

## ВІДГУК

офіційного опонента

члена-кореспондента НАН України, доктора географічних наук, професора  
Осадчого Володимира Івановича, директора Українського  
гідрометеорологічного інституту ДСНС України та НАН України  
на дисертаційну роботу Сриберка Андрія Вікторовича  
«Термохалинна структура та методика розрахунків її просторового розподілу в  
діяльному шарі Чорного моря», подану на здобуття наукового ступеня доктора  
філософії за спеціальністю 103 «Науки про Землю»

*Актуальність теми дослідження та її зв'язок з науковими програмами,  
планами, темами*

Суттєве скорочення регулярних експедиційних досліджень океанів і морів та одночасне зростання потреб у знаннях про стан і тенденції змін морського довкілля висунули на передній план розвиток методів застосування даних супутникового дистанційного зондування.

Разом з архівними і оперативними даними контактних вимірювань інформація про температуру поверхні моря (ТПМ) від супутникових сканерів інфрачервоного діапазону та про динамічний рельєф морської поверхні від супутникових альтиметрів може засвоюватися в сучасних чисельних глобальних і регіональних гідро-термодинамічних моделях системи «океан-атмосфера» з метою отримання тривимірної картини структури і динаміки вод принаймні діяльного шару морів і океанів.

Іншим підходом «проникнення» від поверхні моря в глибини його діяльного шару є фізико-статистичні методи і розроблення на їхній основі автоматизованих систем штучного інтелекту, навчання і перенавчання яких відбувається на усій сукупності накопичених даних океанографічних та супутникових вимірювань. Цей підхід став реальним у сучасний період бурхливого розвитку потужних обчислювальних засобів. Його перевагою перед методами гідро-термодинамічного моделювання може бути більша оперативність і гнучкість у засвоєнні нової інформації, а недоліки визначаються обмеженнями, які накладають особливості регіональних океанологічних процесів та ступінь впливу динаміки поверхневого шару моря на процеси у підповерхневих шарах.

Дана дисертаційна робота створена в рамках другого підходу і має чітку регіональну орієнтацію, тобто присвячена створенню автоматизованої системи розрахунку фізичних показників вертикальної і горизонтальної структури вод глибинної акваторії Чорного моря. В принципі, аналогічний підхід може бути застосований і для інших регіонів Світового океану, в достатній мірі забезпечених архівними даними для навчання системи.

Що стосується Чорного моря, то на сьогоднішній день контактні спостереження здебільшого здійснюються з маломірних плавзасобів у бухтах, лиманах, затоках, а глибинна частина Чорного моря висвітлена вкрай недостатньо через практично повну відсутність систематичних експедиційних

суднових океанологічних досліджень. Натурні дослідження процесів у морській товщі проводять здебільшого за допомогою буїв-профілометрів типу Арго, яких у Чорному морі працює вкрай недостатньо. Але постійний рух буїв дозволяє трасувати течії і перевіряти вертикальний розподіл властивостей (температури, солоності тощо), обрахований за допомогою океанологічних розрахунків в рамках гідро-термодинамічних або фізико-статистичних моделей. Таким чином, удосконалення та використання можливостей оперативної океанографії шляхом інтеграції контактних та супутникових засобів спостережень, сучасних методів океанографічних розрахунків є дуже важливим науковим напрямком.

Вищевикладені міркування дозволяють зазначити, що тема дисертаційного дослідження Сриберка Андрія Вікторовича є актуальною в фундаментальному і прикладному аспектах.

Дисертація виконувалась у відповідності з науковими планами та програмами досліджень Державної установи «Відділення гідроакустики Інституту геофізики ім. С.І.Субботіна НАН України» у рамках п'яти бюджетних науково-дослідних робіт за наступними темами НАН України: «Розробка принципів дистанційного моніторингу динаміки вод Чорного моря, що використовують акустичні методи та супутникові дані» (ДР №0119U000717), «Розробка принципів дистанційного моніторингу з використанням спеціальних математичних моделей для попередження надзвичайних ситуацій» (ДР №0117U000640), «Дослідження можливостей використання акустичних методів та супутникових даних в задачах оцінки тепло-масопереносу в динамічно активних зонах західної частині Чорного моря» (ДР №0114U002197), «Дослідження принципів побудови математичних моделей систем із змінними параметрами в задачах дистанційного моніторингу» (ДР №0112U000961), «Дослідити процеси поширення і розсіювання звуку в області Основної чорноморської течії з метою дистанційного моніторингу полів її швидкості і температури» (ДР №0109U001901).

***Ступінь обґрунтованості наукових положень, висновків і рекомендацій, їх достовірність і наукова новизна***

Наукові положення, висновки та рекомендації, які представлені у дисертаційній роботі Сриберка Андрія Вікторовича, є повністю обґрунтованими, що підтверджується коректною постановкою наукових та технічних завдань, чіткою методологією досліджень, стислими та аргументованими висновками.

Достовірність отриманих практичних та теоретичних результатів визначається:

- ретельно продуманою програмою досліджень;
- використанням великого обсягу фактичних даних контактних та супутникових вимірювань;
- сучасними методами обробки та візуалізації даних;
- публікаціями здобувачем матеріалів дисертації та впровадженням результатів досліджень у практику діяльності установ НАН України, МОН України та Міндовкілля України.

**Наукова новизна** полягає у вирішенні актуальної задачі відновлення

просторового розподілу термохалинних та гідроакустичних характеристик в діяльному шарі морського середовища на основі розрахунків їх вертикальних профілів за даними дистанційних вимірювань.

З найголовніших результатів, отриманих особисто здобувачем, слід відзначити те, що *вперше* отримано повний комплекс рівнянь регресії між ТПМ та температурою на підповерхневих горизонтах (до 50 м) для усїєї глибоководної котловини Чорного моря у сезон існування сезонного термокліну; експериментально встановлено критерій вибору виду рівнянь для розрахунків вертикального розподілу температури води за розробленою ним методикою; розроблені та апробовані на прикладі Чорного моря програмні модулі автоматичного використання супутникової інформації для розрахунків вертикального розподілу полів температури води та швидкості звуку у морському середовищі; розроблений та апробований на прикладі Чорного моря автоматизований програмний комплекс для розрахунків вертикального розподілу полів температури та солоності у морському середовищі на основі даних дистанційних вимірювань.

*Отримали подальший розвиток* науково-методичне обґрунтування використання даних супутникових спостережень для розрахунків вертикального розподілу полів температури води, швидкості звуку та солоності у морському довкіллі; принципи врахування взаємодії атмосфери і океану, що формує термохалинну структуру та циркуляцію вод, для створення системи оперативних обчислень гідродинамічних і екологічних параметрів Чорного моря; методи оперативних діагностичних обчислень вертикального розподілу гідрофізичних характеристик у морському середовищі для аналізу стану термохалинної структури в діяльному шарі як локально, так і на великих акваторіях.

*Удосконалено* сучасні уявлення про характеристики термохалинної структури та динамічних процесів Чорного моря на масштабах сезонної та міжрічної мінливості шляхом порівняння результатів експедиційних вимірювань і кліматичних норм; підходи комплексного застосування фізико-статистичних методів для розрахунків гідрофізичних характеристик у морському середовищі; поняття про тип статистичної залежності розподілу температури води між сусідніми горизонтами в діяльному шарі глибоководної частини Чорного моря в період травень-жовтень на основі кліматичних даних.

Основні положення дисертації оприлюднено на дванадцяти фахових міжнародних й всеукраїнських наукових та науково-практичних конференціях, з яких шість є англійськими. Тематика наукових конференцій, характер статей та виступів Сриберка А.В. повною мірою відповідають меті та поставленим завданням дисертаційного дослідження.

Таким чином, сформульовані в дисертації наукові положення та висновки достатньо обґрунтовані, відповідають меті та поставленим завданням дослідження, мають теоретичне та практичне значення.

#### ***Значущість результатів дослідження для науки і практики***

Наукова значущість дисертаційної роботи полягає в розробленні науково обґрунтованої методики, її апробації та встановленні меж застосування даних

дистанційних вимірювань для розрахунків термохалинних характеристик, а саме: в верхній частині (0 – 50 м) діяльного шару Чорного моря, в теплу половину року (з середини весни по середину осені). Отримані результати дисертаційної роботи показали можливість застосування розроблених методик розрахунків розподілів полів температури, швидкості звуку у воді та солоності води як самостійних (окремих) модулів, так і комплексного їх застосування, що є важливим для різних дослідницьких та прикладних галузей .

Наукову значущість підтверджує й те, що матеріали дисертаційної роботи використані у фундаментальних дослідженнях Державної установи «Відділення гідроакустики Інституту геофізики ім. С.І. Субботіна НАН України» за п'ятьма бюджетними НДР у рамках тематики НАН України.

Одержані в дисертаційній роботі Сриберка Андрія Вікторовича результати дають основу для практичного їх застосування, а саме:

- наведені підходи комбінованих методів океанологічних розрахунків можуть використовуватися при викладанні курсів лекцій, практичних занять, написанні курсових та дипломних проектів студентів вищих навчальних закладів;

- розроблені методики розрахунків гідрофізичних величин на основі дистанційних вимірювань дають можливість відновлювати як локальні вертикальні профілі, так і просторовий розподіл по усій глибинній акваторії Чорного моря в науково-дослідницьких цілях та для екологічного моніторингу;

- розроблені окремі програмні модулі та програмний комплекс для розрахунків вертикального розподілу полів температури та солоності у морському середовищі на основі даних дистанційних вимірювань може служити основою для створення «Системи аналізу та моніторингу полів термохалинних характеристик на основі дистанційних методів вимірювань». За допомогою розробленого Сриберко А.В. програмного комплексу можуть оцінюватися динамічні процеси в морському довкіллі, особливості просторово-часової мінливості термохалинних характеристик та вплив їх змін на гідробіологічні, гідрохімічні процеси та екосистему моря в цілому.

***Оцінка структури, змісту дисертаційної роботи, її завершеності та оформлення***

Дисертаційна робота Сриберка Андрія Вікторовича є завершеною науковою працею, яка у повній мірі відповідає меті та завданням дослідження. Дисертація складається із анотації, вступу, трьох розділів, висновків та списку використаних джерел (166 найменувань на 17 сторінках), додатків. Повний обсяг дисертації становить 300 сторінок, з яких 203 сторінки основної частини, 70 рисунків, 21 таблиця, 5 додатків на 59 сторінках.

У **вступі** обґрунтовано актуальність теми дисертаційної роботи, сформульовано мету, завдання та основні методи дослідження, окреслено зв'язок з науковими програмами і темами. Також висвітлено наукову новизну та практичне значення отриманих результатів, відображено особистий внесок здобувача при виконанні роботи, відомості про публікації і апробацію результатів дослідження, структуру та обсяг роботи.

У **першому розділі** наведено особливості сучасного стану гідрофізичних процесів у Чорному морі та гідрометеорологічні умови в останні десятиліття, детально описано систему спостережень, яка використовується в оперативній океанології та виокремлена роль супутникових спостережень. Докладно висвітлено бази даних контактних та супутникових вимірювань, що використовувались у дослідженнях.

У **другому розділі** завдяки дослідженням вітчизняних та зарубіжних авторів описані найбільш відомі методи розрахунків та моделювання термohалинних характеристик в оперативній океанології на прикладі Чорного моря. Висвітлені вихідні дані океанографічних характеристик для розробки методик та наведені статистичні характеристики для оцінки розрахунків. Детально описані дослідження автора з розробки методик розрахунків вертикального розподілу температури води, швидкості звуку і солоності у морському середовищі за даними дистанційних вимірювань в шарі 0 – 50 метрів в період весна – осінь, які випробувані на прикладі глибоководної акваторії Чорного моря.

**Третій розділ** присвячено проведенню оцінки ефективності розрахунків вертикального розподілу температури та солоності води в діяльному шарі Чорного моря за методикою Сриберка та аналізу відновленого за їх результатами просторового розподілу термohалинних характеристик. Наведено принципи побудови концепції дистанційного моніторингу морського середовища, які засновані на стратегії комплексного використання супутникових спостережень та даних акустичного зондування. Окреслено можливості океанографічних розрахунків, адаптованих до особливостей окремих ділянок акваторії.

Висновки до кожного розділу та загальні висновки сформульовані стисло й чітко та загалом відповідають змісту, меті та завданням дослідження.

Структура дисертаційної роботи в основному відповідає встановленим вимогам щодо оформлення дисертацій.

Таким чином, проаналізувавши основну частину дисертації, можемо дійти висновку, що в ході виконання дослідження мета дисертаційної роботи була досягнута, виконані всі поставлені завдання, а дисертаційна робота є самостійною, цілісною та завершеною науковою кваліфікаційною працею.

***Повнота викладу основних результатів дисертації в наукових фахових виданнях***

Наукові та практичні результати дисертації достатньо повно висвітлені у 22 працях, з яких: 2 статі в зарубіжних наукових журналах, з них: 1 стаття – в зарубіжному науковому журналі, що входить до наукометричної бази даних Scopus, 2 одноосібні розділи колективних монографій у наукових виданнях держав, які входять до Європейського Союзу; 7 статей надруковані у виданнях, що входять до переліку наукових фахових видань України; 11 тез доповідей міжнародних й всеукраїнських наукових та науково-практичних конференцій.

***Дискусійні положення, зауваження та пропозиції***

1. Щодо назви дисертації. Діяльним шаром (ДШ) океану або моря зазвичай вважають верхній шар води, нижче якого сезонний хід температури практично

не простежується. У Чорному морі нижньою межею ДШ можна вважати, у середньому, горизонт 100 м, тобто нижню межу холодного проміжного шару (ХПШ). Термічний режим діяльного шару моря визначається взаємодією з атмосферою, тепловим балансом, вітровим і конвективним переміщенням. В роботі йдеться про відновлення термохалинної структури і профілю швидкості звуку в шарі від поверхні до 50 м, який включає верхній квазіоднорідний шар, сезонний термоклин і верхню частину ХПШ. Коректно було б у назві роботи і у відповідних місцях тексту писати: «... у верхній частині діяльного шару Чорного моря» або «... у шарі сезонного термоклону Чорного моря». Або при опису постановки задачі, мети та об'єкту дослідження слід було б пояснити, про яку частину діяльного шару йдеться у подальшій роботі.

2. По структурі роботи є зауваження до змісту Розділу 2, до якого увійшли занадто докладні описи особливостей і результатів опублікованих гідродинамічних та фізико-статистичних методів океанографічних розрахунків у застосуванні до Чорного моря. Власне, викладення матеріалів, які безпосередньо стосуються дисертаційного дослідження, починається з п. 2.2. На мій погляд, було б доцільно перенести підрозділ 2.1, суттєво скоротивши, до оглядового Розділу 1.

3. Здобувач виконав дуже специфічну, громіздку та плідну роботу, за яку до нього ніхто не брався. Тому не слід соромитися в тексті замість «розроблена методика» (ким? чого?) вживати назву «методика Сриберка» або, наприклад, «методика регресійного відновлення термохалинної структури» (скорочено РВТХС).

4. Межі застосування методики Сриберка визначені чітко: глибоководна частина Чорного моря, тепла половина року, верхній шар 0-50 м. Корисно було б обговорити можливість поширення аналогічного підходу на холодну частину року, коли термічна конвекція вирівнює профіль температури. Тут можна було б розглянути задачу визначення глибини проникнення конвекції за температури охолодження поверхні, визначеної супутниковими вимірюваннями (на основі метода Н.П. Булгакова). Можливо, це є тема для подальших досліджень.

5. Також у подальшому можна було б розширити перелік показників, які можна розрахувати за супутниковими даними про ТПМ. Наприклад, існує функціональний зв'язок між температурою води і вмістом розчиненого в ній кисню. Це було б корисно для застосування Автоматизованої системи в галузі екологічного моніторингу морського довкілля.

Наведені зауваження і пропозиції не впливають на загальне позитивне враження від роботи, не заперечують наукову новизну, обґрунтованість наукових положень і висновків та не зменшують наукову та практичну цінність дисертаційного дослідження.

#### **Загальний висновок**

Дисертаційна робота Сриберка Андрія Вікторовича за змістом, теоретичним рівнем та практичною значимістю є цілісною та завершеною науковою працею.

Під час вивчення та аналізу дисертаційної роботи Сриберка Андрія Вікторовича порушення академічної доброчесності не виявлено. Здобувач у повній мірі володіє методологією наукової діяльності. Дисертація виконана на високому науковому рівні.

Дисертаційна робота на тему «Термохалинна структура та методика розрахунків її просторового розподілу в діяльному шарі Чорного моря» за змістом, науковою новизною, теоретичним та практичним значенням, повнотою опублікованих праць відповідає вимогам «Порядку присудження ступеня доктора філософії та скасування рішення разової спеціалізованої вченої ради закладу вищої освіти, наукової установи про присудження ступеня доктора філософії», затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 12.01.2022р. №44 та нормативних актів МОН України до дисертацій, а її автор, Сриберко Андрій Вікторович, заслуговує присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 103 «Науки про Землю».

**Офіційний опонент:**

Директор Українського  
гідрометеорологічного  
інституту ДСНС України та  
НАН України,  
чл.-кореспондент НАН України,  
д.геогр.н, професор

