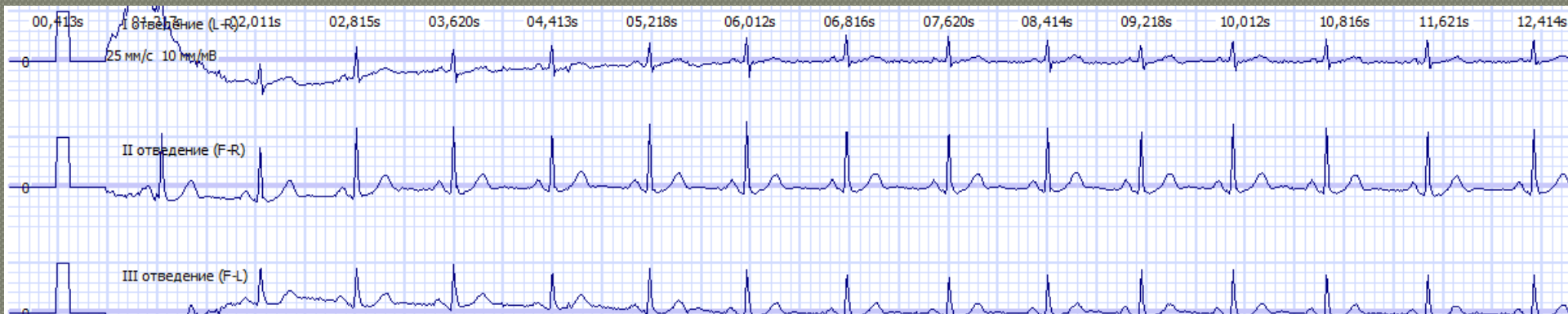


# Інтелектуальна система аналізу кардіограм за допомогою нейронних мереж

Виконала:  
Клуненко В. В., ст. гр. 1КН-14сп

Науковий керівник:  
к. т. н., доц. Колесницький О. К.



# Формулювання завдання

---

- Об'єкт дослідження – процес аналізу кардіограм.
- Предмет дослідження – програмні засоби аналізу кардіограм та достовірність їх роботи.
- Мета дослідження – підвищення достовірності аналізу кардіограм за рахунок застосування нейронної мережі.

# Актуальність

---

Застосування нейромереж у біомедичній промисловості, дозволяє виявити відхилення в електрокардіограмах;

В медичній діагностиці нейромережі дають можливість значно підвищити специфічність методу, не знижуючи його чутливості;

Перевагою нейромережевих технологій є здатність здійснювати класифікацію подій, які відсутні в навчальному наборі, узагальнюючи колишній досвід і застосовуючи його в нових випадках.

# Порівняння з аналогами

---

1. Програмне та апаратне забезпечення «Кардіовід» призначено для реєстрації електрокардіограми, експрес-аналізу та видачі рекомендації, фіксації порушень серцевого ритму.

Перевага – включає апаратне забезпечення для функціонування системи, поєднання різнобічних підходів до проблеми, різноманітність методів.

Недолік – обмеженість набору критеріїв для формування заключення.

2. Кишеньковий комп'ютерний кардіограф «Cardio CE». Програма реєстрації та обробки кардіограми.

Перевага – простота та зручність використання, розмір пристрою та багатофункціональні здібності.

Недолік – при аналізі кардіограм не враховуються всі параметри електрокардіосигналів.

# Загальний опис функціональності

---

**Дана система повинна задовольняти такі функціональні вимоги:**

- зручний інтерфейс для взаємодії користувача з системою;
- наявність довідки про систему;
- точність отриманих результатів.

**Практичність системи полягає в наданні користувачам таких можливостей:**

- відкривати файли із відзнятими кардіограмами;
- перегляду даних файлів на окремій панелі системи;
- обробки й аналізу файлів;
- вибору різних елементів управління запису кардіограми;
- налаштування режимів цифрової фільтрації сигналів ЕКГ;
- проведення контурного аналізу зареєстрованих сигналів кардіограми;
- збереження результату аналізу кардіограми.

# Математична модель

Для обробки ЕКС використовуємо НМ LVQ (Контрольоване векторне квантування). Значення сигналу на виході НМ визначається за формулою:

$$Y_k = F_{lin} \left( \sum_{j=1}^S w_{jk}^2 \cdot F_{compet} \left( \sqrt{\sum_{i=1}^N (x_i - w_{im}^1)^2} \right)_j \right)$$

де  $x_i$  –  $i$ -й елемент вхідного вектора;  $w_{im}^1$  –  $i$ -й елемент вектора ваг  $m$ -го нейрона конкуруючого шару;  $w_{jk}^2$  –  $j$ -й елемент вектора ваг –  $k$ -го нейрона лінійного шару;

$F_{compet}$  – передавальна функція конкуруючого шару, що виявляє нейрон-переможець;

$F_{lin}$  – лінійна функція активації нейронів розподільного шару;

$N$  – розмірність вхідного вектора НМ;

$S$  – кількість нейронів у конкуруючому шарі;  $S = \alpha \cdot K$ ; де  $\alpha$  – число кластерів, що припадають на один клас захворювань  $K$ .

$Y_k$  – значення  $k$ -го виходу НМ.

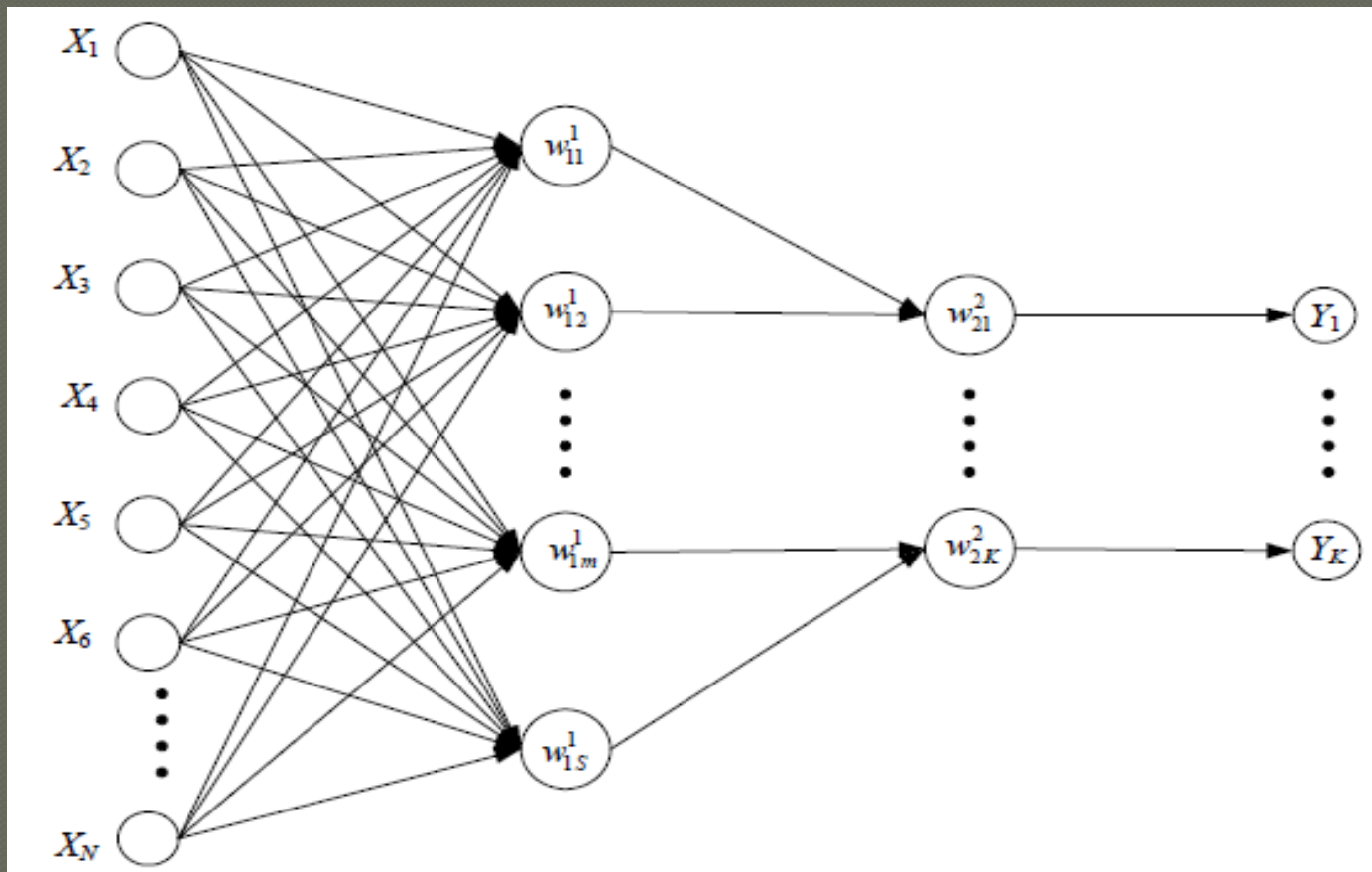
# Структура нейромережі LVQ

Вхідний шар  
Діапазон значень  
 $-1 \leq X \leq 1$

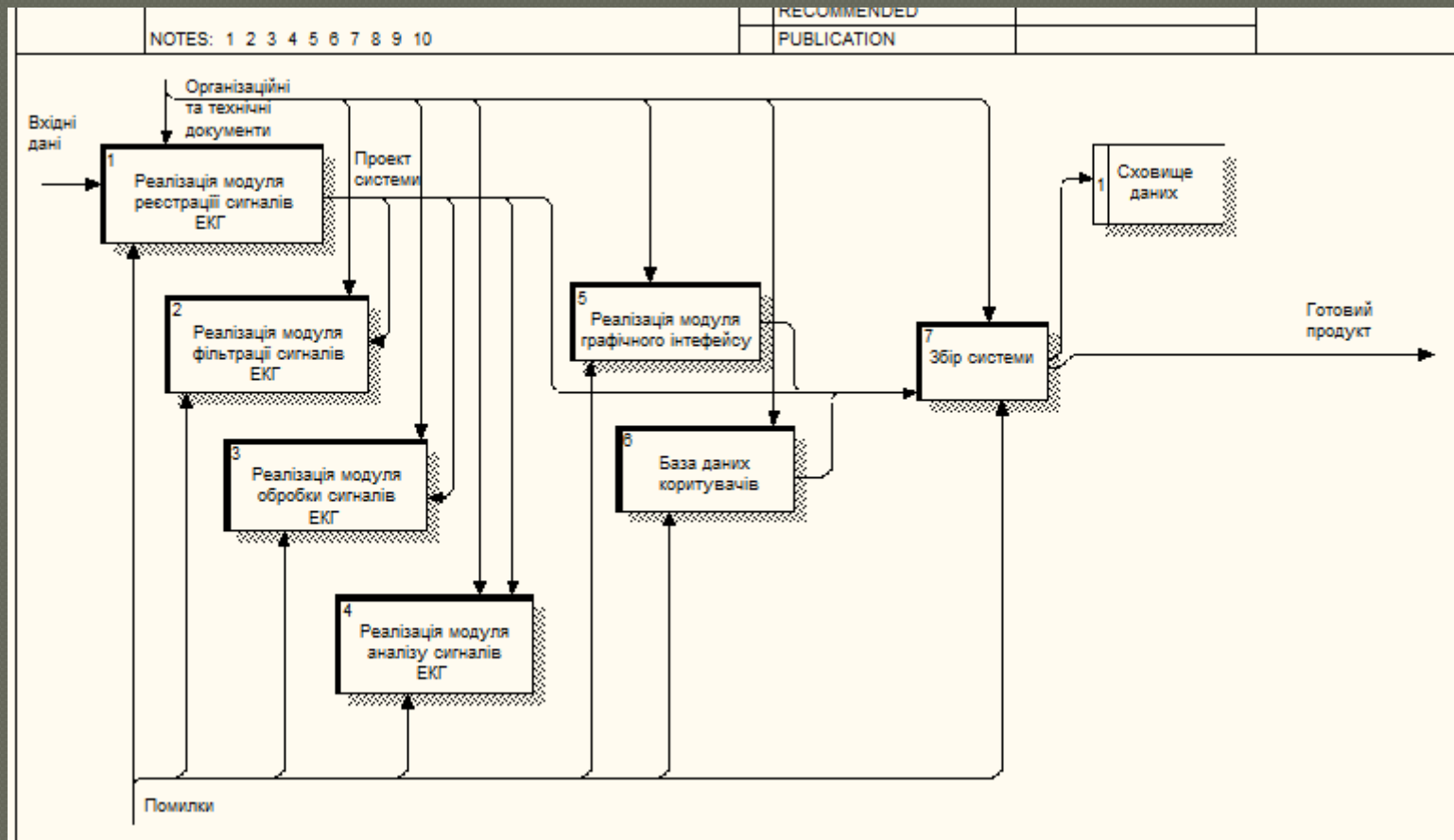
Конкуруючий шар

Розподільний  
(лінійний) шар

Вихідний шар  
 $0 \leq Y \leq 1$

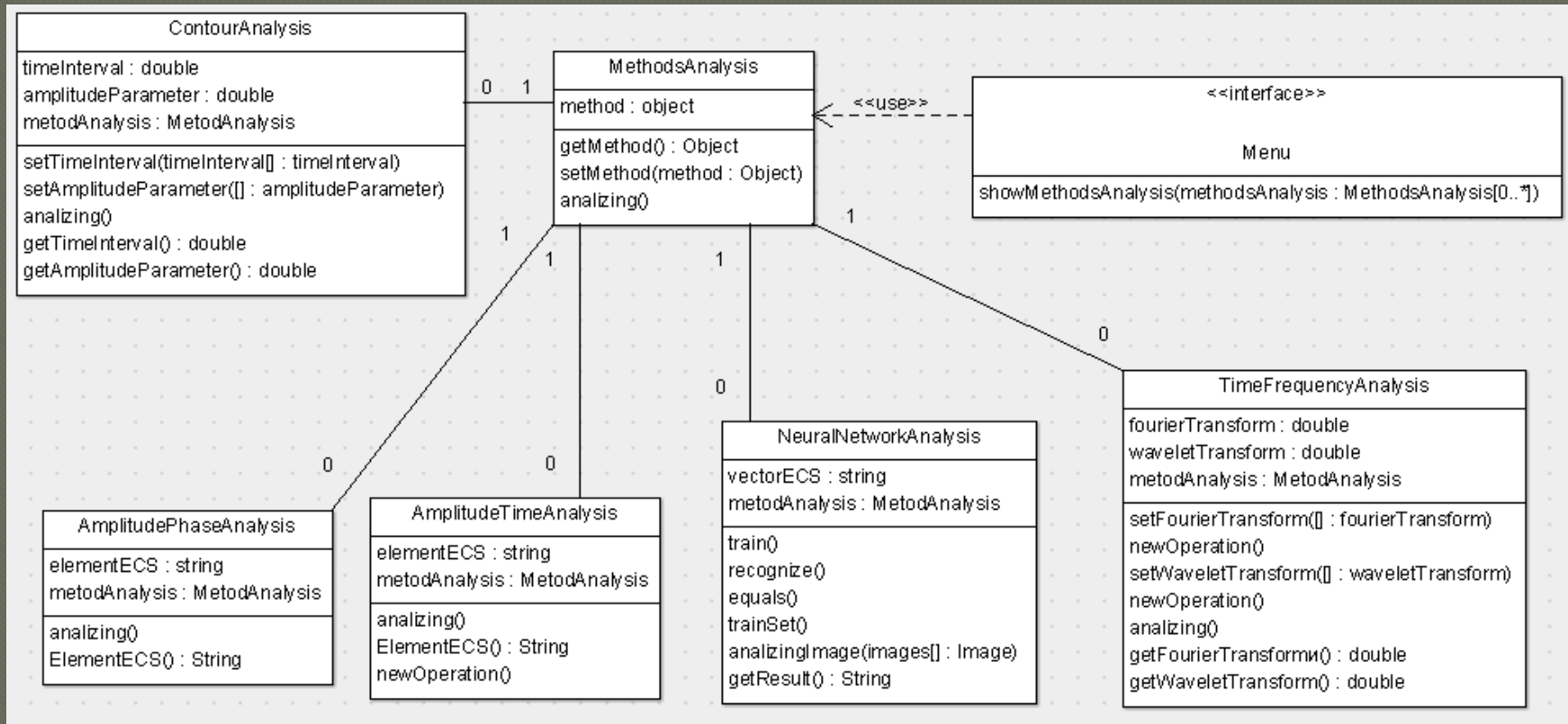


# Діаграма процесу розробки системи



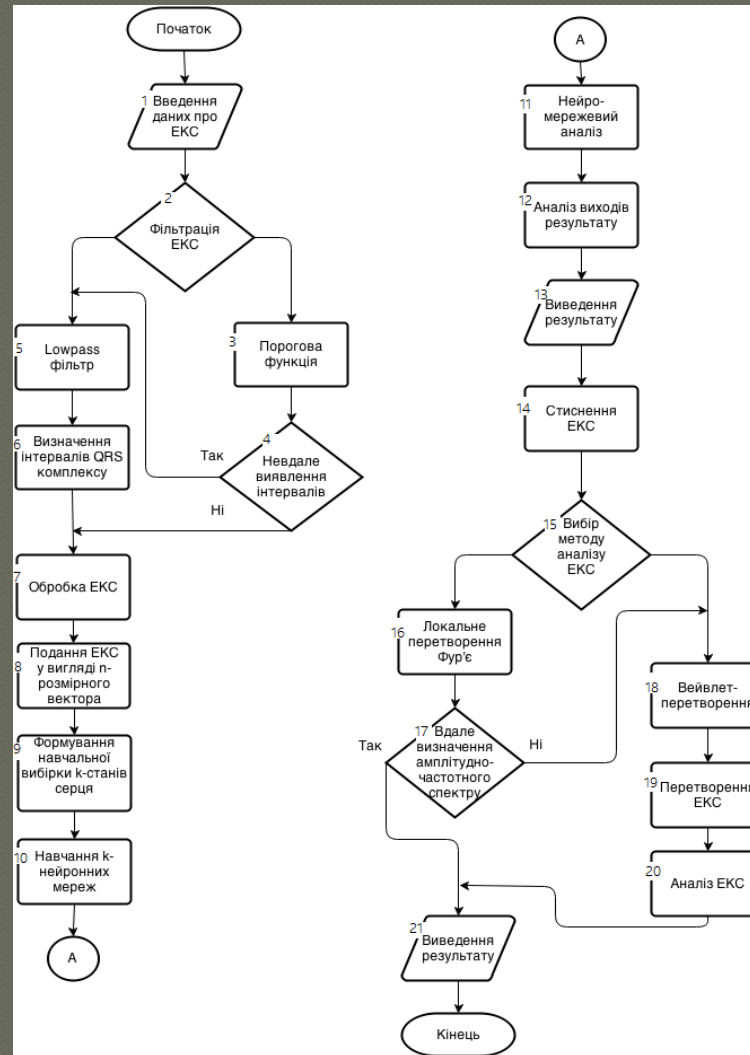


# Діаграма класів пакету CombinedAnalysis

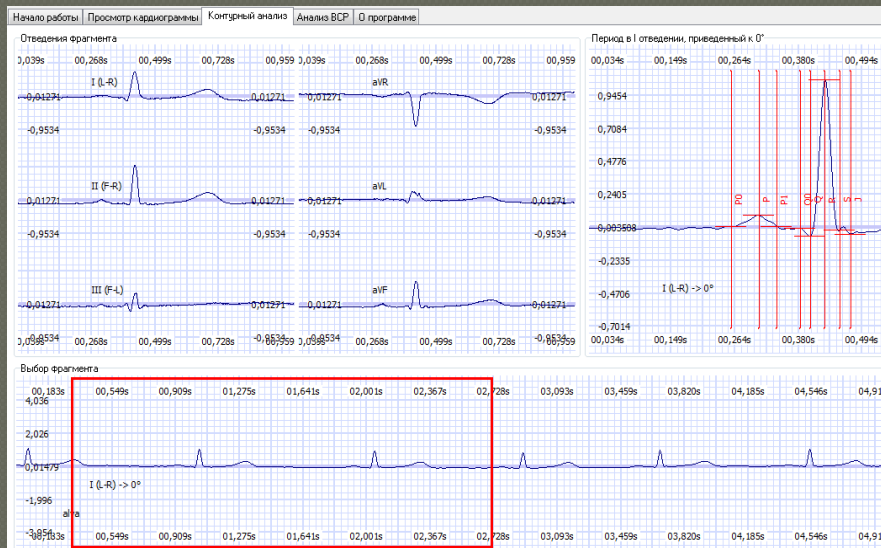


CombinedAnalysis – даний пакет містить класи, які реалізують методи аналізу: контурний аналіз ЕКС, ампліудно – часовий аналіз ЕКС, частотно – часовий аналіз ЕКС, ампліудно – фазовий аналіз ЕКС, нейромережевий аналіз ЕКС.

# Схема алгоритму роботи системи



# Приклади роботи інтелектуальної системи аналізу кардіограм



Результат контурного анализа [Справка по контурному анализу](#)

**Возможные заболевания:** блокада правой ножки пучка Гисса (нарушение внутрижелудочковой проводимости)(3)  
гипертрофия левого желудочка(6)  
синдром Лайн-Генон-Ливайна (синдром преждевременного возбуждения желудочков)(18)

**Пояснения к результатам:** электрическая ось сердца - левोगрамма(12)

| Параметр          | Значение | Параметр           | Значение |
|-------------------|----------|--------------------|----------|
| <ЧСС>, уд./минуту | 67       | ЧСС(макс-мин)<ЧСС> | 0,26     |
| Интервал RR, с    | 0,9      | ЭОС, °             | 40       |

**Временные параметры**

| Параметр                      | Значение | Параметр                  | Значение |
|-------------------------------|----------|---------------------------|----------|
| Интервал QT (T1-Q0), с        | 0,39     | Сегмент PQ (Q0-P1),с      | 0,024    |
| Интервал QTc (QT/sqrt(RR)), с | 0,42     | Время ВЖ отклон. (R-Q0),с | 0,063    |
| Интервал ST (T1-J), с         | 0,26     | QRS комплекс (J-Q0),с     | 0,13     |
| Зубец P (P1-P0),с             | 0,082    | Сегмент ST (T0-J),с       | 0,099    |
| Интервал PQ (Q0-P0),с         | 0,11     | Зубец T (T1-T0),с         | 0,17     |

**Амплитудные параметры**

| Параметр        | I(0°)   | I      | II     | III    | avR    | avL     | avF    |
|-----------------|---------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|
| Потенциал P0,мВ | 0,014   | -0,021 | -0,08  | -0,059 | 0,051  | 0,019   | -0,07  |
| Потенциал P,мВ  | 0,093   | 0,012  | 0,018  | 0,0064 | -0,015 | 0,0026  | 0,012  |
| Потенциал P1,мВ | 0,024   | -0,013 | -0,078 | -0,065 | 0,045  | 0,026   | -0,072 |
| Потенциал Q0,мВ | 0,00035 | -0,028 | -0,089 | -0,061 | 0,059  | 0,017   | -0,075 |
| Потенциал Q,мВ  | -0,054  | -0,13  | -0,12  | 0,0039 | 0,12   | -0,065  | -0,059 |
| Потенциал R,мВ  | 1       | 0,71   | 1      | 0,28   | -0,85  | 0,21    | 0,64   |
| Потенциал S,мВ  | -0,011  | -0,018 | -0,099 | -0,081 | 0,059  | 0,031   | -0,09  |
| Потенциал J,мВ  | -0,031  | -0,07  | -0,12  | -0,054 | 0,097  | -0,0076 | -0,089 |
| Потенциал T0,мВ | 0,04    | -0,01  | -0,041 | -0,031 | 0,026  | 0,01    | -0,036 |
| Потенциал T,мВ  | 0,31    | 0,2    | 0,22   | 0,015  | -0,21  | 0,093   | 0,12   |
| Потенциал T1,мВ | -0,0051 | -0,083 | -0,071 | 0,012  | 0,077  | -0,048  | -0,029 |

Настроить принтер

Распечатать

# Приклади роботи інтелектуальної системи аналізу кардіограм

Начало работы | Просмотр кардиограммы | Контурный анализ | Анализ ВСР | Редактор БД диагнозов | О программе

Список диагнозов

1. аритмия
2. брадикардия
3. блокада правой ножки пучка Гисса (нарушение внутр...
4. блокада задней ветви левой ножки пучка Гисса (нару...
5. блокада передней ветви левой ножки пучка Гисса (на...
6. гипертрофия левого желудочка
7. гипертрофия левого предсердия
8. гипертрофия правого желудочка
9. гипертрофия правого предсердия
10. нарушение атриовентрикулярной проводимости (Mor...
11. нарушение внутрипредсердной проводимости
12. электрическая ось сердца - левограмма
13. электрическая ось сердца - нормаграмма
14. электрическая ось сердца - правограмма
15. электрическая ось сердца - резкая левограмма
16. синдром Вольфа-Паркинсона-Уайта (синдром преж...
17. тахикардия
18. синдром Лайт-Генон-Ливайна (синдром преждевре...
19. синдром удлиненного интервала Q-T

Матрица признаков диагноза

| Параметр \ Условия ->         | Не менее(min)* | Не более(max)* |
|-------------------------------|----------------|----------------|
| <ЧСС>, уд./минута             | 0              | 0              |
| ЧСС(макс-мин)/<ЧСС>           | 0,5            |                |
| ЭОС, *                        | 0              | 0              |
| Интервал QT (T1-Q0), с        | 0              | 0              |
| Интервал QTc (QT/sqrt(RR)), с | 0              | 0              |
| Интервал RR, с                | 0              | 0              |
| Интервал ST (T1-J), с         | 0              | 0              |
| Зубец P (P1-P0),с             | 0              | 0              |
| Интервал PQ (Q0-P0),с         | 0              | 0              |
| Сегмент PQ (Q0-P1),с          | 0              | 0              |
| Время ВЖ отклон. (R-Q0),с     | 0              | 0              |
| QRS комплекс (J-Q0),с         | 0              | 0              |
| Сегмент ST (T0-J),с           | 0              | 0              |
| Зубец T (T1-T0),с             | 0              | 0              |
| Потенциал P0,мВ               | 0              | 0              |
| Потенциал P1,мВ               | 0              | 0              |
| Потенциал Q0,мВ               | 0              | 0              |
| Потенциал Q1,мВ               | 0              | 0              |

Тип записи

Пояснение состояния

Заболевание

Добавить | Удалить | Сохранить | Экспорт | Импорт

Диагноз (не более 200 символов) \*Примечание: значения 0 - не учитывать параметр аритмия

Начало работы | Просмотр кардиограммы | Контурный анализ | Анализ ВСР | О программе

Скорость 55 мм/сек Размах 5 мм/мВ

Печатаить | Принтер... | 0 минут 5 сек.

Экспорт данных в текст

Начало фрагмента: 00s

Конец фрагмента: 03:18

F дискретизации (Гц) 100 Разделитель значений

Выполнено 100%

Примерный размер файла 475 КВ

Экспортировать

# Висновки

---

В ході виконання дипломного проекту було розроблено інтелектуальну систему аналізу кардіограм із застосуванням нейронної мережі LVQ. Програма дозволяє автоматично обробляти та аналізувати варіабельність серцевого ритму та контурний аналіз. Визначили можливі перешкоди при реєстрації кардіограми, підходи до аналізу сигналів: перетворення Фур'є і Вейвлет-перетворення, стиснення кардіограми.

Результати тестування нейронної мережі показали, що при аналізі ЕКС за допомогою навченої нейронної мережі LVQ на 10% вище, ніж при класичному амплітудно-часовому аналізі, який використовується в аналогічній системі «Кардіовід».

Дані дослідження пройшли апробацію на XLIII та на XLIV науково – технічних конференціях професорсько-викладацького складу, співробітників та студентів університету та представлені в двох публікаціях тез доповідей конференцій.

---

Дякую за увагу!