 187 | 87 | 24.88 | 0 | 81 | 110 | 81 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 41 | 171 | 79 | 27.02 | 0 | 53 | 98 | 83 | 1 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 41 | 166 | 56 | 20.32 | 1 | 60 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 41 | 173 | 65 | 21.72 | 1 | 61 | 121 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 41 | 174 | 68 | 22.46 | 1 | 62 | 115 | 70 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 41 | 177 | 70 | 22.34 | 0 | 66 | 110 | 76 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 41 | 183 | 75 | 22.40 | 0 | 65 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 41 | 188 | 80 | 22.63 | 0 | 68 | 121 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 41 | 180 | 76 | 23.46 | 0 | 69 | 120 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 42 | 168 | 66 | 23.38 | 0 | 75 | 104 | 111 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 42 | 174 | 74 | 24.44 | 0 | 62 | 160 | 96 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 42 | 164 | 84 | 31.23 | 0 | 58 | 144 | 60 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 42 | 181 | 96 | 29.30 | 0 | 65 | 142 | 83 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 42 | 180 | 68 | 20.99 | 0 | 47 | 149 | 63 | 0 | 2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 42 | 184 | 84 | 24.81 | 0 | 65 | 133 | 50 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 42 | 176 | 84 | 27.12 | 0 | 63 | 133 | 102 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 42 | 174 | 76 | 25.10 | 0 | 63 | 130 | 69 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 42 | 166 | 55 | 19.96 | 1 | 70 | 145 | 67 | 0 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 42 | 174 | 67 | 22.13 | 0 | 66 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 42 | 172 | 67 | 22.65 | 1 | 62 | 120 | 83 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 42 | 176 | 68 | 21.95 | 1 | 64 | 116 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 42 | 177 | 70 | 22.34 | 0 | 61 | 118 | 83 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 42 | 180 | 73 | 22.53 | 0 | 69 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 42 | 176 | 74 | 23.89 | 0 | 61 | 155 | 96 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 42 | 174 | 74 | 24.44 | 0 | 62 | 150 | 96 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 43 | 169 | 77 | 26.96 | 0 | 66 | 82 | 69 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 43 | 189 | 82 | 22.96 | 0 | 80 | 130 | 91 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 43 | 178 | 82 | 25.88 | 0 | 68 | 106 | 98 | 1 | 3 | 0 |

*Продовженя датасету*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 0 | 43 | 187 | 63 | 18.02 | 0 | 72 | 126 | 77 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 43 | 196 | 96 | 24.99 | 0 | 78 | 147 | 60 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 43 | 171 | 74 | 25.31 | 0 | 82 | 124 | 57 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 43 | 199 | 65 | 16.41 | 0 | 66 | 115 | 107 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 43 | 178 | 68 | 21.46 | 0 | 54 | 134 | 75 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 43 | 182 | 83 | 25.06 | 0 | 73 | 167 | 76 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 43 | 193 | 60 | 16.11 | 0 | 63 | 123 | 67 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 43 | 182 | 79 | 23.85 | 0 | 60 | 119 | 85 | 0 | 2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 43 | 162 | 72 | 27.43 | 0 | 76 | 156 | 75 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 43 | 170 | 70 | 24.22 | 1 | 80 | 133 | 83 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 43 | 167 | 57 | 20.44 | 1 | 66 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 43 | 173 | 58 | 19.38 | 1 | 69 | 117 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 43 | 174 | 70 | 23.12 | 0 | 71 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 43 | 177 | 69 | 22.02 | 0 | 70 | 112 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 43 | 185 | 78 | 22.79 | 0 | 63 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 43 | 189 | 80 | 22.40 | 0 | 62 | 127 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 43 | 169 | 77 | 26.96 | 0 | 66 | 82 | 69 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 43 | 189 | 82 | 22.96 | 0 | 80 | 130 | 91 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 43 | 178 | 82 | 25.88 | 0 | 68 | 106 | 98 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 43 | 187 | 63 | 18.02 | 0 | 72 | 126 | 77 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 43 | 169 | 77 | 26.96 | 0 | 66 | 82 | 69 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 43 | 189 | 82 | 22.96 | 0 | 80 | 130 | 91 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 44 | 178 | 80 | 25.25 | 0 | 68 | 151 | 80 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 44 | 191 | 71 | 19.46 | 0 | 58 | 123 | 79 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 44 | 177 | 62 | 19.79 | 0 | 81 | 147 | 94 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 44 | 169 | 85 | 29.76 | 0 | 55 | 131 | 75 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 44 | 183 | 86 | 25.68 | 0 | 57 | 133 | 92 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 44 | 177 | 54 | 17.24 | 0 | 67 | 130 | 62 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 44 | 182 | 70 | 21.13 | 0 | 59 | 92 | 74 | 0 | 2 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 44 | 189 | 69 | 19.32 | 0 | 48 | 166 | 85 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 44 | 180 | 74 | 22.84 | 1 | 71 | 152 | 69 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 44 | 161 | 61 | 23.53 | 1 | 75 | 125 | 91 | 0 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 44 | 175 | 68 | 22.20 | 1 | 67 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 44 | 173 | 65 | 21.72 | 0 | 64 | 116 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 44 | 187 | 80 | 22.88 | 0 | 62 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 44 | 167 | 60 | 21.51 | 1 | 63 | 125 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 44 | 178 | 80 | 25.25 | 0 | 68 | 151 | 80 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 44 | 191 | 71 | 19.46 | 0 | 58 | 123 | 79 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 44 | 180 | 74 | 22.84 | 1 | 71 | 152 | 69 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 44 | 161 | 61 | 23.53 | 1 | 75 | 125 | 91 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 45 | 156 | 73 | 30.00 | 0 | 56 | 158 | 59 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 45 | 165 | 82 | 30.12 | 0 | 71 | 151 | 82 | 0 | 3 | 0 |

*Продовженя датасету*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 0 | 45 | 180 | 84 | 25.93 | 0 | 68 | 119 | 81 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 45 | 181 | 83 | 25.34 | 1 | 53 | 128 | 70 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 45 | 176 | 60 | 19.37 | 0 | 48 | 98 | 68 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 45 | 188 | 76 | 21.50 | 0 | 68 | 123 | 68 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 45 | 174 | 95 | 31.38 | 0 | 64 | 153 | 70 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 45 | 183 | 70 | 20.90 | 0 | 48 | 128 | 93 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 45 | 178 | 79 | 24.93 | 0 | 59 | 109 | 89 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 45 | 183 | 75 | 22.40 | 0 | 52 | 142 | 62 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 45 | 181 | 76 | 23.20 | 0 | 62 | 117 | 107 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 45 | 173 | 74 | 24.73 | 0 | 67 | 130 | 87 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 45 | 173 | 76 | 25.39 | 1 | 75 | 130 | 103 | 0 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 45 | 172 | 67 | 22.65 | 1 | 68 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 45 | 178 | 70 | 22.09 | 0 | 69 | 114 | 78 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 45 | 185 | 79 | 23.08 | 0 | 70 | 121 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 45 | 192 | 88 | 23.87 | 0 | 71 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 45 | 181 | 83 | 25.34 | 0 | 53 | 128 | 70 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 45 | 176 | 60 | 19.37 | 0 | 48 | 98 | 68 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 45 | 188 | 76 | 21.50 | 0 | 68 | 123 | 68 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 45 | 174 | 95 | 31.38 | 0 | 64 | 173 | 70 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 45 | 180 | 74 | 22.84 | 0 | 68 | 119 | 81 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 45 | 181 | 83 | 25.34 | 0 | 53 | 128 | 70 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 45 | 176 | 60 | 19.37 | 0 | 48 | 98 | 68 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 45 | 188 | 76 | 21.50 | 0 | 68 | 123 | 68 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 46 | 174 | 78 | 25.76 | 0 | 59 | 122 | 91 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 46 | 174 | 77 | 25.43 | 0 | 68 | 148 | 86 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 46 | 171 | 85 | 29.07 | 0 | 80 | 121 | 53 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 46 | 199 | 96 | 24.24 | 0 | 68 | 136 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 46 | 196 | 74 | 19.26 | 0 | 68 | 77 | 61 | 1 | 2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 46 | 177 | 76 | 24.26 | 0 | 64 | 138 | 55 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 46 | 181 | 69 | 21.06 | 0 | 61 | 135 | 51 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 46 | 178 | 84 | 26.51 | 0 | 75 | 140 | 80 | 0 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 46 | 173 | 67 | 22.39 | 1 | 65 | 125 | 84 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 46 | 182 | 76 | 22.94 | 0 | 66 | 120 | 83 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 46 | 174 | 87 | 28.74 | 0 | 68 | 148 | 86 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 46 | 171 | 85 | 29.07 | 0 | 80 | 121 | 53 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 46 | 174 | 77 | 25.43 | 0 | 68 | 148 | 86 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 47 | 200 | 78 | 19.50 | 0 | 73 | 108 | 77 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 47 | 176 | 82 | 26.47 | 0 | 50 | 129 | 118 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 47 | 192 | 71 | 19.26 | 0 | 78 | 147 | 94 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 47 | 168 | 55 | 19.49 | 0 | 73 | 158 | 79 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 47 | 168 | 86 | 30.47 | 0 | 81 | 159 | 62 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 47 | 173 | 52 | 17.37 | 0 | 67 | 154 | 61 | 0 | 0 | 1 |

*Продовженя датасету*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 0 | 47 | 176 | 82 | 26.47 | 0 | 75 | 134 | 102 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 47 | 166 | 65 | 23.59 | 0 | 52 | 95 | 75 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 47 | 173 | 77 | 25.73 | 0 | 53 | 117 | 76 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 47 | 182 | 60 | 18.11 | 0 | 71 | 116 | 108 | 1 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 47 | 168 | 57 | 20.20 | 1 | 64 | 118 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 47 | 178 | 72 | 22.72 | 0 | 68 | 120 | 83 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 47 | 177 | 82 | 26.17 | 0 | 50 | 129 | 114 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 47 | 192 | 71 | 19.26 | 0 | 78 | 147 | 94 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 47 | 168 | 55 | 19.49 | 0 | 73 | 158 | 79 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 47 | 177 | 82 | 26.17 | 0 | 50 | 129 | 128 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 48 | 178 | 87 | 27.46 | 0 | 56 | 167 | 95 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 48 | 169 | 76 | 26.61 | 0 | 69 | 124 | 101 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 48 | 192 | 71 | 19.26 | 0 | 70 | 138 | 123 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 48 | 193 | 58 | 15.57 | 0 | 67 | 105 | 66 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 48 | 177 | 66 | 21.07 | 0 | 72 | 164 | 113 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 48 | 177 | 74 | 23.62 | 0 | 58 | 121 | 93 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 48 | 175 | 79 | 25.80 | 0 | 59 | 121 | 73 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 48 | 176 | 98 | 31.64 | 0 | 83 | 154 | 72 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 48 | 195 | 81 | 21.30 | 0 | 74 | 134 | 104 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 48 | 171 | 69 | 23.60 | 0 | 78 | 122 | 89 | 0 | 2 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 48 | 187 | 86 | 24.59 | 1 | 66 | 126 | 99 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 48 | 173 | 52 | 17.37 | 1 | 88 | 123 | 81 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 48 | 177 | 53 | 16.92 | 1 | 85 | 180 | 96 | 0 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 48 | 175 | 69 | 22.53 | 1 | 67 | 127 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 48 | 186 | 78 | 22.55 | 0 | 68 | 120 | 76 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 48 | 188 | 80 | 22.63 | 0 | 71 | 117 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 48 | 192 | 71 | 19.26 | 0 | 70 | 138 | 123 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 48 | 193 | 98 | 26.31 | 0 | 67 | 105 | 66 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 48 | 177 | 66 | 21.07 | 0 | 72 | 164 | 113 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 48 | 192 | 71 | 19.26 | 0 | 70 | 138 | 123 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 48 | 193 | 58 | 15.57 | 0 | 67 | 105 | 66 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 49 | 199 | 76 | 19.19 | 0 | 67 | 140 | 76 | 1 | 2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 49 | 171 | 60 | 20.52 | 0 | 61 | 120 | 71 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 49 | 176 | 88 | 28.41 | 0 | 50 | 143 | 88 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 49 | 171 | 68 | 23.26 | 0 | 75 | 145 | 127 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 49 | 159 | 90 | 35.60 | 0 | 56 | 139 | 98 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 49 | 181 | 77 | 23.50 | 0 | 67 | 142 | 106 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 49 | 161 | 80 | 30.86 | 0 | 67 | 144 | 99 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 49 | 176 | 70 | 22.60 | 0 | 65 | 123 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 49 | 172 | 67 | 22.65 | 1 | 64 | 118 | 85 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 49 | 171 | 65 | 22.23 | 0 | 61 | 120 | 71 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 50 | 166 | 72 | 26.13 | 0 | 73 | 141 | 65 | 0 | 0 | 0 |

*Продовженя датасету*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 0 | 50 | 183 | 84 | 25.08 | 0 | 69 | 132 | 32 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 50 | 184 | 57 | 16.84 | 0 | 69 | 113 | 66 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 50 | 159 | 90 | 35.60 | 0 | 72 | 115 | 40 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 50 | 194 | 73 | 19.40 | 0 | 61 | 128 | 55 | 0 | 2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 50 | 197 | 73 | 18.81 | 0 | 62 | 130 | 59 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 50 | 181 | 93 | 28.39 | 0 | 51 | 151 | 74 | 0 | 2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 50 | 158 | 96 | 38.46 | 0 | 56 | 94 | 89 | 1 | 3 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 50 | 170 | 62 | 21.45 | 1 | 64 | 118 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 50 | 177 | 69 | 22.02 | 0 | 62 | 120 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 50 | 178 | 72 | 22.72 | 0 | 61 | 126 | 87 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 50 | 187 | 80 | 22.88 | 0 | 66 | 120 | 83 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 50 | 166 | 72 | 26.13 | 0 | 73 | 141 | 65 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 50 | 183 | 84 | 25.08 | 0 | 69 | 132 | 32 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 50 | 184 | 57 | 16.84 | 0 | 69 | 113 | 66 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 50 | 159 | 90 | 35.60 | 0 | 72 | 115 | 40 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 50 | 194 | 73 | 19.40 | 0 | 61 | 128 | 45 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 50 | 166 | 72 | 26.13 | 0 | 73 | 141 | 65 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 50 | 183 | 84 | 25.08 | 0 | 69 | 132 | 32 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 50 | 184 | 57 | 16.84 | 0 | 69 | 113 | 66 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 51 | 182 | 66 | 19.93 | 0 | 80 | 98 | 80 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 51 | 186 | 78 | 22.55 | 0 | 70 | 101 | 96 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 51 | 170 | 70 | 24.22 | 0 | 55 | 133 | 47 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 51 | 189 | 75 | 21.00 | 0 | 69 | 145 | 71 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 51 | 175 | 70 | 22.86 | 0 | 66 | 140 | 93 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 51 | 189 | 77 | 21.56 | 0 | 58 | 125 | 40 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 51 | 172 | 85 | 28.73 | 0 | 64 | 127 | 58 | 1 | 2 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 51 | 179 | 55 | 17.17 | 1 | 93 | 136 | 69 | 1 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 51 | 165 | 57 | 20.94 | 0 | 65 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 51 | 173 | 60 | 20.05 | 1 | 62 | 121 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 51 | 176 | 69 | 22.28 | 0 | 61 | 117 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 51 | 182 | 66 | 19.93 | 0 | 80 | 148 | 80 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 51 | 206 | 78 | 18.38 | 0 | 70 | 101 | 96 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 51 | 182 | 66 | 19.93 | 0 | 80 | 158 | 80 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 52 | 159 | 83 | 32.83 | 0 | 54 | 161 | 130 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 52 | 170 | 72 | 24.91 | 0 | 70 | 146 | 57 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 52 | 178 | 73 | 23.04 | 0 | 67 | 138 | 71 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 52 | 180 | 76 | 23.46 | 0 | 78 | 143 | 53 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 52 | 178 | 73 | 23.04 | 0 | 73 | 124 | 85 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 52 | 177 | 67 | 21.39 | 0 | 77 | 138 | 41 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 52 | 172 | 48 | 16.22 | 0 | 70 | 87 | 87 | 1 | 2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 52 | 174 | 68 | 22.46 | 0 | 71 | 146 | 71 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 52 | 192 | 75 | 20.35 | 0 | 79 | 158 | 107 | 1 | 3 | 0 |

*Продовженя датасету*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 0 | 52 | 176 | 65 | 20.98 | 0 | 43 | 131 | 85 | 1 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 52 | 178 | 70 | 22.09 | 0 | 63 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 52 | 189 | 81 | 22.68 | 0 | 66 | 121 | 85 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 52 | 184 | 79 | 23.33 | 0 | 65 | 115 | 76 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 52 | 170 | 72 | 24.91 | 0 | 70 | 146 | 37 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 52 | 178 | 73 | 23.04 | 0 | 67 | 138 | 71 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 52 | 170 | 72 | 24.91 | 0 | 70 | 146 | 77 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 53 | 174 | 65 | 21.47 | 0 | 63 | 132 | 70 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 53 | 165 | 57 | 20.94 | 0 | 60 | 129 | 78 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 53 | 176 | 77 | 24.86 | 0 | 64 | 141 | 54 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 53 | 171 | 47 | 16.07 | 0 | 53 | 126 | 108 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 53 | 190 | 87 | 24.10 | 0 | 65 | 115 | 106 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 53 | 181 | 87 | 26.56 | 0 | 48 | 145 | 83 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 53 | 187 | 58 | 16.59 | 0 | 60 | 116 | 71 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 53 | 178 | 60 | 18.94 | 0 | 57 | 128 | 107 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 53 | 180 | 68 | 20.99 | 0 | 66 | 145 | 41 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 53 | 198 | 62 | 15.81 | 0 | 65 | 168 | 85 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 53 | 178 | 82 | 25.88 | 0 | 62 | 116 | 127 | 0 | 2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 53 | 176 | 66 | 21.31 | 0 | 46 | 97 | 134 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 53 | 170 | 64 | 22.15 | 1 | 65 | 116 | 40 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 53 | 176 | 65 | 20.98 | 1 | 67 | 126 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 53 | 179 | 67 | 20.91 | 0 | 61 | 120 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 53 | 174 | 65 | 21.47 | 0 | 63 | 132 | 70 | 0 | 2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 53 | 165 | 57 | 20.94 | 0 | 60 | 129 | 78 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 53 | 176 | 77 | 24.86 | 0 | 64 | 141 | 54 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 53 | 171 | 47 | 16.07 | 0 | 53 | 126 | 108 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 53 | 190 | 87 | 24.10 | 0 | 65 | 115 | 106 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 53 | 174 | 65 | 21.47 | 0 | 63 | 132 | 70 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 54 | 176 | 67 | 21.63 | 0 | 71 | 161 | 79 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 54 | 155 | 85 | 35.38 | 0 | 72 | 157 | 63 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 54 | 187 | 89 | 25.45 | 0 | 69 | 122 | 91 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 54 | 180 | 76 | 23.46 | 0 | 71 | 112 | 87 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 54 | 183 | 87 | 25.98 | 0 | 42 | 140 | 83 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 54 | 181 | 88 | 26.86 | 0 | 68 | 142 | 104 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 54 | 176 | 93 | 30.02 | 0 | 61 | 121 | 84 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 54 | 182 | 93 | 28.08 | 0 | 67 | 141 | 67 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 54 | 176 | 60 | 19.37 | 0 | 72 | 148 | 104 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 54 | 190 | 81 | 22.44 | 0 | 56 | 104 | 84 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 54 | 195 | 82 | 21.56 | 0 | 59 | 144 | 69 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 54 | 178 | 74 | 23.36 | 0 | 70 | 142 | 81 | 1 | 2 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 54 | 157 | 64 | 25.96 | 0 | 77 | 144 | 98 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 54 | 182 | 74 | 22.34 | 0 | 60 | 123 | 83 | 1 | 0 | 1 |

*Продовженя датасету*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 0 | 54 | 180 | 88 | 27.16 | 0 | 55 | 141 | 80 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 54 | 185 | 62 | 18.12 | 0 | 74 | 143 | 110 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 54 | 169 | 69 | 24.16 | 0 | 61 | 127 | 86 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 54 | 180 | 75 | 23.15 | 1 | 80 | 133 | 113 | 1 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 54 | 175 | 65 | 21.22 | 1 | 67 | 120 | 85 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 54 | 184 | 79 | 23.33 | 0 | 63 | 119 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 54 | 180 | 76 | 23.46 | 0 | 71 | 112 | 87 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 54 | 183 | 87 | 25.98 | 0 | 42 | 139 | 83 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 54 | 180 | 76 | 23.46 | 0 | 71 | 112 | 87 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 54 | 180 | 75 | 23.15 | 1 | 80 | 133 | 113 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 55 | 181 | 87 | 26.56 | 0 | 51 | 140 | 131 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 55 | 176 | 71 | 22.92 | 0 | 67 | 131 | 48 | 1 | 2 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 55 | 191 | 73 | 20.01 | 0 | 50 | 92 | 78 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 55 | 182 | 74 | 22.34 | 0 | 52 | 136 | 81 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 55 | 187 | 78 | 22.31 | 0 | 67 | 152 | 72 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 55 | 196 | 80 | 20.82 | 0 | 66 | 125 | 106 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 55 | 187 | 88 | 25.17 | 0 | 65 | 64 | 92 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 55 | 171 | 80 | 27.36 | 0 | 61 | 145 | 95 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 55 | 179 | 83 | 25.90 | 0 | 54 | 136 | 71 | 1 | 2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 55 | 186 | 77 | 22.26 | 0 | 64 | 146 | 64 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 55 | 182 | 80 | 24.15 | 0 | 80 | 154 | 81 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 55 | 177 | 86 | 27.45 | 0 | 60 | 130 | 78 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 55 | 181 | 51 | 15.57 | 0 | 73 | 131 | 119 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 55 | 174 | 58 | 19.16 | 0 | 66 | 145 | 97 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 55 | 172 | 77 | 26.03 | 1 | 88 | 156 | 68 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 55 | 158 | 47 | 18.83 | 1 | 71 | 124 | 67 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 55 | 177 | 69 | 22.02 | 1 | 67 | 141 | 112 | 0 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 55 | 178 | 70 | 22.09 | 0 | 63 | 123 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 55 | 184 | 79 | 23.33 | 0 | 62 | 120 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 55 | 187 | 81 | 23.16 | 0 | 65 | 118 | 76 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 55 | 181 | 87 | 26.56 | 0 | 51 | 140 | 131 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 55 | 176 | 71 | 22.92 | 0 | 67 | 131 | 48 | 1 | 2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 55 | 181 | 87 | 26.56 | 0 | 51 | 140 | 131 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 55 | 176 | 71 | 22.92 | 0 | 67 | 131 | 48 | 1 | 2 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 55 | 172 | 37 | 12.51 | 1 | 88 | 156 | 68 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 56 | 192 | 77 | 20.89 | 0 | 64 | 173 | 105 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 56 | 153 | 49 | 20.93 | 0 | 72 | 130 | 64 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 56 | 188 | 76 | 21.50 | 0 | 65 | 125 | 62 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 56 | 180 | 85 | 26.23 | 0 | 59 | 126 | 92 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 56 | 181 | 86 | 26.25 | 0 | 70 | 116 | 96 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 56 | 190 | 79 | 21.88 | 0 | 63 | 114 | 97 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 56 | 157 | 58 | 23.53 | 0 | 58 | 124 | 66 | 0 | 0 | 0 |

*Продовженя датасету*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 0 | 56 | 176 | 107 | 34.54 | 0 | 70 | 170 | 96 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 56 | 173 | 81 | 27.06 | 0 | 71 | 142 | 68 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 56 | 171 | 67 | 22.91 | 0 | 58 | 146 | 94 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 56 | 188 | 59 | 16.69 | 0 | 80 | 111 | 84 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 56 | 167 | 80 | 28.69 | 0 | 44 | 163 | 92 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 56 | 174 | 75 | 24.77 | 1 | 68 | 106 | 46 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 56 | 162 | 56 | 21.34 | 1 | 83 | 95 | 61 | 1 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 56 | 170 | 63 | 21.80 | 1 | 64 | 109 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 56 | 168 | 59 | 20.90 | 1 | 61 | 120 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 56 | 188 | 76 | 21.50 | 0 | 65 | 125 | 62 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 56 | 180 | 85 | 26.23 | 0 | 59 | 126 | 92 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 56 | 166 | 84 | 30.48 | 0 | 48 | 139 | 99 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 57 | 175 | 71 | 23.18 | 0 | 71 | 179 | 99 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 57 | 192 | 86 | 23.33 | 0 | 62 | 112 | 48 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 57 | 181 | 99 | 30.22 | 0 | 82 | 142 | 79 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 57 | 187 | 92 | 26.31 | 0 | 72 | 141 | 108 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 57 | 163 | 79 | 29.73 | 0 | 67 | 153 | 69 | 0 | 2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 57 | 175 | 68 | 22.20 | 0 | 54 | 138 | 49 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 57 | 169 | 83 | 29.06 | 0 | 73 | 147 | 97 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 57 | 168 | 90 | 31.89 | 0 | 74 | 145 | 94 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 57 | 180 | 88 | 27.16 | 0 | 56 | 129 | 83 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 57 | 196 | 62 | 16.14 | 0 | 53 | 128 | 101 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 57 | 180 | 66 | 20.37 | 0 | 67 | 122 | 111 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 57 | 169 | 69 | 24.16 | 0 | 66 | 174 | 109 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 57 | 181 | 56 | 17.09 | 0 | 61 | 160 | 72 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 57 | 171 | 73 | 24.96 | 0 | 83 | 94 | 99 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 57 | 177 | 74 | 23.62 | 0 | 69 | 160 | 67 | 1 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 57 | 171 | 68 | 23.26 | 1 | 65 | 124 | 83 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 57 | 176 | 69 | 22.28 | 0 | 67 | 120 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 57 | 162 | 78 | 29.72 | 0 | 90 | 147 | 86 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 57 | 187 | 72 | 20.59 | 0 | 72 | 141 | 108 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 58 | 166 | 84 | 30.48 | 0 | 48 | 141 | 102 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 58 | 173 | 84 | 28.07 | 0 | 56 | 154 | 103 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 58 | 165 | 92 | 33.79 | 0 | 86 | 136 | 78 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 58 | 172 | 70 | 23.66 | 0 | 55 | 114 | 55 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 58 | 168 | 72 | 25.51 | 0 | 91 | 116 | 97 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 58 | 182 | 66 | 19.93 | 0 | 79 | 142 | 106 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 58 | 184 | 72 | 21.27 | 0 | 66 | 126 | 91 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 58 | 189 | 58 | 16.24 | 0 | 74 | 155 | 86 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 58 | 178 | 79 | 24.93 | 0 | 61 | 138 | 79 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 58 | 176 | 77 | 24.86 | 0 | 73 | 129 | 86 | 1 | 2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 58 | 192 | 63 | 17.09 | 0 | 51 | 84 | 83 | 1 | 3 | 0 |

*Продовженя датасету*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 0 | 58 | 173 | 82 | 27.40 | 1 | 81 | 141 | 54 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 58 | 155 | 74 | 30.80 | 1 | 75 | 108 | 46 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 58 | 182 | 65 | 19.62 | 1 | 63 | 103 | 64 | 1 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 58 | 169 | 60 | 21.01 | 1 | 64 | 121 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 58 | 171 | 57 | 19.49 | 1 | 75 | 110 | 84 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 58 | 173 | 84 | 28.07 | 0 | 56 | 157 | 103 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 58 | 166 | 84 | 30.48 | 0 | 48 | 139 | 102 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 58 | 173 | 82 | 27.40 | 1 | 81 | 141 | 54 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 58 | 155 | 74 | 30.80 | 1 | 75 | 108 | 46 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 59 | 170 | 82 | 28.37 | 0 | 60 | 153 | 105 | 0 | 2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 59 | 193 | 75 | 20.13 | 0 | 48 | 149 | 75 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 59 | 195 | 77 | 20.25 | 0 | 72 | 132 | 80 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 59 | 180 | 72 | 22.22 | 0 | 68 | 149 | 110 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 59 | 195 | 54 | 14.20 | 0 | 64 | 137 | 96 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 59 | 185 | 81 | 23.67 | 0 | 71 | 130 | 86 | 1 | 2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 59 | 176 | 99 | 31.96 | 0 | 60 | 89 | 89 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 59 | 180 | 68 | 20.99 | 0 | 65 | 81 | 111 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 59 | 179 | 80 | 24.97 | 0 | 62 | 173 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 59 | 191 | 66 | 18.09 | 0 | 58 | 131 | 76 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 59 | 180 | 92 | 28.40 | 0 | 66 | 102 | 112 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 59 | 171 | 78 | 26.67 | 0 | 50 | 109 | 94 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 59 | 163 | 83 | 31.24 | 0 | 73 | 146 | 53 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 59 | 187 | 95 | 27.17 | 0 | 62 | 127 | 70 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 59 | 179 | 91 | 28.40 | 0 | 76 | 95 | 66 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 59 | 168 | 46 | 16.30 | 1 | 77 | 173 | 81 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 59 | 156 | 44 | 18.08 | 1 | 76 | 132 | 123 | 0 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 59 | 168 | 60 | 21.26 | 1 | 69 | 121 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 59 | 195 | 77 | 20.25 | 0 | 72 | 132 | 80 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 59 | 180 | 72 | 22.22 | 0 | 68 | 149 | 110 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 59 | 195 | 74 | 19.46 | 0 | 64 | 137 | 96 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 59 | 185 | 81 | 23.67 | 0 | 71 | 130 | 86 | 1 | 2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 59 | 176 | 99 | 31.96 | 0 | 60 | 89 | 89 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 59 | 195 | 77 | 20.25 | 0 | 72 | 132 | 80 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 59 | 180 | 72 | 22.22 | 0 | 68 | 149 | 110 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 59 | 195 | 74 | 19.46 | 0 | 64 | 137 | 96 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 59 | 185 | 81 | 23.67 | 0 | 71 | 130 | 86 | 1 | 2 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 59 | 168 | 60 | 21.26 | 1 | 77 | 173 | 81 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 60 | 159 | 78 | 30.85 | 0 | 60 | 132 | 95 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 60 | 199 | 95 | 23.99 | 0 | 51 | 167 | 70 | 1 | 2 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 60 | 183 | 78 | 23.29 | 0 | 58 | 148 | 70 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 60 | 169 | 68 | 23.81 | 0 | 60 | 118 | 79 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 60 | 176 | 62 | 20.02 | 0 | 60 | 131 | 95 | 0 | 3 | 0 |

*Продовженя датасету*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 0 | 0 | 60 | 187 | 70 | 20.02 | 0 | 58 | 131 | 71 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 60 | 170 | 71 | 24.57 | 0 | 80 | 137 | 73 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 60 | 181 | 72 | 21.98 | 0 | 60 | 149 | 66 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 60 | 184 | 80 | 23.63 | 0 | 49 | 132 | 107 | 0 | 2 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 60 | 177 | 92 | 29.37 | 0 | 73 | 159 | 47 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 60 | 160 | 64 | 25.00 | 1 | 74 | 106 | 77 | 0 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 60 | 173 | 69 | 23.05 | 1 | 71 | 120 | 83 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 60 | 169 | 65 | 22.76 | 1 | 70 | 119 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 60 | 169 | 68 | 23.81 | 0 | 60 | 118 | 79 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 60 | 176 | 62 | 20.02 | 0 | 60 | 131 | 95 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 60 | 187 | 70 | 20.02 | 0 | 58 | 131 | 71 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 60 | 169 | 68 | 23.81 | 0 | 60 | 118 | 79 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 60 | 160 | 64 | 25.00 | 1 | 74 | 106 | 77 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 61 | 181 | 67 | 20.45 | 0 | 54 | 149 | 80 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 61 | 181 | 61 | 18.62 | 0 | 70 | 95 | 59 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 61 | 171 | 81 | 27.70 | 0 | 76 | 151 | 42 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 61 | 172 | 84 | 28.39 | 0 | 58 | 132 | 51 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 61 | 175 | 74 | 24.16 | 0 | 61 | 122 | 106 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 61 | 177 | 79 | 25.22 | 0 | 83 | 123 | 90 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 61 | 187 | 71 | 20.30 | 0 | 55 | 113 | 69 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 61 | 184 | 71 | 20.97 | 0 | 53 | 137 | 129 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 61 | 164 | 74 | 27.51 | 0 | 62 | 115 | 80 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 61 | 188 | 85 | 24.05 | 0 | 75 | 142 | 112 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 61 | 168 | 77 | 27.28 | 0 | 64 | 144 | 77 | 1 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 61 | 172 | 66 | 22.31 | 1 | 66 | 120 | 87 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 61 | 177 | 79 | 25.22 | 0 | 83 | 123 | 90 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 61 | 177 | 79 | 25.22 | 0 | 83 | 123 | 90 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 62 | 186 | 74 | 21.39 | 0 | 85 | 126 | 70 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 62 | 173 | 65 | 21.72 | 0 | 81 | 140 | 63 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 62 | 165 | 81 | 29.75 | 0 | 65 | 166 | 98 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 62 | 187 | 63 | 18.02 | 0 | 80 | 140 | 66 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 62 | 179 | 70 | 21.85 | 0 | 74 | 138 | 79 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 62 | 174 | 72 | 23.78 | 1 | 62 | 150 | 96 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 62 | 149 | 55 | 24.77 | 1 | 76 | 125 | 83 | 0 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 62 | 173 | 67 | 22.39 | 1 | 67 | 121 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 62 | 173 | 65 | 21.72 | 0 | 81 | 140 | 63 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 62 | 165 | 81 | 29.75 | 0 | 65 | 166 | 98 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 62 | 173 | 65 | 21.72 | 0 | 81 | 140 | 63 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 62 | 165 | 81 | 29.75 | 0 | 65 | 166 | 98 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 62 | 174 | 72 | 23.78 | 1 | 62 | 150 | 96 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 62 | 149 | 55 | 24.77 | 1 | 76 | 125 | 83 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 63 | 170 | 76 | 26.30 | 0 | 57 | 139 | 38 | 1 | 3 | 0 |

*Продовженя датасету*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 1 | 63 | 181 | 72 | 21.98 | 0 | 75 | 158 | 64 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 63 | 186 | 90 | 26.01 | 0 | 86 | 134 | 100 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 63 | 157 | 95 | 38.54 | 0 | 63 | 136 | 97 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 63 | 186 | 96 | 27.75 | 0 | 64 | 155 | 123 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 63 | 185 | 73 | 21.33 | 0 | 55 | 99 | 100 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 63 | 170 | 70 | 24.22 | 0 | 68 | 145 | 105 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 63 | 189 | 88 | 24.64 | 0 | 47 | 112 | 93 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 63 | 158 | 67 | 26.84 | 0 | 81 | 137 | 76 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 63 | 178 | 75 | 23.67 | 0 | 60 | 134 | 76 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 63 | 172 | 40 | 13.52 | 1 | 83 | 138 | 86 | 1 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 63 | 170 | 59 | 20.42 | 1 | 60 | 120 | 82 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 63 | 167 | 60 | 21.51 | 1 | 64 | 112 | 75 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 63 | 181 | 72 | 21.98 | 0 | 75 | 158 | 64 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 63 | 186 | 90 | 26.01 | 0 | 86 | 134 | 100 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 63 | 157 | 95 | 38.54 | 0 | 63 | 136 | 97 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 63 | 181 | 72 | 21.98 | 0 | 75 | 158 | 64 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 64 | 171 | 82 | 28.04 | 0 | 65 | 161 | 77 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 64 | 187 | 71 | 20.30 | 0 | 71 | 126 | 82 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 64 | 180 | 71 | 21.91 | 0 | 78 | 115 | 75 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 64 | 185 | 76 | 22.21 | 0 | 72 | 99 | 92 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 64 | 160 | 87 | 33.98 | 0 | 77 | 175 | 82 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 64 | 168 | 57 | 20.20 | 0 | 60 | 137 | 96 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 64 | 171 | 62 | 21.20 | 0 | 68 | 119 | 81 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 64 | 169 | 79 | 27.66 | 0 | 72 | 92 | 37 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 64 | 175 | 80 | 26.12 | 0 | 86 | 138 | 78 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 64 | 176 | 51 | 16.46 | 1 | 63 | 111 | 118 | 0 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 64 | 172 | 68 | 22.99 | 1 | 71 | 120 | 84 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 64 | 187 | 71 | 20.30 | 0 | 71 | 126 | 82 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 64 | 180 | 71 | 21.91 | 0 | 78 | 115 | 75 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 64 | 185 | 76 | 22.21 | 0 | 72 | 99 | 92 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 65 | 179 | 74 | 23.10 | 0 | 58 | 142 | 58 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 65 | 184 | 74 | 21.86 | 0 | 60 | 133 | 86 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 65 | 166 | 92 | 33.39 | 0 | 71 | 125 | 69 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 65 | 164 | 83 | 30.86 | 0 | 73 | 123 | 93 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 65 | 174 | 97 | 32.04 | 0 | 73 | 123 | 74 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 65 | 154 | 70 | 29.52 | 0 | 75 | 125 | 25 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 65 | 178 | 88 | 27.77 | 0 | 64 | 126 | 74 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 65 | 189 | 78 | 21.84 | 0 | 52 | 139 | 88 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 65 | 170 | 70 | 24.22 | 0 | 63 | 115 | 92 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 65 | 177 | 79 | 25.22 | 0 | 70 | 154 | 78 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 65 | 180 | 49 | 15.12 | 1 | 85 | 147 | 85 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 65 | 155 | 83 | 34.55 | 1 | 76 | 127 | 90 | 1 | 3 | 0 |

*Продовженя датасету*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 0 | 0 | 0 | 65 | 175 | 68 | 22.20 | 1 | 66 | 126 | 79 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 65 | 166 | 92 | 33.39 | 0 | 71 | 125 | 69 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 65 | 164 | 83 | 30.86 | 0 | 73 | 123 | 93 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 65 | 166 | 92 | 33.39 | 0 | 71 | 125 | 69 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 65 | 164 | 83 | 30.86 | 0 | 73 | 123 | 93 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 66 | 178 | 84 | 26.51 | 0 | 75 | 131 | 85 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 66 | 175 | 74 | 24.16 | 0 | 69 | 116 | 106 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 66 | 190 | 54 | 14.96 | 0 | 71 | 120 | 60 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 66 | 185 | 57 | 16.65 | 0 | 65 | 151 | 80 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 66 | 172 | 75 | 25.35 | 0 | 66 | 156 | 73 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 66 | 184 | 76 | 22.45 | 0 | 71 | 93 | 58 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 66 | 188 | 89 | 25.18 | 0 | 64 | 151 | 92 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 66 | 165 | 60 | 22.04 | 1 | 68 | 128 | 49 | 1 | 3 | 1 |
| 0 | 0 | 0 | 66 | 169 | 60 | 21.01 | 1 | 64 | 121 | 87 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 66 | 178 | 84 | 26.51 | 0 | 75 | 131 | 85 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 66 | 175 | 74 | 24.16 | 0 | 69 | 116 | 106 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 66 | 190 | 54 | 14.96 | 0 | 71 | 120 | 60 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 66 | 178 | 84 | 26.51 | 0 | 75 | 131 | 85 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 66 | 188 | 89 | 25.18 | 0 | 64 | 151 | 92 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 67 | 174 | 105 | 34.68 | 0 | 72 | 160 | 63 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 67 | 168 | 105 | 37.20 | 0 | 76 | 148 | 55 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 67 | 179 | 99 | 30.90 | 0 | 60 | 128 | 55 | 1 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 67 | 172 | 68 | 22.99 | 1 | 65 | 113 | 78 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 67 | 174 | 105 | 34.68 | 0 | 72 | 160 | 63 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 68 | 182 | 73 | 22.04 | 0 | 54 | 134 | 87 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 68 | 178 | 69 | 21.78 | 0 | 61 | 155 | 68 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 68 | 172 | 81 | 27.38 | 0 | 68 | 135 | 122 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 68 | 176 | 88 | 28.41 | 0 | 62 | 122 | 68 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 69 | 153 | 93 | 39.73 | 0 | 57 | 137 | 80 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 69 | 188 | 75 | 21.22 | 0 | 77 | 121 | 85 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 69 | 182 | 85 | 25.66 | 0 | 58 | 98 | 90 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 69 | 171 | 65 | 22.23 | 0 | 74 | 135 | 92 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 69 | 172 | 69 | 23.32 | 0 | 61 | 130 | 54 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 69 | 184 | 86 | 25.40 | 0 | 75 | 122 | 64 | 0 | 2 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 69 | 186 | 75 | 21.68 | 0 | 66 | 124 | 83 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 69 | 176 | 59 | 19.05 | 0 | 82 | 117 | 89 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 69 | 178 | 96 | 30.30 | 0 | 59 | 152 | 41 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 69 | 167 | 81 | 29.04 | 0 | 64 | 120 | 84 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 69 | 168 | 88 | 31.18 | 0 | 67 | 133 | 77 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 69 | 171 | 65 | 22.23 | 0 | 74 | 135 | 92 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 69 | 172 | 69 | 23.32 | 0 | 61 | 130 | 43 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 69 | 171 | 65 | 22.23 | 0 | 74 | 135 | 92 | 1 | 3 | 0 |

*Продовженя датасету*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 1 | 70 | 187 | 70 | 20.02 | 0 | 79 | 123 | 72 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 70 | 161 | 85 | 32.79 | 0 | 76 | 151 | 74 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 70 | 182 | 64 | 19.32 | 0 | 70 | 129 | 98 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 70 | 185 | 76 | 22.21 | 0 | 69 | 106 | 70 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 70 | 194 | 77 | 20.46 | 0 | 59 | 133 | 103 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 70 | 194 | 78 | 20.72 | 0 | 54 | 142 | 89 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 70 | 187 | 85 | 24.31 | 1 | 70 | 126 | 58 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 70 | 160 | 88 | 34.38 | 1 | 69 | 84 | 96 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 70 | 187 | 70 | 20.02 | 0 | 79 | 123 | 72 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 70 | 161 | 85 | 32.79 | 0 | 76 | 151 | 74 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 70 | 182 | 64 | 19.32 | 0 | 70 | 129 | 98 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 70 | 187 | 70 | 20.02 | 0 | 79 | 123 | 72 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 70 | 161 | 85 | 32.79 | 0 | 76 | 151 | 74 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 70 | 187 | 85 | 24.31 | 1 | 70 | 126 | 58 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 71 | 184 | 75 | 22.15 | 0 | 68 | 81 | 88 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 71 | 160 | 79 | 30.86 | 0 | 74 | 123 | 121 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 71 | 184 | 75 | 22.15 | 0 | 68 | 81 | 88 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 72 | 171 | 57 | 19.49 | 0 | 76 | 166 | 109 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 72 | 182 | 82 | 24.76 | 0 | 69 | 86 | 74 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 72 | 169 | 80 | 28.01 | 0 | 52 | 149 | 72 | 1 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 72 | 179 | 70 | 21.85 | 1 | 69 | 113 | 84 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 73 | 176 | 82 | 26.47 | 0 | 76 | 133 | 115 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 73 | 164 | 83 | 30.86 | 0 | 58 | 132 | 123 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 73 | 184 | 79 | 23.33 | 0 | 40 | 130 | 90 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 73 | 181 | 70 | 21.37 | 0 | 65 | 143 | 61 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 73 | 181 | 80 | 24.42 | 0 | 66 | 137 | 44 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 73 | 172 | 79 | 26.70 | 0 | 56 | 171 | 59 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 73 | 172 | 75 | 25.35 | 0 | 71 | 135 | 95 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 73 | 178 | 78 | 24.62 | 0 | 75 | 156 | 72 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 73 | 180 | 76 | 23.46 | 1 | 71 | 127 | 80 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 73 | 164 | 83 | 30.86 | 0 | 58 | 132 | 123 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 73 | 184 | 79 | 23.33 | 0 | 40 | 130 | 90 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 73 | 181 | 70 | 21.37 | 0 | 65 | 143 | 61 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 73 | 181 | 80 | 24.42 | 0 | 66 | 137 | 44 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 73 | 176 | 82 | 26.47 | 0 | 76 | 133 | 115 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 74 | 192 | 80 | 21.70 | 0 | 77 | 105 | 74 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 74 | 187 | 93 | 26.59 | 0 | 50 | 138 | 87 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 74 | 189 | 83 | 23.24 | 0 | 85 | 129 | 86 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 74 | 166 | 67 | 24.31 | 0 | 77 | 152 | 82 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 74 | 192 | 80 | 21.70 | 0 | 77 | 105 | 74 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 75 | 188 | 69 | 19.52 | 0 | 64 | 111 | 71 | 0 | 2 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 75 | 170 | 88 | 30.45 | 0 | 64 | 130 | 83 | 1 | 0 | 0 |

*Продовженя датасету*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 1 | 1 | 75 | 188 | 69 | 19.52 | 0 | 64 | 111 | 71 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 76 | 183 | 62 | 18.51 | 0 | 46 | 133 | 88 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 76 | 171 | 88 | 30.09 | 0 | 78 | 154 | 87 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 76 | 163 | 78 | 29.36 | 0 | 55 | 111 | 56 | 0 | 3 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 76 | 165 | 63 | 23.14 | 0 | 69 | 120 | 85 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 76 | 185 | 62 | 18.12 | 0 | 46 | 131 | 88 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 76 | 171 | 88 | 30.09 | 0 | 78 | 154 | 87 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 77 | 187 | 92 | 26.31 | 0 | 68 | 111 | 69 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 77 | 179 | 82 | 25.59 | 0 | 63 | 154 | 108 | 0 | 3 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 77 | 191 | 67 | 18.37 | 0 | 69 | 164 | 74 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 77 | 179 | 82 | 25.59 | 0 | 63 | 154 | 108 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 77 | 179 | 82 | 25.59 | 0 | 63 | 154 | 108 | 1 | 3 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 78 | 167 | 70 | 25.10 | 0 | 73 | 129 | 120 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 78 | 195 | 75 | 19.72 | 0 | 85 | 148 | 86 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 78 | 172 | 73 | 24.68 | 1 | 79 | 151 | 76 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 78 | 177 | 70 | 22.34 | 0 | 75 | 136 | 100 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 78 | 167 | 70 | 25.10 | 0 | 73 | 129 | 120 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 79 | 193 | 82 | 22.01 | 0 | 55 | 149 | 57 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 79 | 178 | 93 | 29.35 | 1 | 81 | 115 | 78 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 80 | 175 | 69 | 22.53 | 0 | 63 | 99 | 92 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 80 | 172 | 86 | 29.07 | 0 | 54 | 99 | 89 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 81 | 185 | 71 | 20.75 | 0 | 57 | 110 | 63 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 82 | 181 | 85 | 25.95 | 0 | 62 | 167 | 70 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 83 | 171 | 69 | 23.60 | 0 | 70 | 106 | 38 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 83 | 156 | 56 | 23.01 | 1 | 94 | 159 | 84 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 85 | 185 | 87 | 25.42 | 0 | 91 | 101 | 47 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 85 | 181 | 86 | 26.25 | 1 | 84 | 145 | 104 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 85 | 185 | 87 | 25.42 | 0 | 91 | 101 | 47 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 85 | 185 | 87 | 25.42 | 0 | 91 | 101 | 47 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 85 | 181 | 86 | 26.25 | 1 | 84 | 145 | 104 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 86 | 181 | 56 | 17.09 | 0 | 72 | 118 | 72 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 86 | 180 | 67 | 20.68 | 0 | 63 | 66 | 58 | 1 | 2 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 86 | 157 | 50 | 20.28 | 1 | 71 | 117 | 85 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 87 | 171 | 79 | 27.02 | 0 | 76 | 79 | 88 | 0 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 90 | 174 | 69 | 22.79 | 0 | 70 | 89 | 80 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 91 | 173 | 75 | 25.06 | 0 | 63 | 134 | 118 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 91 | 173 | 75 | 25.06 | 0 | 63 | 134 | 118 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 91 | 173 | 75 | 25.06 | 0 | 63 | 134 | 118 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 92 | 165 | 54 | 19.83 | 0 | 67 | 155 | 71 | 1 | 3 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 92 | 177 | 88 | 28.09 | 0 | 54 | 152 | 74 | 0 | 3 | 0 |