

**Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя**

Вознюк Іванна Володимирівна

УДК 303.01:303.447: 612.17

**МЕТОДИ АНАЛІЗУ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМИ З ШТУЧНОЮ
ЕЛЕКТРОКАРДІОСТИМУЛЯЦІЄЮ У КОМП'ЮТЕРНИХ
ДІАГНОСТИЧНИХ СИСТЕМАХ**

163 – Біомедична інженерія

Автореферат дипломної роботи магістра

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,
завідувач кафедри біотехнічних систем
Яворська Євгенія Богданівна,
Тернопільський національний технічний університет
імені Івана Пулюя,

Захист відбудеться 26 грудня 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 теми. Хвороби системи кровообігу (ХСК) — актуальна медико-соціальна проблема у сфері охорони здоров'я більшості країн світу (Корнацький В.М., Клименко В.І., 2009). Зниження поширеності ХСК та смертності від найпоширеніших нозологічних форм цього класу хвороб є стратегічним напрямком національної політики в Україні.

Серед нозологічних форм ХСК у структурі первинної захворюваності населення України провідні місця посідають гіпертонічна хвороба (ГХ) — 41,2%, ішемічна хвороба серця (ІХС) — 27,5% та цереброваскулярні хвороби (ЦВХ) — 16,0%. У структурі поширеності ХСК частка цих нозологічних форм становить 46,3; 34,4 та 11,9% відповідно. Для кожної з наведених провідних нозологічних форм характерна негативна динаміка. Так, поширеність ГХ серед населення за останні 15 років зростає в 3,6 разів, ІХС — в 3,3 разів, ЦВХ — в 2,4 разів.

ХСК зумовлюють майже 7% випадків тимчасової непрацездатності населення, що становить 4,3 випадки та 72,1 календарного дня непрацездатності на 100 працюючих. Серцево-судинна патологія займає перше місце у структурі первинної інвалідності дорослого населення, частка якої перевищує 26% (Коваленко В.М., Корнацький В.М. (ред.), 2011; Котівська А.А., Лобова І.О., 2012). Щорічно в Україні стають інвалідами внаслідок ХСК близько 14–15 осіб з кожних 10 тис. дорослих (Москаленко В.Ф. та співавт., 2012).

У структурі причин втрат населення України, перш за все, внаслідок зменшення тривалості здорового життя та підвищення передчасної смертності, ХСК становлять 66,5%, тоді як онкологічні хвороби — 13,9%, хвороби органів травлення та дихання — 6,5%, зовнішні причини — 6,6% (Мусій О.С. (ред.), 2014). У структурі причин смертності працездатного населення частка ХСК становить 30%.

За даними Європейської бази даних «Здоров'я для всіх», стандартизована смертність внаслідок ХСК в Україні у 2012 р. становила 167,3 випадки на 100 тис. населення, тоді як середній показник у країнах Європейського регіону (ЄР) Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) та Європейського Союзу (ЄС) становив 95,9 та 42,3 випадки відповідно. За стандартизованою смертністю від ХСК населення працездатного віку Україна посідала 7-ме місце після Туркменістану, Казахстану, Російської Федерації, Узбекистану, Білорусі та Киргизстану.

Концепція стратегії профілактики та боротьби зі ХСК в Україні базується на використанні принципів і підходів, рекомендованих ВООЗ та Європейським регіональним комітетом ВООЗ.

Для лікування та профілактики різного роду порушень ритму та провідності серця використовується електрокардіостимуляція (ЕКС) — метод, за допомогою якого на будь-яку ділянку серцевого м'язу діють зовнішніми електричними імпульсами, які виникають внаслідок роботи штучного водія ритму (електрокардіостимулятора), і тим самим відбувається скорочення серця.

Постійна ЕКС здійснюється за допомогою портативних кардіостимуляторів, які імплантуються пацієнтам із різними формами брадикардії або з високим ризиком виникнення асистолії, а також пацієнтам, які потребують купірування або попередження пароксизмів надшлуночкової тахікардії. В даний час імплантація

постійних ЕКС є єдиним ефективним способом лікування важких хронічних брадіаритмій. Щорічно число імплантованих в усьому світі кардіостимуляторів досягає 300 тисяч.

Сучасні ЕКС створюють короткочасні імпульси, які або пропускаються при зніманні на класичних електрокардіографах через низьку частоту сигналу, або знімаються неякісно: на них припадає недостатня кількість відліків АЦП.

Сигнали ЕКГ зі штучною ЕКС, отримані за допомогою кардіомонітора CardioQVARK, мають достатню частоту дискретизації для того, щоб зафіксувати всі ділянки стимуляції за час зняття ЕКГ, а так само на кожен ділянку стимуляції припадає достатня кількість відліків АЦП для їх детального аналізу (в тому числі автоматичного). Таким чином, актуальність даної роботи обґрунтовується унікальними характеристиками представлених сигналів.

Мета і задачі дослідження. *Метою дослідження є розробка алгоритму аналізу електрокардіограми з штучною електрокардіостимуляцією, здатного автоматично виділити ділянки стимуляції міокарда.*

Досягнення цієї мети вимагає розв'язання таких задач:

1. Провести аналіз стану проблеми застосування штучної електрокардіостимуляції для обґрунтування напрямку наукового дослідження.

2. Розробити алгоритм аналізу ЕКГ зі штучною електрокардіостимуляцією та побудувати імітаційну модель аналізованої ділянки електрокардіосигналу для апробації алгоритму.

3. Провести тестування результатів роботи розробленого алгоритму аналізу ЕКГ зі штучною електрокардіостимуляцією.

Об'єкт дослідження: процес опрацювання електрокардіограми з штучною електрокардіостимуляцією для розширення можливостей комп'ютерних систем діагностики стану серцево-судинної системи.

Предмет дослідження: імітаційна модель електрокардіограми зі штучною електрокардіостимуляцією.

Методи дослідження побудовано на базі принципів доказової медицини для обґрунтування моделі електрокардіограми зі штучною електрокардіостимуляцією і методів оцінювання його параметрів. Для програмної реалізації алгоритмів опрацювання використано пакет прикладних програм MATLAB.

Наукова новизна отриманих результатів. Розроблено алгоритм аналізу ЕКГ зі штучною електрокардіостимуляцією, який уможливує пошук імпульсів електрокардіостимуляції та перехідних процесів, які виникають за цими імпульсами; проведено тестування результатів роботи розробленого алгоритму аналізу ЕКГ зі штучною електрокардіостимуляцією.

Апробація результатів дослідження. Викладені в дипломній роботі результати доповідалися і обговорювалися на Міжнародній студентській науково-технічній конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“ (м. Тернопіль, 2018 р.).

Структура та обсяг. Дипломна робота складається із вступу, восьми розділів, висновку, викладених на 105 сторінках, списку використаних джерел на 3 сторінках, додатків на 14 сторінках. Загальний обсяг роботи становить 124 сторінки.

ОСНОВНИЙ ЗМІСТ РОБОТИ

У вступі шляхом аналізу та порівняння відомих методів та засобів отримання медичних зображень 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 «Аналіз стану проблеми електрокардіостимуляції» аналіз стану проблеми застосування штучної електрокардіостимуляції в Україні показав обмежені можливості їх використання в процесі лікування через неналежний рівень помилкових попереджень, що є потужним психотравмуючим фактором.

Існуючі методи синтезу пристроїв моніторингу кардіосигналу з виробленням рекомендацій пацієнту з алгоритмами обробки кардіосигналу, що розраховані на широку групу осіб, прийшли в протиріччя з основною тенденцією в кардіології - індивідуальним підходом до лікування пацієнта.

У сучасній клінічній практиці електрокардіостимуляція є основним методом для лікування та профілактики різного роду порушень ритму та провідності серця

Аналіз структури електрокардіосигналу показав, що електрокардіостимуляція є основним методом для лікування та профілактики різного роду порушень ритму та провідності серця, зокрема при проявах ішемічної хвороби серця.

У другому розділі «Побудова біотехнічної системи для виявлення порушень ритму та провідності серця» Розглянуто загальні принципи побудови медичних мікрокомп'ютерних систем із реалізацією кіл зворотного зв'язку, способів формування автоматизованих процедур опрацювання та прийняття рішення. Також проаналізовано особливості виявлення проявів ІХС в системах Голтерівського моніторингу та помилки, що можуть виникати при такому моніторингу і викликати формування неправильного рішення про наявність епізоду ішемії.

У третьому розділі «Обґрунтування вибору математичної моделі та методу опрацювання ЕКС для виявлення порушень ритму та провідності серця» проаналізовано відомі математичні моделі ЕКС, такі, як моделі у вигляді детермінованого процесу (періодичний, майже періодичний процес, квазіперіодичний процес) та випадкового процесу (вектор випадкових величин, стаціонарний випадковий процес) та встановлено недоліки таких моделей при використанні їх для задачі автоматизованого прогнозування ІХС, а саме не врахування детермінованою моделлю випадкової складової ЕКС, що є результатом впливу зовнішніх та внутрішніх факторів, випадковості форм прояву патології (ІХС), та неможливість опису стаціонарною моделлю коливних процесів, яким є ЕКС, та неможливість проводити аналіз сигналів в часі, що є важливим для прогнозування ІХС на ранніх етапах її виникнення.

У четвертому розділі «Комп'ютерне моделювання методів опрацювання електрокардіосигналу» побудовано алгоритм аналізу ЕКГ зі штучною електрокардіостимуляції, який здійснює пошук імпульсів електрокардіостимуляції та перехідних процесів, що настають за цими імпульсами.

Для апробації даного алгоритму створено імітаційну модель сигналу, яка довела правильність роботи алгоритму.

Статистика по роботі алгоритму заснована на окремих 15-ти секундних інтервалах реальних записів ЕКГ з ЕКС. Вибірка складається з 20 записів з різних пацієнтів, різних режимах стимуляції.

У п'ятому розділі «Спеціальна частина» описано методику досліджень електрокардіограм із штучною кардіостимуляцією.

У шостому розділі «Обґрунтування економічної ефективності» на підставі виконаних розрахунків та нормативних даних встановлено, що планова калькуляція вартості проведення досліджень по темі становить 72421,87 грн., а кількісна оцінка науково-технічна ефективність науково-дослідної роботи, яка здійснюються експертним шляхом за десятибальною шкалою і визначається як середньоарифметичне, що складає 0,685 від максимального числа 1, а рекомендації за результатами виконання НДР можуть бути сформульовані після ретельного аналізу отриманих результатів.

У сьомому розділі «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях» проаналізовано негативний вплив шкідливих факторів та чинників на коректну роботу персоналу установи де використовується представлений метод дослідження пацієнта з використанням спеціального обладнання. Встановлено чіткий порядок розробки і впровадження технологій та вимог, щодо запобігання шкідливим факторам та чинникам.

У восьмому розділі «Екологія» проаналізовано питання впливу електромагнітного випромінювання на навколишнє середовище та утилізації медичних відходів

У додатках наведено тексти програм, розроблені для ПК (ОС Windows XP).

ВИСНОВКИ

У дипломній роботі магістра розв'язано актуальну наукову задачу розроблення алгоритму аналізу електрокардіограми з штучною електрокардіостимуляцією, здатного автоматично виділити ділянки стимуляції міокарда.

При цьому отримано такі результати:

Аналіз стану проблеми застосування штучної електрокардіостимуляції в Україні показав обмежені можливості їх використання в процесі лікування через неналежний рівень помилкових попереджень, що є потужним психотравмуючим фактором.

Існуючі методи синтезу пристроїв моніторингу кардіосигналу з виробленням рекомендацій пацієнту з алгоритмами обробки кардіосигналу, що розраховані на широку групу осіб, прийшли в протиріччя з основною тенденцією в кардіології - індивідуальним підходом до лікування пацієнта.

У сучасній клінічній практиці електрокардіостимуляція є основним методом для лікування та профілактики різного роду порушень ритму та провідності серця

Аналіз структури електрокардіосигналу показав, що електрокардіостимуляція є основним методом для лікування та профілактики різного роду порушень ритму та провідності серця, зокрема при проявах ішемічної хвороби серця.

Результатом проведеної роботи є алгоритм аналізу ЕКГ зі штучною електрокардіостимуляції, який здійснює пошук імпульсів електрокардіостимуляції та перехідних процесів, що настають за цими імпульсами.

Для апробації даного алгоритму створено імітаційну модель сигналу, яка довела правильність роботи алгоритму.

Статистика по роботі алгоритму заснована на окремих 15-ти секундних інтервалах реальних записів ЕКГ з ЕКС. Вибірка складається з 20 записів з різних пацієнтів, різних режимах стимуляції.

ПЕРЕЛІК ПРАЦЬ

1. Вознюк І.В. Біотехнічна система та метод опрацювання електрокардіосигналу для автоматизованого визначення появи епізодів ІХС / І.В.Вознюк // Матеріали Міжнародної студентської науково-технічної конференції „Природничі та гуманітарні науки. Актуальні питання“, Тернопіль, 2018.

АНОТАЦІЯ

Вознюк Іванна Володимирівна. Метод аналізу електрокардіограми. зі штучною електрокардіостимуляцією у медичних діагностичних системах. – Рукопис.

Дипломна робота магістра за спеціальністю 163 – біомедична інженерія, Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Тернопіль, 2018.

Дипломну роботу магістра присвячено дослідженню алгоритму аналізу ЕКГ зі штучною електрокардіостимуляцією, який автоматично виділяє ділянки зі стимуляцією, виробляє апроксимацію перехідного процесу, який супроводжує імпульси. Результати роботи алгоритму перевірені на імітаційній моделі, представлені статистичні результати обробки вибірки ЕКГ з ЕКС даним алгоритмом. Отримані похибки вказують на адекватність обраної моделі і методу аналізу ЕКГ сигналу.

Ключові слова: електрокардіосигнал, електрокардіостимуляція, імітаційна модель

SUMMARY

Voznyuk I. The methods for electrocardiogram with artificial electrocardiostimulation analysis in computer diagnostic systems. – Manuscript.

Master's thesis work on specialty 163 – biomedical engineering, Ternopil National Technical University named after Ivan Pul'uj, Тернопіль, 2018.

The master's thesis is devoted to the study of the ECG analysis algorithm with artificial pacing, which automatically identifies areas with stimulation, approximates the transition process, which accompanies the impulses. The results of the algorithm are tested on a simulation model, the presented statistical results of the processing of an ECG sample with an EX-algorithm. The resulting errors indicate the adequacy of the selected model and method of analysis of the ECG signal.

Keywords: electrocardiogram, electrocardiostimulation, simulation model.