

УДК 004.415.52

**Топалов А.М.**

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

**Кондратенко Ю.П.**

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

**Козлов О.В.**

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

## **КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ ДИСТАНЦІЙНОЇ ДІАГНОСТИКИ ДАТЧИКІВ РІВНЯ БАЛАСТНОГО КОМПЛЕКСУ ПЛАВУЧОГО ДОКУ**

*У роботі представлено розробку спеціалізованої комп'ютеризованої системи для дистанційної діагностики датчиків рівня баластного комплексу плавучого доку. Система має ієрархічну структуру, в якій оброблення інформації децентралізовано, а програмно-апаратні засоби віддалені один від одного. Авторами запропоновано метод перевірки справності гідростатичних датчиків рівня, що загалом підвищує надійність функціонування плавучого доку. У розробленій комп'ютеризованій системі передбачено накопичення діагностичної інформації мікропроцесорними пристроями. Загальні результати роботи системи віддаленої діагностики, зокрема технічні стани датчиків, відображаються графічно в реальному часі за допомогою хмарного сервісу.*

**Ключові слова:** діагностика, хмарний сервіс, вимірювання рівня рідини, датчик, комп'ютеризована система.

**Постановка проблеми.** Комплексна автоматизація плавучого доку та наявність великої кількості датчиків пов'язані з необхідністю зниження ймовірності порушення нормального режиму роботи комп'ютеризованої системи моніторингу та управління плавучого доку в різних експлуатаційних режимах. Ефективним способом підвищення надійності такої комп'ютеризованої системи є періодичне або безперервне здійснення діагностичних процедур найбільш важливих елементів системи, зокрема датчиків для визначення рівня води у відповідних баластних танках. Отже, загальна проблема забезпечення ефективного функціонування плавучого доку, виникає в галузі точних і надійних вимірювань, тому разом із автоматизацією плавучого доку суттєву увагу приділяють вирішенню завдань вибору та технічної діагностики датчиків.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Питання вимірювання і розрахунку параметрів плавучого доку певною мірою розглянуто в низці наукових праць [1–6]. Причому системи вимірювання і контролю параметрів плавучих доків розробляють із використанням датчиків, що ґрунтуються на різних принципах дії. У роботах [2; 3] для визначення параметрів рівня рідини плавучого доку застосовують датчики, що використо-

вують метод імпульсної рефлектометрії й мають єдине електронне та конструктивне виконання. Недоліком такого рішення є значні масо-габаритні показники та наявність спеціалізованих труб, що мають здатність накопичувати забруднення. Крім того, для вимірювання рівня рідини в баластних танках знайшли своє застосування датчики рівня радарного типу [4]. Використання таких датчиків дозволяє проводити вимірювання рівня з високою точністю (до 1 мм). Проте цей спосіб має високу вартість обслуговування систем автоматичного контролю рівня. Також застосовують датчики мембранного типу [5; 6], у яких прогин мембран під тиском стовпа води перетворюється в опір електричного ланцюга. Такі датчики мають недоліки, пов'язані з чутливістю до низьких температур, що може спричинити порушення точності вимірювання.

Для керування технологічними процесами плавучих доків (залежно від типів датчиків вимірювання параметрів) сьогодні застосовуються різноманітні спеціалізовані комп'ютеризовані системи промислового призначення. Застосування сучасних комп'ютеризованих систем дозволяє: (а) ефективно збирати й обробляти інформацію стосовно технологічного процесу, (б) забезпечувати інтерфейс з оператором, (в) накопичу-

вати базу даних і (г) здійснювати автоматичне управління виконавчими механізмами. Важливою характеристикою таких систем є можливість контролю надійності виконання технологічного процесу, попередження аварійних ситуацій. У разі спрощеної технічної діагностики можна обмежитися стандартними можливостями поширених промислових комп'ютеризованих систем моніторингу й управління. До стандартних можливостей діагностичної перевірки належать роботи з подіями та аналоговими і дискретними тривогами [6–8]. Для здійснення більш складної технічної діагностики необхідні додаткові програмно-апаратні засоби та спеціалізоване діагностичне обладнання.

Завдання оброблення оперативної інформації на віддалених робочих місцях (у плавучих доках) й управління технологічними процесами за допомогою Інтернету та бездротових технологій вимагає суттєвого розширення функцій існуючих комп'ютеризованих систем управління та моніторингу. Майже всі провідні компанії-розробники систем автоматизації переходять на концепцію Industry 4.0. та активно розвивають продукцію в галузі промислового Інтернету речей [9; 10]. Приміром, компанія SIEMENS розробила пакет WebNavigator для системи WinCC SCADA [10]. Іншим прикладом є компанія Adastra, яка розробила веб-сервер Trace mode data center для системи SCADA Trace mode 6 [10]. Усі ці рішення забезпечують доступ до проекту для віддалених клієнтів. Тонка технологія клієнта дозволяє переглядати та змінювати операційну та архівну інформацію з будь-якого віддаленого робочого місця через будь-який Web-переглядач. Для завдань технічного діагностування активно використовуються промислові рішення, що полягають у використанні відеосерверів (наприклад, фірм SIVICON SIMENS) або універсальних веб-серверів (наприклад, веб-студії INDUSTOFT) [10].

**Постановка завдання.** Проблема проектування ефективних високоточних комп'ютеризованих систем контролю параметрів плавучого доку із застосуванням сучасного діагностичного обладнання залишається відкритою й актуальною. Використання нових типів датчиків та сучасних принципів побудови розподілених систем контролю дозволить вирішити цю проблему і створити універсальну вискоелективну комп'ютеризовану систему дистанційної діагностики. Метою дослідження є розроблення структури та елементного забезпечення спеціалізованої комп'ютеризованої системи для технічної діагностики, моніторингу

та управління плавучим доком, здатної здійснювати процеси збору, обробки та передачі інформації в реальному часі.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Баластна система плавучого доку відіграє найголовнішу роль у процесі докування суден. Розрахунок заповнення та спорожнення баластних танків потрібно проводити в заданий час. Причому рівні води в баластних танках у різні інтервали часу можуть відрізнятися від заданих значень.

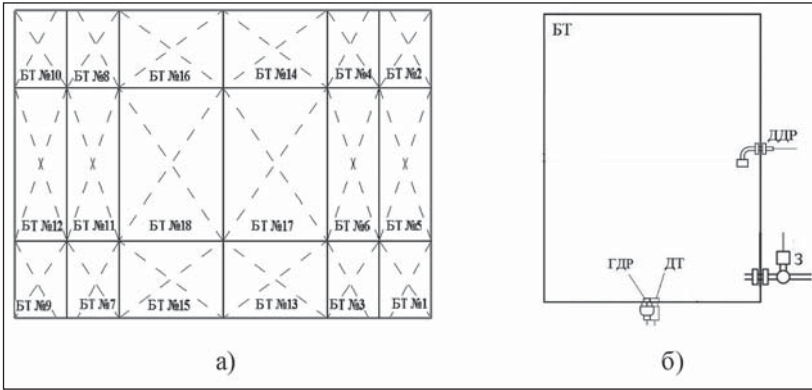
Розглянемо більш детально баластний комплекс (рис. 1.1, а) та один баластний танк (далі – БТ) плавучого доку (рис 1.1, б). Цей баластний комплекс складається з 18 баластних танків, у яких рівень рідини  $L$  визначається за допомогою гідростатичного способу вимірювання [11–13]. Один баластний танк оснащений: гідростатичним датчиком рівня (далі – ГДР), поєднаним із датчиком температури (далі – ДТ), які розташовуються в центрі дна баластного танку, та дискретним датчиком рівня (далі – ДДР) і заслінкою (З), що розташовуються на стінці баластного танку, причому ДДР знаходиться в центрі бокової стінки.

Діагностика полягає в контролі стану ГДР із метою виявлення і попередження його відмов. Технічний стан ГДР характеризується факторами, до яких належить вплив кліматичних умов, старіння з часом, операції регулювання механічних та електронних компонентів, налаштування під час обслуговування або ремонту, заміну несправних елементів тощо.

Здійснюється діагностика за допомогою діагностичних засобів контролю, які можуть бути вбудованими і зовнішніми. Вбудовані засоби дозволяють здійснювати безперервний контроль відповідних параметрів. За допомогою зовнішніх засобів здійснюється періодичний контроль [14–18]. Для реалізації запропонованого способу технічного діагностування у наведеному БТ (рис. 1.1, б), ДДР устатковується вище ГДР на певну фіксовану висоту і застосовується підхід, в котрому стан ГДР перевіряється в дискретні проміжки часу шляхом порівняння поточного рівня рідини  $L$  із діагностичним рівнем  $L_d$ .

Отже, ГДР, що є приладом для вимірювання тиску, і ДТ використовуються для отримання інформації про поточний рівень  $L$  і температуру води  $T$  в баластному танку. Для контролю діагностичного значення рівня  $L_d$  необхідний ДДР, що може бути виконаний у вигляді поплавкового датчика.

Відповідно до гідростатичного способу вимірювання, за умов нульового значення кутів крену



**Рис. 1.1. Баластний комплекс плавучого доку:**  
**а) схема розташування баластних танків, б) окремий баластний танк та його оснащення датчиками і заслінкою**

та диференту плавучого дока, реальне значення рівня рідини в баластному танку  $L$  визначається за формулою [13]:

$$L = \frac{P_p}{\rho_p g}, \quad (1)$$

де  $P_p$  – значення гідростатичного тиску рідини, що вимірюється за допомогою ГДР;  $\rho_p$  – густина робочої рідини;  $g$  – прискорення вільного падіння.

Значення густини рідини  $\rho_p$  залежить від таких факторів, як температура, тиск, склад, фізичні та хімічні характеристики. Найбільше на величину густини рідини  $\rho_p$  впливає значення температури рідини  $t_p, ^\circ\text{C}$ , а тому ДТ відіграє важливу роль у визначенні поточного значення густини рідини  $\rho_p$  (згідно з відповідними довідковими таблицями).

Рівень рідини в баластному танку за умов одночасного врахування незначного крену і диференту (1, 2 градуси) плавучого доку необхідно обчислювати за наступною формулою для ГДР [13]:

$$L = \frac{P_{\gamma\psi}}{\rho_p g} \cdot \frac{1}{\cos \gamma \cdot \cos \psi}, \quad (2)$$

де  $P_{\gamma\psi}$  – значення гідростатичного тиску рідини, виміряного за допомогою ГДР при кутах крену  $\gamma$  і диференту  $\psi$  плавучого доку.

У свою чергу, діагностичний рівень  $L_d$  рідини, що залежить від сигналу ДДР, в баластному танку під час врахування незначного крену (1-2 градуси) плавучого доку необхідно обчислювати за такою формулою [13]:

$$L_d = L_{\text{ДДР}} - \tan \gamma \cdot \frac{S}{2}, \quad (3)$$

де  $L_{\text{ДДР}}$  – відстань (висота), на якій встановлено ДДР,  $\gamma$  – кут крену,  $S$  – ширина баластного танку.

Оскільки діагностичний рівень  $L_d$  можна вимірювати лише за відсутності крену  $\gamma$  і диференту  $\psi$  або у разі наявності незначного крену  $\gamma$  плавучого доку, то діагностику ГДР слід виконувати в таких же умовах.

Розглянемо функціональну схему системи автоматичного контролю рівня рідини в одному з баластних танків із діагностуванням ГДР (рис. 1.2). Діагностування ГДР в інших баластних танках виконується аналогічним чином. На рисунку 1.2 прийнято такі позначення: СТД – система технічної діагностики; ГДР – гідростатичний датчик рівня; К – кренометр; Д – диферентометр; ДТ – датчик температури; ОБ1 – обчислювальний блок, що служить для визначення добутку величин, відповідних крену  $\gamma$ , диференту  $\psi$ ,

густини рідини  $\rho_p$  та гравітаційного прискорення  $g$ ; ОБ2 – обчислювальний блок, що визначає діагностичний рівень рідини  $L_d$  залежно від значень кутів крену  $\gamma$  і диференту  $\psi$ ; БД – блок ділення; ЕП – елемент порівняння; БА31, БА32 – блоки обчислення абсолютного значення; ДДР – дискретний датчик фіксованого рівня; ДБ – диференціальний блок; КК – керований ключ; ПЕ – пороговий елемент; АЦП – аналого-цифровий перетворювач; ПІД – інтерфейс передачі даних; ПЛК/ОК – програмований логічний контролер або однопалатний комп’ютер; Р – роутер; МБЗ – модем безпроводного зв’язку; ПК – персональний комп’ютер; МК – мобільний комп’ютер; ХС – хмарний сервіс.

Суть запропонованого методу контролю рівня рідини в баластному танку з технічною діагностикою ГДР полягає в такому.

ГДР вимірює поточне значення гідростатичного тиску рідини (Па), а ДТ вимірює поточне значення температури рідини ( $^\circ\text{C}$ ). Після цього згідно з рівнянням (2), використовуючи ОБ1 та БД, визначається рівень рідини  $L$  (м). У свою чергу, згідно з рівнянням (3), використовуючи ОБ2 та К, визначається діагностичний рівень  $L_d$  (м). Завдяки блоку В розраховується різниця  $\Delta L$  між діагностичним значенням рівня  $L_d$  та значенням рівня  $L$ . На виході блоку БА31 визначається абсолютна величина  $\Delta L_A$  отриманої різниці  $\Delta L$ , яка відповідає похибці вимірювання ГДР відносно значення діагностичного рівня  $L_d$ .

Основна стадія діагностування ГДР настає за умов спрацювання ДДР під час наповнення чи спустошення баластного танку. Під час заповнення баластного танку рівень рідини збільшується і досягає певного значення (на рівні, де встановлено ДДР), електричні контакти ДДР замикаються і ДБ формує додатній імпульсний електричний сигнал.

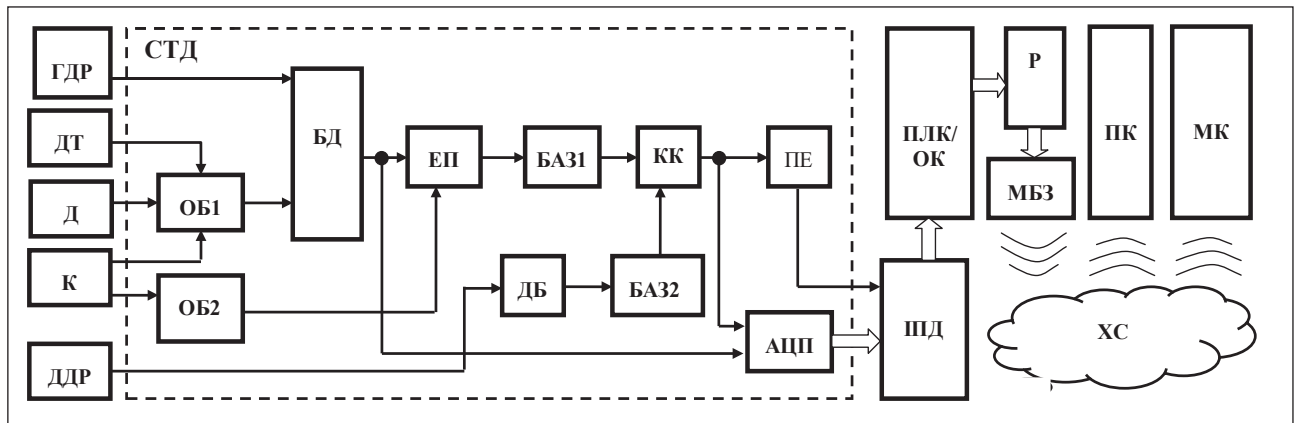


Рис. 1.2. Функціональна схема комп'ютеризованої системи автоматичного контролю рівня рідини в баластному танку з діагностуванням ГДР

У свою чергу, якщо поточне значення рівня рідини  $L$  в баластному танку знижується і перетинає ДДР, то його контакти розмикаються і ДБ формує від'ємний імпульсний електричний сигнал. В обох випадках (під час заповнення чи спустошення баластного танку) після диференціації сигнал проходить БА32 і приймає абсолютне значення, яке спричиняє короткочасне замикання КК для виведення (відображення) цифрового сигналу помилки вимірювання  $E$ , оцифрованого сигналу поточного рівня рідини  $L$  та похибки вимірювання  $\Delta L_A$  через ШД до ПЛК чи ОК. Причому сигнал помилки вимірювання  $E$  може приймати декілька значень (логічний нуль або логічна одиниця), що залежить від максимально допустимого значення похибки вимірювання рівня рідини  $\Delta L_{max}$ , згідно з такою умовою:

$$E = \begin{cases} 0, & \text{для } \Delta L_A > \Delta L_{max} \\ 1, & \text{для } \Delta L_A \leq \Delta L_{max} \end{cases} \quad (4)$$

Отже,  $E = 0$  указує на несправність ГДР під час спрацьовування ДДР, а ситуація, коли  $E = 1$  під час спрацьовування ДДР, відповідає справності ГДР та його функціонуванню із заданою точністю ( $\Delta L_A \leq \Delta L_{max}$ ).

Загальна діагностична інформація обробляється ПЛК чи ОК, поточне значення  $L$  і  $\Delta L_A$  записується в базу даних вимірювань, яка потім може бути використана для визначення діагностичних параметрів та корекції значень рівня рідини в баластному танку, а сигнал помилки вимірювання  $E$  передається через Інтернет-мережу до хмарної служби, до якої є спеціальний доступ із ПК та МК операторів. Крім того, Інтернет на плавучому доці забезпечується модемом МБЗ за допомогою глобальної бездротової мобільної технології 4G (швидкість передачі даних до 1 Гбіт/с) і поширюється за допомогою роутера Р.

Моделювання процесів технічної діагностики представлено на рис. 1.3 для випадку справного і несправного ГДР. Рівень рідини  $L$  у баластному танку знаходиться в трьох станах, відокремлених за часом: процес підвищення рівня; постійний рівень рідини ( $L = 3$  м); процес зниження рівня.

Процес діагностування відбувається під час спрацювання дискретного датчика рівня (10 хв та 60 хв на рис. 1.3). Зміна сигналу  $F$  від 0 В до 5 В та падіння сигналу  $F$  від 5 В до 0 В утворюють певні додатні та від'ємні значення диференційованих сигналів, які в подальшому приймають абсолютне значення  $D_A$ . Коли  $D_A$  більше нуля, похибка вимірювання  $\Delta L_A$  порівнюється з максимальним значенням  $\Delta L_{max}$ . У випадку  $\Delta L_A \leq \Delta L_{max}$  (рис. 1.3, а) сигнал помилки  $E$  залишається одиницею ( $E = 1$ ), а якщо  $\Delta L_A > \Delta L_{max}$  (рис. 1.3, б), то сигнал помилки  $E$  на 60 хвилині набуває нульового рівня ( $E = 0$ ).

Для надання результатів технічної діагностики ГДР плаваючого дока спеціалістам на береговому контрольному посту доцільно застосувати концепцію Інтернет речей з сучасними хмарними технологіями [19–21].

Для цих завдань обрано хмарний сервіс ThingSpeak, який є відкритою платформою для проектів Інтернет-речей із прикладним програмним інтерфейсом API. ThingSpeak дозволяє створювати програмний додаток для моніторингу датчиків у режимі реального часу.

Робота з даними технічної діагностики в каналах ThingSpeak здійснюється за допомогою періодичних запитів POST і GET із зазначенням ключа API та значення для відповідного поля каналу. Причому канали підтримують формати XML, JSON та CSV.

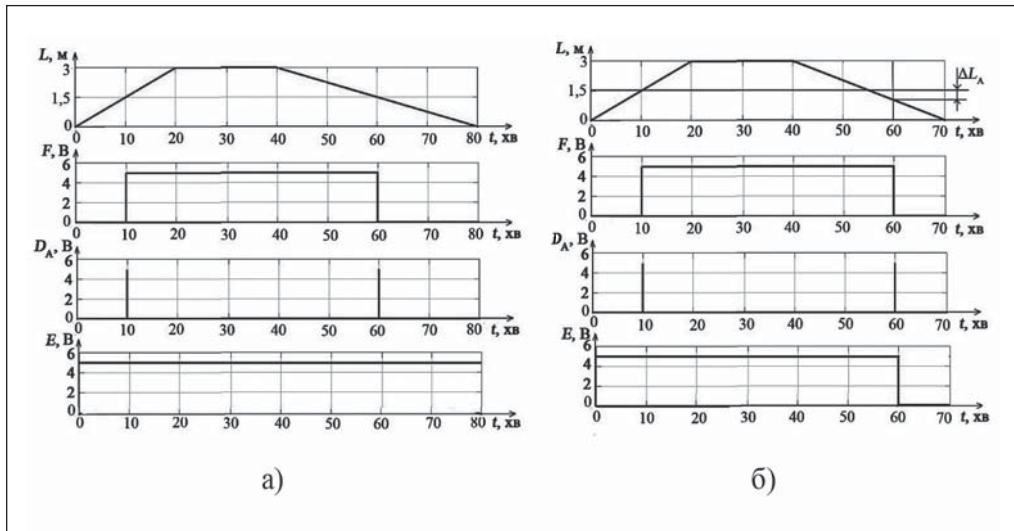


Рис. 1.3. Результати моделювання процесів діагностування ГДР: а) у разі справного датчика; б) у разі несправного датчика

Крім того, завантаження даних у канали може бути реалізоване за допомогою URL-адреси. Наприклад, якщо ключ є API-XXXXXXXXXXXXXXXXXX, URL-адреса для оновлення полів 1 та 2 з значеннями 1 і 0 має такий вигляд:

«[Http://api.thingspeak.com/update?key=ABC1234L6789STIV&field1=1&field2=0](http://api.thingspeak.com/update?key=ABC1234L6789STIV&field1=1&field2=0)».

Кожен використаний канал введення даних зберігається разом із датою та міткою часу, а також підписаним унікальним ідентифікатором запису (entry\_id). Тобто збережені дані можна отримати за часом або за ідентифікатором.

Таким чином, у службі ThingSpeak один канал використовується для передання та зберігання даних технічної діагностики ГДР. Стан експлуатації ГДР представлено в сервісі ThingSpeak (рис. 1.4). Червоною лінією показано роботу ГДР, який, як показано на екрані під час його роботи, переходив у непрацюючий стан, рівень лінії змінювався (1 → 0).

У реальних ситуаціях існує потреба в значно більших обсягах передання даних діагностики ГДР. Стандартна ліцензія ThingSpeak може використовуватися для діагностики плавучого доку. За допомогою стандартної ліцензії можна оновлювати дані з датчиків рівня один раз на секунду, але в цілому ця версія дозволяє обробляти та зберігати 33 мільйони повідомлень протягом одного року. Крім того, запис до 8 полів в одному каналі ThingSpeak визначається повідомленням (кожне повідомлення не може перевищувати 3 000 байтів).

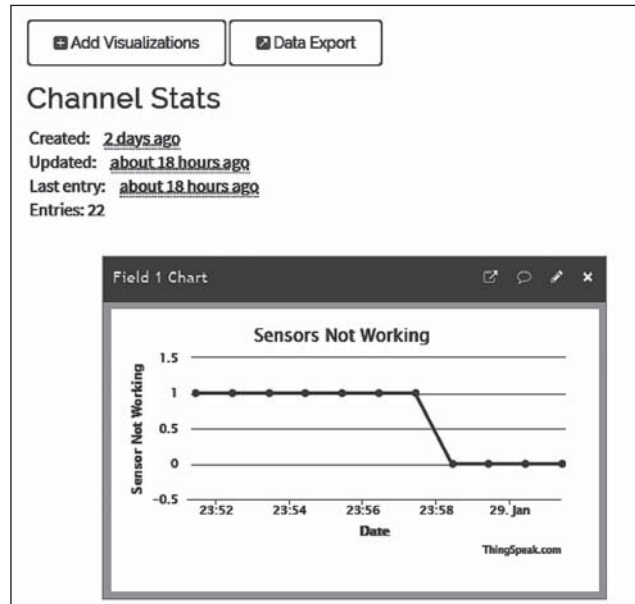


Рис. 1.4. Веб-інтерфейс технічної діагностики датчиків рівня в ThingSpeak

**Висновки.** У цій роботі пропонується підхід до розроблення комп'ютеризованої системи для дистанційної технічної діагностики датчиків рівня ГДР баластних комплексів плавучого доку. Особлива увага приділяється підвищенню безпеки та надійності системи. Запропонована функціональна схема може бути легко адаптована до більш складних систем і успішно впроваджена в існуючі та модифіковані системи контролю та моніторингу плавучих споруд.

Інформація про поточний технічний стан гідростатичних датчиків рівня відображається графічно на моніторі комп'ютера за допомогою хмарного

сервісу Thing-Speak. Результати оцінки станів датчиків використовуються для прийняття рішення про подальше використання того чи іншого датчика.

Подальші дослідження повинні бути проведені у напрямі покращення інформаційної

мережі через підвищення ефективності передавання даних та її захищеності, а також усунення непередбачених затримок між пристроями локального рівня та хмарними серверами, що їх обслуговують.

#### Список літератури:

1. Павлов П.Я., Рогулин А.Н. Эффективность эксплуатации доков. Москва: Транспорт, 1987. 176 с.
2. Зивенко А.В. Система измерения параметров посадки и прогиба дока. Вісник НУК ім. адмірала Макарова. 2014. № 3. С. 197–204.
3. Zhukov Yu., Gordeev B., Zivenko A., Nakonechniy A.: Polymetric Sensing in Intelligent Systems. Chapter in the book *Advances in Intelligent Robotics and Collaborative Automation*. River Publishers, 2015. P. 211–234.
4. Кондратенко Ю.П., Коробко О.В., Козлов О.В. та ін. Комп'ютеризована інформаційно-вимірювальна система для контролю рівня і об'єму рідини в резервуарах зі складною геометрією. Електротехнічні та комп'ютерні системи. 2015. № 18 (94). С. 114–121.
5. Конюхов В.Н. Исследование емкостного датчика давления: Методические указания к лабораторной работе. Самара: СГАУ. 2006. 23 с.
6. Жданкин В.С. Приборы для измерения уровня. Современные технологии автоматизации. 2002. № 3. С. 6–19.
7. Дорожовець М.М., Івахів О.В., Мокрицький В.О. Уніфікуючі перетворювачі інформаційного забезпечення мехатронних систем. Навчальний посібник. Львів: Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2009. 304 с.
8. Ширяев В.В. Компьютерные измерительные средства. Учебное пособие. Томск: Изд. ТПУ, 2008. 190 с.
9. Topalov A.M., Kondratenko Y.P., Kozlov O.V. Computerized intelligent system for remote diagnostics of level sensors in the floating dock ballast complexes. *Proceedings of the 14th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications. Integration, Harmonization and Knowledge Transfer*. – Kyiv, Ukraine, May 14–17, 2018, P. 94–108.
10. Kondratenko Y., Kozlov O., Korobko O., Topalov A. *Complex Industrial Systems Automation Based on the Internet of Things Implementation Communications in Computer and Information Science*, vol 826. Springer, Cham, P. 164–187.
11. Кондратенко Ю.П., Козлов О.В., Коробко О.В., Топалов А.М., Атаманюк І.П. Комп'ютеризована система контролю та управління параметрами плавучого доку. Проблеми створення, випробування, застосування та експлуатації складних інформаційних систем. Збірник наукових праць. Житомир: ЖВІ, 2015. Вип. 12. С. 118–129.
12. Kondratenko Y.P., Kozlov O.V., Korobko O.V., Topalov A.M. Synthesis and Optimization of Fuzzy Control Systems for Floating Dock's Docking Operations. *Book of Fuzzy Control Systems*, Nova Science Publishers, Chapter 4, 2017. P. 141–213.
13. Кондратенко Ю.П., Козлов О.В., Коробко О.В., Топалов А.М. Удосконалення комп'ютеризованої інформаційно-вимірювальної системи для контролю рівня і об'єму рідини в суднових резервуарах. Міжнародна конференція з автоматичного управління та інформаційних технологій ICACIT-2015: Матеріали 3-ї Міжнародної конференції з автоматичного управління та інформаційних технологій. Київ, 11–13 грудня 2015. С. 112–115.
14. Чебоксаров А.Н. Основы теории надежности и диагностика: конспект лекций. Омск: СибАДИ, 2012. 76 с.
15. Строев О.Я. Надежность информационных систем: метод. указания к курсовому проектированию. Хабаровск: ДВГУПС, 2008. 28 с.
16. Федотов А.В., Скабкин Н.Г. Основы теории надежности и технической диагностики: конспект лекций. Омск: ОмГТУ, 2010. 64 с.
17. Кондратенко Ю.П., Коробко О.В., Кондратенко Г.В., Козлов О.В., Герасін О.С., Топалов. А.М. Спосіб автоматичного контролю рівня рідини в резервуарах з дискретним самотестуванням: Пат. 102167 UA, заявл. 23.02.2015; опубл. 26.10.2015, Бюл. № 20. 6 с.
18. Кондратенко Ю.П., Козлов О.В., Коробко О.В. Система автоматичного контролю рівня рідини в резервуарах із дискретним самотестуванням: Пат. 102887 UA, заявл. 18.05.2015; опубл. 25.11.2015, Бюл. № 22. 7 с.
19. Guangxiang Yang, Hua Liang, Chao Wu. Deflection and inclination measuring system for floating dock based on wireless networks. *Journal Ocean Engineering*. 2013. Issue 69. P. 1–8.

20. Макаренко А. Ю., Парфенова А. О., Могильний С. Б. Бездротові технології передачі даних WI-FI, BLUETOOTH, ZIGBEE. Вісник Національного технічного університету України «КПІ». 2010. № 41. С. 171–181.

21. Pasha. S. Thingspeak Based Sensing and Monitoring System for IoT with Matlab Analysis. International Journal of New Technology and Research (IJNTR), 2, 6, 2016. P. 19–23.

### **КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОЙ ДИАГНОСТИКИ ДАТЧИКОВ УРОВНЯ БАЛЛАСТНОГО КОМПЛЕКСА ПЛАВУЧЕГО ДОКА**

*В работе представлена разработка специализированной компьютеризированной системы для дистанционной диагностики датчиков уровня балластного комплекса плавучего дока. Авторами предложен метод проверки исправности гидростатических датчиков уровня, что в целом повышает надежность функционирования плавучего дока. В разработанной компьютеризированной системе предусмотрено накопление диагностической информации микропроцессорными устройствами. Общие результаты работы системы удаленной диагностики, в частности технические состояния датчиков отображаются графически в реальном времени с помощью облачного сервиса.*

**Ключевые слова:** диагностика, облачный сервис, измерение уровня жидкости, датчик, компьютеризованная система.

### **COMPUTERIZED SYSTEM FOR REMOTE DIAGNOSTICS OF LEVEL SENSORS IN THE FLOATING DOCK BALLAST COMPLEX**

*In this work the development of a specialized computerized system for remote diagnostics of level sensors of floating dock ballast system is presented. The system has a hierarchical structure in which information processing is decentralized, and software and hardware components are removed from each other. The authors propose a method of checking the correctness of hydrostatic sensors of the level that generally increases system reliability. In the developed system the accumulation of diagnostic information is provided by microprocessor devices. The overall results of work of the remote diagnostics system, namely the technical condition of the sensors, are displayed graphically in real time using a cloud service.*

**Key words:** diagnostics, cloud service, liquids level measurement, sensor, computer system.