

Ю. П. Кондратенко, О. В. Козлов, О. В. Коробко, А. М. Топалов, І. П. Атаманюк

КОМП'ЮТЕРИЗОВАНА СИСТЕМА КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ ПАРАМЕТРАМИ ПЛАВУЧОГО ДОКУ

У роботі розглянуто структуру, алгоритми, людино-машинний інтерфейс, а також програмно-апаратні засоби для реалізації комп'ютеризованої системи контролю та управління параметрами плавучого доку. Застосування даної комп'ютеризованої системи із запропонованою розподіленою структурою дає змогу здійснювати контроль та керування основними параметрами плавучого доку в режимі реального часу з достатньо високою точністю. Працездатність та ефективність наведеної системи перевірені на експериментальній установці.

Постановка проблеми. Сучасний етап розвитку науки і техніки в суднобудівній галузі дозволяє будувати судна різного розміру та призначення. Для обслуговування суден з великими габаритами нарівні із сухими доками все більше використовують плавучі доки великої підйомної сили [1, 2]. За призначенням їх поділяють на: ремонтні – для великого аварійного та дрібного ремонту судна (профілактичного докування), передавальні, транспортні та спеціального призначення (доки-елінги, доки-матки, доки-бази). Проведення докових операцій щодо спуску чи підйому судна є складним технічним завданням, оскільки вони потребують контролю в режимі реального часу всіх робочих параметрів з високою точністю та своєчасним керуванням виконавчими механізмами плавучого доку. Будь-які „людські“ помилки можуть призвести до збільшення часу підняття або спуску судна і, відповідно, до зменшення економічної ефективності використання доку, а також, можливо, і до аварійних ситуацій як для доку, так і для самого судна [3, 4].

Таким чином, на сьогоднішній день актуальним є завдання створення високоефективних систем контролю та управління параметрами плавучих доків. Орієнтація систем контролю докових операцій на використання в різних типах доків посилює їх вимоги до безпеки та гарантоздатності, а також обумовлює наявність модульної, реконфігуровальної структури проєктованих систем.

Огляд останніх досліджень і публікацій. Питання вимірювання і розрахунку параметрів плавучого доку в тій чи іншій мірі розглянуто в низці наукових праць [3], [5–9]. Причому системи вимірювання і контролю параметрів плавучих доків розробляють з використанням датчиків, що ґрунтуються на різних принципах дії. Зокрема, у роботах [5, 6] для визначення параметрів осадки і міцності плавучого засобу застосовують датчики, що використовують метод імпульсної рефлектметрії й мають єдине електронне та конструктивне виконання. Недоліком подібного рішення є невисока точність вимірювання за наявності морського хвилювання. Для вирішення даної проблеми проводять багаторазове зчитування й „усереднення“ показань датчиків, крім того, самі

датчики встановлюють в спеціальних трубах. У комп'ютеризованих системах контролю та управління для визначення прогину або перегину плавучого доку також застосовують високоточні оптико-електронні прилади та тензometri [3, 7]. Подібні рішення мають порівняно складніші умови експлуатації. Крім того, на залізобетонному доці оптичний прогиномір не використовують, оскільки через жорсткість конструкції доку він не забезпечує необхідної точності показників [3]. У роботах [8, 9] наведено системи вимірювання кутів крену, диференту та величин прогину/перегину плавучого доку внаслідок перерозподілу робочої рідини в сполучених посудинах. Недоліком подібного рішення є значні масо-габаритні показники.

Таким чином, питання проектування ефективних високоточних комп'ютеризованих систем контролю і управління параметрами плавучого доку із застосуванням надійних та простих в експлуатації програмно-апаратних засобів залишається відкритим. Використання нових типів датчиків та сучасних принципів побудови розподілених систем контролю на основі програмних комплексів SCADA дозволить вирішити дану проблему і створити універсальну високоефективну комп'ютеризовану систему контролю та управління параметрами плавучого доку.

Враховуючи це, **метою статті** є розробка структури, алгоритмів і людино-машинного інтерфейсу універсальної комп'ютеризованої системи контролю і управління параметрами плавучого доку, а також перевірка її працездатності та точності на експериментальній установці.

Виклад основного матеріалу

1. Функціональна структура та основні властивості комп'ютеризованої системи контролю і управління параметрами плавучого доку. Для моніторингу й управління параметрами плавучого доку авторами розроблено спеціальну комп'ютеризовану систему, що ґрунтується на принципах дистанційного моніторингу та операторського управління параметрами плавучого доку з використанням програмованого логічного контролера (ПЛК) та програмного забезпечення SCADA [10–14]. Дана комп'ютеризована система контролю й управління параметрами плавучого доку призначена для вимірювання значень осадки, кутів крену і диференту, стрілок прогину й перегину, управління впускними та випускними клапанами, а також для вимірювання рівня заповнення, температури й об'єму рідини в баластних танках. Функціональну схему комп'ютеризованої системи контролю та управління параметрами плавучого доку наведено на рис. 1.

Комп'ютеризована система контролю й управління параметрами плавучого доку [15] має трирівневу ієрархічну структуру (рівень датчиків, контролерний рівень, рівень оператора).

Датчики рівня (ДР) і датчики температури (ДТ) використовують для отримання інформації щодо поточного значення рівня L_i і температури T_i води в баластних танках. Крім того, для вимірювання осадки D , кутів крену γ і диференту ψ , значень прогину та перегину H/S плавучого доку його ліва і права вежі оснащені ДР. Необхідно зазначити, що всі перераховані ДР в конструктивному виконанні в складі комп'ютеризованої системи становлять собою датчики тиску, а вимірювання поточних значень рівня рідини визначається гідростатичним методом [16].

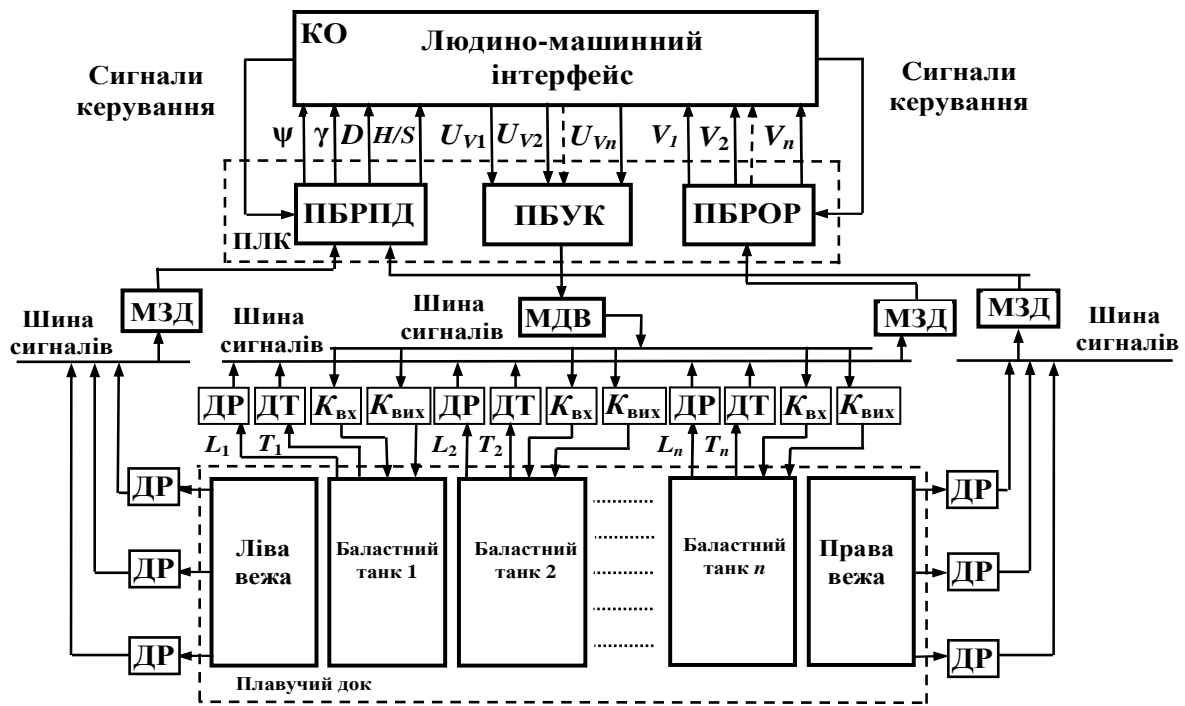


Рис. 1. Функціональна структура системи контролю та управління параметрами плавучого доку

Вихідні сигнали датчиків надходять на модуль збору даних (МЗД), який перетворює аналогові сигнали у відповідні цифрові, що передаються в ПЛК. ПЛК містить програмний блок розрахунку параметрів доку (ПБРПД), програмний блок розрахунку об'єму рідини (ПБРОР), а також програмний блок управління клапанами (ПБУК). Усі вони реалізовані з використанням спеціалізованого програмного забезпечення SCADA [10–14]. Інформація про поточні значення рівня L_i рідини в кожному баластному танку, осадку D , крен γ , диферент ψ , значення прогину і перегину H/S плавучого доку відображається на екрані комп'ютера оператора (КО) за допомогою спеціалізованого людино-машинного інтерфейсу.

Людино-машинний інтерфейс дозволяє оператору керувати вхідними ($K_{вх}$) та вихідними ($K_{вих}$) клапанами для наповнення і спустошення баластних танків доку. Керувальні сигнали U_v , що надходять з КО, обробляються в ПБУК на ПЛК і надсилаються в модуль дискретного виводу (МДВ), який здійснює розподіл дискретних сигналів відкриття і закриття клапанів $K_{вх}$ і $K_{вих}$.

Для програмної реалізації ПБРОР і ПБРПД нижче наведено математичні викладки розрахунку головних параметрів плавучого доку.

Розрахунок рівня й об'єму рідини в баластних танках. Оскільки в даній комп'ютеризованій системі рівень рідини в баластних танках вимірюється за допомогою гідростатичного методу [16], то можуть бути використані прилади для вимірювання тиску або його перепадів. Гідростатичний метод вимірювання рівня застосовують для вимірювання рівня однорідних рідин у ємностях без істотних коливань робочого середовища. Він дозволяє проводити вимірювання рівня в широкому діапазоні з досить високою точністю (до 0,1%) при високих показниках надлишкового тиску і температури робочого середовища. Його важливою цінністю є висока точність при відносній дешевизні і простоті конструкції вимірювальних елементів.

Відповідно до гідростатичного методу рівень рідини L_l в баластному танку визначають за формулою

$$L_l = \frac{P_l}{\rho_l g}, \quad (1)$$

де P_l – значення гідростатичного тиску рідини, виміряного за допомогою відповідного датчика;

ρ_l – щільність робочої рідини;

g – прискорення вільного падіння.

Значення щільності рідини ρ_l залежить від різних факторів, таких як: температура, тиск, склад, фізичні та хімічні характеристики. Найбільше на величину щільності ρ_l впливає значення температури рідини $t_l, ^\circ\text{C}$.

Значення температури рідини в танках вимірюється за допомогою ДТ, за які в даному випадку доцільно використовувати термопари, сигнали від них передаються у відповідний модуль збору даних.

Об'єм рідини в баластному танку обчислюють за такою формулою:

$$V_L = a_n \cdot b_n \cdot L_n, \quad (2)$$

де L_n – вимірне значення рівня рідини у відповідному танку;

a_n – довжина танка;

b_n – ширина танка.

Розрахунок осадки плавучого доку. Значення осадки плавучого доку D визначають на основі показників датчиків тиску PS₁–PS₆, розташованих у контрольних точках CP₁–CP₆ (рис. 2), відповідно до залежності

$$D = \frac{L_1 + L_2 + L_3 + L_4 + L_5 + L_6}{6} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6}{6\rho_l g}, \quad (3)$$

де P_1 – P_6 – значення гідростатичного тиску стовпа води, виміряного за допомогою датчиків PS₁–PS₆;

L_1 – L_6 – значення рівня води, що вимірюють за допомогою датчиків PS₁–PS₆ відповідно.

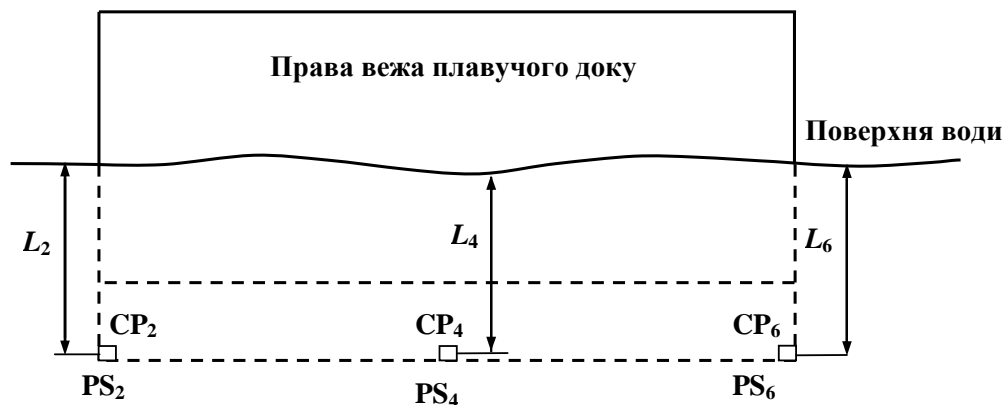


Рис. 2. Схема плавучого доку: вид з правого борту

Розрахунок крену плавучого доку. Геометричну модель плавучого доку з креном на праву вежу показано на рис. 3.

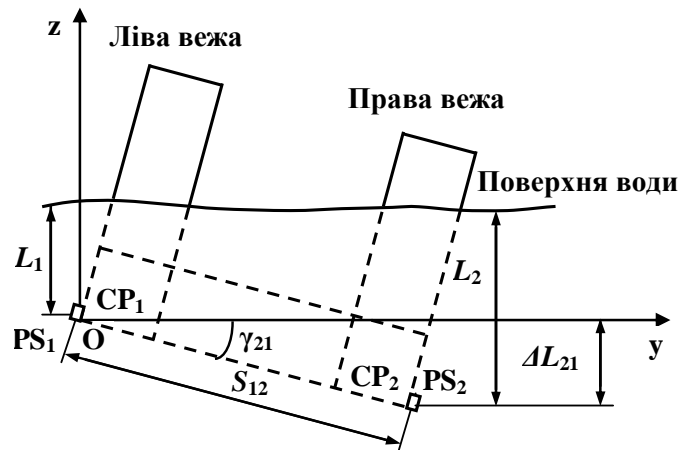


Рис. 3. Схема плавучого доку з креном γ_{21} на праву вежу

Для визначення синусу кута крену γ_{21} правої вежі плавучого доку застосовують таку формулу:

$$\sin\gamma_{21} = \frac{\Delta L_{21}}{S_{12}} = \frac{L_2 - L_1}{S_{12}} = \frac{\left(\frac{P_2}{\rho_l g}\right) - \left(\frac{P_1}{\rho_l g}\right)}{S_{12}} = \frac{P_2 - P_1}{\rho_l g S_{12}}, \quad (4)$$

де ΔL_{21} – різниця значень рівня води, що вимірюють за допомогою датчиків PS_1 і PS_2 відповідно, $\Delta L_{21} = L_2 - L_1$;

γ_{21} – кут крену плавучого доку, який визначають за допомогою різниці показань датчиків PS_1 і PS_2 ;

S_{12} – відстань між датчиками PS_1 і PS_2 .

Таким чином, кут крену плавучого доку можна обчислювати за допомогою різниці показань датчиків PS_1 і PS_2 :

$$\gamma_{21} = \arcsin\left(\frac{\Delta L_{21}}{S_{12}}\right) = \arcsin\left(\frac{L_2 - L_1}{S_{12}}\right) = \arcsin\left(\frac{P_2 - P_1}{\rho_l g S_{12}}\right). \quad (5)$$

Аналогічно кути крену γ_{43} і γ_{65} для плавучого доку визначають на основі показників датчиків PS_3 і PS_4 , PS_5 і PS_6 .

Середній кут крену визначають як середнє арифметичне значення на підставі показань гідростатичних датчиків тиску PS_1 – PS_6 , розташованих у контрольних точках CP_1 – CP_6 на корпусі.

У системі управління операціями плавучого доку передбачена сигналізація щодо перевищення максимально допустимого кута крену γ_{max} , яка приводиться в дію, якщо будь-який з кутів γ_{21} , γ_{43} , γ_{65} перевищує максимально допустиме значення γ_{max} .

Розрахунок диференту плавучого доку. Зовнішній вигляд геометричної моделі плавучого доку з диферентом на ніс показано на рис. 4.

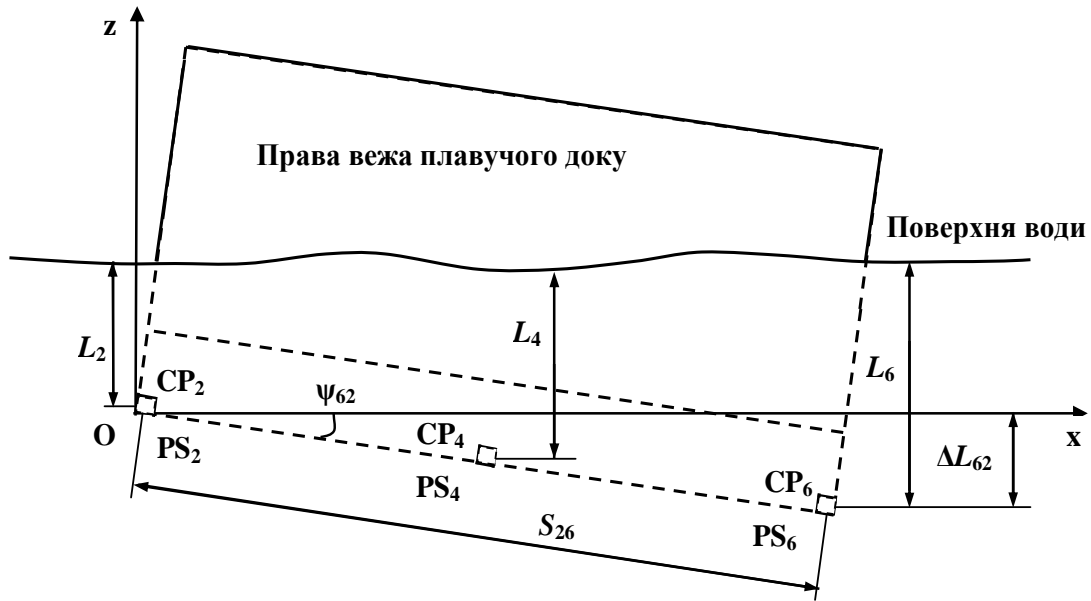


Рис. 4. Зовнішній вигляд плавучого доку з диферентом на ніс ψ_{62}

Для визначення синусу кута диференту на ніс плавучого доку застосовують таку формулу:

$$\sin\psi_{62} = \frac{\Delta L_{62}}{S_{26}} = \frac{L_6 - L_2}{S_{26}} = \frac{\left(\frac{P_6}{\rho_1 g}\right) - \left(\frac{P_2}{\rho_1 g}\right)}{S_{26}} = \frac{P_6 - P_2}{\rho_1 g S_{26}}, \quad (6)$$

де ΔL_{62} – різниця значень рівня води, що вимірюють за допомогою датчиків PS_6 і PS_2 відповідно, $\Delta L_{62} = L_6 - L_2$;

ψ_{62} – кут диференту плавучого доку, який визначають за допомогою різниці показань датчиків PS_6 і PS_2 ;

S_{26} – відстань між датчиками PS_2 і PS_6 .

Таким чином, кут диференту плавучого доку можна обчислювати за допомогою різниці показань датчиків PS_6 і PS_2 :

$$\psi_{62} = \arcsin\left(\frac{\Delta L_{62}}{S_{26}}\right) = \arcsin\left(\frac{L_6 - L_2}{S_{26}}\right) = \arcsin\left(\frac{P_6 - P_2}{\rho_1 g S_{26}}\right). \quad (7)$$

Аналогічно кут деференту ψ_{51} для плавучого доку визначають на основі показників датчиків PS_1 і PS_5 .

Середній кут диференту плавучого доку знаходять як середнє арифметичне значення на підставі показань гідростатичних датчиків тиску PS_1 , PS_2 , PS_5 і PS_6 , розташованих у контрольних точках CP_1 , CP_2 , CP_5 і CP_6 на корпусі плаваючого доку.

У системі контролю та управління параметрами плавучого доку передбачена сигналізація щодо перевищення максимально допустимого кута диференту ψ_{max} , яка приводиться в дію, якщо будь-який з кутів ψ_{51} , ψ_{62} перевищує максимально допустиме значення ψ_{max} .

Розрахунок стрілки перегину і прогину в плавучому доці. Зовнішній вигляд геометричної моделі плавучого доку з диферентом на ніс і корпусним прогином показано на рис. 5.

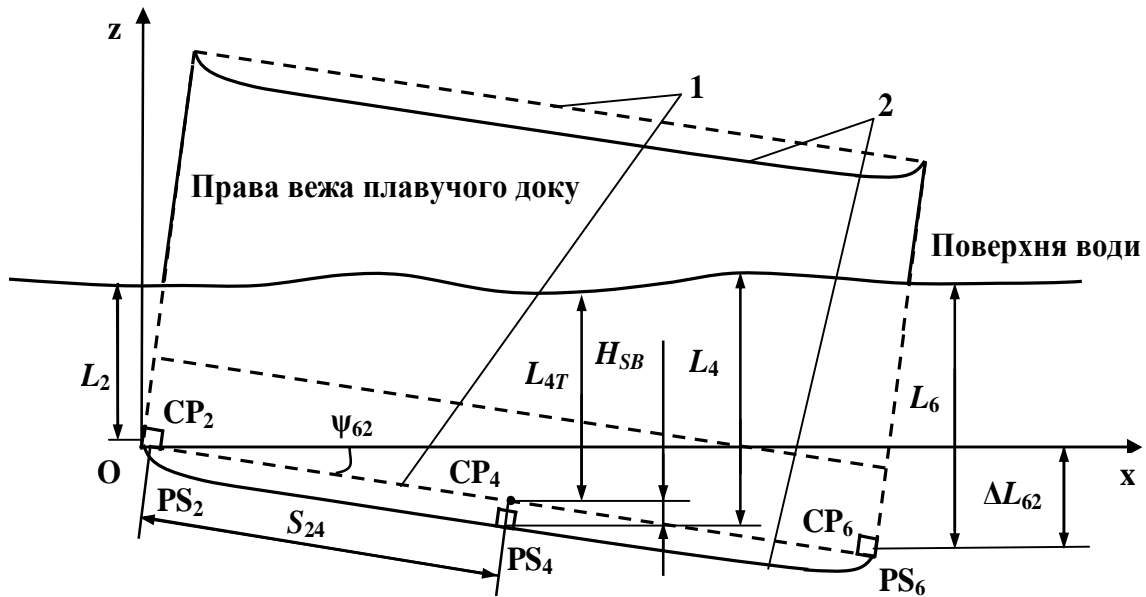


Рис. 5. Зовнішній вигляд плавучого доку з диферентом на ніс і корпусним прогином:
1 – початкове положення правої вежі; 2 – прогин правої вежі

Значення прогину H_{SB} правої вежі плавучого доку визначають у такий спосіб:

$$H_{SB} = L_4 - L_{4T}, \quad (8)$$

де L_{4T} – теоретичне значення рівня до прогину плавучого доку;

L_4 – реальне значення рівня після прогину плавучого доку.

У свою чергу, теоретичне значення рівня L_{4T} розраховують за формулою

$$L_{4T} = L_2 + S_{24} \sin \psi_{62} = \frac{P_2}{\rho_1 g} + S_{24} \sin \psi_{62}, \quad (9)$$

де S_{24} – відстань між датчиками PS_2 і PS_4 .

Отже,

$$H_{SB} = L_4 - (L_2 + S_{24} \sin \psi_{62}) = \frac{P_4}{\rho_1 g} - \left(\frac{P_2}{\rho_1 g} + S_{24} \sin \psi_{62} \right). \quad (10)$$

Позитивне значення різниці теоретичного значення рівня L_{4T} і реального значення L_4 , вимірюваного за допомогою датчика PS_4 , свідчить про наявність прогину правої вежі плавучого доку H_{SB} . Негативне значення даної різниці, у свою чергу, вказує на наявність перегину правої вежі плавучого доку S_{SB} .

Таким чином:

$$\begin{cases} L_4 - L_{4T} = H_{SB} \text{ при } L_4 - L_{4T} > 0 \\ L_4 - L_{4T} = S_{SB} \text{ при } L_4 - L_{4T} < 0 \end{cases}; \quad (11)$$

$$H_{SB}(U)S_{SB} = \frac{P_4}{\rho_1 g} - \left(\frac{P_2}{\rho_1 g} + S_{24} \sin \psi_{62} \right). \quad (12)$$

Аналогічно визначають значення стрілки прогину/перегину лівої вежі плавучого доку.

Значення стрілки прогину/перегину $H(U)S$ корпусу плавучого доку знаходять відповідно до такої залежності:

$$\begin{aligned} H(U)S &= \frac{H_{LB}(U)S_{LB} + H_{SB}(U)S_{SB}}{2} = \\ &= \frac{\left[\frac{P_3}{\rho_1 g} - \left(\frac{P_1}{\rho_1 g} + S_{13} \sin \psi_{51} \right) \right] + \left[\frac{P_4}{\rho_1 g} - \left(\frac{P_2}{\rho_1 g} + S_{24} \sin \psi_{62} \right) \right]}{2}, \end{aligned} \quad (13)$$

де S_{13} – відстань між датчиками PS_1 і PS_3 .

2. Програмно-апаратні засоби реалізації та людино-машинний інтерфейс комп'ютеризованої системи контролю й управління параметрами плавучого доку.

Для апаратної реалізації розглянутої вище системи контролю та управління параметрами плавучого доку авторами використані такі компоненти: датчики тиску Dwyer Instruments 673-типу, термopари типу ТХК фірми „ТЕРА“, клапани Jaksa D224, модулі та ПЛК ICP DAS, персональний комп'ютер.

ПЛК ICP DAS WP-8131 використовують у поточній системі контролю та управління параметрами плавучого доку як основний виконавчий модуль. Як модуль збору даних застосовують ICP DAS I7017C. Для вимірювання температури рідини користуються термopарами, які підключають до модулів ICP DAS I7018P. Керують клапанами за допомогою модулів дискретного виводу ICP DAS I7061. Система додатково оснащена модулем конвертора інтерфейсів ICP DAS I7520, який виконує функції перетворення сигналів шини RS485 в інтерфейс RS232. Відповідно, для успішної роботи системи керівний комп'ютер повинен бути оснащений COM-портом.

За програмне забезпечення системи контролю операцій плавучого доку використовують SCADA пакет TRACE MODE 6. Для успішного запуску системи контролю керівний комп'ютер повинен бути оснащений монітором реального часу TRACE MODE 6.

Людино-машинний інтерфейс даної системи на базі ПЛК реалізовано за допомогою інструментів, які надано в базовій версії SCADA-системи TRACE MODE 6. Розроблений людино-машинний інтерфейс є багатовіконним. Головний екран (рис. 6) забезпечує візуалізацію основних показників комп'ютеризованої системи контролю та управління параметрами плавучого доку на дисплеї оператора (Roll – значення кута крену, Trim – значення кута диференту, Deflection – значення величини прогину/перегину, Draft – рівень осадки, Level – рівень води в баластному танку, Pres – тиск води в баластному танку,

Temp – температура в баластному танку) з можливістю управління (Input Valve, Output Valve) клапанами трубопроводу (зелений стан кнопки відповідає закритому положенню клапана, а червоний – відкритому) для заповнення/спустошення танків T1–T10.

Крім того, передбачено автоматичне спрацювання сигналізації при перевищенні допустимих меж параметрів плавучого доку.

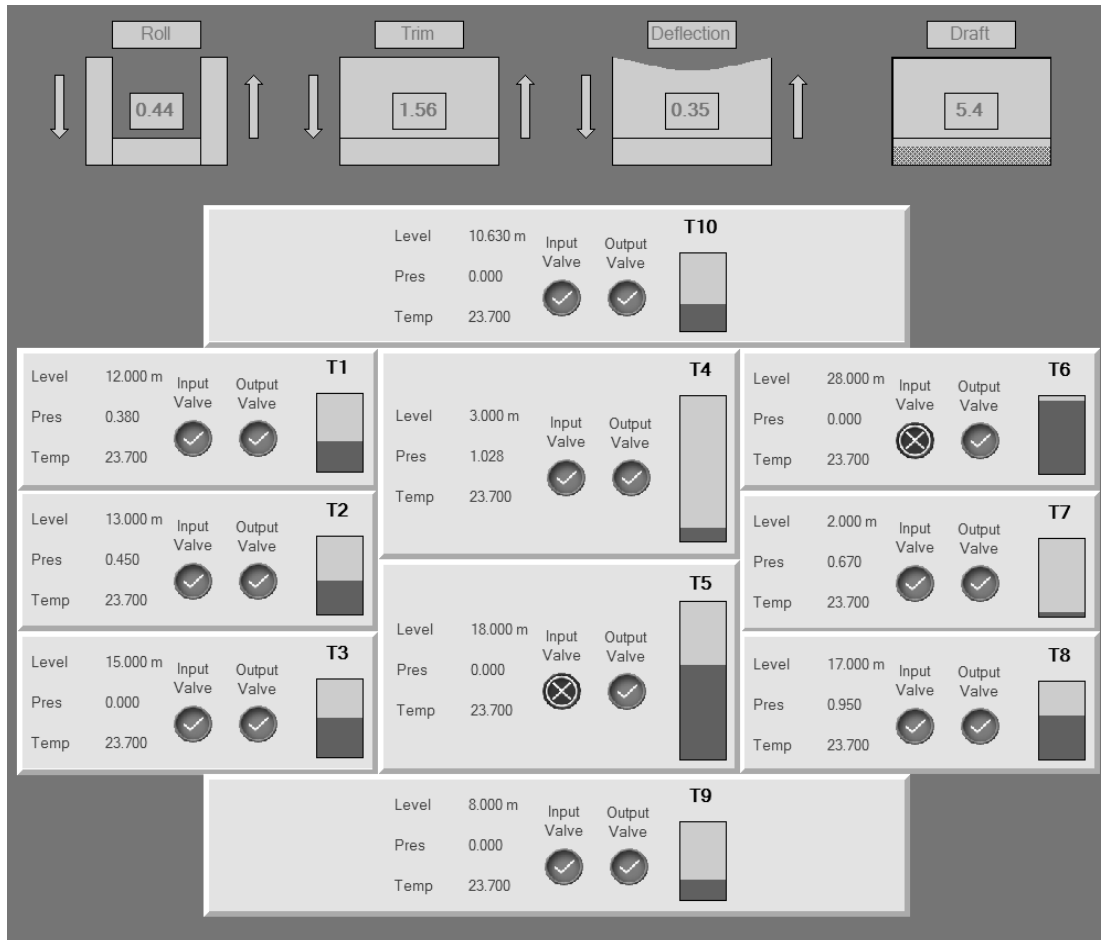


Рис. 6. Людино-машинний інтерфейс комп'ютеризованої системи контролю й управління параметрами плавучого доку

Необхідні алгоритми обробки даних (для перевірки діапазону, значень коефіцієнтів тощо) реалізовані безпосередньо в ПЛК з використанням програм на мові FBD.

Слід зазначити, що розроблений у SCADA TRACE MODE 6 людино-машинний інтерфейс комп'ютеризованої системи може бути легко змінено безпосередньо в ПЛК з використанням програмних можливостей Micro TRACE MODE 6.

3. Експериментальна модель комп'ютеризованої системи контролю та управління параметрами плавучого доку. Для перевірки працездатності та точності наведеної комп'ютеризованої системи авторами розроблено її експериментальну модель. Експериментальна установка (рис. 7) складається з басейну, плавучого доку з встановленими датчиками, апаратних модулів (ПЛК, модулів вводу/виводу тощо) і комп'ютера з людино-машинним інтерфейсом.

Для перевірки працездатності та точності системи заповнювали баластні танки водою, а модель плавучого доку нахиляли. Рівень закачаної води в баластних танках та

кути нахилу (крен і диферент) плавучого доку вимірювали за допомогою комп'ютеризованої системи та перевіряли вимірювальною лінійкою і кутоміром.

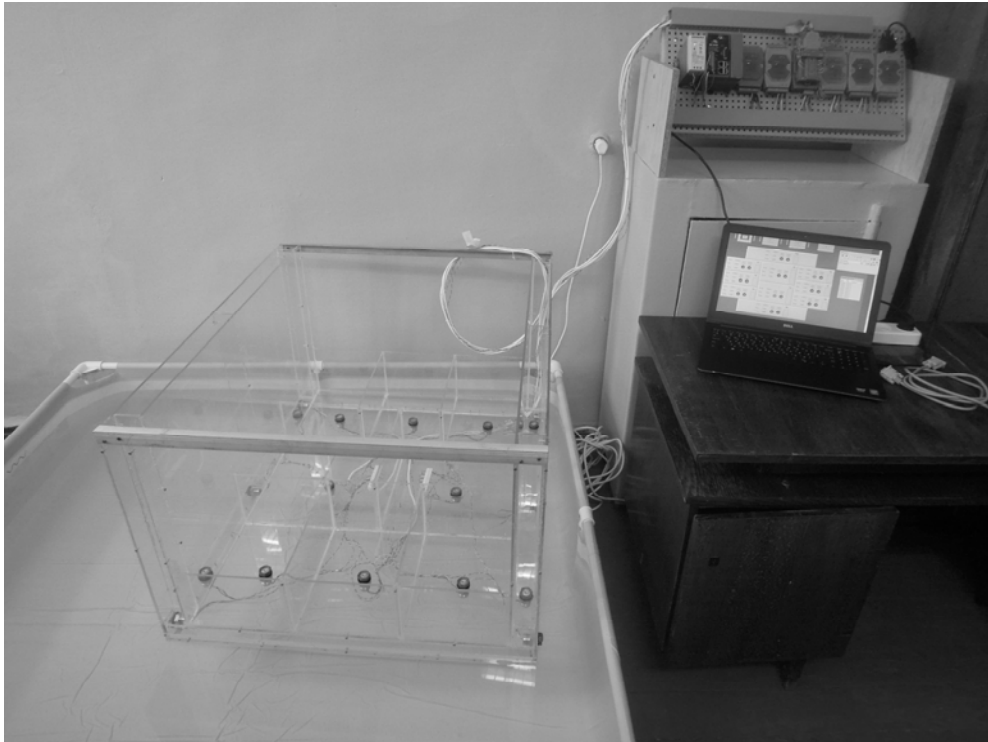


Рис. 7. Фото експериментального стенду плавучого доку із системою управління

Деякі результати експериментального випробування комп'ютеризованої системи контролю й управління параметрами плавучого доку наведено в табл. 1.

Таблиця 1

Результати експериментального випробування

| Параметр | Вимірювання за допомогою системи | Вимірювання за допомогою лінійки та кутоміра | Помилка, % |
|-------------------|----------------------------------|--|------------|
| Осадка, м | 0,073 | 0,07 | 0,35 |
| Крен, ° | 5,43 | 5,44 | 0,03 |
| Диферент, ° | 2,737 | 2,75 | 0,04 |
| Рівень танка 1, м | 0,113 | 0,11 | 0,08 |
| Рівень танка 3, м | 0,039 | 0,04 | 0,027 |
| Рівень танка 9, м | 0,126 | 0,13 | 0,1 |

За результатами експериментів, наведених в таблиці 1, можна зробити висновок, що розроблена система дозволяє здійснювати вимірювання осадки, кутів крену і диференту, рівня рідини в баластних танках з досить високою точністю, зокрема, максимальне значення похибки не перевищує 0,35%.

Висновки. У даній статті наведено функціональну структуру та основні компоненти розробленої комп'ютеризованої системи контролю та управління параметрами плавучого доку. Застосування даної комп'ютеризованої системи із запропонованою розподіленою структурою та відповідними програмно-апаратними компонентами дає змогу здійснювати

контроль та керування основними параметрами плавучого доку в режимі реального часу з достатньо високою точністю. Розроблена функціональна структура гарантує гнучкість і масштабованість даної системи контролю та управління, а отже, вона може бути легко вбудована до великих систем і впроваджена в існуючі системи моніторингу плавучих доків, кранів тощо.

Розроблений за допомогою SCADA TRACE MODE 6 людино-машинний інтерфейс для багатофункціональної системи віддаленого контролю й управління параметрами плавучого доку дозволяє відображати всю необхідну інформацію на екрані оператора та проводити відповідне керування виконавчими механізмами. Крім того, у разі виникнення надзвичайної ситуації система забезпечує можливість її виявлення на основі розроблених алгоритмів керування робочими діапазонами головних параметрів плавучого доку в умовах реального часу. Інформація про поточні показники системи і динаміку їх зміни відображається на графічних екранах, де кожний з контрольованих параметрів доступний для оператора.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Рашковский А. С. Технология строительства композитных плавучих доков : учеб. пособ. / А. С. Рашковский, Н. Г. Слуцкий, А. В. Щедролосев ; под общ. ред. проф. А. С. Рашковского. – Николаев : РАЛ-полиграфия, 2009. – 232 с.
2. Основи проектування плавучих доків : навч. посіб. / О. С. Рашковский, В. П. Прудивус, О. В. Щедролосев, О. М. Узлов. – Миколаїв : РАЛ-поліграфія, 2011. – 232 с.
3. Павлов П. Я. Эффективность эксплуатации доков / П. Я. Павлов, А. Н. Рогулин. – М. : Транспорт, 1987. – 176 с.
4. Антоненко С. В. Обеспечение эксплуатационной надёжности плавучих доков / С. В. Антоненко, Е. В. Линник, Н. Ю. Голобокова // Морские интеллектуальные технологии. – СПб. : Моринтех. – 2001. – № 2. – С. 4–8.
5. Пат. 11613 Україна, МПК В 36 В 39/12. Пристрій контролю параметрів посадки і міцності плавспоруди / Гордєєв Б. М., Жуков Ю. Д., Кузьменко О. В. – № a200506562 ; заявл. 04.07.2005 ; опубл. 16.01.2006, Бюл. № 1/2006.
6. Пат. 61049 Україна, МПК G 01 N 11/00, G 01 F 23/28. Пристрій для визначення осадки, крену та диференту плавзасобу / Зівенко О. В., Жуков Ю. Д., Гордєєв Б. М. – № u201013972 ; заявл. 23.11.2010 ; опубл. 11.07.2011, Бюл. № 13/2011.
7. Экспериментальное исследование случайной погрешности оптико-электронного докового прогибомера / А. М. Алеев, А. А. Горбачев, В. В. Коротаев, А. В. Пантюшин // Науч.-техн. вестник Санкт-Петербургского гос. ун-та информ. технологий, механики и оптики. – 2011. – № 4 (74). – С. 8–12.
8. Зивенко А. В. Система измерения параметров посадки и прогиба дока / А. В. Зивенко // Вісник НУК ім. адмірала Макарова. – Миколаїв : НУК. – 2014. – № 3 – С. 197–204.
9. Guangxiang Yang. Deflection and inclination measuring system for floating dock based on wireless networks / Guangxiang Yang, Hua Liang, Chao Wu // Ocean Engineering. – 2013. – Issue 69. – P. 1–8.
10. Андреев Е. Б. SCADA-системы: взгляд изнутри / Е. Б. Андреев, Н. А. Куцевич, О. В. Синенко. – М. : РТСофт, 2004. – 176 с.

11. Measurement of Liquid Level in Tanks under Non-Stationary Conditions Based on Radar Sensor System / Y. P. Kondratenko, O.V. Korobko, O.V. Kozlov and other // Modern Problems of Radio Engineering, Telecommunications and Computer Science, in Proc. Int. Conf. TCSET'2014. – Lviv-Slavske, 2014. – P. 797–799.

12. Комп'ютеризована інформаційно-вимірювальна система для контролю рівня і об'єму рідини в резервуарах зі складною геометрією / Ю. П. Кондратенко О. В. Коробко, О. В. Козлов та ін. // Електротехнічні та комп'ютерні системи. – 2015. – № 18 (94). – С. 114–121.

13. PLC Based System for Remote Liquids Level Control with Radar Sensor / Y. Kondratenko, O. Korobko, O. Kozlov and other // The crossing point of Intelligent Data Acquisition & Advanced Computing Systems and East & West Scientists, in Proceedings of the 2015 IEEE 8th International Conference on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IDAACS). – Warsaw, Poland. – 2015. – P. 47–52.

14. Топалов А. М. Аналіз комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних та керуючих систем для виконання плавучим доком операцій спуску та підйому судна / А. М. Топалов // Наук.-метод. журн. Серія „Комп'ютерні технології“. – Миколаїв : ЧДУ ім. П. Могили. – 2014. – Вип. 238. – С. 115–121.

15. Топалов А. М. Комп'ютеризована система контролю та управління параметрами плавучого доку / А. М. Топалов // Матеріали ХХІІ міжнар. конф. з автоматичного управління „Автоматика 2015“. – Одеса : ТЕС, 2015. – С. 144–145.

16. Жданкин В. Приборы для измерения уровня / В. Жданкин // Обзор/аппаратные средства. – 2002. – № 3. – С. 6–19.

Подано 30.09.2015

**Ю. П. Кондратенко, А. В. Козлов, А. В. Коробко, А. Н. Топалов, И. П. Атаманюк
КОМПЬЮТЕРИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ
ПАРАМЕТРАМИ ПЛАВУЧЕГО ДОКА**

В работе рассмотрено структуру, алгоритмы, человеко-машинный интерфейс, а также программно-аппаратные средства для реализации компьютеризированной системы контроля и управления параметрами плавучего дока. Применение данной компьютеризированной системы с предложенной распределенной структурой позволяет осуществлять контроль и управление основными параметрами плавучего дока в режиме реального времени с достаточно высокой точностью. Работоспособность и эффективность приведенной системы проверены на экспериментальной установке.

**Y. P. Kondratenko, O. V. Kozlov, O. V. Korobko, A. M. Topalov, I. P. Atamanyuk
COMPUTERISED SYSTEM FOR MONITORING AND CONTROL OF FLOATING
DOCK PARAMETERS**

The paper considers the structure, algorithms and human-machine interface as well as software and hardware for the implementation of the computerized system for monitoring and control of floating dock parameters. The use of the computerized system with the proposed distributed structure enables monitoring and control of the basic parameters of the floating dock in real time mode with high enough accuracy. The operability and efficiency of the provided system are tested on an experimental facility.