

## ВІДГУК

офіційного опонента на дисертаційну роботу здобувача наукового ступеня доктора філософії Курдюка Сергія Вікторовича на тему  
**“Особливості формування інформаційного гідроакустичного каналу в мілкому морі”**

за спеціальністю 171 Електроніка  
галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації

Питання створення підводної техніки відносяться до актуальних питань розвитку України як морської держави. Розробка нових зразків підводної техніки являється окремим прикладним науковим завданням, оскільки вони забезпечують високу продуктивність виконання пошукових, геологорозвідувальних та інших морських операцій цивільного призначення.

Особливу актуальність вказаний напрямок розвитку морської техніки має для Військово-Морських Сил Збройних Сил України, де існує ряд завдань картографічно-розвідувального, протимінного та пошуково-рятувального характеру на малих глибинах. Успішний розв'язок зазначених завдань може бути забезпечений створенням і застосуванням сучасних морських технологій та підводної робототехніки, що, в свою чергу, обумовлює виникнення і розвиток специфічних автономних пошукових мобільних пристроїв, які зв'язані інформаційними каналами з рухомими носіями або стаціонарними постами засобів гідроакустичного зв'язку, телеметрії, управління і контролю.

Існує необхідність в подальшому розвитку прикладних аспектів фізики мілких морів, впровадженні результатів досліджень в теорію і практику створення робототехнічних телеметричних систем і систем звукопідводного зв'язку, а також у висвітленні особливостей формування акустичного поля при створенні нових модельних представлень та експлуатації інформаційних каналів під час проведення прикладних пошукових, картографічних, дослідницьких та інших видів підводних робіт. Для успішного розв'язку вказаних задач необхідні коректні наближення традиційних модельних ситуацій поширення звуку в мілких морях до реальних, враховуючи такий складний чинник як морське середовище, вплив якого є визначальним при організації каналу зв'язку і швидкості передачі даних.

Проведені автором дослідження сучасного стану розвитку засобів гідроакустичної телеметрії і пошукових підводних систем на їх основі свідчать, що проблемним залишається питання підвищення швидкості передачі інформації і власне, формування підводного інформаційного каналу.

Тому дослідження особливостей формування інформаційного гідроакустичного каналу пошукової системи “підводний апарат – надводний корабель” при поширенні інформаційного повідомлення в підводному звуковому хвилеводі, розвиток існуючих і розробка перспективних модельних постановок та розв'язків задач формування акустичного поля в

таких інформаційних гідроакустичних каналах, є актуальними.

**Обґрунтованість і достовірність наведених у дисертації наукових положень** забезпечена коректністю поставлених завдань дослідження, адекватним підбором та аналізом науково-технічної літератури, підтверджена публікаціями у рецензованих технічних фахових виданнях та апробацією на міжнародних конференціях. Експериментальна частина проведена з використанням комп'ютерного моделювання, що дозволило отримати якісні результати. Вибір методів і методик повністю відповідає рішенням поставлених задач.

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

Визначені, розраховані та показані особливості основних характеристик інформаційного гідроакустичного каналу, представленого підводним хвилеводом з ідеальними границями при роботі з сигналами, які подані хвильовим пакетом.

Сформульована та розв'язана “проблема групової швидкості” для мілких морів, а також визначена, розрахована і показана мінливість швидкості поширення сигналу в підводному звуковому каналі в залежності від частоти і координат.

Одержали подальший розвиток математичні та фізичні передумови виникнення локальних областей типу особливих точок (“вихор”, “сідло”) векторного поля інтенсивності в плоскопаралельному хвилеводі з ідеальними границями.

Показані просторово-часові залежності питомого імпедансу та його складових при озвучуванні робочого простору двохчастотним сигналом.

Показано збіг теоретичних результатів щодо динаміки поведінки імпульсного(за тиском) хвильового пакету під час поширення в районі пошукових робіт та врахування завадо-сигнальної обстановки в частині визначення ймовірності бітової помилки та залучення ймовірнісних критеріїв Неймана-Пірсона.

Вперше запропоновано методологію врахування комплексного впливу на енергетичну дальність дії гідроакустичних засобів просторових розподілень скалярних і векторних характеристик акустичного поля (тисків, швидкостей, інтенсивностей та імпедансів).

Отримано співпадіння теоретичних результатів та результатів морського натурного експерименту для системи “підводний апарат – надводний корабель” при роботі абонентів у заданих умовах мілкого моря.

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

Практична значимість роботи полягає в можливості використання результатів:

- для подальшого розвитку прикладних аспектів фізики мілких морів;
- в задачах створення робототехнічних телеметричних систем і систем звукопідводного зв'язку, а також у висвітленні особливостей формування акустичного поля при створенні нових модельних представлень та експлуатації інформаційних каналів під час проведення прикладних пошукових, картографічних, дослідницьких та інших видів підводних робіт;

- впровадженні результатів досліджень в практику радіотехнічної і штурманської служби Військово-Морських Сил Збройних Сил України.

**Повнота викладення здобувачем основних результатів дисертаційної роботи у публікаціях.**

За результатами досліджень опубліковано 9 наукових праць, з яких 7 статей у наукових фахових виданнях, у тому числі в міжнародних виданнях, включених до науково метричних баз Scopus і Web of Science, 2 тези доповіді у збірниках матеріалів міжнародних конференцій. Особистий внесок здобувача в роботах, опублікованих у співавторстві, є вагомим.

Публікації за темою дисертаційного дослідження повністю відображають основні наукові положення, результати і висновки роботи.

Порушень академічної доброчесності не виявлено.

**Оцінка мови, стилю та оформлення дисертації.**

Дисертаційна робота складається із анотацій, написаних українською та англійською мовами, вступу, 5 розділів, висновків, списку використаних джерел та додатків. Кожен розділ дисертації має завершену структуру, а висновки узагальнюють результати досліджень та відповідають поставленим задачам. Дисертація написана технічною українською мовою, стиль в цілому відповідає усім сучасним вимогам написання наукових робіт.

Оформлення дисертаційної роботи здобувача відповідає вимогам Наказу Міністерства освіти і науки України №40 від 12.01.2017 «Про затвердження Вимог до оформлення дисертації».

Основний зміст дисертаційної роботи викладено в п'яти розділах та чотирьох додатках.

У **вступі** обґрунтовано актуальність дисертаційної роботи, сформульовано мету та визначено коло задач дослідження, описано методи дослідження, надана інформація про наукову новизну та практичне значення одержаних результатів.

**Перший розділ** роботи присвячено огляду наявних останніх публікацій з напрямків розвитку підводної робототехніки, існуючих новітніх підводних апаратів, організації інформаційних каналів для абонентів різного класу. В розділі також наведено основні тактико-технічні характеристики підводного апарату та з'ясовані засади організації процесу обміну робочою, контрольною інформацією та інформацією управління, зв'язку та телеметрії.

У **другому розділі** поставлено і визначено основні вихідні співвідношення задачі формування поля акустичного тиску в інформаційному каналі. Обрано складний сигнал – повідомлення та визначено швидкість передачі комунікаційних повідомлень. Описано ефекти деформації хвильового пакету. Розглянуто “проблему групової швидкості” та розраховано частотні залежності швидкості поширення сигналу для ситуації двохчастотного збудження хвилеводу.

**Третій розділ** роботи присвячено питанням створення векторного поля інтенсивності у хвилеводному каналі, надані математичні і фізичні передумови виникнення вихорових та сідлових структур, приведено їх координатні залежності.

**Четвертий розділ** містить результати дослідження імпедансних характеристик хвилеводу. Крім того, з'ясовано ситуацію просторової та частотної залежності питомого імпедансу робочої області для комбінаційних та акустично м'яких границь при двохчастотному збуренні хвилеводу.

**П'ятий розділ** присвячено проведенню експериментальних досліджень, які відбувалися шляхом натурального морського експерименту. При цьому режими маневрування виконувалися абонентами, тактико-технічні характеристики яких відповідали заявленим в першому розділі вихідним даним, на підставі яких здійснювався розрахунок енергетичної дальності дії по інформаційному гідроакустичному каналу.

#### **Зауваження до дисертаційної роботи.**

Позитивно оцінюючи дисертацію, необхідно вказати на ряд недоліків.

1. Для проведення досліджень інформаційних гідроакустичних каналів автор пропонує багатоцільовий автономний підводний апарат, в той же час не достатньо чітко аргументує вибір підводного апарату зазначеного типу та системи управління ним.

2. При обґрунтуванні схеми досліджень не надано чіткого пояснення використання для рішення задач хвилеводного поширення звуку двохчастотних імпульсних послідовностей замість монохроматичних джерел. Відсутність конкретики в розумінні використання двохчастотного сигналу ускладнює розуміння виконаної автором роботи.

3. При дослідженні векторного поля інтенсивності було б доцільним введення характеристик наповнення та околиць областей особливих точок (сингулярностей) відповідних класів “вихор” і “сідло” – їх період розташування, геометричні та хвильові розміри, змінення рівня тиску.

4. У висновках не вказані найбільш важливі наукові та практичні результати дисертації, хоча вони викладені у вступній частині дисертації.

5. В дисертаційній роботі присутні граматичні та орфографічні помилки, частина рисунків оформлена з порушеннями вимог.

6. Список публікацій здобувача за темою дисертації в анотації відрізняється від списку публікацій в дисертації.

7. Не зазначено конкретний особистий внесок в наукові праці, які опубліковані із співавторами.

Наведені зауваження не знижують наукового та практичного значення дисертаційної роботи та не впливають на позитивну оцінку представленої роботи.

#### **Висновок**

Дисертаційна робота Курдюка Сергія Вікторовича на тему «Особливості формування інформаційного гідроакустичного каналу в мілкому морі» виконана на належному науково-технічному рівні та за актуальністю, науковою новизною, теоретичним та практичним значенням, отриманими результатами та кількістю публікацій робота відповідає вимогам, передбаченими пунктами 9, 10, 11 «Порядку проведення експерименту з присудження ступеня доктора філософії», затвердженого

Постановою Кабінету Міністрів України №167 від 6 березня 2019 р., а її автор, Курдюк Сергій Вікторович, заслуговує присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 17 "Електроніка та телекомунікації" за спеціальністю 171 "Електроніка".

Офіційний опонент:

провідний науковий співробітник Центрального науково-дослідного інституту озброєння та військової техніки Збройних Сил України  
доктор технічних наук, старший науковий співробітник

Анатолій ДЕРЕПА

« 02 » листопада 2021 року

Підпис А. В. Дерепи засвідчую:



Начальник відділу  
персоналу та стройового  
інституту ОБТ ЗС України

Є. НОВОЖЕНІН