

В спеціалізовану вчену раду Д 41.106.01
при Національному університеті
«Одеська морська академія»
Міністерства освіти і науки України
65029, м. Одеса, вул. Дідріхсона, 8

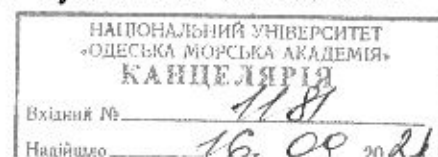
ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу

Шипкіна 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 зі спеціальності 05.22.13 – навігація та управління рухом

1. Актуальність теми дисертації

Актуальність теми дисертаційної роботи обґрунтовується впровадженням в морське судноплавство нових систем морської навігації і радіозв'язку і виникненням проблем практичної експлуатації суднового обладнання, яке задіяне у цих системах, для забезпечення безпеки судноплавства. Застосування нових систем морського радіозв'язку і навігації, зокрема, глобальної морської системи зв'язку під час лиха та для забезпечення безпеки мореплавства (ГМЗЛБ), цифрового вибіркового виклику (ЦВВ), супутникових систем зв'язку і глобальної навігації Інмарсат, Ірідіум, GPS/ГЛОНАСС, автоматичної ідентифікаційної системи (АІС), електронної картографічної навігаційно-інформаційної системи (ЕКНІС) створили підґрунтя для якісно нового процесу управління судном. Впровадження нової техніки призводить до певних проблем її належної експлуатації на ходовому містку судна. Великі потенційні можливості для підвищення техніко-експлуатаційних характеристик суднового обладнання



можуть бути реалізовані в результаті інтегрування морських систем радіозв'язку і навігації та спільної обробки даних, отриманих від цих систем. Саме тому інтегрування систем є вагомим важелем розвитку сучасного судноплавства. Напрямок інтегрування є також ключовим питанням у стратегічному плані імплементації світової концепції е-навігації, яка висунута Міжнародною морською організацією (IMO) і активно розвивається у світовому морському просторі.

Концепція е-навігації спирається, перш за все, на практичні заходи моряків для належної експлуатації суднових систем і пристроїв, для вирішення завдань з безпечної навігації і ефективного виконання суднових операцій.

Засоби зв'язку ГМЗЛБ безпосередньо впливають на ефективне і безпечне судноплавство, але на практиці впровадження нових систем зв'язку, зокрема, ЦВВ, не дозволяють отримати належну оперативність і ефективність радіозв'язку при поодинокому використанні, створюють додаткове навантаження з організації радіозв'язку на вахтового офіцера суднового містка. Негативним фактором є також різноманітність радіообладнання, складність і довготривалість ручних операцій з управління апаратурою, що призводять на практиці до нехтування вимогами правил зв'язку, помилок ідентифікації суден і, в кінцевому рахунку, впливає на безпеку та ефективність морського судноплавства.

Вказані вище чинники доводять актуальність вибору теми дисертаційного дослідження.

2. Наукова новизна

Наукова новизна дисертаційної роботи полягає у наступних вперше отриманих результатах:

- сформульовано та науково обґрунтовано концепцію управління наземним радіозв'язком в системі ГМЗЛБ, яка ґрунтується на інтегруванні комунікаційного і навігаційного обладнання, спільній обробці даних ЦВВ та

AIS, використанні графічного інтерфейсу та автоматичній ідентифікації радіотелефонних передач;

– розроблено методологію інтегрування систем навігації і радіозв'язку на основі існуючих суднових конвенційних систем: AIS, ЕКНІС, інтегрованої навігаційної системи, систем наземного радіозв'язку УКХ, ПХ/КХ діапазонів з використанням ЦВВ і радіотелефонії, яка дає змогу отримати синергетичний ефект і досягти мети поліпшення навігаційного спостереження і створення зручного SMART-інтерфейсу управління радіозв'язком і його моніторингу за рахунок спільної обробки даних від незалежних суднових засобів навігації і зв'язку;

– запропоновано і досліджено новий спосіб автоматичної ідентифікації радіотелефонних передач і передавання додаткової інформації в аналогових радіотелефонних каналах морської рухомої служби, який заснований на сучасних методах цифрової обробки сигналів із застосуванням технології цифрових водяних знаків та дає змогу підвищити надійність ідентифікації у порівнянні з мовною ідентифікацією і використати цифрові дані ідентифікації в інших суднових системах і у зв'язку спеціального призначення при терористичних загрозах;

– розроблено нові алгоритми передавання даних в радіотелефонних сигналах і їх синхронізації за допомогою сигналів точного часу приймача глобальної навігаційної супутникової системи (GPS), які забезпечують успішний розв'язок компромісної задачі отримання конкуруючих параметрів «кількість вбудованої інформації – якість сигналу-носія – стійкість даних до перешкод в реальному УКХ радіоканалі».

Крім того, у результаті виконаних автором досліджень отримали подальший розвиток наступні методи:

– 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, які дозволяють підвищити

завадостійкість передавання даних за рахунок використання інтерфейсу RS-485;

- методи вбудовування додаткової інформації у звукові сигнали для інформованого кодеру з урахуванням стану сигналу-носія шляхом використання зовнішньої синхронізації вбудованих даних сигналами точного часу від приймача GPS;

- методи виявлення та ідентифікації випадків порушень радіоефіру у вигляді анонімних УКХ радіопередач або проявів западання кнопки передавання (тангенти) радіостанції шляхом прихованого передавання ідентифікатора морського судна у складі мовного повідомлення;

- методи прихованого передавання інформації у цифрових радіоканалах наземного і супутникового зв'язку шляхом використання синдромного алгоритму вбудовування інформації.

Наукові результати доведені математично, підтверджені результатами комп'ютерного моделювання, створенням та випробуваннями експериментальних прототипів у реальних радіоканалах.

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

3. Ступінь обґрунтування наукових положень, висновків і рекомендацій, які сформульовані у дисертації

Теоретичні дослідження, проведені автором, базуються на використанні математичного апарату теорії інформації, цифрової обробки сигналів, об'єднання даних, теорії цифрових водяних знаків (ЦВЗ) і стеганографічного (прихованого) передавання інформації. Розроблені алгоритми засновані на адекватних математичних моделях.

Проведено комп'ютерне моделювання в середовищі математичного пакету МАТЛАБ з всебічним аналізом отриманих результатів і оптимізацією

параметрів моделі. Слід зазначити доведення науково-технічних розробок до реалізації у вигляді апаратно-програмних комплексів інтегрованої системи SMART і системи автоматичної ідентифікації радіотелефонних повідомлень на платформі мікроконтролера STM-32 Discovery з проведенням натурних експериментів. Науково-технічні розробки виконані з урахуванням міжнародних промислових стандартів на засоби морської навігації і радіозв'язку, Резолюцій і Рекомендацій ІМО.

Матеріали дисертаційної роботи доповідалися на чисельних наукових конференціях міжнародного і всеукраїнського рівня із загальною кількістю 29 публікацій, з них 9 англійською мовою. Результати роботи використані в пропозиціях, що розроблені в Національному університеті «Одеська морська академія» і представлені на державному рівні від України в структури ІМО, а саме:

- Підкомітет ІМО з Радіозв'язку, пошуку та рятування (COMSAR/14) у 2009 р.;
- Підкомітет ІМО з Навігації, радіозв'язку, пошуку та рятування (NCSR/3) у 2016 р., (NCSR/4) у 2017 р., (NCSR/5) у 2018 р.;
- Комітет ІМО з навігації (NAV/56) у 2010 р., (NAV/58) у 2012 р., (NAV/59) у 2013 р., Комітет ІМО з безпеки мореплавства (MSC/97) у 2016 р., про що засвідчено відповідним актом у Додатку В дисертації.

Новизна отриманих автором дисертації результатів також підтверджується отриманими патентами на винаходи за темою дисертації.

Таким чином, дисертаційна робота містить розроблені автором науково обґрунтовані теоретичні, експериментальні результати і наукові положення, які характеризуються єдністю змісту і свідчать про особистий внесок здобувача.

4. Практична цінність дисертаційної роботи

Практична цінність результатів роботи полягає в тому, що проведені розробки виконані виходячи з практичних вимог моряків – вахтових офіцерів

судноводійної команди морського судна для зниження робочого навантаження на ходовому містку і забезпечення безпечної навігації.

Практична цінність також підтверджується можливістю впровадження результатів роботи на берегових станціях служби управління рухом суден і морських пошуково-рятувальних центрах.

Результати роботи використані у 5-ти науково-дослідних роботах, в тому числі у науково-технічній розробці за державним замовленням за розпорядженням Кабінету Міністрів України від 10 липня 2019 р. № 530-р, ДР № 0119U103293, що виконувались в Національному університеті «Одеська морська академія» відповідно плану Міністерства освіти і науки України. У всіх роботах автор був відповідальним виконавцем.

Результати роботи були використані у Казенному підприємстві «Морська пошуково-рятувальна служба» і в пропозиціях, що розроблені в Національному університеті «Одеська морська академія» і представлені на державному рівні від України до структур ІМО, що засвідчено відповідними актами у Додатку В дисертації.

5. Оцінка змісту дисертаційної роботи

У **вступі** дано 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** зроблено аналітичний огляд сучасного стану суднових систем навігації і зв'язку та перспективи їх розвитку. Проаналізовані документи ІМО, що стосуються теми дисертації, зокрема, Стратегічний план реалізації концепції е-навігації, пріоритетні рішення для впровадження е-навігації. Встановлені проблеми експлуатації апаратури морського радіозв'язку з ЦВВ і причини їх виникнення.

У **другому розділі** розроблено методологію інтегрування систем навігації і радіозв'язку для реалізації запроектованих можливостей ЦВВ в

максимально зручному для судноводія вигляді в рамках існуючого конвенційного обладнання та діючих експлуатаційних процедур радіозв'язку з використанням ЦВВ.

Обґрунтовано вибір теми дисертаційного дослідження, сформульовано три головних завдання дисертації, допоміжні завдання, розроблено технологічну карту проведення досліджень.

На основі теорії об'єднання даних доведено, що інтегрування систем радіозв'язку (УКХ/ЦВВ) і навігації (ЕКНІС/АІС) і використання графічного інтерфейсу моніторингу/управління зв'язком з ЦВВ дозволяє кардинальним чином змінити інтерфейс взаємодії судноводія з апаратурою ЦВВ, замінивши ручні операції з абстрактними даними на автоматичне виконання дій в рамках існуючих експлуатаційних процедур радіозв'язку з використанням ЦВВ.

Проведений аналіз обробки викликів в інтегрованій системі на основі математичного апарату байєсівських оцінок у системі масового обслуговування.

У **третьому розділі** розроблено спосіб автоматичної ідентифікації (АІ) голосових повідомлень в морському радіозв'язку. Важливість АІ обумовлена тим, що голосове повідомлення ідентифікатора судна (назва/позивний сигнал, ідентифікатор морської рухомої служби) може бути неприйнятним, невірно зрозумілим або відсутнім взагалі. Анонімні передачі, особливо на каналах лиха і безпеки, негативно впливають на безпеку судноплавства. Доведено, що АІ здатна подолати так званий «кнопковий» ефект (“keying phenomenon”) – залипання кнопки передавання (тангенти) на УКХ слухавці. Прояв ефекту особливо шкідливий в зоні дії берегових служб управління рухом суден, оскільки режим передавання в УКХ діапазоні блокує усі інші передачі судових і берегової станції на цьому каналі.

Запропоновано для реалізації АІ використання технології цифрових водяних знаків (ЦВЗ). Доведені переваги застосування алгоритмів ЦВЗ з інформованим кодером.

У четвертому розділі розроблено модель каналу передавання даних ЦВЗ і практичні алгоритми формування і виявлення ЦВЗ з урахуванням усіх можливих завад в УКХ радіоканалі. Досліджено можливі види квантування коефіцієнту кореляції за параметрами, що піддавались квантуванню: абсолютне значення (амплітуда), фаза, амплітуда та фаза одночасно. Математично доведено, що з трьох можливих видів квантування найкращий результат по співвідношенню кількість – якість – стійкість дає квантування коефіцієнту кореляції за амплітудою.

Досліджені алгоритми формування ЦВЗ в частотній області дискретного перетворення Фур'є, застосування завадостійкого кодування, частотного ортогонального мультиплексування (OFDM, *Orthogonal Frequency-Division Multiplexing*) з метою оптимізації параметрів ЦВЗ. Запропоновано використання таймерних сигналів приймача GPS для синхронізації пакетів даних ЦВЗ.

В п'ятому розділі розроблені і досліджені два підходи до реалізації стеганографічного (прихованого) передавання інформації у цифрових каналах. Показано, що в розробленому синдромному методі вбудовування інформації інформаційна ефективність ЦВЗ значно перевищує цей показник для методу заміни наймолодших бітів.

У шостому розділі наведені результати з технічної реалізації, комп'ютерного моделювання і натурних випробувань експериментальних прототипів розроблених апаратно-програмних комплексів.

6. 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 у 7 статях (з них 6 одноосібно), опублікованих у двох наукових фахових виданнях України категорії А і 4 статтях у співавторстві,

опублікованих в іноземному виданні (Польща), яке входить до міжнародних наукових баз Scopus, Web of Science;

- наукових працях апробаційного характеру (29 публікацій);
- патентах України на винаходи (10 патентів) і патентах на корисну модель (2 патенти Німеччини);
- науково-навчальних роботах (всього 11 публікацій, у тому числі підручник з грифом МОН, 3 навчальні посібники, 7 розділів в монографіях, збірниках наукових праць;
- 2-х інших публікаціях.

В авторефераті у списку публікацій зазначена частина досліджень, виконаних здобувачем для публікацій у співавторстві.

7. Оформлення дисертації та автореферату

Дисертація складається з анотації, вступу, 6 розділів, висновків, списку використаних джерел і трьох додатків. Повний обсяг дисертації складас 350 сторінок, 102 рисунка, 16 таблиць, список використаних джерел з 228 найменувань.

Дисертаційну роботу написано державною мовою, грамотно, на високому науково-технічному і стилістичному рівні.

Зміст автореферату повністю відповідає основним положенням дисертаційної роботи.

Дисертація і автореферат оформлені згідно існуючим вимогам МОН України, викладення матеріалу послідовне, логічне, що дає змогу однозначно сприймати інформацію. Висновки по розділах і в цілому по роботі узагальнюють отримані в них результати.

8. Зауваження щодо змісту дисертації та автореферату

8.1. Зауваження до ВСТУПУ дисертації:

- відсутнє формулювання наукової проблеми, вирішенню якої присвячено дисертаційну роботу; виходячи з ВИСНОВКІВ дисертації, автор

вбачає цю проблему в удосконаленні сучасних систем зв'язку і навігації суден шляхом їх інтегрування і спільної обробки даних, залишаючись при цьому в рамках базового складу суднового обладнання; слід було б подати це формулювання у ВСТУПІ як актуальну наукову проблему;

- не всі пункти наукової повизни однаково чітко сформульовані; так, методи, що декларуються автором як такі, що отримали подальший розвиток, не містять опису інструментарію, за допомогою якого вони отримані і, таким чином, мають лише рекламно-інформаційний характер.

8.2. Зауваження до тексту дисертації:

- розроблена у розділі 2 інтегрована система навігації добре працює у разі індивідуальних адресних викликів зі звичайним пріоритетом; нажаль, автором не показано, яким чином вона буде функціонувати у разі викликів суден з пріоритетами лиха, терміновості, безпеки;

- заслуговує на схвалення розроблені автором питання інтегрування засобів зв'язку близької дії УКХ-діапазону та автоматичної ідентифікаційної системи; проте для більш повного висвітлення цього питання доцільно було б надати пояснення щодо інтегрування і роботи засобів зв'язку на середніх і далеских відстанях ПХ/КХ-діапазонів;

- відомо, реалізація додаткової функції в ЕКНІС з управління радіозв'язком обмежена через її перенавантаження іншими функціями; було б доцільно вказати, з якого дисплея це управління альтернативно має здійснюватися;

- у дисертації наведені принципи дій і алгоритми функціонування низки пристроїв автоматичної ідентифікації радіотелефонних повідомлень, але не зроблений висновок, якій з цих пристроїв є найбільш придатним для практичного використання;

- відомо, що у загальному випадку інтегрування інформаційних потоків негативно впливає на інформаційну безпеку; автору слід було б проаналізувати можливі варіанти вирішення цієї проблеми, які напрацьовані в суміжних галузях науки.

8.3. Зауваження до ВИСНОВКІВ дисертації:

- не всі пункти наукової новизни, наведені у ВСТУПІ, підтверджені автором як дійсно отримані у результаті дисертаційного дослідження; так, висновок про вперше розроблені нові алгоритми передавання даних в радіотелефонних сигналах і їх синхронізації за допомогою сигналів точного часу приймача глобальної навігаційної супутникової системи (GPS), у ВИСНОВКАХ відсутній;

- не підтверджені автором у ВИСНОВКАХ також перший, третій і четвертий пункти наукової новизни, що отримали подальший розвиток.

8.4. Зауваження до оформлення дисертації:

- у ЗМІСТІ дисертації не вказані такі важливі текстові складові, як висновки до розділів; це дещо утруднює оперативний аналіз результатів роботи;

- рисунок 1.10 не є науковим за формою, варто було б його зробити більш академічним.

Наведені зауваження не впливають на загальну високу оцінку дисертаційної роботи, у якій вирішено актуальну прикладну наукову проблему підвищення ефективності функціонування морських систем навігації і зв'язку для забезпечення безпеки судноплавства за рахунок інтегрування цих систем і спільної обробки інформації при збереженні конвенційного складу суднового обладнання.

9. Відповідність дисертації вимогам МОН України

Дисертаційна робота Шишкіна Олександра Володимировича за змістом та оформленням відповідає вимогам МОН України до робіт на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук.

Тема дисертації, її зміст та отримані наукові та практичні результати дослідження відповідають науковій спеціальності 05.22.13 – навігація та управління рухом.

10. Рекомендації щодо використання результатів дисертаційної роботи

Отримані автором наукові та практичні результати можуть бути рекомендовані для використання, у першу чергу, державними та приватними судноплавними компаніями, а також підприємствами Адміністрації морських портів України та іншими організаціями, що ведуть виробничу діяльність на об'єктах водного транспорту.

Матеріали дисертації можуть бути використані вищими навчальними закладами України, які готують фахівців для морегосподарського комплексу України.

11. Загальні висновки

Оцінюючи дисертаційну роботу Шишкіна Олександра Володимировича «Інтегрування систем морського радіозв'язку і навігації в рамках розвитку концепції е-навігації» у цілому, можна зробити висновок, що вона є завершеним науковим дослідженням, яке виконане автором самостійно на високому науково-технічному рівні.

Отримані автором результати, висновки і рекомендації є обґрунтованими і достовірними, підтверджуються коректними математичними доказами, комп'ютерним моделюванням та натурними випробуваннями експериментальних прототипів розроблених апаратно-програмних комплексів.

Наукові розробки ґрунтуються на використанні сучасних ІТ-технологій, являються достовірними, а висновки і рекомендації автора є обґрунтованими.

Наведені вище зауваження не знижують наукової цінності дисертаційної роботи.

З урахуванням вищезазначеного вважаю, що дисертаційна робота Шишкіна Олександра Володимировича «Інтегрування систем морського радіозв'язку і навігації в рамках розвитку концепції е-навігації» відповідає

вимогам «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою Кабміну Міністрів України від 24.07.2013 р., № 567 зі змінами, затвердженими Постановою Кабміну Міністрів України від 15.07.2020 р. № 607, а її автор заслуговує на присудження йому наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.22.13 – навігація та управління рухом.

Офіційний опонент

доктор технічних наук, професор,

професор кафедри електричної інженерії

суднових та роботизованих комплексів

Національного університету кораблебудування

імені адмірала Макарова

14.08.2021 р.

В.С. Блінцов

