

Голові спеціалізованої вченої ради
ДФ 58.052.007
Тернопільського національного
технічного університету ім. І. Пулюя
доктору технічних наук, професору
Лупенку Сергію Анатолійовичу

**ВІДГУК
ОФІЦІЙНОГО ОПОНЕНТА**

доктора технічних наук, доцента, доцента кафедри медичної інформатики
Тернопільського національного медичного університету

імені І.Я. Горбачевського

Сверстюка Андрія Степановича

на дисертаційну роботу Стрембіцької Оксани Іванівни

на тему «Методи та засоби оцінки пульсового сигналу при психоемоційному
стресі у стоматологічній практиці»

подану на здобуття наукового ступеня доктора філософії

за спеціальністю 163 – Біомедична інженерія

**1. Актуальність теми дисертаційної роботи та зв'язок з науковими
планами і програмами**

1.1. Визначення змін у функціонуванні серцево-судинної системи за пульсовим сигналом при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці є важливим практичним завданням, вирішення якого дає змогу зберегти здоров'я, а інколи і життя пацієнтів під час стоматологічних маніпуляцій. У багатьох наукових теоретичних та експериментальних дослідженнях при оцінюванні стану серцево-судинної системи підтверджено використання пульсового сигналу, як інформативного та чутливого до зміни стану пацієнта та малочутливого до шумових неінформативних факторів, що дає змогу використовувати його для прийняття діагностичних рішень в автоматизованих

Тернопільський національний
університет імені Івана Пулюя
Вхідний № 1128-1053
«18» 08 2021 р.
Підпис _____

кардіологічних системах. Використання підходу, який передбачає аналіз пульсового сигналу та опис його властивостей із використанням математичного апарату, дозволяє удосконалити методи аналізу даних у діагностичних системах, що є основою для розробки алгоритмів опрацювання пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці. При цьому з метою апробації та порівняння різних методів та програмно-апаратних засобів обробки сигналів серця часто використовують методи їх комп'ютерного імітаційного моделювання. Проблема своєчасного виявлення змін у функціонуванні серцево-судинної системи набула особливого значення у зв'язку з великим числом звернень за стоматологічною допомогою, обмеженістю часу прийому пацієнта та значним відсотком пацієнтів, які мають схильність до змін у психоемоційному стані, зумовлених специфічними факторами стоматологічного прийому. Високі вимоги до якості стоматологічних послуг та самопочуття пацієнта при проведенні стоматологічних маніпуляцій мають особливе значення для сучасної медицини.

Тому вибір засобів відбору та методів опрацювання пульсового сигналу для вирішення задачі оцінювання психоемоційного стану пацієнта у стоматологічній практиці, а також математичне моделювання сигналу на основі аналізу його властивостей, розробка алгоритмів його опрацювання, способів їх валідації та верифікації є актуальним завданням для створення діагностичних систем оцінювання стану пацієнта при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці на основі об'єктивних даних, отриманих шляхом відбору та аналізу пульсового сигналу.

1.2. Дослідження виконувались у Тернопільському національному технічному університеті імені Івана Пулюя в процесі виконання теми ДКР (г/д № 465-18) «Удосконалення наземного комплексу спостереження за космічними об'єктами. Модернізація програмно технічних засобів КОС «Сажень-С»», 2018р., шифр «Керування-КОС», (держреєстр. № 0118u004720); договір з НЦУВКЗ (Національний центр управління та випробувань космічних засобів), де автор був виконавцем.

2. Аналіз змісту дисертації. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації

2.1. Дисертація є завершеною науково-дослідною роботою, яка містить вступ, чотири розділи, висновки, список використаних джерел і чотири додатки.

У *вступі* обґрунтовано актуальність дослідження, поставлено мету та визначено завдання дослідження, об'єкт та предмет дослідження, наведено перелік методів дослідження, що застосовувались для досягнення мети дисертаційної роботи. Сформовано наукову новизну, практичне значення отриманих результатів та особистий творчий внесок здобувача. Подано відомості щодо апробації та опублікування результатів дослідження.

У *першому розділі* проведено огляд відомих методів відбору та аналізу пульсового сигналу, що застосовуються з діагностичною метою для визначення змін у функціонуванні серцево-судинної системи людини. Проаналізовано вплив психоемоційного стресу на функціонування серцево-судинної системи.

У *другому розділі* проведено аналіз пульсового сигналу із використанням статистичних методів аналізу даних та обґрунтовано доцільність використання періодично-корельованого випадкового процесу як математичної моделі пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці. Така модель враховує взаємопов'язаність гармонічних складових та зміни імовірнісних характеристик пульсового сигналу у часі. Моделювання пульсового сигналу засобами енергетичної теорії уможливорює проведення його аналізу синфазним методом та є основою для створення комп'ютерних алгоритмів опрацювання пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці.

У *третьому розділі* розроблено алгоритм опрацювання пульсового сигналу для виділення та оцінки його основних характеристик. Запропоновано використання попередньої фільтрації сигналу для усунення завад. Розроблено алгоритми для програмного забезпечення опрацювання пульсового сигналу із

застосуванням синфазного методу для аналізу пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці. Розширено можливості статистичної оцінки стану серцево-судинної системи за рахунок використання математичної моделі у вигляді періодично корельованого випадкового процесу.

У четвертому розділі представлено результати імітаційного моделювання пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці для проведення валідації математичної моделі пульсового сигналу у вигляді періодично корельованого випадкового процесу. Встановлено, що запропонована імітаційна модель має високу точність відтворення параметрів пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці. Проведено верифікацію синфазного методу опрацювання пульсового сигналу при психоемоційному стресі на основі імітаційної моделі. Встановлено, що така модель дає високу точність при опрацювання пульсового сигналу та уможлиблює оцінювання амплітудних та часових характеристик сигналу на основі кореляційних компонент як додаткових інформаційних ознак для виявлення змін функціонального стану серцево-судинної системи людини.

Висновки містять розгорнутий перелік основних результатів отриманих у дисертації.

Додатки містять список публікацій здобувача, фрагменти програмного забезпечення, яке було використано для отримання результатів наведених у дисертації, та акт впровадження результатів дисертації.

2.2. В цілому наукові результати належним чином обґрунтовані. Обґрунтованість забезпечується постановкою задачі досліджень, використанням енергетичної теорії стохастичних сигналів, методів статистичного та спектрально-кореляційного аналізу, теорії вибору та прийняття рішень, а також використанням пакету прикладних програм MATLAB для програмної реалізації алгоритмів опрацювання та імітаційного моделювання пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці.

3. Наукова новизна одержаних результатів

3.1. Підтверджую, що наукову новизну одержаних результатів дисертаційної роботи Стрембіцької О.І. складають наступні пункти:

1) застосовано періодично корельований випадковий процес як математичну модель пульсового сигналу при психоемоційному стресі, що уможливило врахування його періодичності, випадковості та кореляційних зв'язків, які характеризують динаміку процесу зміни функціонування серцево-судинної системи при впливі стресу у стоматологічній практиці;

2) вперше розроблено метод та алгоритм визначення періоду пульсового сигналу на основі функції пошуку максимального значення сигналу в межах періоду та підтвердження знаходження пікового значення шляхом циклічного порівняння з середнім значенням для вибірки з ковзним фіксованим числом періодів, що уможливило підвищення точності визначення періоду пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці;

3) розроблено метод та алгоритм аналізу пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці на основі синфазного методу, що дало можливість підвищити точність виявлення часових меж, які вказують на зміни у функціонуванні серцево-судинної системи під впливом стресу у стоматологічній практиці;

4) розроблено метод та алгоритм комп'ютерного імітаційного моделювання пульсового сигналу при психоемоційному стресі на основі моделювання характерних точок та кривих пульсового сигналу і кривої зміни діяльності серцево-судинної системи при впливі стресу, що уможливило верифікацію методу опрацювання пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці.

3.2. Вважаю, що наукові результати здобувача є важливим внеском у розвиток методів діагностування змін у функціонування серцево-судинної системи при психоемоційному стресі. Розроблений метод та алгоритм аналізу пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці

надає нові можливості в діагностуванні змін у функціонуванні серцево-судинної системи при психоемоційному стресі, що дає додаткові можливості покращення надання стоматологічної допомоги шляхом корегування часу та інтенсивності стоматологічних маніпуляцій у залежності від психоемоційного стану пацієнта.

4. Оформлення дисертації, дотримання вимог академічної доброчесності та повнота викладу наукових результатів в опублікованих працях

4.1. Оформлення дисертації. Дисертаційну роботу викладено на 150 сторінках друкованого тексту в тому числі 45 рисунків та 2 таблиці, список використаних джерел складає 122 найменування. Оформлення дисертації відповідає усім необхідним атестаційним вимогам.

4.2. Дотримання вимог академічної доброчесності. Проведена перевірка дисертації на наявність академічного плагіату, отримані результати свідчать про високу індивідуальність роботи. У дисертації не виявлено текстових запозичень і використання наукових результатів інших науковців без посилань на відповідні джерела.

4.3. Повнота викладу результатів в опублікованих працях. Основні результати дисертації опубліковано у 10 наукових працях: з них одна стаття у науковому фаховому виданні України; одна стаття у науковому періодичному виданні інших держав, яке індексується у міжнародній наукометричній базі Web of Science; одна стаття у виданні України, яке індексується у міжнародній наукометричній базі Scopus та 7 тез доповідей на міжнародних та всеукраїнських наукових та науково-технічних конференціях. Ці наукові результати відповідають вимогам Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 06 березня 2019 року №167.

5. Наукове та практичне значення результатів дисертаційної роботи

Наукове значення виконаного дослідження полягає в розробці алгоритмів опрацювання пульсового сигналу як періодично корельованого випадкового процесу при психоемоційному стресі синфазним методом; розробці алгоритму визначення характерних часових моментів психоемоційного стресу; розробці імітаційної моделі пульсового сигналу для задач верифікації та прийняття рішення про адекватність методів опрацювання пульсового сигналу при психоемоційному стресі в стоматологічній практиці.

Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій забезпечується коректним використанням аналітичного та числового апарату досліджень; адекватністю теоретичних розрахункових результатів і результатів перевірки; відповідністю висновків і отриманих результатів фізичній суті досліджуваних явищ; порівнянням рішень з відомими у літературі; зіставленням отриманих результатів з даними інших авторів і узгодженням з поставленими завданнями. Результати досліджень ілюстровані таблицями, графіками і рисунками. Прийняті в дисертації рішення мають наукову новизну і обґрунтовані та вирішують поставлені задачі досліджень, у ході розв'язання яких розроблено методи та засоби оцінки психоемоційного стану за пульсовим сигналом у стоматологічній практиці.

Практичне значення результатів дослідження полягає у розробці та обґрунтуванні засобів відбору пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці; розробці комп'ютерного алгоритму опрацювання пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці, що дало можливість встановити часові моменти, які свідчать про зміни у функціонуванні серцево-судинної системи людини; розробці та реалізації імітаційної моделі пульсового сигналу при психоемоційному стресі, яка є основою для тестування алгоритмів опрацювання даних. Результати дослідження, методики та рекомендації також впроваджено у процес розробки

нових видів продукції конструкторського відділу ПП “Галіт”, основним видом діяльності якого є виготовлення та продаж стоматологічного обладнання.

6. Зауваження та дискусійні положення щодо змісту дисертації

1. У першому розділі дисертаційної роботи не наведено загальні методи діагностики порушень роботи серцево-судинної системи, які можна використовувати у стоматологічній практиці, а також не проведено порівняльний аналіз фотоплетизмографічного методу із біосигналами грудного і діафрагмального дихання, змінами опору шкіри, які використовують для оцінювання психоемоційного стану при обстеженні за допомогою поліграфа.

2. У другому розділі дисертації не наведено інформацію про можливість використання циклічних ритмічно пов'язаних випадкових процесів при математичному моделюванні пульсового сигналу, а також варто було б розглянути методи сумісного опрацювання різних за природою біосигналів.

3. У дисертаційному дослідженні описано метод визначення лінійного коефіцієнта кореляції, однак відсутня інтерпретація отриманих результатів обчислень для вибірок пульсового сигналу.

4. У дисертаційній роботі не має оцінки математичного сподівання пульсового сигналу при впливі психоемоційного стресу, наведено лише оцінку математичного сподівання у стані спокою. Також оцінка усереднених кореляційних компонент пульсового сигналу наведена тільки при психоемоційному стресі, доцільно було б навести аналогічний рисунок і для стану спокою.

5. У тексті дисертації відсутня класифікація психоемоційного стресу за ступенем важкості. Доцільно було б спільно з лікарями провести таку класифікацію для стоматологічної практики, оскільки деякі стани є легкими і лікування в стоматолога може продовжуватися, проте є і такі стани, які потребують переривання лікування та надання пацієнту першої медичної допомоги.

6. У переліку літератури немає посилання на важливу наукову статтю Сверстюк А.С. Огляд поліграфів та методів обробки психофізіологічної інформації. Медична інформатика та інженерія. 2011. №2. С. 44-48, яка стосується змісту дисертаційного дослідження.

7. У тексті дисертації є окремі граматичні та стилістичні помилки, які ускладнюють сприйняття інформації. Наприклад, у списку використаних джерел назва літературного джерела 104 наведена із малої літери; в перелік умовних скорочень не внесено кількість періодів корельованості на усій реалізації (N); на рис.3.1 та рис.3.5 амплітуда пульсового сигналу показана в у.о., а на рис. 3.3. в мВ – не зрозуміло чим це обумовлено.

Слід зазначити, що усі відмічені недоліки не знижують наукового рівня та практичної цінності результатів дисертаційного дослідження здобувача.

7. Висновки

7.1. Представлена дисертація є завершеною науковою працею, у якій отримано нові наукові обґрунтовані результати. У дисертації розв'язано важливе наукове завдання визначення змін у функціонуванні серцево-судинної системи за пульсовим сигналом при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці.

7.2. Одержані наукові та практичні результати є вагомим внеском у розвиток діагностичної апаратури для визначення змін у функціонуванні серцево-судинної системи при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці, які базуються на математичному та імітаційному моделюванні фізіологічних змін в організмі зумовлених дією стресу. Результати можуть бути застосовані у стоматологічній практиці для підвищення якості та безпеки стоматологічних маніпуляцій за рахунок виявлення змін у функціонуванні серцево-судинної системи зумовлених дією психоемоційного стресу. Зміст роботи повністю відповідає спеціальності 163 – Біомедична інженерія.

7.3. Отже, дисертаційна робота за ступенем актуальності обраної теми, обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації, їх новизни, повноти викладу в наукових публікація, зарахованих за темою дисертації, відсутності порушень академічної доброчесності цілком відповідає Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 06 березня 2019 року №167, а її автор, Стрембіцька Оксана Іванівна заслуговує присудження їй наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 163 – Біомедична інженерія.

Офіційний опонент:

Доцент кафедри медичної інформатики

Тернопільського національного медичного

університету ім. І.Я. Горбачевського,

доктор технічних наук, доцент



Сверстюк А.С.



Підпис д.т.н., доцента, доцента кафедри медичної інформатики

Тернопільського національного медичного

університету ім. І.Я. Горбачевського з а в і р я ю:

Вчений секретар

Тернопільського національного медичного

університету ім. І.Я. Горбачевського



проф. Герасимюк І.Є.