ΦΑ3ΑΓΡΑΦ



Керівництво користувача

Програмне забезпечення для обробки одноканальної електрокардіограми на персональному комп'ютері

Зміст

Вступ	3
Склад програмного забезпечення (ПЗ)	4
Вимоги до комп'ютера	5
Встановлення ПЗ на комп'ютер пацієнта	6
Активація програми Fazagraf.exe	6
Порядок взаємодії компонент ПЗ	7
Налаштування вікон та тестування	8
Підготовка бази даних (БД)	11
Оцінка функціонального стану	13
Додаткові можливості ПЗ	17
Рекомендована література	24

Вступ

Це керівництво призначене для вивчення порядку роботи реєстратора ЕКГ (модель 06000, виробник АТ «Сольвейг») із програмним забезпеченням ФАЗАГРАФ, що реалізує елементи фазаграфії [1] – інноваційного методу обробки одноканальної електрокардіограми (ЕКГ).

Інтегральна оцінка функціонального стану серцево-судинної системи пацієнта здійснюється на основі оригінального показника **BT** (симетрії зубця Т ЕКГ), діагностична цінність якого підтверджена клінічними дослідженнями. Метод фазаграфії рекомендовано МОЗ України для проведення скринінгових обстежень [2].

Результат тестування візуалізується на графічному індикаторі у вигляді «термометра» щодо шкали з трьох градацій кольорів. Зелений колір сигналізує про належність показника **ВТ** зоні «**НОРМА**», жовтий – зоні «**ЗАДОВІЛЬНО**» і червоний – зоні «**УВАГА**». Результат тестування озвучується також відповідним голосовим повідомленням.

У такому режимі робота з програмою **ФАЗАГРАФ** цілком доступна пацієнту в домашніх умовах і при заняттях спортом.

ФАЗАГРАФ не замінює інших клінічних методів дослідження. Якщо під час тестування отримано висновок НОРМА, але є клінічні підстави для уточнення цього висновку (характерний біль у грудній клітці, слабкість тощо) – необхідно звернутися до лікаря і провести додаткові обстеження іншими методами в медичній установі. ТІЛЬКИ ПОВНЕ МЕДИЧНЕ ОБСТЕЖЕННЯ МОЖЕ ПІДТВЕРДИТИ АБО УТОЧНИТИ ДІАГНОЗ Постійне використання **ФАЗАГРАФ** у домашніх умовах дозволяє пацієнту:

- оптимізувати спосіб життя;
- розумно розподіляти режим навантажень та відпочинку;
- визначити потребу у додатковому прийомі призначених лікарем ліків;
- оцінювати можливі небезпечні відхилення в роботі серця від персоніфікованої норми.

Можливість самостійно накопичувати дані за великий проміжок часу для подальших консультацій з лікарем забезпечує більш повну й обґрунтовану оцінку функціонального стану пацієнта, ніж епізодичний контакт з лікарем з використанням традиційних клінічних засобів.

Розробник залишає за собою право змінювати та доповнювати програмне забезпечення новими функціями, які розширюють його споживчі властивості, але не погіршують його функціональні можливості.

Склад програмного забезпечення (ПЗ)

До складу ПЗ «ФАЗАГРАФ» входять дві програми, що взаємодіють між собою:

- програма РСЕ, яка забезпечує реєстрацію та запис поточної ЕКГ на диск комп'ютера;
- програма Fazagraf (з компонентами), яка забезпечує аналіз та інтерпретацію зареєстрованої ЕКГ.

Вимоги до комп'ютера

ПЗ «ФАЗАГРАФ» призначене для роботи на персональному комп'ютері, ноутбуці або нетбуці під керуванням операційної системи:

- Windows 7-10 (32/64), якщо як датчик використовується реєстратор ЕКГ моделі 06000.1 (Bluetooth);
- Windows 10 (32/64), якщо як датчик використовуються реєстратори 06000.2, 06000.34, 06000.4, 06000.6 або 06000.7 (BLE);

За сучасними уявленнями вимоги до технічних характеристик комп'ютера мінімальні:

- тактова частота не менше ніж 1 ГГц;
- оперативна пам'ять не менше ніж 1 ГБ;
- обсяг вільного місця на жорсткому диску не менше ніж 2 ГБ;
- роздільна здатність монітора не нижче 1280х720;
- вільний роз'єм USB;
- маніпулятор миша;
- внутрішній (або зовнішній) адаптер Bluetooth;
- принтер (бажано).

Принтер потрібний для забезпечення можливості друку звіту про результати оцінки поточного стану пацієнта у вигляді твердої копії.

Встановлення ПЗ на комп'ютер пацієнта

Для встановлення ПЗ «ФАЗАГРАФ» на персональному комп'ютері потрібно запустити програму FazagrafSetup.exe і дотримуватися інструкцій.

Активація програми Fazagraf.exe

Для роботи програми **Fazagraf.exe** потрібна її активація. Під час першого запуску цієї програми на екрані з'явиться вікно, зображене на рис. 3.

Напис «Индивидуальный код Вашего ПК» буде відображено у верхньому полі введення. Цей код потрібно повідомити продавцю реєстратора і водночас вказати номер придбаного реєстратора (зазначений на задній стінці реєстратора).

Після цього продавець надасть Вам «Код активации приложения», який необхідно ввести в нижнє поле введення



Рис. 3 Вікно активації програми Fazagraf.exe

Порядок надсилання індивідуального коду й отримання відповідного коду активації узгоджується з продавцем під час купівлі реєстратора. Код активації необхідно вводити у незміненому вигляді без додаткових пробілів або інших символів. Код активації вводиться один раз, зберігається у файлі на жорсткому диску і під час наступних запусків програми не запитується.

Порядок взаємодії компонент ПЗ

Для правильного розуміння роботи потрібно ознайомитися з загальною схемою взаємодії реєстратора з програмами PCE.exe i Fazagraf.exe (рис. 4).



Рис.4 Порядок взаємодії реєстратора та ПЗ

реєстратор ЕКГ;

2 програма РСЕ;

3 програма Fazagraf;

4 файл ЕКГ на диску.

З реєстратора 1 оцифрований сигнал ЕКГ з пальців пацієнта за допомогою бездротового зв'язку **Bluetooth** вводиться в персональний комп'ютер і відображається в реальному часі в робочому вікні програми **PCE**.

ЕКГ, зареєстрована протягом заданого часу, зберігається в файл **F1.faz** у папці /**recs** – підкаталозі каталогу **ФАЗАГРАФ**, який створюється автоматично під час першого збереження ЕКГ.

Зареєстрована інформація з файлу **F1.faz** вводиться в програму **Fazagraf**, яка забезпечує аналіз та інтерпретацію ЕКГ, а також збереження інформації в базі даних (**БД**) і ряд додаткових функцій, опис яких буде наведено нижче.

Налаштування вікон та тестування

Робочі вікна програм **PCE** і **Fazagraf** мають інтуїтивно зрозумілий інтерфейс. Однак, для зручності роботи з програмами рекомендується налаштувати їх вікна.

Для наочності відображення ЕКГ доцільно максимально збільшити розмір робочого вікна програми **РСЕ** за горизонталлю й одночасно зменшити висоту вікна (рис. 5). Це дозволить одночасно розмістити на робочому столі обидві програми.



Рис. 5 Робоче вікно програми РСЕ

Рекомендується також задати комфортні для користувача розміри головного вікна та підлеглих вікон програми **Fazagraf** (рис. 6).

Налаштування розмірів програм запам'ятовуються і будуть автоматично встановлені під час наступних запусків.

ΦΑЗΑΓΡΑΦ



Рис. 6 Головне вікно програми Fazagraf

Розміри вікон програм, що задані користувачем, зберігаються в пам'яті комп'ютера і автоматично встановлюються в подальших сеансах роботи

Рекомендується виконати тестування програм.

Для тестування програми РСЕ потрібно:

- використовуючи стандартну процедуру ОС WINDOWS, виявити та підключити до комп'ютера через внутрішній або зовнішній адаптер Bluetooth попередньо увімкнений реєстратор;
- запустити програму РСЕ;
- кнопкою «Подключить» встановити з'єднання з реєстратором (має загорітися зелений індикатор у правому нижньому куті робочого вікна програми);
- натиснути кнопку «Старт» і провести реєстрацію ЕКГ;
- натиснути кнопку «Сохранить» і переконатися, що файл

Операція підключення реєстратора здійснюється один раз <u>під час</u> <u>першого старту програми</u>. У подальших сеансах підключення здійснюється автоматично (після нетривалого інтервалу часу). Для цього достатньо <u>спочатку</u> ввімкнути реєстратор, а <u>потім</u> запустити програму **РСЕ**.

F1.faz збережено в папці **/recs** каталогу **ФАЗАГРАФ** (за допомогою будь-якого стандартного засобу перегляду диска).

Для тестування програми Fazagraf потрібно:

- запустити програму Fazagraf;
- натиснути кнопку «Загрузить из БД» (меню Файл у головному вікні програми);
- завантажити тестовий запис ЕКГ, що зберігається в базі даних (натиснути кнопку «Загрузить» у вікні БД);
- натиснути на піктограму «Индикатор функционального состояния» (Термометр) у головному вікні програми;
- переконатися в правильності відображення інформації тестової ЕКГ на термометрі: значення показника ВТ має дорівнювати 0,602-0,603 од.



Рис. 7 Результати обробки тестового сигналу

- переконатися в правильності озвучування інформації про функціональний стан серця за показником ВТ, натиснувши відповідну піктограму на термометрі. За відсутності голосового повідомлення перевірити наявність і справність відповідного обладнання комп'ютера;
- вимкнути «Индикатор функционального состояния» (натиснути хрестик у правому верхньому куті індикатора);
- натиснути «Сохранить в файле» (меню «Файл» у головному вікні програми);
- у діалоговому вікні, що відкрилося, <u>знайти</u> каталог /recs, задати ім'я файлу «Тест» і натиснути клавішу «Сохранить»;
- натиснути «Загрузить из файла» (меню «Файл» у головному вікні програми) і в діалоговому вікні, що відкрилося, переконатись у наявності на диску файлу Tect.faz.

Виконання останніх двох пунктів забезпечує <u>автоматичне</u> прив'язування програми **Fazagraf** до каталогу **/recs** обміну інформацією під час подальших сеансів роботи.

Процедури тестування програм виконуються <u>одноразово</u> після встановлення та активації програм на комп'ютері користувача. Після завершення операцій тестування файл **Tecm.faz** може бути видалений із каталогу /recs.

Підготовка бази даних (БД)

Для організації ефективної роботи з програмним забезпеченням **ФАЗАГРАФ** потрібно правильно зберігати інформацію в базі даних (**БД**), спрощена структура якої показана на рис. 8.

Ядро **БД** складається з карток пацієнтів, кожна з яких взаємодіє з картками вимірів цього пацієнта.



Рис. 8 Спрощена структура бази даних

Для попередньої підготовки БД необхідно:

- запустити програму Fazagraf;
- натиснути кнопку «Загрузить из БД» (меню Файл у головному вікні програми);
- натиснути клавішу «Новый пациент» у вікні бази даних, що відкрилося;
- заповнити поля картки пацієнта (рис. 9)

Tab. Nº		
Фанилия	-	_
Morea	r.	
Отчество		_
Dee		
Лата рокдения	Число 1 • Месяц Янбарь •	f oa 197(<u>-</u>
Дата рокранна Группа	Число 1 • Месяц Январь • СНет данныю • Кончентария:	Γοα. [1971 <u>+</u>
Лата рокденни Группа	Число 1 • Месла Янеэрь • (Нет данных) • Контентарий:	f αα [1970 <u>+</u>

Рис. 9 Форма картки пацієнта

Поле «**Таб №**» картки пацієнта заповнюється автоматично та його змінювати не потрібно.

Для зручності рекомендується <u>заздалегідь</u> заповнити картки потенційних пацієнтів (наприклад, членів родини), щоб прискорити подальшу роботу з ПЗ ФАЗАГРАФ

Оцінка функціонального стану

Оцінка поточного функціонального стану користувача складається з таких етапів:

- введення поточної ЕКГ;
- обробка поточної ЕКГ;
- оцінка поточного результату;
- збереження інформації у базі даних (БД).

Для виконання цих етапів необхідно:

- увімкнути реєстратор;
- запустити програми PCE i Fazagraf;
- увійти до програми РСЕ і переконатися, що в її робочому вікні світиться зелений індикатор підключення реєстратора;
- натиснути клавішу «Старт» і торкнутися великими пальцями обох рук електродів реєстратора;
- спостерігати процес реєстрації ЕКГ на екрані (перші 15 с забезпечується налаштування реєстратора та на екрані малюється горизонтальна лінія).
- після завершення реєстрації ЕКГ (за замовчуванням 60 с) зберегти інформацію, натиснувши активізовану кнопку «Сохранить»;
- натиснути кнопку «Загрузить из файла» (меню «Файл» у головному вікні програми Fazagraf);

- у діалоговому вікні, що відкрилося, вибрати файл F1.faz і натиснути клавішу «Открыть»;
- у вікні бази даних вибрати пацієнта зі списку (або створити картку нового пацієнта, якщо його картки ще немає);
- натиснути клавішу «Индикатор функционального состояния» у головному вікні програми Fazagraf;
- оцінити поточний функціональний стан за інформацією, що відображається на індикаторі.

Індикатор функціонального стану (рис. 10) дозволяє отримати інтегральну інформацію про стан:

- серця (за значенням оригінальної діагностичної ознаки ВТ [1, 2];
- частоти серцевих скорочень (ЧСС);
- варіабельності (мінливості) серцевого ритму у процесі реєстрації ЕКГ;
- балансу збудливої (симпатичної) і гальмівної (парасимпатичної, вагусної) складових вегетативної нервової системи.

При функціональній нормі індикатори знаходяться у зеленій зоні, при помірних відхиленнях – у жовтій зоні та при виражених відхиленнях – у червоній зоні.

ΦΑЗΑΓΡΑΦ



Рис. 10 Індикатор функціонального стану:

- 1 індикатор функціонального стану серця;
- 2 індикатор частоти пульсу;
- 3 індикатор варіабельності серцевого ритму;
- 4 індикатор стану вегетативної нервової системи.

Для збереження ЕКГ у базі даних потрібно натиснути кнопку «Сохранить в БД» і у вікні, що відкрилося, натиснути клавішу «Сохранить».

При накопиченні в **БД** достатнього обсягу спостережень (не менше ніж 30 спостережень протягом місяця) **ФАЗАГРАФ** дозволяє отримувати важливу **додаткову** інформацію про індивідуальні особливості організму користувача.

Таку інформацію дають індикатори у вигляді сірих стрілочок, які відображають <u>усереднені</u> значення відповідного показника цього користувача <u>за весь період спостережень</u>.

Наприклад, за положенням стрілочки усереднених значень показника **BT** (рис. 11) можна оцінити ризик розвитку ішемічної хвороби серця згідно з таблицею 1.



Рис. 11 Індикація усередненого значення показника ВТ

Таблиця 1. Оцінка ризику ішемічної хвороби серця [2]

Усереднений показник ВТ	Зона індикатора	Ризик
ВТ_{сер} ≤ 0,7 од.	Зелена	Низький
0.7< BT_{сер} < 1,0 од.	Жовта	Середній
ВТ_{сер}≥ 1.0 од.	Червона	Високий

Відхилення за годинниковою стрілкою індикатора усередненого значення ЧСС свідчить про помірні (жовта зона) або виражені (червона зона) схильності до тахікардії (прискореного серцевого ритму), а проти годинникової стрілки – помірні або виражені прояви брадикардії (уповільненого пульсу).

Аналогічні висновки про індивідуальні особливості організму можна зробити за положеннями індикаторів усереднених значень показників варіабельності серцевого ритму і стану вегетативної нервової системи.

Додаткові можливості ПЗ

Вище було описано мінімальні функціональні можливості **ПЗ** ФАЗАГРАФ, які доступні <u>будь-якому</u> користувачеві, який не має медичної освіти та володіє лише початковими навичками роботи з персональним комп'ютером.

Користувачі, які мають медичну освіту (сімейні та спортивні лікарі), можуть скористатися додатковими важливими функціями, що надаються програмою **Fazagraf**, і в такий спосіб підвищити достовірність інформації, що отримується.

Головне вікно програми має три закладки. На першій закладці (рис. 12) відображаються графіки вихідного сигналу (верхній), фільтрованого сигналів (середній), а також результат автоматичного виділення характерних точок, що відповідають інформативним сегментам ЕКГ – зубцю **P**, комплексу **QRS** і зубцю **T** (нижній графік).



Рис. 1. Перша закладка головного вікна програми

На нижньому графіку світло-сірим кольором позначаються нетипові цикли ЕКГ (екстрасистоли й артефакти), які виключа-

ються з процедур обробки.

Надається можливість задати необхідний масштаб відображення графіків за рівнями (5, 10, 20, 40 мм/мВ) і часом (10, 25, 50, 100, 250 мм/с). Крім того, за допомогою миші можна виділити та переглянути потрібну ділянку ЕКГ у режимі лупи.

Візуальний аналіз відображених графіків дає змогу кваліфікованому користувачеві оцінити правильність автоматичного аналізу ЕКГ.

У лівому верхньому кутку другої закладки головного вікна (рис. 13) відображається фазовий портрет ЕКГ-сигналу z(t) у координатах $z(t), \dot{z}(t)$, де $\dot{z}(t)$ – швидкість зміни електричної активності серця. Можливість обробки ЕКГ у таких координатах – основна відмінність фазаграфії, що дозволила підвищити достовірність виявлення початкових ознак ішемії міокарда за показником **ВТ**, який не оцінюється при традиційному ЕКГ аналізі.

Праворуч від фазового портрета відображається його фрагмент (фрагмент ST-T), за яким обчислюється інтегральний показник BT, що характеризує симетрію фрагмента. Далі відображається відновлений методом фазаграфії усереднений цикл зареєстрованої ЕКГ, за яким визначаються амплітудно-часові параметри інформативних зубців і сегментів.



Рис. 13 Друга закладка головного вікна програми

У середній частині вікна відображається графік поточних (синя крива) і середніх (червона крива) значень показника **BT** під час реєстрації ЕКГ.

У правій частині вікна відображаються показники зареєстрованої ЕКГ.

На третій закладці головного вікна програми **Fazagraf** (рис. 14) відображаються стандартні статистичні та спектральні характеристики варіабельності серцевого ритму (**BCP**).

Для наочності у верхній частині закладки відображаються скатерограма, гістограма і спектрограми **RR**- інтервалів, а в середній частині – ритмограма.

Відображається також стовпчикова діаграма балансу потужностей спектральних компонент у трьох діапазонах частот:

- 0÷0,03 Гц, який визначає регуляторний вплив на серцевий ритм підкіркових нервових центрів (діапазон VLF);
- 0,04÷0,15 Гц, який відповідає симпатичним (збудливим) впливам (діапазон LF);
- вище ніж 0,15 Гц, який відповідає парасимпатичним (вагусним) впливам (діапазон **HF**).



Рис. 14 Третя закладка головного вікна програми

Детальну інформацію про діагностичну цінність зазначених показників варіабельності серцевого ритму (**BCP**) можна отримати у відповідних джерелах.

Крім спрощеного відображення інтегральних результатів діагностики у вигляді термометра (рис. 10) **ПЗ ФАЗАГРАФ** дозволяє отримати розгорнуті текстові та графічні відомості (рис. 15), які можуть надати додаткову інформацію користувачеві, який має уявлення про електрокардіографію.

Для отримання такої інформації потрібно натиснути кнопку «Отображение результатов диагностики» головного вікна програми.



Рис. 15 Інформація про результат обробки ЕКГ

Цей спосіб дозволяє на графічних картинках (мнемосхемах) серця та відділів вегетативної нервової системи відобразити виявлені відхилення від норми у вигляді миготливих елементів жовтого або червоного забарвлення на відповідних ділянках зображення.

Для отримання звукового коментаря, а також підказки про можливі причини виникнення виявленого відхилення, користувачеві потрібно навести мишу на таку ділянку і послідовно натиснути ліву та праву клавіші.



Рис. 16 Пояснення до виявленого відхилення

Певна річ, надається лише інтегральна інформація, яку можна отримати за спрощеного способу реєстрації ЕКГ одного відведення.

За результатами вимірювання ПЗ ФАЗАГРАФ формується звітний документ (рис. 17), який може бути надрукований на принтері. У документі відображається виділена користувачем ділянка ЕКГ, а також усі обчислені показники ЕКГ і ВСР.



Рис. 17 Звітний документ ПЗ ФАЗАГРАФ

ПЗ ФАЗАГРАФ надає кілька зручних функцій з метою оцінки динаміки зміни показників ЕКГ і ВСР.

При натисканні клавіші «Мониторинг признаков» головного вікна програми Fazagraf відкривається спеціальне вікно, в якому користувач може переглянути динаміку зміни будь-якого з показників ЕКГ і ВСР зареєстрованих пацієнтів за певний період часу та оцінити тренд зміни показника у вигляді поліноміальної функції заданого ступеня (рис. 18).



Рис. 18 Динаміка зміни показника ВТ

При натисканні в головному вікні програми клавіші «Сравнение двух ЭКГ» з'являється також можливість порівняти результати обробки двох вимірювань, наприклад, поточного та збереженого в базі даних (рис. 19).



Рис. 19 Вікно порівняння результатів двох вимірювань

Для зручності додаткове налаштування забезпечує індикацію тих показників ЕКГ і ВСР (виділяються червоним кольором), зміни яких перевищили встановлений користувачем поріг (у %).

Рекомендована література

- 1. Файнзильберг Л.С. Основы фазаграфии. Киев: Освита Украины, 2017. — 264 с. http://fainzilberg.irtc.org.ua/files/Osnovi.pdf
- Застосування методу фазаграфії при проведенні скринінгу ішемічної хвороби серця / Методичні рекомендації МОЗ України. — К., 2017. — 32 с. <u>http://fazagraf.irtc.org.ua/wpcontent/uploads/2017/03/Metodichka.pdf</u>