

Голові спеціалізованої
вченої ради Д 64.707.04
Національного університету
цивільного захисту України
вул. Чернишевська, 94, Харків, 61023

ВІДГУК

офіційного опонента доктора технічних наук, доцента Коротенко Григорія Михайловича на дисертаційну роботу Іванова Євгена Володимировича «Попередження надзвичайних ситуацій, викликаних потраплянням і поширенням антропогенних забруднень у водному середовищі», представлену на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.02.03 – цивільний захист.

1. Актуальність теми

Відомо, що в 90-і роки минулого сторіччя – на початку XXI століття Чорне море було оголошено зоною екологічного лиха. Сучасні дослідження встановили: якщо в Чорному морі на 1 кв. км припадає 90,5 одиниці сміття, то в Середземному дослідники нарахували лише 52 одиниці на аналогічну площу. А хімічний аналіз чорноморської води показує присутність 124 забруднюючих речовин, серед яких пестициди, ртуть, антибіотики і навіть залишки сонцезахисного крему. Як пояснюють екологи, одна з ключових причин такої тривожної ситуації – це його географічне розташування. Так, 20 країн Європи здійснюють скид неочищених або недостатньо очищених стічних вод у Чорне море, зокрема, через Дунай, Прут і Дніпро, причому основне навантаження лягає на північно-західну, найбільш мілководну його частину, де зароджується 65% всіх живих організмів і розташовані основні нерестовища. Ще один фактор забруднення – масова забудова чорноморського узбережжя, в результаті чого дно чорноморського шельфу в районах такої забудови забруднено залишками бетону, цементного пилу і різних хімічних матеріалів, які застосовуються в будівництві.

Сучасні дослідження показали, що в порівнянні з 60-ми роками в чорноморському водному середовищі, в цілому, вміст фенолів, отриманих в результаті розпаду нафтопродуктів зріс у 5-7 разів, а в окремих районах – в 30 і більше разів. Заходи, що вживаються Україною та іншими чорноморськими державами, призводять до стабілізації і поліпшення екологічної обстановки, але, не зважаючи на це вона дуже далека від бажаної. При цьому виникає безліч питань і проблем, пов'язаних з попередженням надзвичайних ситуацій (НС) в портах, місцях стоянки на зовнішніх рейдах, а також при вирішенні бойових завдань з охорони і

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

Вх.№	12
14.05	2020 р.
Кількість аркушів:	
Осн. док.	8 лист.

захисту територіального моря та виключної (морської) економічної зони України. Ефективність превентивних і ліквідаційних заходів визначається в першу чергу своєчасністю виявлення антропогенних забруднень у водній товщі, які приховані під поверхнею води. Тому особливо актуальними є дослідження з розробки пропозицій в інтересах попередження НС, викликаних потраплянням і поширенням антропогенних забруднень у водне середовище.

2. Мета і задачі дослідження

Метою дисертаційної роботи є розробка пропозицій щодо попередження надзвичайних ситуацій, викликаних потраплянням і поширенням антропогенних забруднень у водному середовищі шляхом своєчасного виявлення таких об'ємних аномалій.

Для досягнення поставленої мети були сформульовані такі наукові завдання.

1. Проаналізувати наслідки надзвичайних ситуацій, викликаних поширенням антропогенних забруднень у водному середовищі.

2. Розглянути закономірності зміни фізичних властивостей водного середовища при наявності у ньому антропогенних домішок і розробити математичну модель виявлення цих об'ємних антропогенних забруднень.

3. Перевірити проведенням лабораторних експериментів достовірність розробленої математичної моделі виявлення об'ємних антропогенних забруднень у водному середовищі.

4. Запропонувати варіанти технічної реалізації розробленої математичної моделі в інтересах попередження надзвичайних ситуацій, викликаних потраплянням і поширенням антропогенних забруднень у водному середовищі.

3. Наукова новизна отриманих результатів

В роботі вирішено конкретну наукову задачу, яка має суттєве значення для галузі цивільного захисту – розроблені комплексні пропозиції щодо попередження надзвичайних ситуацій, викликаних потраплянням і поширенням антропогенних забруднень у водному середовищі шляхом своєчасного виявлення об'ємних антропогенних забруднень, які потрапляють у воду.

Аналіз дисертаційної роботи Іванова Є.В. дає можливість відзначити такі отримані автором наукові результати, що містять наукову новизну:

– вперше розроблено математичну модель виявлення об'ємних антропогенних забруднень, що потрапляють у воду; при цьому дана модель представляє собою систему з двох аналітичних залежностей. Перша показує різницю результатів одночасно виконаних вимірювань швидкості звуку прямим і непрямым методами, величина якої пропорційна концентрації антропогенної домішки в досліджуваному одиничному об'ємі водного

середовища. Друга залежність описує процес отримання достовірної інформації про значення вимірюваної величини за певний проміжок часу як відношення дисперсії (середнє відхилення) вимірюваної величини до похибки її вимірювання;

– вперше виконано теоретичні дослідження розробленої математичної моделі, в яких показано, що потрапляння дрібнодисперсної, емульсованої і будь-якої іншої не розчинної домішки у суцільне середовище призводить до зміни його фізичних властивостей і зменшення швидкості поширення в ньому пружних коливань.

В результаті виконання роботи було удосконалено:

– лабораторну установку по виявленню антропогенних домішок у водному середовищі шляхом розміщення в наповненій ємності гідроакустичного стенду з чотирма вимірювальними пристроями, які реалізують прямий і непрямий методи вимірювань швидкості звуку;

– лабораторну установку, розміщену на науково-дослідному судні в інтересах попередження надзвичайних ситуацій, викликаних потраплянням і поширенням антропогенних забруднень у водному середовищі, шляхом монтажу непрямого вимірювача швидкості звуку на платформі океанологічного комплексу, що опускається.

Також в роботі отримали подальший розвиток:

– фізична модель виявлення об'ємного антропогенного забруднення у водному середовищі на основі обґрунтування появи змін швидкості поширення звуку у ньому при наявності дрібнодисперсних домішок;

– технічні розробки зі створення засобів попередження надзвичайних ситуацій, викликаних потраплянням і поширенням антропогенних забруднень у водному середовищі, а саме: запропонований детектор антропогенних забруднень та спосіб використання його в якості одиночного зонда і основного елемента системи моніторингу водного середовища, а також системи оперативного контролю технологічних вод, які скидаються.

4. Структура й обсяг дисертації

За структурою дисертація є рукописом загальним обсягом 167 аркушів друкованого тексту та складається з анотації, змісту, переліку умовних скорочень, вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 143 найменувань і двох додатків, містить 15 рисунків і 17 таблиць.

У **вступі** обґрунтована актуальність обраної теми наукового дослідження, визначені його мета і задачі, розкрита наукова новизна отриманих результатів та їх практичне значення.

У **першому розділі** дисертаційної роботи проведено аналіз літературних та інформаційних джерел щодо ролі води в формуванні екосистем і наслідків надзвичайних ситуацій, викликаних поширенням антропогенних забруднень у водному середовищі, а також міжнародні та державні законодавчі акти, які визначають заходи запобігання надзвичайним ситуаціям при виникненні поширення антропогенних забруднень у водному

середовищі. Окрім того, розглянуто класифікацію засобів і систем виявлення антропогенних домішок у морській екосистемі.

У другому розділі вирішено друге завдання наукового дослідження, яке базувалося на розгляданні головних особливостей швидкості поширення пружних коливань у воді. При цьому, швидкість звуку, як акустична характеристика суцільного середовища, являє собою результируючу сукупність (залежність) її термодинамічних і термобаричних характеристик. Аналіз фізичної моделі виявлення об'ємного антропогенного забруднення у водному середовищі показує, що при внесенні до нього антропогенної об'ємної домішки вони будуть фіксуватися прямими вимірами швидкості звуку. У той же час вимірювання швидкості звуку, що виконуються непрямими методами, не реагують на наявність антропогенного забруднення. Різниця у вимірах, виконаних прямими і непрямими методами, буде тим більше, чим вище концентрація антропогенних домішок.

Початковими умовами математичної моделі є безперервність вимірюваних величин, похибка порівняння яких визначається точністю вимірювань прямого і непрямого вимірювачів швидкості звуку. Априорна ймовірність отримання вимірюваного результату і ймовірність спільної появи істинного значення величини з вимірюваним параметром відповідають нормальному закону розподілу. Граничні умови визначаються зміною значень вимірів від 0,1 до 20 м/с, а їх похибка буде змінюватися від 10^{-3} до 10^{-1} м/с.

Математична модель виявлення об'ємних антропогенних забруднень у водному середовищі являє собою систему з двох аналітичних залежностей. Перша показує різницю результатів одночасно виконаних вимірювань швидкості звуку прямим і непрямим методами, величина якої пропорційна концентрації антропогенної домішки в досліджуваному одиничному об'ємі водного середовища. Друга залежність описує процес отримання достовірної інформації про значення вимірюваної величини за певний проміжок часу, як відношення дисперсії (середнє відхилення) вимірюваної величини до похибки її вимірювання.

Теоретичні дослідження математичної моделі виявлення об'ємних антропогенних забруднень у водному середовищі показують, що наявність антропогенної домішки у воді викликає зменшення чисельного значення швидкості звуку, яке вимірюється відповідними прямими методами. Оптимізація вимірювальної системи за критерієм максимальної правдоподібності зводиться до мінімізації квадратичного функціонала, шляхом вибору оптимальних сигналів або алгоритмів їх обробки.

У третьому розділі вирішено третє завдання наукового дослідження шляхом створення лабораторної установки на базі каліброваного стенду гідроакустичних приладів, вимірників швидкості звуку, які використовуються для океанологічних досліджень. Стенд представляє собою резервуар з звукопоглинальним покриттям усередині, об'ємом $0,25 \text{ м}^3$ зі спеціальними кріпленнями для гідроакустичних приладів або звукопрозорих капсул, що опускаються в воду. Нерозбірні капсули вимірювачів швидкості

звуку, при виконанні калібрувальних робіт, опускалися на дно вимірювального стенду. Методика проведення експериментів передбачала виконання групи вимірювань в чистій морській воді одночасно вимірювачами швидкості звуку, що реалізують прямі і непрямі методи вимірювань, а потім аналогічних вимірювань, після внесення в воду антропогенної домішки.

Відповідно до розробленої методики було виконано три групи експериментів. У кожному експерименті в якості антропогенної домішки використовувався свій забруднювач. У першому – пральний порошок, в другому – будівельний пил, в третьому – емульгований (перемішаний до однорідної маси з водою) соляр. Для другої групи лабораторних експериментів були обрані нові види забруднювачів. Це порошки свинцевого і залізного сурику, цементу, крейди і мурування (будівельного матеріалу). В цій групі експериментів вже використовувалося по два вимірювача швидкості звуку. Вимірювачі «Береста» і «Алтин», що реалізують прямі методи вимірювань, та «ПТТ-1» і «ПТТ-2», що реалізують не прямі методи вимірювань.

Результати першої та другої групи виконаних лабораторних експериментів показують, що в чистій морській воді при заданих умовах показання прямих і непрямих вимірників швидкості звуку розрізняються в незначній мірі. Наявність забруднення в тих же умовах призводить до відмінностей в показаннях прямих і непрямих вимірників швидкості звуку на 10-20 м/с і більше. Усі результати лабораторних експериментів укладаються в довірчі інтервали, розраховані для кожного експерименту з надійністю 0,99 відповідно до критерію Стюдента, що підтверджує достовірність розробленої математичної моделі.

У четвертому розділі вирішено четверте завдання наукового дослідження шляхом модернізації розробленої лабораторної установки на науково-дослідному судні для попередження надзвичайних ситуацій, викликаних потраплянням і поширенням антропогенних забруднень у водному середовищі. Ідея, яка покладена в основу створення лабораторної установки, полягала в тому, що необхідно було одночасно виконати вимірювання швидкості звуку прямим і непрямим методами і зіставити отримані результати. На науково-дослідних суднах «Ізмаїл», «Краб», «Трепанг» і «Водяницький» розміщувались відповідні комплекси для проведення океанологічних досліджень. На відкритих ділянках контейнери з антенами і технічними пристроями опускалися під воду для вимірювання швидкості звуку. Додатково до них монтувалися зонди ПТТ-1 або ПТТ-2, які раніше використовувалися автономно. Результати прямих та непрямих вимірювань відображалися на двох реєстраторах-самописцях типу КС-4.

Також було запропоновано детектор антропогенних забруднень у водному середовищі, який являє собою ажурний металевий куб зі стороною 100 мм, всередині якого кріпляться прямий (датчик ПСЗ) і непрямий (СТТ – датчик) вимірювачі швидкості звуку. Він може використовуватися в двох варіантах. Перший – в якості вимірювального зонда, який занурюється з будь-якого корабля або плавзасоби. Другий – як структурний елемент

системи моніторингу вод, що використовує навігаційний буй або швартову бочку. Основний структурний елемент складається з занурюваної частини (вимірювальної гірлянди), кабель-троса і герметичного модуля, в якому розміщені блок живлення, основний процесор, радіопередавальний і радіоприймальний пристрої.

Запропонована система оперативного контролю скидання технологічних вод включає набір акустичних вимірювальних пристроїв, встановлених в точках водозабору і водоскиду, які підключені по лініях телекомунікації до переносного комп'ютера, де здійснюється реєстрація вимірів швидкості звуку, відповідно у чистій воді, у воді, що містить домішки вище і нижче гранично допустимих концентрацій.

У висновках роботи наведено основні досягнення проведених дисертаційних досліджень у вигляді розгорнутих і обґрунтованих висновків, при цьому важливим є те, що здобувач одержав наукові результати, які мають наукове та практичне значення відповідного рівня і можуть використовуватися в технологіях попередження можливих надзвичайних ситуацій.

5. Практичне значення отриманих результатів

Дослідження автора в дисертаційній роботі мають явно виражене прикладне значення. Здобувачем отримані наукові результати, які покладені в основу створення нових засобів (датчиків, приладів, вимірювальних пристроїв тощо) для виявлення антропогенних домішок у водному середовищі. Це дозволяє удосконалювати (модернізувати) існуючі корабельні океанологічні комплекси, встановлені на науково-дослідних суднах, для контролю всієї товщі шару морських вод територіального моря і виключної (морської) економічної зони України.

Запропонований одиночний детектор забруднень дозволяє створювати зонди для пошуку різноманітних антропогенних забруднень. Цей автономний вимірювальний пристрій може застосовуватися не тільки на великих судах, але й на малих плавзасобах – катерах і шлюпках. Ці зонди можуть використовуватися з гідротехнічних споруд, причалів та пірсів для контролю стану водного середовища у морських і річкових портах, а також прибережних морських вод, водного середовища заток і лиманів, річок і озер, та інших природних і штучних водойм.

Розроблений структурний елемент системи моніторингу може використовуватися в стаціонарних і мобільних системах моніторингу вод в інтересах попередження надзвичайних ситуацій, які спричинені потраплянням і поширенням антропогенних забруднень у водне середовище.

Запропонована система оперативного контролю стічних вод може використовуватися на теплових електростанціях, очисних спорудах, металургійних та інших виробництвах. Отримані результати також можуть використовуватися для розробки нових методик щодо попередження відповідних НС.

6. Оформлення дисертаційної роботи й апробація результатів дослідження

Дисертація та реферат написані грамотно. Реферат за змістом відбиває основні положення дисертації та її структуру. Стиль подачі матеріалу забезпечує наочність і доступність сприйняття.

Матеріали дисертації досить повно викладені в 14 працях, зокрема 7 статей у спеціалізованих фахових виданнях, з яких 5 входять до міжнародних наукометричних баз, 2 патенти та 5 тез доповідей на конференціях.

Слід відмітити, що в опублікованих працях відображені основні наукові положення та результати дисертаційної роботи. Термін розсилання примірників фахових видань, у яких опубліковані праці дисертанта, а також кількість публікацій, обсяг, якість, повнота висвітлення результатів та розкриття змісту дисертації відповідає вимогам МОН України.

Основні результати роботи доповідалися і обговорювалися на Міжнародній науково-практичній конференції «Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки» (4 грудня 2015 року, м. Харків); Всеукраїнській науково-практичній конференції «Прикладні аспекти техногенно-екологічної безпеки» (6 грудня 2013 року, м. Харків); Першій міжвузівській науково-методичній конференції «Екологічні аспекти регіонального партнерства з питань надзвичайних ситуацій» (21 листопада 2012 року, м. Харків); X Всеукраїнських наукових Таліївських читаннях «Охорона довкілля» (17-18 квітня 2014 року, м. Харків); семінарах, що проводяться в Державному підприємстві «Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України» і Національному університеті цивільного захисту України.

7. Дискусійні положення та зауваження по дисертації

Поряд з позитивною оцінкою результатів дослідження, слід зазначити деякі дискусійні положення та недоліки, які мають місце в роботі.

1. При аналізі наслідків надзвичайних ситуацій, здобувачем необхідно було б більш детально розглянути застосування ГІС-технологій при моделюванні поширення антропогенних забруднень у водному середовищі.

2. У другому розділі дисертаційної роботи автором розроблено математичну модель виявлення об'ємних антропогенних забруднень, що потрапляють у воду. Однак розділ в деякій мірі перевантажений гідрологічною термінологією, пов'язаною з дослідженнями закономірностей зміни фізичних властивостей водного середовища за наявності антропогенних домішок.

3. При перевірці достовірності розробленої математичної моделі виявлення об'ємних антропогенних забруднень, що потрапляють у воду, в роботі не наведено процедуру планування експериментальних досліджень.

4. У розділі 4 наведені пропозиції щодо впровадження отриманих в дисертації результатів в системах оперативного контролю технологічних вод без зазначення конкретних рекомендацій.

5. У дисертації не аргументовано доцільність застосування критерію Стьюдента при перевірці достовірності розробленої математичної моделі виявлення об'ємних антропогенних забруднень, що потрапляють у воду.

6. Не наведено даних щодо оперативності запропонованої системи моніторингу водного середовища в інтересах попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних з потраплянням і поширенням антропогенних забруднень у водному середовищі

7. Потребують конкретизації варіанти застосування отриманих наукових результатів, запропонованих автором в дисертації.

8. В дисертації присутні певні орфографічні неточності.

Разом з тим, зазначені недоліки ніяким чином не знижують цінність та достовірність отриманих дисертантом наукових і практичних результатів та висновків.

8. Загальний висновок

У цілому розглянута дисертаційна робота «Попередження надзвичайних ситуацій, викликаних потраплянням і поширенням антропогенних забруднень у водному середовищі» є завершеною науковою працею, у якій отримано нові науково-обґрунтовані результати, що дозволяють вирішити важливу наукову проблему у сфері цивільного захисту – попередження надзвичайних ситуацій, пов'язаних з потраплянням і поширенням антропогенних забруднень у водному середовищі шляхом своєчасного їх виявлення.

За змістом дисертація відповідає паспорту спеціальності 21.02.03 – цивільний захист, відноситься до області технічних наук і відповідає профілю спеціалізованої ради.

За актуальністю, науковою новизною та практичним значенням дисертаційна робота відповідає основним вимогам, що ставляться до кандидатських дисертацій та задовольняє вимогам п. 9, 11 та 12 «Порядку присудження наукових ступенів», затвердженого Постановою КМУ № 567 від 24.07.2013 (зі змінами), а її автор Іванов Євген Володимирович заслуговує присудження йому наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 21.02.03 – цивільний захист.

Офіційний опонент
професор кафедри інформаційних систем та технологій
Національного технічного університету
«Дніпровська політехніка»,
доктор технічних наук зі спеціальності
21.02.03 – цивільний захист, доцент

Г. М. Коротенко

