

## ВІДГУК

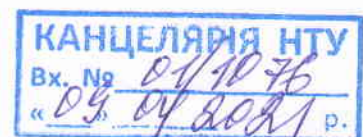
### офіційного опонента

на дисертаційну роботу Дегтярьової Анастасії Олегівни на тему «Вибір і оптимізація надійних структур інформаційно-управляючих систем на транспорті», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 «Інформаційні технології»

#### Актуальність обраної теми

Авіація є однією з найбільш результативних галузей сфери транспорту. В останні роки спостерігалось стабільне зростання кількості вантажних та пасажирських авіаперевезень, а також частки авіаперевезень серед всіх видів перевезень. На передній план виходять проблеми забезпечення безпеки польотів. Відомо, що основною передумовою зниження безпеки польотів та ефективності експлуатації повітряних суден є відмови функціональних систем і збої авіоніки. Особливо велике зниження ефективності і безпеки польотів спостерігається при відмовах інформаційно-управляючих систем (ІУС), зниженні достовірності інформації, яка надходить від ІУС екіпажу, та на основі якої відбувається прийняття рішень. Ефективність і якість функціонування ІУС істотно залежить від даних, які надходять на її входи від різного роду датчиків та систем вимірювання, що відображають стан і хід виконання технологічного процесу. Збої можуть відбуватися як в апаратній частині датчиків, так і в програмному забезпеченні, або в структурі побудови функціональної системи, як це сталося з Boeing 737 MAX, польоти яких були припинені в березні 2019 року в зв'язку з тим, що менше ніж за рік розбилися два літаки цього типу. Загальна кількість осіб, що загинули в двох авіакатастрофах, склала 346 осіб. Для підвищення безпеки польотів необхідно забезпечувати екіпаж достовірною та своєчасною інформацією про стан функціональних систем повітряного судна, особливо інформаційно-управляючих систем. Дослідження методів та засобів підвищення достовірності ІУС є актуальним завданням, яке вимагає спеціального підходу для його розв'язання.

Особливо критичними є зниження достовірності інформації від ІУС при пожежах повітряного судна, коли ситуація стає небезпечною і вимагає термінового втручання екіпажу та прийняття правильних і своєчасних рішень для зупинки розвитку пожежі та її ліквідації. Критичність пожеж обумовлена їх швидкоплинністю та невизначеністю як за часом, так і за місцем виникнення, а також за видом пожежі. Аналіз світової статистики авіаційних



пригод показує, що пожежі в повітрі становлять близько 10% із загальної статистики і, як правило, носять фатальний характер.

Реальні датчики характеризуються скінченною точністю представлення контрольованого ними параметра. При цьому точність і достовірність інформації визначається як конструктивними особливостями, так і технічною надійністю датчиків і, як правило, слабо задовольняють нормам щодо точності й достовірності інформації, що подається на входи обчислювальних систем управління технологічними процесами. Таким чином, розробка способів підвищення достовірності інформації від ІУС шляхом вибору і оптимізації структур ІУС є актуальною.

Пожежа, як небезпечна польотна ситуація, завжди несе максимальне навантаження на екіпаж, а ймовірність небезпеки його появи класифікується як складна ситуація, яка дуже швидко може переходити в аварійну чи катастрофічну ситуацію. Безумовно, якість системи сигналізації про пожежу безпосередньо впливає на рівень безпеки польоту повітряного судна, в тому числі на властивості системи "екіпаж-ПС".

У даний час вирішено досить багато завдань з оптимізації надійності складних технічних систем: оптимізації елементної надійності, режимної, схемної і структурної надійності, оптимального резервування із залученням теорії і методів технічної кібернетики, експлуатації складних систем, системотехніки, системного аналізу, процесного аналізу, теорії прийняття рішення, інформатики, прикладної математики та елементів інформаційних технологій. Але лише невелика кількість робіт присвячена забезпеченню надійності, живучості, ефективності інформаційно-управляючих систем, які безпосередньо впливають на безпеку польотів і ефективність експлуатації повітряного судна.

Тому, тема дисертаційної роботи Дегтярьової Анастасії Олегівни, яка присвячена підвищенню достовірності інформації в ІУС шляхом вибору і оптимізації надійних структур ІУС, є актуальною.

### **Аналіз основного змісту, наукової новизни та практичної значущості**

Дисертаційна робота складається з анотації, переліку умовних позначень, вступу, чотирьох розділів, висновків, додатків, списку використаних джерел, який містить 127 найменувань, додатків на 37 сторінках, разом з якими її обсяг складає 219 сторінок, робота ілюструється 91 рисунком, містить 32 таблиці.

Зміст роботи відповідає сформульованому науково-прикладному завданню, а його розв'язання є сутністю та змістом виконаних досліджень, які відповідають паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології й

спрямовані на вибір і оптимізацію надійних структур ІУС сигналізації про пожежу повітряного судна (ПС) з використанням інформаційних технологій, з метою підвищення ефективності та достовірності локалізації і розпізнавання пожежі всередині двигуна та титанової пожежі.

У вступі наведено загальну характеристику роботи, обґрунтовано актуальність теми дослідження, сформульовано мету та задачі дослідження, визначено об'єкт, предмет, гіпотезу та методи дослідження, розкрито зв'язок роботи з науковими планами та програмами, визначено наукову новизну, практичну цінність та найбільш вагомні результати отриманих результатів для практики, зазначено особистий внесок автора, наведено дані про апробацію та практичне впровадження, публікації та структуру роботи.

У першому розділі проводиться аналіз видів пожеж та класифікація систем пожежогасіння з врахуванням перших моментів і фаз розвитку пожежі на ПС та основних критичних моментів їх експлуатації. Також в першому розділі наводиться інформаційна модель аналізу пожеж силової установки ПС та перспективні напрямки розвитку бортових систем пожежної сигналізації. При цьому для великого класу систем сигналізації ПС різного покоління визначаються основні причини відмов датчиків, невиявлення і помилкових спрацювань, які на сьогоднішній день складають більше 70% з загальної кількості спрацювань ССП. Побудована інформаційна модель аналізу пожеж силової установки ПС дозволяє перейти від монопараметричного до поліпараметричного контролю небезпечної пожежної ситуації на борту ПС.

У другому розділі проведено інформаційно-статистичний аналіз пожежної ситуації на борту повітряного судна, аналіз структур сигналізації про пожежу всередині авіадвигуна ПС та аналіз фізичних і інформаційних основ виникнення та розвитку титанових пожеж авіадвигунів. При цьому, розглядається статистика пожеж по причині відмов деталей авіаційного двигуна та більше уваги приділяється титановим пожежам і причинам їх виникнення. Також в другому розділі приведена статистична оцінка технологічної складності льотних ситуацій і особливих випадків в польоті по зведеннях аварійних контрольних карт та розглянуті основні етапи запропонованої статистичної методології оцінки технологічної складності льотних операцій. Така статистична обробка має значну перспективу при мінімізації ризиків для управління безпекою польотів та зниження ризиків, які пов'язані з людським чинником.

У третьому розділі пропонується вирішення проблеми надання екіпажу повітряного судна достовірної інформації від первинних джерел інформації та розглядаються інформаційно-математичні методи підвищення

достовірності інформації за допомогою паралельного інформаційного резервування ІУС ПС. В третьому розділі розглянуті фізико-інформаційні умови виникнення помилок контролю параметрів функціонування ІУС: основні поняття і види інформаційного резервування ІУС, механізм виникнення помилок контролю параметрів функціонування ІУС, інформаційно-ймовірнісна модель функціонування ІУС сигналізації та способи утворення невизначеності спрацювання датчиків. На основі розглянутих фізико-інформаційних умови виникнення помилок контролю параметрів запропоновано геометричне уявлення системних ймовірностей контрольованого явища в ІУС та логіко-математичну модель розпізнавання пожеж авіадвигунів на ПС.

У четвертому розділі проведена оцінка інформаційного резервування ІУС сигналізації, пропонується методика вибору оптимальної структури надійних структур ІУС сигналізації та проводиться розробка математичної моделі вибору і оптимізації структур ІУС. На основі отриманих результатів пропонується алгоритм визначення типу структури інформаційно-резервованої системи первинних датчиків пожежної сигналізації, результати реалізації якого на мові JAVA наводяться в четвертому розділі та додатках до дисертаційної роботи. Розроблена програма дозволяє отримати структуру системи з найбільшою вірогідністю розпізнавання подій для кожної пари значень кількості датчиків та значення ймовірності правильного виявлення події, а також параметри структури системи сигналізації про пожежу для якої ймовірність помилкового спрацювання мінімальна.

**Наукова новизна** одержаних результатів визначається наступним:

1. Вперше запропонована математична модель вибору і оптимізації структур ІУС сигналізації як основа для проектування і створення ІУС літаків нового покоління з метою уникнення електронних катастроф.
2. Удосконалено математико-інформаційну модель виникнення зон невизначеностей і помилок контролю параметрів функціонування ІУС та на основі цієї моделі отримане геометричне уявлення системних ймовірностей контрольованого явища в інформаційно-керуючих системах.
3. Набула подальшого розвитку логіко-математична модель розпізнавання пожеж авіадвигунів на повітряних судах, для N-кількості датчиків як для рівноймовірних, так і для різноймовірних характеристик датчиків інформації.
4. Запропонована методика оцінки технологічної складності ІУС сигналізації, з використанням якої можна попередити і мінімізувати ризики виникнення помилок льотних екіпажів в особливих польотних ситуаціях.

**Практичне значення** полягає в тому, що запропоновані математичні моделі дозволяють розширити можливості вибору і оптимізації структур ІУС з урахуванням технічних і економічних витрат при їх створенні.

Результати наукових досліджень впроваджені в:

1. Науково-методичному центрі процесного аналізу при розробці процесної методології забезпечення регулярності та безпеки процесів польоту.
2. Державній авіаційній службі України в циклі підготовки та перепідготовки льотних екіпажів.
3. Національному транспортному університеті в навчальному процесі кафедри інформаційно-аналітичної діяльності та інформаційної безпеки.

**Ступінь обґрунтованості та достовірності наукових положень, висновків і рекомендацій, сформульованих у дисертації**

Обґрунтованість та достовірність викладених у дисертаційній роботі наукових положень, висновків та рекомендацій підтверджується адекватним вибором та коректним застосуванням методів теорії ймовірності і математичної статистики, теорії інформації, методи оптимізації і алгебри логіки. Вони також підтверджуються результатами математичного моделювання процесів визначення ймовірнісних характеристик, зон невизначеностей і помилок при роботі датчиків. Додатковим підтвердженням є наявність патенту України на корисну модель та свідоцтво про реєстрацію авторського права на комп'ютерну програму.

**Оцінка мови та стилю викладання дисертації та автореферату**

Дисертація і автореферат написані грамотно. Матеріал дисертаційної роботи викладено послідовно, стиль викладення доказовий, чіткий і лаконічний. Висновки до кожного розділу і дисертації в цілому тісно пов'язані з їх змістом і відображають суть виконаних досліджень. Публікації автора повністю висвітлюють наукові положення і результати дисертаційної роботи. Стиль викладення наукових положень, висновків і рекомендацій відповідає вимогам ДСТУ 3008-2015 "Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення" й Вимогам до оформлення дисертації, затверджених наказом Міністерства освіти і науки України від 12.01.2017 р. № 40 та у цілому забезпечує доступність їх сприйняття.

**Повнота викладу в опублікованих працях**

Основні результати дисертаційного дослідження опубліковані в 30 наукових працях, з них: 1 стаття у виданні, індексованому у наукометричній базі Scopus; 8 статей у виданнях іноземних держав або у наукових фахових

виданнях, що входять до переліку, затвердженому ДАК України, 19 праць апробаційного характеру, з них 3 індексовані у наукометричній базі Scopus, 1 свідоцтво про реєстрацію авторського права на твір і 1 патент на корисну модель. Зазначені публікації повною мірою висвітлюють основні наукові положення дисертації.

#### **Відповідність дисертації встановленим вимогам**

Дисертаційна робота подана у вигляді завершеного рукопису на актуальну тему, в якій на основі виконаних автором досліджень представлені результати, сукупність яких є становить основу науково-методичного апарату для підвищення достовірності інформації в інформаційно-управляючих системах сигналізації, яка забезпечує підвищення якості та ефективності їх функціонування, що має важливе наукове значення. Дисертація за своїм змістом відповідає спеціальності 05.13.06 «Інформаційні технології». Оформлення дисертації та автореферату відповідає вимогам, що висуваються до наукових праць.

Зміст автореферату відповідає принципам положенням дисертації.

#### **Недоліки та зауваження.**

1. У першому розділі слід було розглянути ІУС сигналізації про пожежу конкретних літаків нового покоління виробництва різних країн.
2. У другому розділі при розгляді проблеми оцінювання технологічної складності льотних процедур необхідно було запропонувати автоматизацію видачі рекомендацій екіпажу.
3. У третьому розділі необхідно було більш детально описати критерії оптимізації надійних структур ІУС сигналізації.
4. У четвертому розділі не достатньою мірою розкритий алгоритм вибору оптимальних структур по приведених номограмах.
5. Проведений аналіз економічних втрат при відмовах ІУС варто було б розширити і деталізувати.
6. При проведенні досліджень задач розробки інформаційно-управляючих систем слід було використати сучасну теорію нечітких множин.
7. Додатки слід позначати послідовно великими літерами, за винятком літер Г, Є, І, Ї, Й, О, Ч і b (у роботі є додаток Г).
8. Четвертий розділ дисертаційної роботи перевантажений таблицями з результатами дослідження, які доцільно було б винести в додатки.

Проте, наведені зауваження не зменшують наукового рівня, цінності та загальної позитивної оцінки дисертаційної роботи.

## Висновки

1. Дисертаційна робота Дегтярьової Анастасії Олегівни є самостійною кваліфікованою науковою роботою, що має значну наукову та практичну цінність для розв'язання задач підвищення достовірності інформації в інформаційно-управляючих системах пожежної сигналізації.

2. Тема дисертації є актуальною, відповідає потребам сучасних підприємств та наукових досліджень з проблематики їх розвитку.

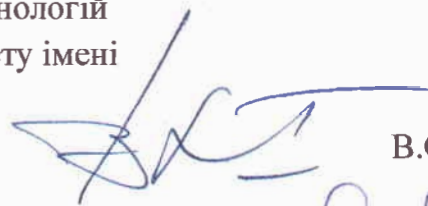
3. Положення, результати та висновки дисертаційної роботи пройшли апробацію на науково-практичних конференціях різного рівня. За темою дисертаційної роботи опубліковано достатню кількість наукових праць.

4. Зміст дисертаційної роботи та її результати відповідають паспорту спеціальності 05.13.06 – інформаційні технології.

5. Дисертаційна робота Дегтярьової А.О. відповідає існуючим вимогам щодо дисертаційних робіт на здобуття наукового ступеня кандидата наук, зокрема всім вимогам «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Кабінетом Міністрів України від 24 липня 2013 р. № 567 (зі змінами), які висуваються до оформлення кандидатських дисертацій, а її автор – Дегтярьова Анастасія Олегівна – заслуговує присудження їй наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.13.06 – інформаційні технології.

Офіційний опонент:

декан факультету інформаційних технологій  
Київського національного університету імені  
Тараса Шевченка  
доктор технічних наук, професор



В.Є. Снитюк

ПІАННС зас. 14.04.2021  
ВЧЕРН СЕКРЕТАР НДЧ  
КАРАУЛОВА Н.В.  
14.04.2021р.

