

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ІВАНА ПУЛЮЯ
ФАКУЛЬТЕТ ПРИКЛАДНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ТА
ЕЛЕКТРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА БІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

Скульський Петро Юлійович

УДК 611.1:519.21

**МЕТОД ОЦІНЮВАННЯ ДОСТОВІРНОСТІ РЕЗУЛЬТАТІВ
АВТОМАТИЧНОГО АНАЛІЗУ ГОЛТЕРІВСЬКОГО МОНІТОРИНГУ
ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛУ**

163 – Біомедична інженерія

Автореферат

дипломної роботи на здобуття освітнього ступеня «магістр»

Тернопіль – 2018

Роботу виконано на кафедрі біотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя Міністерства освіти і науки України

Керівник роботи: кандидат технічних наук,
доцент кафедри біотехнічних систем
Дедів Леонід Євгенович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Рецензент: кандидат технічних наук,
доцент кафедри радіотехнічних систем
Умзар Юрій Августович,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя

Захист відбудеться 23 лютого 2018 р. о 10⁰⁰ годині на засіданні екзаменаційної комісії №22 у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя за адресою: 46001, м. Тернопіль, вул. Текстильна, 28, навчальний корпус №9, ауд. 9-507.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність роботи. Хвороби серцево-судинної системи посідають перше місце серед причин раптової смерті, тому ці факти стимулюють пошук нових інформаційних властивостей в ЕКГ, зокрема, пошук електрокардіографічних маркерів ризику раптової серцевої смерті. Можна вважати за доведений факт, що низький показник варіабельності серцевого ритму тісно пов'язаний з ризиком раптової смерті, навіть більш виражений, ніж показники фракції викиду лівого шлуночка. Відомий також інший маркер - синдром подовженого QT, виявлений при реєстрації ЕКГ в стані спокою. Проте, загальновизнана методика вимірювання інтервалу QT в динаміці і його клінічна інтерпретація поки що відсутня. Відомо, що типова зміна тривалості QT протягом доби складає більше 3% від його величини, залежить від частоти серцевих скорочень, статі пацієнта і його віку.

Досягнення мікросхемотехніки (аналогової і цифрової) перетворили створення технічних засобів реєстрації біопотенціалів серця на «рутинне» інженерне завдання, а застосування цифрової обробки сигналів стало доступним і загальним. Виникла ситуація, коли медичне кардіографічне устаткування, що формує багатобразні автоматичні діагностичні висновки, не в змозі гарантувати споживачу їх достовірність. В той же час, по формальних ознаках таке устаткування відноситься до засобів вимірювання медичного призначення.

Існують об'єктивні труднощі вирішення завдань автоматичного аналізу ЕКГ особливо при тривалому моніторингу. Більше того, навіть результати аналізу ЕКГ, виконані експертами, можуть бути з часом переглянуті. Так, за підсумками обговорення науковою медичною спільнотою, за 18 років з 1980 по 1998 рік, з 109000 «міток» характерних елементів ЕКГ, що містяться в одній з популярних баз даних МІТ-ВІН Arrhythmia Database, 214 були змінені, що обумовлене фізіологічною варіабельністю характерних елементів ЕКГ: зубців, інтервалів і сегментів. Ці терміни введені для опису морфології серцевої діяльності, проте, не має «абсолютних» норм форми, тобто мають бути швидше «розпізнані», чим виміряні.

Практично вся діагностика порушення ритму базується на підрахунку епізодів, окремо для нормальних (регулярних), і несвоєчасних скорочень (шлуночкових і суправентрикулярних). Для достовірного визначення параметрів варіабельності серцевого ритму і тривалості інтервалу QT потрібно використовувати інтервали тільки між нормальними скороченнями.

В даний час відсутні загальновизнані методики виконання вимірювань для формування діагностичних висновків, навіть елементарних ЕКГ-синдромів. Тому, при розробці нових, високоінформативних і конкурентноздатних засобів моніторингу ЕКГ, на перший план виходять проблеми дослідження і оцінки достовірності результатів автоматичного аналізу ЕКГ, вказування дійсних, досяжних границь похибок вимірювань амплітудних і тимчасових параметрів. Дана проблема є актуальною в даний час і представляє безперечний науковий і практичний інтерес.

Мета та задачі дослідження. Дослідження, розробка і застосування методів підвищення достовірності аналізу ЕКГ в сучасних кардіомоніторних системах. Для досягнення поставленої мети потрібно вирішити наступні завдання:

1. Провести огляд відомих сучасних методів і засобів підвищення достовірності аналізу ЕКГ.
2. Дослідження способів і критеріїв оцінки достовірності результатів автоматичного аналізу ЕКГ.
3. Застосування методики кількісної оцінки достовірності аналізу ЕКГ для вдосконалення алгоритмів.
4. Розробка і дослідження варіантів підвищення достовірності автоматичного аналізу ЕКГ при визначенні опорної точки QRS, класифікації екстрасистол, визначенні тривалості інтервалу QT при тривалій реєстрації.

Об'єкт дослідження. Процес розробки методу підвищення достовірності аналізу ЕКГ в сучасних кардіомоніторних системах.

Предмет дослідження. Електрокардіосигнал.

Методи дослідження. При виконанні роботи використовувалися методи цифрових вимірювань і обробки сигналів, теорія оцінок похибок і математичної статистики, методи нечіткої логіки, алгоритми автоматичного аналізу ЕКГ, експериментальні дослідження з використанням кардіомоніторних систем.

Наукова новизна отриманих результатів. Методика оцінки алгоритмів автоматичного формування елементарних ЕКГ висновків, заснована на визначенні запропонованих інтегральних характеристик достовірності. Алгоритми визначення опорної точки QRS комплексу і класифікації шлуночкових екстрасистол, на базі дискретного нелінійного перетворення QRS. Застосування, запропонованої методики кількісної оцінки достовірності аналізу ЕКГ для вдосконалення алгоритмів визначення опорної точки QRS комплексу, класифікації шлуночкових і передсердних екстрасистол, вимірювання тривалості QT.

Практичне значення одержаних результатів. На базі проведених досліджень розроблена структура кардіомоніторних систем різного призначення. Створена база даних, що включає: набір програм для оцінки різних алгоритмів автоматичного аналізу ЕКГ в нормальних умовах і при різних поєднаннях перешкод і фільтрів; набори «еталонних» записів ЕКГ, а також результати досліджень різних алгоритмів.

Апробація результатів роботи. Викладені в роботі результати доповідалися і обговорювалися на XX науковій конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, 2017 рік.

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 146 сторінках, списку використаних джерел з 47 назв на 5 сторінках, додатків на 1 сторінці. Загальний обсяг роботи становить 153 сторінок.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі шляхом аналізу та порівняння відомих методів оцінювання достовірності результатів автоматичного аналізу Голтерівського моніторингу електрокардіосигналу обґрунтовано актуальність теми роботи, сформульовано мету і задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет і методи дослідження, показано

наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, розкрито питання апробації результатів роботи на конференціях і семінарах.

У першому розділі «Огляд відомих методів підвищення достовірності при екг моніторингу» розглянуто відомі методи підвищення достовірності при голтерівському моніторингу. Приведено опис електрокардіосигналу та основних його характеристик: зубець, сегмент, інтервал. Крім того, досліджено методіку оцінки достовірності алгоритмів та розробка системи оцінок достовірності обробки ЕКГ.

У другому розділі «Розробка алгоритму визначення опорної точки QRS» розроблені алгоритми автоматичного визначення опорної точки QRS комплексу і класифікації шлуночкових екстрасистол, засновані на використанні дискретного нелінійного перетворення різниць, які дозволяють підвищити достовірність обробки при аналізі результатів тривалого запису ЕКГ в умовах шуму і варіабельності сигналу.

У третьому розділі «Підвищення достовірності елементів кардіограми» отримані результати дослідження алгоритмів автоматичного аналізу ЕКС (визначення опорної точки QRS комплексу, класифікації шлуночкових і передсердних екстрасистол, вимірювання тривалості інтервалу QT), при різних поєднаннях перешкод і фільтрів, (інтегральні характеристики достовірність - Tr, якість - Qu, чутливість - Se і предиктивність +P, які визначені в результаті тестування на записах ЕКС).

У четвертому розділі «Розробка і дослідження кардіомоніторних систем» приведено опис структури кардіомоніторної системи, за допомогою, якої було відібрано ЕКС та проведено обробку, за допомогою, якої визначено опорну точку QRS та похибки отриманих результатів. Розроблено структуру алгоритму автоматичної обробки ЕКС.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» описано метрологічне забезпечення медико-біологічних досліджень та побудову прикладного програмного забезпечення для розв'язування наукової задачі дослідження електрокардіосигналу..

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 42147,2 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюється експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 від максимального числа 1, а рекомендації по результатам виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» розглянуто безпеку персоналу установи де використовується представлений метод дослідження пацієнта. Встановлено порядок дій у разі виникнення надзвичайних ситуацій.

У восьмому розділі «Екологія» розглянуто питання актуальності екологічних проблем, шкідливого впливу на довкілля при виготовленні систем моніторингу та заходи охорони довкілля при виготовленні системи голтерівського моніторингу

ВИСНОВКИ

Запропонована методика оцінки автоматичних алгоритмів обробки ЕКС (класифікація елементарних ЕКГ подій), заснована на обчисленні інтегральних характеристик достовірності і якості, яка дозволяє узагальнити результати верифікації алгоритму на різних базах зразкових ЕКГ сигналів.

Розроблені алгоритми автоматичного визначення опорної точки QRS комплексу і класифікації шлуночкових екстрасистол, засновані на використанні дискретного нелінійного перетворення різниць, які дозволяють підвищити достовірність обробки при аналізі результатів тривалого запису ЕКГ в умовах шуму і варіабельності сигналу.

Апробована методика вибору параметрів різних алгоритмів автоматичного формування елементарних ЕКГ, яка забезпечує діагностичні переваги в порівнянні з відомими алгоритмами.

Отримані результати дослідження алгоритмів автоматичного аналізу ЕКС (визначення опорної точки QRS комплексу, класифікації шлуночкових і передсердних екстрасистол, вимірювання тривалості інтервалу QT), при різних поєднаннях перешкод і фільтрів, (інтегральні характеристики достовірність - Tr, якість - Qi, чутливість - Se і предиктивність +P, які визначені в результаті тестування на записах ЕКС).

Таким чином, в результаті виконання роботи вирішено завдання, які мають велике значення для створення апаратури діагностики захворювань серця з використанням методу тривалого моніторингу ЕКС, а саме: запропонована методика оцінки автоматичних алгоритмів обробки ЕКС, алгоритми визначення опорної точки QRS комплексу, класифікація шлуночкових і передсердних екстрасистол, алгоритм вимірювання тривалості інтервалу QT, що дозволяють підвищити ефективність і достовірність автоматичного аналізу ЕКГ і отже, лікарської діагностики.

ПЕРЕЛІК ПРАЦЬ

Скульський П.Ю. Метод опрацювання електрокардіосигналу для задач оцінювання психоемоційного стану оператора / В.І.Мельник, П.Ю.Скульський // Матеріали XX наукової конференції ТНТУ ім. І. Пулюя, 17-18 травня 2017 року. — Т. : ТНТУ, 2017. — С. 130.

АНОТАЦІЯ

Скульський П.Ю. Метод оцінювання достовірності результатів автоматичного аналізу Голтерівського моніторингу електрокардіосигналу. – Рукопис. Кваліфікаційна робота магістра, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

Кваліфікаційну роботу магістра присвячено методиці оцінки алгоритмів автоматичного формування елементарних ЕКГ висновків, яка заснована на визначенні запропонованих інтегральних характеристик достовірності, якості і загальноприйнятих чутливості і предиктивності, що дозволяє проводити підбір параметрів алгоритмів.

Алгоритми визначення опорної точки QRS комплексу і класифікації шлуночкових екстрасистол, на базі дискретного нелінійного перетворення, що дозволяють підвищити достовірність результатів обробки при аналізі тривалого запису ЕКГ в умовах сильної зашумленості і варіабельності сигналу.

Результати дослідження різних алгоритмів автоматичного аналізу ЕКГ (визначення опорної точки QRS комплексу, класифікації шлуночкових і передсердних екстрасистол, вимірювання тривалості інтервалу QT) з використанням запропонованої методики.

Ключові слова: електрокардіографія, електрокардіосигнал, чутливість, достовірність, передчасність, QRS комплекс, опорна точка, похибка.

ANNOTATION

Sculsky P.Yu. The method for evaluating the authenticity of the results of the automatic analysis of the electrocardiosignal Holter monitoring. - Manuscript. Master's qualifying work, Ternopil Ivan Puluj National Technical University, Ternopil, 2018.

Qualifying work of master's degree is devoted the method of estimation of algorithms of the automatic forming of elementary electrocardiosignal of conclusions, which is based on determination of the offered integral descriptions of authenticity, quality, and generally accepted a sensitiveness and предиктивності, that allows to conduct the selection of parameters of algorithms.

Algorithms of determination of supporting point of QRS of complex and classification of gastric extrasystoles, on the base of discrete nonlinear transformation, that allow to promote authenticity of results of treatment at the analysis of the protracted record of electrocardiosignal in the conditions of strong зашумленості and to the variabel signal.

Results of research of different algorithms of automatic analysis of electrocardiosignal (determination of supporting point of QRS of complex, classification of gastric and auricle extrasystoles, measuring of duration of interval of QT) are with the use of the offered method.

Keywords: electrocardiography, electrocardiosignal, sensitiveness, authenticity, prematurity, QRS complex, supporting point, error.