

# ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Гордєєва Артема Дмитровича

**«Методи та біотехнічна система для професійного відбору операторів екстремальних видів діяльності»,**

яка представлена на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.17 – Біологічні та медичні прилади і системи

## 1. Актуальність теми дисертації

Відомо, що помилкові дії фахівців, тобто людський фактор є причиною 80% авіаційних катастроф, 70% катастроф в атомній енергетиці та 64% на морському флоті. Майже у 95% учасників антарктичних експедицій мали місце порушення психофізіологічного стану (ПФС) організму внаслідок довготривалої дії екстремальних умов зовнішнього середовища. Тому з метою зниження небезпечних наслідків діяльності операторів екстремальних видів діяльності (ОЕВД) актуальним залишається питання проведення їх ефективного професійного відбору, що реалізується шляхом дослідження параметрів інформаційно-енергетичного поля (ІЕП) їх організму за допомогою відповідних біотехнічних систем.

На жаль, існуюче обладнання для професійного відбору ОЕВД не забезпечує в повному обсязі вирішення зазначеного вище із-за ряду недоліків:

- відсутності кількісних інтегральних показників ПФС організму ОЕВД, які враховують адаптаційні можливості операторів, що призводить до порушень їх працездатності в екстремальних умовах зовнішнього середовища;

- відсутності універсального програмного забезпечення біотехнічних систем через орієнтованість його на професійний відбір лише операторів певної професії;

- використання некомп'ютеризованих комплексних досліджень, які складаються з психологічних тестів та складних тренажерних установок, що погіршує реалізацію та інтерпретацію результатів досліджень;

- наявності суб'єктивної оцінки результатів електроенцефалографії медичним персоналом під час професійного відбору ОЕВД через трудомісткість процесу обробки сигналів електроенцефалограми.

Таким чином, важливим є створення технічних рішень, які б надавали медичному персоналу об'єктивні дані про ПФС організму ОЕВД як на етапі професійного відбору, так і на етапі прогнозування під час виконання професійних обов'язків в екстремальних умовах зовнішнього середовища.

Тому підвищення ефективності (за критеріями затраченого часу та достовірності) процедури професійного відбору ОЕВД шляхом розробки та вдосконалення методів і моделей кількісного оцінювання ПФС організму операторів, а також створення на їх основі відповідної сучасної біотехнічної системи є важливою науково-прикладною задачею, яка потребує наукового

теоретичного та експериментального обґрунтування. Саме ці питання вирішуються в даній роботі, тому їй актуальність не викликає сумнівів.

## **2. Зв'язок роботи з науковими програмами, темами та планами**

Дослідження виконувались в межах держбюджетної НДР “Створення біомедичної програмно-апаратної системи дослідження та оцінювання стану центральної нервової діяльності антарктичних зимівників» (д/р №0113U006119); НДР “Розробка методів оцінки психофізіологічного стану операторів”, “Розробка методів побудови системи для підвищення вірогідності оцінювання психофізіологічного стану фахівців екстремальних видів діяльності” відповідно до тематичних планів виконання науково-дослідних робіт у Національному авіаційному університеті і пріоритетних напрямів розвитку науки і техніки України „Науки про життя, нові технології профілактики та лікування найпоширеніших захворювань” та “Інформаційні та комунікаційні технології”.

## **3. Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих в дисертації та їх достовірність**

Наукові положення, висновки і результати дисертаційної роботи достатньо обґрунтовані завдяки коректному формулюванню задач дослідження, узгодженості теоретичних і практичних результатів, відтворюваності одержаних результатів та застосуванню апробованого математичного апарату і сучасних методів моделювання.

Спрощення та припущення, зроблені в дисертації, обґрунтовані й узгоджуються з біофізичною суттю досліджуваних процесів.

Достовірність положень підтверджена послідовністю висновків, комплексністю проведених досліджень та працездатністю створеної на основі готових і розроблених технічних рішень біотехнічної системи для професійного відбору ОЕВД, впровадженням здобутків дисертації в клінічну практику. Викладене дозволяє вважати всі основні положення дисертації обґрунтованими, а отримані результати достовірними.

## **4. Наукова новизна отриманих результатів**

В дисертаційній роботі отримано наступні нові наукові результати:

– вперше розроблено функціональну модель поетапного дослідження організму ОЕВД з метою професійного відбору, яка полягає у кількісному оцінюванні ПФС організму операторів на основі показників рівня їх психічної та фізіологічної придатності, коефіцієнту кефалографії та параметрів аналізу крові, що дозволило обґрунтувати вибір застосованих методів та технічних

засобів при розробленні структурної схеми біотехнічної системи професійного відбору ОЕВД;

– подальшого розвитку отримав метод визначення інтегрального рівня психічної професійної придатності ( $Q_{pr}$ ) ОЕВД шляхом комп'ютеризації процедур психологічного тестування з врахуванням їх антропометричних і адаптаційних можливостей та запропонованої розширеної класифікації ОЕВД на підгрупи за типом темпераменту, що дозволило систематизувати притаманні певній групі ОЕВД отримані психофізіологічні параметри та підвищити ефективність професійного відбору за затраченим часом в 2,5 рази;

– вперше розроблено метод оцінювання ПФС організму ОЕВД на основі параметрів спектральної щільності потужності (СЩП) фонового та перехідного сигналів енергетичного поля кори головного мозку (КГМ) і полягає в розрахунку інтегрального кількісного коефіцієнту енергетичної щільності ( $Q_{eeg}$ ) при визначенні рівня фізіологічної придатності ОЕВД, що дозволило підвищити ефективність професійного відбору за показником достовірності на 18%;

– вперше розроблено математичну тривимірну модель взаємозв'язку між параметрами ІЕП ОЕВД - усередненої миттєвої швидкості СЩП фонового сигналу ( $Diff_{fon}$ ) та коефіцієнта кефалографії ( $K_{kef}$ ) у часовій області, яка дозволила реалізовувати поглиблене оцінювання ПФС під час процедури професійного відбору ОЕВД та прогнозувати динаміку зміни ПФС організму ОЕВД під час їх перебування в екстремальних умовах зовнішнього середовища.

## **5. Повнота викладу результатів в опублікованих працях, апробація роботи**

Основний зміст дисертаційної роботи викладено в 32 наукових працях, із них 5 статей опубліковано у провідних фахових виданнях України з технічних наук, з яких 2 статті, що входять до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus, 1 стаття – у нефаховому науковому виданні, що також входить до міжнародної наукометричної бази Index Copernicus, 24 матеріалів та тез доповідей на наукових конференціях та конгресах, отримано 2 авторських свідоцтва на твір.

Аналіз публікацій показує, що вони присвячені різним питанням дисертації і досить повно відображають її зміст. Основні положення та результати роботи апробовані на 15 міжнародних і національних науково-технічних конференціях та конгресах.

## **6. Оцінка змісту дисертації**

Зміст дисертаційної роботи викладений чітко і послідовно, подання змісту узгоджується з основними етапами проведених досліджень.

**У вступі** викладено актуальність роботи, сформульовані мета і задачі дослідження, наголошено на науковій новизні і впровадженні отриманих результатів роботи, виділено особистий внесок дисертанта, вказані кількість публікацій та місця апробації результатів роботи.

**В першому розділі** на основі відомих літературних джерел дисертант зупиняється на аналізі сучасних методів та засобів реалізації професійного відбору ОЕВД на прикладі зимівників антарктичної станції. Встановлено, що основною характеристикою їх професійної діяльності є розвинений стан психіки та фізіології організму до адаптації під час комплексних змін екстремальних умов зовнішнього середовища. Оскільки ефективність процесу адаптації залежить від впливу факторів: об'єктивних (вплив зовнішнього середовища) та суб'єктивних (стать, вік, фізична сила, набуті та вроджені психологічні особливості, професійні навички, взаємодія в соціумі), то оцінювання суб'єктивних факторів впливу, які переважають над об'єктивними в процесі адаптації ОЕВД, можна реалізувати за допомогою класифікації ОЕВД за категорією темпераменту. Встановлено також, що процес адаптації ОЕВД проявляється в динаміці зміни параметрів ІЕП лімбічної системи головного мозку, основні параметри якого об'єктивно проявляються в сигналах біоритмів кори головного мозку. Показано, що оцінити динаміку параметрів ІЕП лімбічної системи головного мозку ОЕВД можна в фоновому та перехідному процесах організму за допомогою розробленої біотехнічної системи, технічною складовою якої є кефалоенцефалограф та комплексне програмне забезпечення. Показано доцільність включення в зазначену біотехнічну систему процедури ідентифікації за параметрами аналізу крові ОЕВД як додаткового параметру дослідження. Обґрунтовано напрями досліджень та сформульовано основні задачі, які необхідно вирішити для досягнення мети дисертаційної роботи.

**Другий розділ** дисертаційної роботи присвячений розгляду методів оцінювання рівня професійної придатності ОЕВД. Для обґрунтування вибору технічних засобів розроблюваної біотехнічної системи та кількісного оцінювання ПФС організму ОЕВД на основі нотації IDEF0 розроблено функціональну модель 6-етапного дослідження параметрів ІЕП організму ОЕВД для їх професійного відбору та детально розглянуто особливості реалізації кожного із етапів. Враховуючи адаптаційні особливості ОЕВД, запропоновано розширену класифікацію операторів за типом темпераменту та сформовано 36 підгруп ОЕВД, яким притаманний однаковий склад психофізіологічних параметрів організму. Розвинуто метод визначення інтегрального рівня психічної професійної придатності ( $Q_{pr}$ ) ОЕВД шляхом комп'ютеризації процедур психологічного тестування з врахуванням їх антропометричних і адаптаційних можливостей та запропонованої розширеної класифікації ОЕВД на підгрупи за типом темпераменту, що дозволило систематизувати притаманні певній групі ОЕВД отримані психофізіологічні параметри. Розроблено метод оцінювання ПФС організму ОЕВД на основі параметрів спектральної щільності потужності (СЩП) фонового та перехідного сигналів енергетичного поля кори головного мозку (КГМ), який полягає в розрахунку інтегрального кількісного коефіцієнту енергетичної щільності ( $Q_{eeg}$ ) при визначенні рівня фізіологічної придатності ОЕВД. Реалізовано ідентифікацію ПФС організму ОЕВД за коефіцієнтом кефалографії з

урахуванням типу їх темпераменту та за 27-ма параметрами крові на основі загального та біохімічного аналізу.

У третьому розділі розроблено структурну схему біотехнічної системи, алгоритми роботи системи підтримки прийняття рішень та розрахунку інтервальних оцінок параметрів психофізіологічного відбору, а також реалізовано експериментальні дослідження, на основі яких побудовано математичну модель взаємозв'язку між параметрами ІЕП. Для підвищення ефективності системи підтримки прийняття рішень та для реалізації прогностичної функції адаптаційних можливостей організму ОЕВД побудовано тривимірну графічну модель процесу взаємозв'язку між параметром усередненої миттєвої швидкості СЦП фоновому сигналу ( $Diff_{fon}$ ) та коефіцієнту кефалографії ( $K_{kef}$ ) у часовій області для антарктичних зимівників. Зазначену математичну модель процесу зміни параметрів кефалографії та електроенцефалографії у часі розраховано на основі системи поліномів 7-го порядку.

У четвертому розділі спроектовано на мові UML програмне забезпечення біотехнічної системи та реалізовано його тестування, завдяки чому сформовано рекомендації до методики експериментальних досліджень. На концептуальному рівні на основі мови UML розроблено ER-діаграму реляційної бази даних та бази знань за модульним принципом. Самі бази розроблено на основі СКБД MySQL, яка об'єднує в собі всю інформацію, необхідну для роботи біотехнічної системи при процедурі професійного відбору ОЕВД. Для реалізації кількісного оцінювання його ефективності за допомогою розробленої біотехнічної системи залучалось 36 претендентів у полярники з різними вадами здоров'я та 36 операторів, які успішно виконали свої професійні обов'язки. Результати досліджень порівнювались із сторонніми програмними системами, зокрема: програмно-апаратним комплексом «Омега-М», системою інтерактивної діагностики SINDI (LEDIS Group). В результаті верифікації прогнозу відбору із фактичними результатами професійної придатності операторів встановлено підвищення ефективності професійного відбору ОЕВД за показником достовірності на 18%, а за затраченим часом – в 2,5 рази.

У висновках наведено основні результати роботи.

У додатках до роботи наведено список публікацій дисертанта, таблиці методів і засобів психологічного та психофізіологічного моніторингу зимівників, показників їх функціонального стану, сучасного обладнання для профвідбору, тестові питання та ключі відповідей тощо, а також подано акти впровадження результатів дисертаційних досліджень.

## **7. Практичне значення отриманих результатів та рекомендації щодо їх використання**

Теоретичні положення у вигляді запропонованих дисертантом розробленого методу оцінювання ПФС організму ОЕВД на основі параметрів спектральної щільності потужності фоновому та перехідного сигналів

енергетичного поля кори головного мозку, удосконаленого методу визначення інтегрального рівня психічної професійної придатності ( $Q_{pr}$ ) ОЕВД, розробленої функціональної моделі поетапного дослідження їх організму та математичної тривимірної моделі взаємозв'язку між параметрами інформаційно-енергетичного поля ОЕВД, а також розроблені технічні рішення у вигляді створеної біотехнічної системи та її програмного забезпечення можуть бути використані як засади для удосконалення систем професійного відбору ОЕВД та підвищення їх ефективності.

Практичну цінність запропонованих рішень підтверджує впровадження результатів дисертаційної роботи у діяльність Національного антарктичного наукового центру (м. Київ) та в лікувальний процес ДУ "Національний інститут хірургії та трансплантології ім. О.О. Шалімова" НАМН України (м. Київ), що підтверджено відповідними актами впровадження.

Основні результати роботи знайшли також своє застосування в навчальному процесі на кафедрі біокібернетики та аерокосмічної медицини Національного університету України при підготовці фахівців біомедичного профілю, що підтверджено відповідним актом.

## **8. Зауваження по дисертації**

1. На мою думку, сформульовані дисертантом п.1 та п.2 наукової новизни отриманих результатів потребують відповідно конкретизації складових запропонованої функціональної моделі (п. 1) та більш коректного викладення (п. 2), наприклад, в наступній редакції:

- Вперше розроблено функціональну модель поетапного дослідження організму ОЕВД з метою професійного відбору, яка полягає у кількісному оцінюванні ПФС організму операторів на основі показників рівня їх психічної та фізіологічної придатності, коефіцієнту кефалографії та параметрів аналізу крові, що дозволило обґрунтувати вибір застосованих методів та технічних засобів при розробленні структурної схеми біотехнічної системи професійного відбору ОЕВД;

- Подальшого розвитку отримав метод визначення інтегрального рівня психічної професійної придатності ( $Q_{pr}$ ) ОЕВД шляхом комп'ютеризації процедур психологічного тестування з врахуванням їх антропометричних і адаптаційних можливостей та запропонованої розширеної класифікації ОЕВД на підгрупи за типом темпераменту, що дозволило систематизувати притаманні певній групі ОЕВД отримані психофізіологічні параметри та підвищити ефективність професійного відбору за затраченим часом в 2,5 рази;

2. Слід відзначити невідповідність висновків за окремими розділами дисертації з висновками по роботі в цілому. Наприклад, у висновках до розд. 2 дисертації (п.п. 3-5) мова йде про три розроблені дисертантом методи, однак у науковій новизні та висновках по роботі в цілому їх зазначено всього лише два.

3. Перші 4 абзаци підрозд. 2.1, присвячені розгляду складових “зазначеної біотехнічної системи” та їх переваг, слід перенести в розд. 3 дисертації, присвячений питанням її розробки.

4. Окремі пункти висновків по розділам (наприклад, п.п. 1, 2 розд. 2, п. 2 розд. 3 тощо) не містять отриманих наукових результатів, а констатують лише перелік виконаних дисертантом дій, направлених на їх отримання, що не є одне і те ж.

5. Із тексту дисертації не зрозуміло, ким (дисертантом чи вченими за роботами [45-53]) було побудовано концептуальну модель процесу формування інформативних потоків на фізіологічному рівні організму людини (рис. 1.1)? Потребує також уточнення того, що представлено на рис. 2.9 дисертації – модель чи алгоритм оцінювання, оскільки на самому рис. 2.9 та на с. 91 дисертації у посиланні на цей рисунок вказано, що йдеться про модель, однак на с. 92 та с. 94 при посиланні на цей же рисунок мова йде вже про алгоритм.

6. В тексті дисертації зустрічаються окремі граматичні, стилістичні та орфографічні помилки, має місце застосування некоректних термінів, одиниць величин та словосполучень (“екстремалів”, с. 3, 55 дисертації замість “ОЕВД”; “Дб”, с. 148 дисертації замість “дБ”; “чуттєвість”, с. 94, 144, 148 дисертації замість “чутливість”; “середа програмування”, с. 154 дисертації замість “середовище програмування”; “виміру”, с. 97 дисертації замість “вимірювання”; “науково-прикладної проблеми”, с. 3 автореферату замість “науково-прикладної задачі”; “...рівняння (2.24)”, с. 97 дисертації замість “...рівняння (2.25)”, “...системи (2.23)”, там же замість “...системи (2.26)”; “13-18, 18-25”, с. 110 дисертації замість “(13-18) Гц, (18-25) Гц”; “Підсистема оброблення зібраних даних...формує висновки на основі отриманих даних на основі загальноприйнятих нормованих значень показників”, с. 104 дисертації; “Метод розрахунку фізіологічної придатності”, с. 91 дисертації тощо; рис.1.2 дисертації із незрозумілих причин розміщено перед рис. 1.1; посилання на рис. 1.3 розміщено на с. 51, а сам рис. 1.3 чомусь знаходиться аж на с. 53, що дещо утруднює сприйняття тексту; із п. 3 висновків до розд. 4 не зрозуміло, де дисертантом було взято методикау експериментальної реалізації професійного відбору ОЕВД.

Однак, незважаючи на зроблені зауваження, слід відзначити, що вони не зменшують наукової цінності роботи та отриманих практичних результатів.

## **9. Загальна оцінка дисертаційної роботи**

Представлена до захисту дисертація Гордєєва Артема Дмитровича “Методи та біотехнічна система для професійного відбору операторів екстремальних видів діяльності” є завершеною науково-дослідною працею, яка виконана на належному науковому рівні. В роботі отримано нові науково-обґрунтовані результати, що вирішують актуальну і важливу науково-прикладну задачу підвищення ефективності процедури професійного відбору ОЕВД шляхом розробки та подальшого розвитку методів і моделей кількісного



оцінювання ПФС організму операторів та створення на їх основі відповідної біотехнічної системи.

Дисертаційна робота і автореферат написані відповідно сучасним вимогам до науково-технічних текстів, матеріал викладено логічно послідовно, текст автореферату і висновки відображають зміст та результати досліджень, наведені в дисертації. Основні результати роботи відображені в опублікованих наукових працях дисертанта.

За актуальністю, науковою новизною, практичною значимістю, важливістю отриманих результатів для науки і практики, обсягом і рівнем публікацій дисертація цілком відповідає вимогам п.п. 9, 11, 12 «Порядку присудження наукових ступенів» (Постанова КМ України від 24 липня 2013р. № 567), а її автор – Гордєєв Артем Дмитрович заслуговує присудження наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.11.17 – Біологічні та медичні прилади і системи.

Завідувач кафедри конструювання  
електронно-обчислювальної апаратури  
Національного технічного університету  
України „Київський політехнічний інститут  
імені Ігоря Сікорського», д.т.н., проф.

О.М. Лисенко

Підпис д.т.н., проф. Лисенка О.М. «засвідчую»  
Учений секретар Національного технічного  
університету України „Київський політехнічний  
інститут імені Ігоря Сікорського», к.ф.н., доц.



А.А. Мельниченко

7 березня 2018р.