

Прим. № 1

Голові спеціалізованої вченої ради Д 26.062.01
при Національному авіаційному університеті
03058, м. Київ, просп. Космонавта Комарова, 1

ВІДГУК

офіційного опонента

завідувача кафедри інформаційних технологій проектування та прикладної математики Київського національного університету будівництва та архітектури, Заслуженого діяча науки і техніки України, доктора технічних наук, професора

Міхайленка Віктора Мефодійовича на дисертацію Темнікова Володимира

Олександровича «Моделі і методи контролю та управління функціональністю авіадиспетчерів»,

поданої на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології

Безпека польотів значною мірою залежить від людського фактору, наприклад, помилок пілотів повітряних суден й авіадиспетчерів, що може бути обумовлено їх знаходженням у неналежному функціональному стані та недостатнім професіоналізмом. Тому актуальність обраного напрямку дисертаційного дослідження важко переоцінити. На сучасному етапі розвитку інформаційних технологій жорсткі вимоги до функціональності авіадиспетчерів неможливо задовольнити без надання інформаційної підтримки при прийнятті управлінських рішень в процесі проведення превентивного управління функціональністю авіадиспетчерів і безпосередньо під час виконання ними функціональних обов'язків протягом робочої зміни.

Актуальність тематики дисертаційної роботи також підтверджується цілою низкою науково-дослідних робіт, з якими вона тісно пов'язана і в яких здобувач брав участь в якості керівника або відповідального виконавця:

Вх. 0101/2019
Від 05.12.19
СВР Д 26.062.01

- НДР «Створення методики та апаратно-програмної бази для моніторингу в польових умовах засобів захисту мовної інформації», шифр «140» (2004-2007рр.);
- НДР «Методи та засоби технічного захисту інформації в сучасних умовах», шифр «59/14-02-02» (2008-2012рр.);
- НДР «Системи контролю доступу за біометричними ознаками людини», шифр «23/14.01.04» (2013-2017рр.)
- НДР «Інформаційна та авіаційна безпека об'єктів критичної інфраструктури», шифр «35/14.01.04» (з 2019 р.; номер держреєстрації 0119U102297).

Метою дисертаційної роботи Темнікова В. О. є підвищення безпеки польотів шляхом створення методологічних основ контролю показників та управління функціональністю авіадиспетчерів за умов турбулентності та невизначеності внутрішнього та зовнішнього середовищ. Для досягнення поставленої мети коректно і чітко сформульовано основні задачі дослідження, які в роботі послідовно розв'язано.

Оцінка обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків та рекомендацій

Ступінь обґрунтованості нових положень, висновків і рекомендацій у дисертації обумовлена коректністю застосування методів теорій прийняття рішень (для вирішення задач інформаційної підтримки прийняття рішень з управління функціональністю авіадиспетчерів в умовах невизначеності впливу зовнішніх та внутрішніх небезпечних факторів), графів (для побудови графових ієрархічних моделей для проведення оцінювання показників функціонального стану авіадиспетчерів), розпізнавання образів та інформаційних систем (для побудови систем інформаційної підтримки прийняття рішень з управління функціональністю авіадиспетчерів), методів обчислювального інтелекту, перцептивних обчислень та експертного аналізу (для проведення оцінювання показників функціонального стану та рівня професіоналізму авіадиспетчерів в умовах невизначеності впливу зовнішніх та внутрішніх небезпечних факторів).

Достовірність основних положень та висновків підтверджена коректною постановкою проблеми та основних задач дисертаційного дослідження, використанням в роботі математично обґрунтованих та перевірених на практиці методів, застосуванням відомих та розроблених дисертантом програмних засобів для проведення експериментів з метою підтвердження адекватності моделей і методів, що пропонуються в дисертаційній роботі.

Ідентичність змісту автореферату та основних положень дисертації

Дослідивши автореферат та дисертацію Темнікова В. О., можна зробити висновок, що в авторефераті з необхідною повнотою відображено загальну характеристику, основний зміст та висновки дисертаційної роботи. Структура дисертації відповідає чинним вимогам, які ставляться до докторських дисертацій (включаючи зміни від 09.03.2017р.). Дисертація складається з анотації, змісту, переліку умовних позначень, вступу, п'яти розділів, загальних висновків, додатків, списку використаних джерел (в кінці кожного розділу основної частини дисертації і має 268 сторінок основного тексту. Загальний обсяг дисертаційної роботи – 332 сторінки.

Результати дисертації к.т.н., доцента Темнікова В. О. викладено послідовно і структуровано відповідно до поставлених задач дослідження.

Наукове та практичне значення дисертаційної роботи

На захист виносяться такі положення наукової новизни, а саме:

вперше:

- розроблено метод інформаційної підтримки рішень, який на основі впровадження перманентного контролю показників функціональності авіадиспетчерів протягом усієї їхньої виробничої діяльності, розрахунку й аналізу узагальнених показників функціональності та прогнозування змінень функціонального стану і рівня професіоналізму з використанням показників, які мають визначальний вплив на функціональність, дозволяє забезпечити осіб, що приймають управлінські рішення (ОПР), додатковою інформацією стосовно здатності та готовності авіадиспетчерів виконувати функціональні обов'язки, що дає можливість підвищити обґрунтованість прийняття ОПР управлінських

4.

рішень і на більш ранніх стадіях виробничої діяльності авіадиспетчерів виявити осіб, які мають недостатній фізіологічний та/або психологічний ресурс і потребують проведення з ними коригувальних заходів;

- розроблено модель отримання агрегованої оцінки показників функціонального стану і рівня професіоналізму авіадиспетчерів, яка на основі застосування графових моделей та перцептивних обчислень дозволяє отримати узагальнену оцінку функціонального стану і рівня професіоналізму авіадиспетчерів, що дає можливість здійснювати превентивне управління функціональним станом і рівнем професіоналізму авіадиспетчерів;

- запропоновано метод отримання агрегованої оцінки показників функціонального стану і рівня професіоналізму авіадиспетчерів, який за рахунок зниження суб'єктивності експертного оцінювання та структуризації простору показників функціонального стану і рівня професіоналізму із застосуванням моделі отримання агрегованої оцінки дозволяє отримати узагальнену оцінку функціонального стану і рівня професіоналізму авіадиспетчерів, що дає можливість проводити їх ранжирування та класифікацію в процесі превентивного управління функціональністю авіадиспетчерів;

- розроблено модель та метод оперативного управління функціональністю авіадиспетчерів протягом робочої зміни, які на основі забезпечення інформаційної підтримки прийняття рішень за рахунок послідовно проведених оцінювання показників стану серцево-судинної системи та параметрів мовних сигналів, отриманих під час сеансів аудіозв'язку між авіадиспетчерами та пілотами, діагностування та прогнозування змінень психофізіологічного стану авіадиспетчерів дозволяє підвищити якість внутрішньозмінного контролю показників функціонального стану та оперативного управління функціональністю авіадиспетчерів при випадкових зовнішніх впливах і зміненнях працездатності авіадиспетчерів;

- запропоновано метод підвищення якості контролю психофізіологічного стану авіадиспетчерів, який на основі застосування розробленої системи параметрів мовних сигналів та обґрунтованого вибору їх значень дозволяє

5.

підвищити швидкодію системи інформаційної підтримки прийняття оперативних рішень протягом робочої зміни при забезпеченні відсотка правильної аутентифікації і визначення функціонального стану вище 98% і дає можливість проводити внутрішньозмінний голосовий контроль емоційного стану авіадиспетчерів і контроль їхнього доступу до інформаційних ресурсів в режимі реального часу;

удосконалено:

- метод параметризації мовного сигналу, який, на відміну від відомих, на основі застосування нового підходу до створення системи параметрів дозволяє зменшити кількість параметрів, які характеризують мовний сигнал, що дає можливість застосувати штучні нейронні мережі для аутентифікації та контролю психофізіологічного стану авіадиспетчерів.

Наукове значення дисертаційної роботи полягає в подальшому розвитку основ теорії підтримки прийняття рішень в умовах невизначеності даних та слабої структурованості проблемної області у напрямку створення нової інформаційної технології вербального оцінювання функціонального стану та рівня професіоналізму авіадиспетчерів, застосування лінгвістичних змінних та теорії перцептивних обчислень агрегованих оцінок функціональності авіадиспетчерів.

Охарактеризуємо отримані наукові результати з теоретико-практичних позицій.

У першому пункті наукової новизни наведено метод інформаційної підтримки прийняття управлінських рішень (ІППР), який засновано на положеннях концепції забезпечення ІППР. Основою узагальненої схеми ІППР є послідовне проведення вибору типу контрольних заходів, моделі й методу або процедури.

Метод базується на впровадженні перманентного контролю показників функціональності авіадиспетчерів протягом усієї їхньої виробничої діяльності, розрахунку й аналізу узагальнених показників функціональності та прогнозуванні змінень цих показників, а значить, і змінень функціонального стану і рівня професіоналізму.

Метод дозволяє забезпечити особу, що приймає управлінське рішення, додатковою інформацією стосовно здатності та готовності авіадиспетчерів виконувати функціональні обов'язки, використання якої дає їй можливість прийняти більш обґрунтоване рішення стосовно осіб, які мають недостатній фізіологічний та/або психологічний ресурс і потребують проведення з ними коригувальних заходів.

Впровадження методу дозволяє забезпечити інформаційну підтримку особи в прийнятті рішень щодо відповідності показників функціональності авіадиспетчерів нормативним вимогам під час різних контрольних заходів. Причому зробити це на якомога більш ранніх стадіях виробничої діяльності авіадиспетчерів.

Треба зазначити, що при управлінні функціональністю в дисертаційній роботі весь масив показників функціональності авіадиспетчерів розподілено для застосування на двох напрямках: превентивне управління та оперативне управління.

З методу ІППР впливає необхідність розроблення моделі та методу отримання агрегованої оцінки показників функціонального стану і рівня професіоналізму авіадиспетчерів, що становить **другий і третій пункти наукової новизни**. Викладене у другому (розроблення моделі отримання агрегованої оцінки) та третьому (розроблення методу отримання агрегованої оцінки) пунктах наукової новизни відноситься до напрямку «превентивне управління».

У процесі дисертаційного дослідження проаналізовано предметну область і розроблено систему показників функціональності авіадиспетчерів, що було покладено до основи концепції розробки ієрархічної графової моделі, яка відображає зв'язки в складових оцінки функціонального стану і рівня професіоналізму авіадиспетчерів. Особливостями розробленої моделі та подальшого розрахунку агрегованої оцінки функціональності авіадиспетчерів є:

- навантаження дуг графу значеннями ваг (міри важливості значення даного зв'язку) та значення показників у вершинах графу у вигляді нечітких

множин першого або другого типу у зв'язку зі слабкою структурованістю предметної області;

- використання лінгвістичних змінних для оцінювання вхідних показників з метою забезпечення можливості застосування природної мови, що спрощує експертам проведення процедури оцінювання та зменшує суб'єктивність визначення показників;

- впровадження перцептивних обчислень, що дозволяє підвищити якість контролю показників та управління функціональністю авіадиспетчерів в умовах невизначеності впливу зовнішніх та внутрішніх небезпечних факторів і неповноти інформації;

- зведення вхідних показників до уніфікованої шкали за рахунок використання лінгвістичних змінних, що дозволяє структурувати простір показників для подальшого обчислення агрегованої оцінки функціональності авіадиспетчерів.

Застосування методу отримання агрегованої оцінки показників функціонального стану і рівня професіоналізму авіадиспетчерів, який спирається на відповідну модель, дозволяє отримати узагальнену оцінку функціональності авіадиспетчерів на основі зниження суб'єктивності експертного оцінювання та структуризації простору показників функціонального стану та рівня професіоналізму, що дає можливість здійснювати превентивне управління функціонуванням авіадиспетчерів, в тому числі, проводити ранжирування та класифікацію.

На основі застосування розроблених методу і моделі автором запропоновано методіку професійного добору.

У четвертому пункті наукової новизни презентуються вперше розроблені модель та метод оперативного управління функціональністю авіадиспетчерів протягом робочої зміни. Їхнє використання, яке здійснюється шляхом послідовно проведених оцінювання показників стану серцево-судинної системи й параметрів мовних сигналів, отриманих під час сеансів аудіозв'язку між авіадиспетчерами та пілотами, діагностування й прогнозування змінень психофізіологічного стану авіадиспетчерів, дозволяє підвищити якість

внутрішньозмінного контролю показників функціонального стану й оперативного управління функціональністю авіадиспетчерів при випадкових зовнішніх впливах і зміненнях працездатності авіадиспетчерів.

Впровадження методу оперативного управління дозволяє забезпечити ПППР особи, що приймає рішення, при здійсненні внутрішньозмінного контролю показників функціонального стану.

Розроблені модель і метод лягли в основу методики проведення контролю функціонального стану авіадиспетчерів і методики проведення занять на тренажерах.

Оперативне управління здійснюється в режимі реального часу шляхом розробки автоматизованого контролю функціонального стану авіадиспетчерів протягом робочої зміни. Вказана система обробляє дані, що отримані під час аудіозв'язку авіадиспетчера з пілотами повітряних суден, а також показники стану серцево-судинної системи, отримані з використанням портативних електрокардіографів.

Відповідно до завдань дослідження, поставлених перед здобувачем, для створення складових автоматизованого контролю та управління, які реалізують запропоновану в роботі інформаційну технологію, було застосовано методи теорії розпізнавання образів і штучних нейронних мереж. Також запропоновано систему параметрів мовного сигналу для проведення аутентифікації і подальшого застосування штучних мереж для визначення функціонального стану авіадиспетчера.

У процесі винесеної до **п'ятого пункту наукової новизни** розробки методу підвищення якості контролю психофізіологічного стану авіадиспетчерів розроблена система параметрів мовних сигналів та обґрунтовано вибір їх значень. Використання методу дозволяє підвищити швидкодію системи інформаційної підтримки прийняття оперативних рішень протягом робочої зміни при забезпеченні відсотка правильної аутентифікації і визначення ФС вище 98%. А це, в свою чергу, дає можливість проводити внутрішньозмінний голосовий контроль емоційного стану авіадиспетчерів і контроль їхнього доступу до інформаційних ресурсів в режимі реального часу.

Таким чином була розв'язана практична задача не тільки підвищення якості контролю психофізіологічного стану, а й здійснення контролю за діями авіадиспетчерів протягом усієї робочої зміни.

Шостим пунктом наукової новизни є удосконалений метод параметризації мовного сигналу.

При розробці даного методу застосовано підхід до створення нової системи параметрів, що дозволяє зменшити кількість параметрів, які характеризують мовний сигнал, що, в свою чергу, дає можливість застосувати штучні нейронні мережі для аутентифікації та контролю психофізіологічного стану авіадиспетчерів. Нова система параметрів будується на основі комплексного розгляду модулів параметризації і класифікації при побудові модуля класифікації на основі штучних нейронних мереж. Застосування розробленої системи параметрів дозволяє підвищити об'єктивність проведення класифікації, значно скоротити розміри векторів параметрів і сформувати масив нових сигналів для застосування у роботі методу підвищення якості контролю психофізіологічного стану авіадиспетчерів.

Практичне значення дисертаційного дослідження полягає в тому, що здобувачем розроблено нові та вдосконалено відомі методи, а саме, вербальне оцінювання, перцептивні обчислення, визначення психофізіологічного стану тощо, які становлять основу для створення сучасних систем інформаційної підтримки прийняття рішень як ключових компонентів забезпечення безпеки польотів через управління людським фактором, а також теоретично обґрунтовані заходи професійного добору, проведення занять на тренажерах та проведення контролю функціонального стану авіадиспетчерів.

Практичне значення результатів дисертації полягає у такому:

1. Впровадження методів теорії обчислювального інтелекту (у першу чергу – нечітких множин) та перцептивних обчислень дозволило підвищити якість контролю показників та управління функціональністю авіадиспетчерів в умовах невизначеності впливу зовнішніх та внутрішніх небезпечних факторів і неповноти інформації.

2. Застосування аналітичних засобів щодо проведення контролю показників функціонального стану авіадиспетчерів на основі впровадження контролю їхнього психофізіологічного ресурсу та психофізіологічного стану дозволяє покращити контроль здатності та готовності авіадиспетчерів виконувати свої функціональні обов'язки.

3. Застосування методу інформаційної підтримки прийняття рішень в процесі контролю показників функціонального стану авіадиспетчерів впродовж всієї виробничої діяльності, а також моніторингу їх психофізіологічного стану протягом робочої зміни, дозволяє приймати більш обґрунтовані рішення щодо необхідності проведення коригувальних заходів.

4. Застосування методу параметризації мовного сигналу за рахунок зменшення кількості його параметрів дозволяє спростити та в 2-3 рази прискорити процес контролю психофізіологічного стану авіадиспетчерів.

5. На основі реалізації методів контролю показників та управління функціональністю авіадиспетчерів розроблено і впроваджено складові програмного комплексу, застосування яких забезпечує контроль показників та управління функціональністю авіадиспетчерів.

6. Застосування методу отримання агрегованої оцінки дозволяє вдосконалити методику професійного добору і надає інструмент для його проведення.

7. Застосування розробленої методики проведення занять на тренажерах дозволяє отримати додаткову інформацію, необхідну для розрахунку ймовірності знаходження авіадиспетчерів протягом зміни в певному стані.

8. Застосування розробленої структури бази даних авіадиспетчерів та методу отримання агрегованої оцінки дозволяє розробити базу даних для відстеження змін рівня здатності авіадиспетчерів виконувати функціональні обов'язки.

Отримані здобувачем результати стали основою для розроблення та впровадження прикладних програмних продуктів.

11.

На практиці отримані результати дозволили створити програмні засоби для реалізації вербального оцінювання функціонального стану і рівня професіоналізму авіадиспетчерів із застосуванням перцептивних обчислень та графових моделей та забезпечення контролю та управління станом особи протягом робочої зміни в режимі реального часу, а також виявлення значущих факторів для прогнозування змінення стану авіадиспетчерів.

Практична значущість одержаних результатів і достовірність наукових положень підтверджені наведеними у дисертації актами впровадження.

Мова та стиль викладення дисертації та автореферату дозволяють зрозуміти суть розроблених наукових положень та отриманих практичних результатів.

Дисертація та автореферат у цілому відповідають вимогам, які висуваються до їх оформлення відповідно до Порядку присудження наукових ступенів, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013р. № 567 (із змінами), та вимогам ДСТУ 3008-2015 «Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення дисертації відповідають вимогам, що затверджені наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017р. №40.

У цілому зміст дисертації та автореферату викладено послідовно та логічно.

Підтвердження повноти викладу основних результатів дисертації в опублікованих працях

За напрямом дисертаційних досліджень здобувачем опубліковано у 113 наукових працях, у тому числі 5 наукових статей у міжнародних рецензованих виданнях, що входять до баз даних Scopus, 29 наукових статей у закордонних і вітчизняних фахових наукових журналах.

Перераховані публікації з достатньою повнотою відбивають наукові та практичні результати дисертації. З праць, що їх опубліковано у співавторстві, у дисертації використано лише ті результати, які отримано здобувачем самостійно.

Апробація наукових результатів відбулась на 66 конференціях, з них 60 міжнародних.

Зауваження щодо змісту дисертації та її оформлення

До недоліків дисертаційної роботи можна віднести такі:

1. Замало пояснень, як саме модель SHEL було адаптовано для розв'язання поставлених задач.
2. Не досліджено, чи можливо описати сутності інформаційної моделі за допомогою інших – нелінгвістичних – шкал вимірювання, наприклад, порядкових.
3. У тексті роботи не описано, чи існують обмеження для застосування розробленої графової моделі для визначення функціонального стану авіадиспетчерів. Не показано, що граф є зв'язним, тобто графова модель є достовірною за умов існування повної відповідності між інформацією на виході й на вході.
4. Чисельний розв'язок системи диференціальних рівнянь Колмогорова є правдоподібним тільки за умов повноти інформації щодо ймовірнісного переходу з одного стану в інший. Тому потрібно було б довести мінімальну збитковість інформації за критерієм мінімуму ентропії, що дозволило б об'єктивно визначити повноту інформації для задач контролю, управління та прогнозування.
5. Задача опису невизначеності предметної області, яка пов'язана із суб'єктивністю людського мислення щодо кількісних оцінок, була б більш значимою при застосуванні моделей на базі нечітких множин та моделей на нейронних мережах, за умов їх кількісного і якісного порівняння.
6. Метод оперативного управління функціональністю авіадиспетчерів не передбачає у теоретичному плані застосування бази знань.
7. Множинна модель змін психофізіологічного стану є багатопараметричною, має багато змінних і не передбачає процедури приведення цих параметрів і показників до єдиної шкали оцінювання.

8. Внутрішньозмінний голосовий контроль за діями авіадиспетчерів не пов'язано зі зворотним зв'язком з пілотами повітряних суден, що ускладнює розпізнавання мовних образів.

9. У задачі прогнозування психофізіологічного стану не розглянуто задачу оцінювання ризиків щодо достовірності управлінських рішень ОПР.

10. У дисертації замало уваги приділено засобам програмної реалізації розроблених структур баз даних та баз знань.

11. Є певні некоректності в математичному описі, наприклад, у формулах 2.1-2.7 потрібно замінити вектори-стовпчики на матриці-стовпчики.

Наявність вказаних недоліків не впливає на загальний позитивний висновок щодо дисертації.

Висновки

Отже, на основі критичного вивчення дисертації, автореферату дисертації та праць здобувача, опублікованих за темою дисертації, об'єктивно встановлено:

- дисертаційна робота Темнікова В. О. відповідає вимогам Порядку присудження наукових ступенів, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 24.07.2013 р. № 567 (зі змінами);
- дисертаційна робота відповідає п. 1 паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології;
- зміст автореферату ідентичний основним положенням дисертації;
- результати наукових досліджень, за якими здобувач захистив кандидатську дисертацію, на захист докторської дисертації не виносяться;
- дисертація Темнікова В. О. є завершеною кваліфікаційною науковою працею, що містить нові науково обгрунтовані результати проведених здобувачем досліджень, які вирішують конкретну науково-прикладну проблему, пов'язану з розробкою методів інформаційної підтримки прийняття рішень з управління функціональністю авіадиспетчерів шляхом створення методологічних основ контролю показників їхнього функціонального стану і рівня професіоналізму протягом усієї виробничої

діяльності в умовах невизначеності впливу зовнішніх та внутрішніх небезпечних факторів;

- використання чужих наукових результатів без посилань на авторів у дисертації не виявлено, що свідчить про особистий внесок здобувача в науку;
- автор дисертації, Темніков Володимир Олександрович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент

завідувач кафедри інформаційних технологій
 проектування та прикладної математики
 Київського національного університету
 будівництва та архітектури,
 доктор технічних наук, професор,
 заслужений діяч науки і техніки України

В. М. Міхайленко

Підпис проф. Міхайленка В. М. засвідчую:
 Вчений секретар Вченої ради університету



доц. О. С. Петренко