

Голові спеціалізованої вченої ради  
Д 41.106.01 Національного університету  
«Одеська морська академія»

65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 8

### ВІДГУК

офіційного опонента Богом'ї Володимира Івановича на дисертаційну роботу Шишкіна Олександра Володимировича на тему «Інтегрування систем морського радіозв'язку і навігації в рамках розвитку концепції е-навігації», яка представлена на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук з спеціальності 05.22.13 – навігація та управління рухом.

#### *Актуальність теми дисертації*

Сучасне морське судноплавство характеризується впровадженням нових систем морського радіозв'язку і навігації: глобальна морська система зв'язку у разі лиха та безпеки (ГМЗЛБ), цифровий вибіркового виклик (ЦВВ), супутникові системи зв'язку і глобальної навігації Інмарсат, GPS/ГЛОНАСС, Ірідіум, автоматична ідентифікаційна система (АІС), електронна картографічна і інформаційна система (ЕКНІС) та інші. Належна обробка великої кількості даних, що потрапляють на судно від цих систем, створюють на вахтового офіцера додаткове навантаження. Врахування усього потоку зовнішньої інформації на ходовому містку судна вимагає впровадження нових засобів відображення цієї інформації у вигляді, придатному для прийняття адекватних рішень з управління судно. Особливо критичне швидке реагування вахтового офіцера на поточну навігаційну обстановку і радіозв'язок на близької відстані в умовах стисненого плавання у каналах, протоках, складних метеоумовах. Міжнародна морська організація (ІМО) для вирішення у тому числі зазначених проблем активно просуває стратегічну концепцію е-навігації, ключовим напрямком якої є розвиток суднових інтегрованих систем. Концепція е-навігації спирається перш за все на практичні запити моряків для належної експлуатації суднових систем для вирішення завдань з безпечної навігації і ефективного виконання суднових операцій.

|                                                        |               |
|--------------------------------------------------------|---------------|
| НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ<br>«ОДЕСЬКА МОРСЬКА АКАДЕМІЯ» |               |
| КАНЦЕЛЯРІЯ                                             |               |
| Вхідний №                                              | 1159          |
| Надійшло                                               | 13.08.2014 р. |

Дисертаційна робота автора спрямована саме на вирішення проблем експлуатації суднових засобів навігації і радіозв'язку шляхом їхнього інтегрування, що обґрунтовує актуальність теми дисертаційної роботи.

### **Наукова новизна**

Наукова новизна дисертаційної роботи закладається у наступних результатах:

#### *Вперше:*

- розроблена концепція управління радіозв'язком, яка ґрунтується на інтегруванні комунікаційного і навігаційного обладнання, використання графічного інтерфейсу і спільної обробки даних автоматичної ідентифікаційної системи та цифрового вибіркового виклику в інформаційному дисплеї і ідентифікації радіотелефонних передач;

- розроблена методологія інтегрування систем навігації і радіозв'язку на основі існуючих суднових конвенційних систем: автоматичної ідентифікаційної системи, електронної картографічної і навігаційної системи, інтегрованої навігаційної системи, систем наземного радіозв'язку УКХ, ПХ/КХ діапазонів з використанням цифрового вибіркового виклику і радіотелефонії, яка дозволяє отримати синергетичний ефект і досягти мети поліпшення навігаційного спостереження і створення зручного інтерфейсу (SMART інтерфейсу) управління радіозв'язком і його моніторингу за рахунок спільної обробки даних від незалежних суднових засобів навігації і зв'язку;

- запропонований новий спосіб автоматичної ідентифікації радіотелефонних передач і передавання додаткової інформації в аналогових радіотелефонних каналах морської рухомої службі, заснований на сучасних методах цифрової обробки сигналів із застосуванням технології цифрових водяних знаків, якій дозволяє підвищити надійність ідентифікації у порівнянні з мовною ідентифікацією і використати цифрові додаткові дані в інших системах;

- розроблені нові алгоритми передавання даних в радіотелефонних сигналах і їх синхронізації за допомогою сигналів точного часу приймача глобальної навігаційної супутникової системи (GPS), які дозволяють найкращим чином вирішити компромісну задачу отримання конкуруючих параметрів кількість вбудованої інформації – якість сигналу-носія – стійкість даних до перешкод в реальному УКХ радіоканалі.

*Отримали подальший розвиток:*

- методи і засоби практичної реалізації інформаційного обміну за стандартами серії IEC 61162 (NMEA 0183) в суднових мережах радіозв'язку і навігації для здійснення віддаленого моніторингу/управління радіозв'язком з використанням цифрового вибіркового виклику;

- методи вбудовування додаткової інформації у звукові сигнали для інформованого кодеру з урахуванням стану сигналу-носія;

- методи виявлення і ідентифікації випадків порушень радіоефіру у вигляді анонімних УКХ радіопередач або проявів западання кнопки передавання (тангенти) радіостанції;

- методи прихованого передавання інформації у цифрових радіоканалах наземного і супутникового зв'язку.

Новизна науково-технічних результатів підтверджена десятима патентами України на винаходи і двома патентами Німеччини на корисні моделі. Права інтелектуальної власності належать Національному університету «Одеська морська академія».

#### *Ступінь обґрунтування наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність*

1. Науково-технічні розробки дисертаційного дослідження враховують актуальні міжнародні стандарти, Резолюції, Рекомендації, інші офіційні документи ІМО стосовно засобів морської навігації і радіозв'язку.

2. У дисертації наведені адекватні моделі розроблених систем, конкретні результати математичного моделювання за допомогою пакету Матлаб.

3. Результати досліджень доведені до розробки експериментальних апаратно-програмних прототипів і проведення випробувань у реальних УКХ радіозв'язку і АІС.

4. Результати дисертації використані у 5-ти завершених науково-дослідних розробках, в тому числі у науково-технічній розробці ДР № 0119U103293 за державним замовленням згідно розпорядження Кабінету Міністрів України від 10 липня 2019 р. № 530-р., у яких здобувач був відповідальним виконавцем. Розробки проводились Національним університетом «Одеська морська академія» відповідно плану Міністерства освіти і науки України.

5. Результати роботи використані в пропозиціях, що розроблені в НУ «ОМА» за участі здобувача і були представлені на державному рівні від

України в структури IMO (Комітети NAV, MSC, Підкомітети COMSAR, NCSR) у 2009 – 2018 роках.

6. По результатах роботи отримано 10 патентів України на винаходи, які пройшли відповідну кваліфікаційну експертизу і 2 патенти Німеччини на корисні моделі, отриманих за процедурою Patent Cooperation Treaty (Договір про патентну кооперацію).

Вказані чинники вичерпно доводять обґрунтованість і достовірність результатів дисертаційної роботи здобувача.

### ***Практична цінність дисертаційної роботи***

Мета і завдання дисертаційного дослідження з початку сформульовані на основі аналітичного аналізу літературних джерел, включно офіційних документів IMO, щодо практичних потреб користувачів – вахтових офіцерів судноводіїв. Тому отримані у дисертації розробки виконані за критерієм задоволення практичних потреб користувачів. Розроблений користувальницький інтерфейс передбачає стандартизацію моніторингу/управління радіозв'язком, дозволяє уникнути операцій з абстрактними даними і таким чином автоматизувати виконання обов'язкових процедур зв'язку, знизити ризики проявів людського фактору та запобігти порушенню судноводіями процедур радіозв'язку через складність та різноманіття кнопочових інтерфейсів.

Практична цінність розробленого способу автоматичної ідентифікації полягає сприяє запобіганню порушень правил радіообміну, проявів кнопочового ефекту (keying phenomenon) в зоні дії станцій управління рухом суден і морських пошуково-рятувальних центрів. Також може служити альтернативою використання радіопеленгувального обладнання на берегових станціях.

Документально практичність результатів роботи підтверджується відповідними актами, приведеними у додатку В дисертації.

### ***Оцінка змісту дисертаційної роботи***

Дисертація складається з анотацій державною та англійською мовами, списку основних опублікованих наукових робіт за темою дисертації, вступу, шести розділів, висновків, списку використаних літературних джерел та трьох додатків. Дисертація включає 350 сторінок, 102 рисунка, 16 таблиць, список використаних джерел з 228 найменувань.

У **вступі** зроблено загальну характеристику роботи, обґрунтовано важливість і актуальність теми дисертації, сформульовано мету і задачі дослідження, наведені основні наукові і практичні результати, що виносяться на захист.

У **першому розділі** зроблений аналітичний огляд сучасного стану суднових систем навігації і зв'язку та перспективи їх розвитку, проаналізовано документи ІМО, що стосуються теми дисертації, визначені проблеми практичного застосування апаратури морського радіозв'язку і навігації і причини їх виникнення.

У **другому розділі** обґрунтовано вибір теми дисертаційного дослідження, сформульовані головні та допоміжні завдання дисертації, розроблено технологічну карту проведення досліджень.

Розроблено методологію інтегрування систем навігації і радіозв'язку з метою отримання нових техніко-експлуатаційних якостей суднового обладнання в рамках збереження нормативного складу обладнання і діючих експлуатаційних процедур радіозв'язку. Визначений дуалізм об'єднання даних у разі їх спільної обробки і управління ресурсами. Показано, що у контексті методології управління ресурсами вузол встановлення радіозв'язку на дереві що розходиться має і три виходи: автоматична ідентифікаційна система, цифровий вибіркового виклик і радіотелефонія. Доведено, що ігнорування судноводієм цифрового вибіркового виклику і заміна його голосовим викликом на 16-му каналі звужує область доступних оператору ресурсів. Замість трьох потенційно можливих ресурсів, як зазначено вище, використовується тільки один ресурс – голосовий зв'язок, що в цілому призводить до неточностей взаємної ідентифікації і затримки власне інформаційного обміну по радіотелефону.

Проведений математичний аналіз обробки викликів в інтегрованій системі з використанням теорії байєсовських оцінок.

У **третьому розділі** розроблений спосіб автоматичної ідентифікації голосових повідомлень в морському радіозв'язку. Показано, що автоматична ідентифікація усуває помилки голосової ідентифікації, протидіє анонімним передаванням і блокуванню каналів зв'язку в зоні дії берегових служб управління рухом суден через «кнопковий» ефект (“keying phenomenon”) – навмисне або ні залипання кнопки передавання (тангенти) на УКХ слухавці.

Для технічної реалізації автоматичної ідентифікації запропоновано використання технології цифрових водяних знаків.

У **четвертому розділі** розроблено і досліджено модель каналу прихованого передавання даних.

Досліджені розроблені алгоритми вбудовування прихованих даних в частотній області дискретного перетворення Фур'є, застосування завадостійкого кодування, ортогонального частотного мультиплексування (OFDM) з метою оптимізації параметрів ЦВЗ. Запропоновано використання сигналів точного часу приймача глобальної навігаційної системи GPS для синхронізації пакетів даних.

В п'ятому розділі розроблені і досліджені два підходи до реалізації прихованого передавання інформації у цифрових каналах. Доведені переваги розробленого синдромного методу вбудовування додаткової інформації у порівнянні за методом заміни наймолодших бітів.

У шостому розділі наведені отримані результати комп'ютерного моделювання експериментальних досліджень прототипів розроблених апаратно-програмних комплексів.

У висновках сформульовані основні результати теоретичних і експериментальних досліджень дисертаційної роботи.

### ***Повнота викладення здобувачем основних результатів***

Основні результати дисертаційної роботи у повній мірі відображені у публікаціях автора у:

- національних і іноземних фахових виданнях (всього 26 статей), в тому числі 7 статей (з них 6 одноосібно) опубліковані у двох наукових фахових виданнях України категорії А і 4 статті у співавторстві опубліковані в іноземному виданні (Польща), яке входить до міжнародних наукових баз Scopus, Web of Science;
- 28-ми опублікованих наукових працях апробаційного характеру;
- більш 3 патентах України на винахід.

В авторефераті у списку публікацій визначена частина досліджень, виконаних здобувачем для робіт, що виконані у співавторстві.

Перевірка тексту дисертації та автореферату на наявність плагіату не виявила ніяких його ознак.

### ***Оцінка мови та оформлення дисертації та автореферату***

Дисертаційну роботу написано державною мовою, грамотно, з дотриманням офіційного науково-технічного стилю і термінології. Наведений перелік скорочень основних термінів українською та англійською мовами.

Анотування у повній мірі відображає зміст дисертаційної роботи і містить усю необхідну інформацію для загальної оцінки проведених досліджень і публікацій здобувача.

Зміст дисертації та отримані наукові результати відповідають паспорту спеціальності 05.22.13 – навігація та управління рухом.

Кандидатська дисертація Шишкіна О.В. на тему «Повышение плотности записи цифровой информации в накопителях на подвижном магнитном носителе (рос.)» захищена у 1984 році за спеціальністю 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления (рос.). Ніяких використання результатів досліджень і публікацій кандидатської дисертації у докторській дисертації та анотування не знайдено.

#### *Зуваження щодо змісту дисертації та анотування*

1. На наш погляд у першому розділі було би доцільно надати більш конкретну інформацію щодо існуючих судових інтегрованих систем навігації і інтегрованих систем радіозв'язку.
2. У першому розділі не достатньо чітко сформульовані загрози кібербезпеки, які виникають в інтегрованих системах.
3. На наш погляд потрібно проаналізувати функціонування розробленої інтегрованої системи для автоматичних ідентифікаційних систем усіх існуючих класів, а не тільки класу А, як це зроблено за замовченням.
4. Цифровий вибіркового виклику у загальному випадку може здійснюватися не тільки в адрес окремого судна, але і групі суден, або всім суднам. В дисертації не вказано яким чином здійснюється виклик групі суден і усім суднам, що на наш погляд було би доцільним пояснити.
5. Не вказані обмеження застосування автоматичної ідентифікації у разі зовнішньої синхронізації даних сигналами точного часу глобальної навігаційної супутникової системи у радіозв'язку на великих відстанях у ПХ/КХ діапазонах.
6. Розділ 4 на наш погляд перенасичений суто математичними викладками, які доцільно було би оформити окремим додатком.
7. У розділі 6, п. 6.10 вказано, що основною командою для реалізації двосторонньої комунікації у системі SMART є команда DSC. З рисунку 6.22 слідує про те, що ця команда використовується для обміну даними формату цифрового виклику, але відсутня інформація про те яким чином забезпечується управління частотами (каналами).

Автореферат у повній мірі відображає зміст дисертаційної роботи і містить усю необхідну інформацію для загальної оцінки проведених досліджень і публікацій здобувача.

Зміст дисертації та отримані наукові результати відповідають паспорту спеціальності 05.22.13 – навігація та управління рухом.

Кандидатська дисертація Шишкіна О.В. на тему «Повышение плотности записи цифровой информации в накопителях на подвижном магнитном носителе (рос.)» захищена у 1984 році за спеціальністю 05.13.05 – Элементы и устройства вычислительной техники и систем управления (рос.). Ніяких використань результатів досліджень і публікацій кандидатської дисертації у докторській дисертації та автореферату не знайдено.

### *Зауваження щодо змісту дисертації та автореферату*

1. На наш погляд у першому розділі було би доцільно надати більш конкретну інформацію щодо існуючих суднових інтегрованих систем навігації і інтегрованих систем радіозв'язку.
2. У першому розділі не достатньо чітко сформульовані загрози кібербезпеки, які виникають в інтегрованих системах.
3. На наш погляд потрібно проаналізувати функціонування розробленої інтегрованої системи для автоматичних ідентифікаційних систем усіх існуючих класів, а не тільки класу А, як це зроблено за замовченням.
4. Цифровий вибіркоковий виклик у загальному випадку може здійснюватися не тільки в адрес окремого судна, але і групі суден, або всім суднам. В дисертації не вказано яким чином здійснюється виклик групі суден і усім суднам, що на наш погляд було би доцільним пояснити.
5. Не вказані обмеження застосування автоматичної ідентифікації у разі зовнішньої синхронізації даних сигналами точного часу глобальної навігаційної супутникової системи у радіозв'язку на великих відстанях у ПХ/КХ діапазонах.
6. Розділ 4 на наш погляд перенасичений суто математичними викладками, які доцільно було би оформити окремим додатком.
7. У розділі 6, п. 6.10 вказано, що основною командою для реалізації двосторонньої комунікації у системі SMART є команда DSC. З рисунку 6.22 слідує про те, що ця команда використовується для обміну даними формату цифрового виклику, але відсутня інформація про те яким чином забезпечується управління частотами (каналами).

8. У тексті автореферату і дисертації є деякі суто технічні і лінгвістичні помилки, наприклад, у авторефераті на стор. 11: скорочення ІМПС замість ІМРС; у дисертації на стор. 77: скорочення СУДС замість СУРС.

### **Загальні висновки**

За загальною оцінкою дисертаційної роботи Шишкіна Олександра Володимировича на тему «Інтегрування систем морського радіозв'язку і навігації в рамках розвитку концепції е-навігації», можна зробити загальний висновок, що вона являється завершеним науковим дослідженням, яке містить нові науково обґрунтовані і практично корисні результати, виконане автором самостійно на належному науково-технічному рівню.

Автореферат повністю відображає зміст та основні положення дисертації.

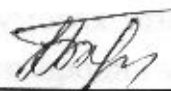
Дисертаційна робота відповідає паспорту спеціальності 05.22.13 – навігація та управління рухом.

За науковим рівнем, практичною цінністю, публікаціями та апробацією результатів досліджень дисертаційна робота відповідає вимогам до докторських дисертацій, визначених пунктами 9, 10, 12, 13 Порядку присудження наукових ступенів, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України № 567 від 24.07.2013 р. зі змінами, затвердженими Постановою Кабінету Міністрів України № 607 від 15.07.2020 р.

Дисертація відповідає вимогам, які висуваються до кваліфікаційних наукових робіт на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.13 – навігація та управління рухом.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,



Володимир Богом'я

Підпис професора Богом'я Володимира Івановича засвідчую:

Ректор



Надія Брайковська