

Висновок

**про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації «Методи та засоби оцінки пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці»
здобувача вищої освіти ступеня доктора філософії
за спеціальністю 163 – Біомедична інженерія
(галузь знань 16 – Хімічна та біоінженерія)**

Актуальність теми дисертації. Надання стоматологічної допомоги належить до масових видів медичних послуг. При наданні таких медичних послуг серед багатьох пацієнтів спостерігається зміна психоемоційного стану, що може призвести до стресу. Наявність стресових ситуацій негативно впливає на загальний стан пацієнта в тому числі і здійснює негативний вплив на зміни у функціонуванні серцево-судинної системи людини. Тому розробка засобів аналізу стану пацієнта за пульсовим сигналом при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці є актуальним завданням. Вирішення цього завдання дає важливу інформацію про його стан в процесі проведення стоматологічних маніпуляцій, яка є основою для прийняття рішення щодо подальших дій з боку лікаря-стоматолога.

Оцінювання стану пацієнта при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці потребує автоматизації процесу та виключення із процедури факторів, які базуються на особистому досвіді лікаря, використанні різнотипних алгоритмів, методів аналізу даних, апаратного та програмного забезпечення. При цьому, метод відбору сигналу має забезпечувати високу точність, неінвазивність, відібрані дані мають бути придатні для подальшого аналізу з метою прийняття рішення щодо змін у функціонуванні серцево-судинної системи людини при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці. Крім цього, методи аналізу відібраного сигналу, мають бути такими, що забезпечують вирішення задачі алгоритмізації процедури аналізу даних та давати можливість врахувати особливості сигналу біологічного походження.

Використання комплексного підходу до аналізу пульсового сигналу, отриманого із використанням фотоплетизмографії, поєднує методи та засоби оцінювання пульсового сигналу для вирішення завдання виявлення змін у функціонуванні серцево-судинної системи під впливом психоемоційного стресу у стоматологічній практиці.

Врахування специфічних особливостей пульсового сигналу при психоемоційному стресі, уможливорює підвищення інформативності діагностичних систем аналізу пульсового сигналу для вирішення конкретного завдання оперативного виявлення змін у функціонуванні серцево-судинної системи людини при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці.

Тому, вибір методів та засобів оцінювання пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці є **актуальним завданням**. При цьому виявлення змін у функціонуванні серцево-судинної системи людини можливе із застосуванням математичної моделі пульсового сигналу, яка є основою для розробки алгоритмів та програмного забезпечення для технічних засобів аналізу даних при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці.

Результатом вирішення цього завдання є можливість прийняття рішення про стан пацієнта на основі об'єктивних даних, які містять інформацію про зміни у функціонуванні серцево-судинної системи людини при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці.

Зв'язок теми дисертації з державними програмами, науковими напрямами університету та кафедри. Тема дисертації відповідає науковому напряму кафедри біотехнічних систем – розробка медичної техніки, моделювання та аналізу медичних та біологічних сигналів та зображень.

Дисертація виконана на кафедрі біотехнічних систем Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя згідно з тематичними планами наукових досліджень та у рамках однієї бюджетної дослідно-конструкторської роботи, де автор був виконавцем, а саме 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 цент управління та випробувань космічних засобів).

Особистий внесок здобувача в отриманні наукових результатів. Наукові результати та висновки дисертаційної роботи отримані автором самостійно. Зокрема:

Базуючись на проведеному аналізі структури пульсового сигналу при психоемоційному стресі, обґрунтовано використання математичної моделі у вигляді періодично корельованого випадкового процесу, яка враховує нові інформативні ознаки пульсового сигналу. Метою їх врахування є підвищення інформативності діагностичних систем для вирішення конкретного завдання щодо визначення змін у функціонуванні серцево-судинної системи людини за пульсовим сигналом при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці.

Поширено синфазний метод на аналіз пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці з метою врахування властивостей сигналу, описаних із використанням математичного апарату, та методу знаходження періоду пульсового сигналу, який дозволяє відшукати максимуми шляхом циклічного порівняння з середнім значенням періоду в межах вибірки з ковзним фіксованим числом відліків.

Використання запропонованого підходу до аналізу пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці дає змогу з високою точністю визначати характерні часові моменти, які є індикатором змін у функціонуванні серцево-судинної системи людини.

Розроблено імітаційну модель пульсового сигналу у вигляді кусково-неперервної синусоїди, яка враховує амплітудно-часові параметри сигналу та його характерні часові та амплітудні точки, а також криву зміни фізіологічних показників під впливом стресу. Це уможливорює використання такої моделі у процесі верифікації методів аналізу пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці.

Достовірність та обґрунтованість отриманих результатів та запропонованих автором рішень, висновків, рекомендацій.

Прийняті в дисертації рішення мають наукову новизну і обґрунтовані та вирішують поставлені задачі досліджень, у ході розв'язання яких розроблено методи та засоби оцінювання психоемоційного стану за пульсовим сигналом у стоматологічній практиці.

Використані в дисертаційному дослідженні методи, наукові положення та підходи забезпечили його об'єктивність, наукову обґрунтованість, системність. Достовірність отриманих результатів забезпечується обґрунтованістю висунутих припущень, проведеними теоретичними дослідженнями, отриманими результатами експериментальних досліджень, в тому числі із використанням розробленої імітаційної моделі пульсового сигналу при психоемоційному стресі, апробацією отриманих результатів на науково-технічних конференціях та їх узгодженням з результатами інших дослідників, а також впровадженням результатів досліджень. Розроблені в дисертації рішення мають наукову новизну та практичне значення, а зроблені висновки та рекомендації належним чином обґрунтовані та вирішують поставлені задачі досліджень, у ході розв'язання яких розроблено методи та засоби оцінювання психоемоційного стану за пульсовим сигналом у стоматологічній практиці.

Ступінь новизни основних результатів дисертації порівняно з відомими дослідженнями аналогічного характеру.

Наукова новизна основних результатів дисертаційної роботи полягає у наступному:

1. Застосовано періодично корельований випадковий процес як математичну модель пульсового сигналу при психоемоційному стресі, що уможливило врахування його періодичності, випадковості та кореляційних зв'язків, яка виражає 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 часових та амплітудних точок, 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.

Перелік наукових праць, які відображають основні результати дисертації:

1. Development of a simulation model of a photoplethysmographic signal under psychoemotional stress / E.Yavorska, O. Strembitska, M. Strembitskyi, I. Pankiv. // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2021. – №2 (9 (110)). – С. 36–45. doi: <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2021.227001>. (Здобувачем розроблено комп'ютерну імітаційну модель фотоплетизмографічного сигналу при психоемоційному стресі).
2. Technology Of Application Of Multifrequency Signals To Create An Electromagnetic Field / [O. Strembitska, R. Tymoshenko, M. Mozhaiev та ін.]. // IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security. – 2021. – №2 (21). – С. 40–43. doi: <https://doi.org/10.22937/IJCSNS.2021.21.2.5>. (Здобувачем розглянуто просторово-фазо-частотні сигнали як такі, що містять періодичні та випадкові складові).
3. Evaluation of methods for determining abnormalities in cardiovascular system by pulse signal under psycho-emotional stress in dental practice / Y.Yavorska, O. Strembitska, M. Strembitskyi, L. Hvostivska. // Scientific Journal of TNTU. – 2020. – С. 118–126. doi: https://doi.org/10.33108/visnyk_tntu2020.04.118. (Здобувачем проведено порівняльний аналіз методів опрацювання пульсового сигналу).

Апробація основних результатів дослідження на конференціях, симпозіумах, семінарах тощо:

4. Яворська, Є. Б. Комп'ютерне імітаційне моделювання фотоплетизмографічного сигналу при зміні психоемоційного стану пацієнта у стоматологічній практиці [Текст] / Яворська Є. Б., Стрембіцька О. І. // Оптиелектронні інформаційні технології “ФОТОНІКА-ОДС-2020”. Збірник тез доповідей міжнародної науково-технічної конференції, м. Вінниця, 5-7 жовтня 2020 року. – Вінниця: “ТД Едельвейс і К”, 2020. – С.14. (Тези конференції). (Здобувачем розроблено комп'ютерну імітаційну модель фотоплетизмографічного сигналу при психоемоційному стресі).
5. Яворська, Є.Б. Алгоритм опрацювання фотоплетизмографічного сигналу синфазним методом для визначення змін психоемоційного стану пацієнта у стоматології [Текст] / Яворська Є.Б., Стрембіцька О.І. // II Міжнародна науково-практична конференція «Інформаційні системи та технології в медицині» (ІСМ–2019) [Текст] : збірник наукових праць – Харків : Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», 2019. – С.118-119. (Тези конференції). (Здобувачем запропоновано алгоритм опрацювання пульсового сигналу при психоемоційному стресі синфазним методом при психоемоційному стресі).
6. Яворська, Є.Б. Використання синфазного методу опрацювання фотоплетизмографічного сигналу для оцінки психоемоційного стану пацієнта у стоматологічній практиці [Текст] / Яворська Є., Стрембіцька О. // Теоретичні та прикладні аспекти радіотехніки, приладобудування і комп'ютерних технологій. Матеріали IV Міжнародної науково-технічної конференції, 20-21 червня 2019 року: збірник тез доповідей. – Тернопіль: ФОП Паляниця В.А., 2019. – С. 155-158. (Тези конференції). (Здобувачем

запропоновано алгоритм опрацювання пульсового сигналу синфазним методом при психоемоційному стресі).

7. Яворська, Є.Б. Модель пульсового сигналу для оцінювання психоемоційного стану пацієнта у стоматологічній практиці [Текст] / Яворська Є.Б., Стрембіцька О.І. // Сучасні досягнення в науці і освіті: збірник праць XIII Міжнародної наукової конференції, 6-13 вересня 2018р., м. Нетанья (Ізраїль). – Хмельницький, 2018. – С. 13-15. (Тези конференції). (Здобувачем запропоновано математичну модель пульсового сигналу при психоемоційному стресі).
8. Яворська, Є.Б. Вибір методів та засобів оцінювання пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці [Текст] / О.І. Стрембіцька, Є.Б. Яворська // Фундаментальні та прикладні проблеми сучасних технологій: матеріали Міжнародної науково-технічної конференції до 100-річчя з дня заснування НАН України та на вшанування пам'яті Івана Пулюя (100-річчя з дня смерті), (Тернопіль, 23–24 травня 2018 року) / Науковий секретар: Золотий Р.З. – Тернопіль: Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 2018. – С. 241. (Тези конференції). (Здобувачем запропоновано алгоритм опрацювання пульсового сигналу при психоемоційному стресі синфазним методом).
9. Стрембіцька, О.І. Математична модель пульсового сигналу при фізичному навантаженні [Текст] / О.І. Стрембіцька, Т.І. Горин // Актуальні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів, (Тернопіль, 16-17 листопада 2017 року) – Тернопіль: ТНТУ, 2017. – С. 168. (Тези конференції). (Здобувачем запропоновано математичну модель пульсового сигналу при фізичному навантаженні).
10. Дунець, В. Л. Імітаційна модель фотоплетизмографічного сигналу при фізичному навантаженні [Текст] / В.Л. Дунець, О.І. Олійник. // Актуальні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей V Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів, (Тернопіль, 17-18 листопада 2016 року) – Тернопіль: ТНТУ, 2016. – С. 89. (Тези конференції). (Здобувачем розроблено комп'ютерну імітаційну модель фотоплетизмографічного сигналу при фізичному навантаженні).

В опублікованих працях достатньо повно розкрито основні результати теоретичних та експериментальних досліджень, що виконані здобувачем особисто.

Наукове значення виконаного дослідження із зазначенням можливих наукових галузей та розділів програм навчальних курсів, де можуть бути застосовані отримані результати.

Теоретичні результати дисертаційного дослідження на основі застосування математичної моделі у вигляді періодично-корельованого випадкового процесу дали змогу використати синфазний метод для аналізу пульсового сигналу, розробити на його основі алгоритми аналізу та імітаційну модель пульсового сигналу для задач тестування адекватності методів опрацювання пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці.

Практична цінність результатів дослідження із зазначенням конкретного підприємства або галузі народного господарства, де вони можуть бути застосовані

В роботі отримані нові наукові та практичні результати, розроблені метод та обґрунтовані засоби відбору пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці.

Розроблено комп'ютерний алгоритм та програмне забезпечення для технічних систем опрацювання пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці синфазним методом, що дало змогу визначити часові моменти, які свідчать про зміни у функціонуванні серцево-судинної системи.

Розроблено та реалізовано імітаційну модель пульсового сигналу у вигляді кусково-неперервної синусоїди при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці, завдяки якій результати моделювання використано для тестування алгоритмів опрацювання даних.

Отримані наукові та практичні результати, методики й рекомендації впроваджено у процес розробки нових моделей стоматологічних установок "ГАЛЛАНТ" конструкторського відділу ПП «Галіт» (с. Байківці, Тернопільського р-ну, Тернопільської обл.).

Результати досліджень рекомендується до впровадження у стоматологічну практику для оцінювання змін у функціонуванні серцево-судинної системи пацієнта зумовлених дією психоемоційного стресу, зокрема виявлення змін стану пацієнта при проведенні стоматологічних маніпуляцій.

Оцінка структури дисертації, її мови та стилю викладення Дисертація складається з анотації, змісту, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Мова та стиль дисертації характеризуються цілеспрямованістю та прагматизмом, ясністю і смисловою завершеністю. Дисертація за структурою, мовою та стилем викладення відповідає вимогам МОН України, зокрема наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та містить всі необхідні структурні елементи.

Висновок

Дисертація Стрембіцької Оксани Іванівни на тему «Методи та засоби оцінки пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці», що подана у вигляді спеціально підготовленої кваліфікаційної наукової праці на правах рукопису є актуальним завершеним науковим дослідженням. У дисертації розв'язане наукове завдання, а саме: вибір методів та засобів оцінювання пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці на основі обґрунтованої математичної моделі пульсового сигналу, розроблення алгоритму та програмного забезпечення для технічних засобів аналізу пульсового сигналу з метою виявлення змін у функціонуванні серцево-судинної системи при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці. Робота має наукову новизну та практичну цінність, містить наукові нові положення та обґрунтовані теоретичні і експериментальні

результати проведених здобувачем досліджень, що мають істотне значення для галузі знань 16 – Хімічна та біоінженерія. Основні результати досліджень, що відображені у дисертаційній роботі, 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. Отримані наукові та практичні результати впроваджено у процес розробки нових видів продукції конструкторського відділу ПП «Галіт».

Дисертація, що виконана здобувачем особисто, характеризується єдністю змісту, відповідає освітньо-науковій програмі підготовки докторів філософії за спеціальністю 163 – Біомедична інженерія, вимогам наказу МОН України № 40 від 12.01.2017 р. «Про затвердження вимог до оформлення дисертації» та Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії, затвердженому постановою Кабінету Міністрів України від 6 березня 2019 р. №167.

З урахуванням вище викладеного та наукової зрілості і професійних якостей здобувача Стрембіцької Оксани Іванівни, дисертація «Методи та засоби оцінки пульсового сигналу при психоемоційному стресі у стоматологічній практиці» рекомендується до розгляду та захисту у спеціалізованій вченій раді за спеціальністю 163 – Біомедична інженерія.

Рецензенти:

Професор кафедри комп'ютерних наук,
д.т.н., доц.

Ярослав ЛИТВИНЕНКО

Доцент кафедри біотехнічних систем,
к.т.н., доц.

Микола ХВОСТІВСЬКИЙ

Підписи рецензентів д.т.н., доц. Ярослава Литвиненка та к.т.н., доц. Миколи Хвостівського засвідчую:

Проректор з наукової роботи Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя, д.т.н., проф.



Павло МАРУЩАК