

**Галь А.Ф.**

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

**Гайдай Г.Ю.**

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

**Грешин А.Ю.**

Національний університет кораблебудування імені адмірала Макарова

## ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНА СИСТЕМА ОБРОБКИ ДАНИХ ЕКСПЕРИМЕНТУ

*Розроблено інформаційно-вимірювальну систему, яку призначено для автоматизації обробки експериментальних даних у галузі океанотехніки та морських технологій. При цьому експериментальне дослідження проводилося на спеціально розробленому лабораторному стенді для вивчення динаміки багатоякірних систем позиціонування морських об'єктів, таких як плавучі бурові платформи, бурові та рятувальні судна та інші плавучі споруди. Представлено багатовіконний графічний інтерфейс системи, який розроблено з використанням середовища програмування NETBeans IDE та мови програмування високого рівня РНР. Показано роботу програми від початку її запуску, обробки результатів дослідження та до їх виведення на екран монітору. Графічний інтерфейс системи повністю відображує роботу системи, а саме: вибір вихідних даних із бази даних або їхній самостійний ввід користувачем, обробку числових даних, одержаних під час опитування датчика, побудову діаграм затухаючих коливань системи, розрахунок основних характеристик системи та порівняння їх із теоретичними значеннями, оцінку похибки розрахунків основних показників. Розроблена інформаційно-вимірювальна система обробки лабораторних даних дає змогу підвищити ефективність сприйняття інформації та достовірність одержаних результатів під час виконання лабораторної роботи, а також скоротити час на отримання експериментальних даних. Розроблена система дає змогу поліпшити значення таких показників: час збору і первинної обробки інформації; достовірність і точність отриманих експериментальних даних; достовірність і точність результатів обробки лабораторних даних; швидкість обробки експериментальних даних. Представлена інформаційно-вимірювальна система складається з таких елементів: пристроїв вимірювання, пристрою обробки вимірювальної інформації, пристрою зберігання інформації, пристрою подання інформації у вигляді реєстраторів і індикаторів, пристрою управління, що служить для організації взаємодії всіх вузлів системи, пристрою впливу на об'єкт, що включає в себе генератори стимулюючих впливів.*

**Ключові слова:** експеримент, автоматизація, якірний ланцюг, бурова установка, інформаційно-вимірювальна система.

**Постановка проблеми.** Вимірювально-інформаційна система (далі – ВІС) – це сукупність функціонально об'єднаних вимірювальних, обчислювальних та інших допоміжних технічних засобів для отримання вимірювальної інформації, її перетворення, обробки з метою представлення споживачеві в необхідному вигляді або автоматичного здійснення логічних функцій контролю, діагностики, ідентифікації та ін. [6].

Поява ВІС зумовлена насамперед конкретними завданнями виробництва і наукових досліджень, які потребують отримання, обробки, відображення та зберігання великих обсягів вимірювальної інформації. Практичне розв'язання цих завдань виявилось можливим завдяки бурхливому

розвитку обчислювальної та вимірювальної техніки, зокрема первинних вимірювальних перетворювачів (датчиків). Датчики, що серійно випускаються, дають змогу використовувати електричні методи вимірювання всіх фізичних величин. При цьому вартість засобів обчислювальної техніки, вимірювальних перетворювачів та інших компонентів ВІС знизилася до рівня, що робить економічно доцільним застосування ВІС у виробництві, наукових дослідженнях і моніторингу найрізноманітніших об'єктів. Тому нині ВІС застосовуються практично повсюдно. Вони дають змогу вирішувати завдання, недоступні для інших засобів вимірювання, і забезпечують високий рівень автоматизації процесу вимірювань, високу достовірність

отриманих результатів, високу інформативність і зручну індикацію результатів.

Аналіз останніх тенденцій у сфері створення інформаційно-вимірювальних систем показав, що цього роду програмні продукти є затребувані, тому їхні впровадження в навчальний процес вищих навчальних закладів є сьогодні основним завданням закладів освіти. Тому розроблення інформаційно-вимірювальної системи обробки лабораторних даних, яка дасть змогу підвищити ефективність сприйняття інформації та достовірність одержаних результатів під час виконання лабораторної роботи, а також скоротити час на отримання експериментальних даних, є основним завданням викладачів та аспірантів.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Сьогодні є різні спеціалізовані рішення в галузі збору інформації та автоматизації процесів, дані яких пов'язано з управлінням і логістикою, процесом лабораторних досліджень. Контроль якості здійснюється випробувальними і аналітичними лабораторіями, які оснащено, як правило, сучасним обладнанням та укомплектованими висококваліфікованими фахівцями. Ефективність роботи, компетентність і продуктивність таких лабораторій виявляються недостатніми через відсутність необхідного інформаційного забезпечення для управління якістю роботи лабораторії. Тому особливого значення набувають лабораторні інформаційні системи (ЛІС – англ. Laboratory information management systems – LIMS), які дають змогу в повному обсязі реалізувати можливості лабораторного потенціалу. ЛІС являє собою комплекс програмного забезпечення і апаратних засобів [7], створених спеціально для лабораторії, і забезпечує збір, обробку та накопичення інформації, автоматизацію технологічних процесів, а також процесів управління і комунікації. До основних ЛІС можна віднести такі:

1. ЛІС LABWARE побудована на архітектурі «клієнт-сервер» [6]. Модель «клієнт-сервер» нині є домінуючою комп'ютерною архітектурою для ЛІС. ЛІС здійснює розподіл завдань між виконавцями і реалізує контроль із боку керівної ланки на всіх етапах виконання аналітичного контролю і формування сертифікатів і протоколів якості.

На рівні введення інформації виконавець (лаборант, науковий співробітник, фахівець) здійснює занесення даних в ЛІС, при цьому він не володіє правом коригування результатів і не має доступу до архівів. Введення даних може здійснюватися як ручним способом – шляхом заповнення відповідних осередків, так і автоматизованим – шляхом

зчитування даних з інструментів і приладів, що мають комунікаційні порти.

2. Лабораторна інформаційна система STARLIMS – це потужна багатофункціональна технологія, орієнтована на підвищення ефективності роботи процесів контролю якості на підприємствах будь-яких галузей промисловості, випробувальних центрах і науково-дослідних лабораторіях [7]. ЛІС STARLIMS дає змогу за допомогою новітніх програмних інструментів управляти процесами контролю якості продукції, а так само забезпечувати і підтверджувати виконання вимог до компетентності випробувальних лабораторій.

3. Лабораторна інформаційна система DigitalLab [9] призначена для автоматизації управління, обробки та зберігання інформації про роботу лабораторії на підприємстві.

ЛІС DigitalLab підвищує ефективність виконання функцій, затребуваних на підприємстві, дає змогу фахівцям заводу і споживачам виробленої продукції бути впевненими в дотриманні контролю якості на всіх етапах виробництва. Впровадження ЛІС DigitalLab спрямовано на підвищення якості й ефективності роботи випробувальної лабораторії у всіх аспектах її діяльності.

4. ЛІС «УНІВЕРЛАБ» – професійна лабораторна інформаційна система (мережева програмна система), призначена для автоматизації діяльності лабораторії будь-якого рівня. Система дає змогу автоматизувати всі необхідні бізнес-процеси лабораторії [7].

**Постановка завдання.** Метою статті є розроблення інформаційно-вимірювальної системи обробки даних, основним призначенням якої є автоматизація процесу одержання та обробки експериментальних даних під час виконання лабораторної роботи.

**Виклад основного матеріалу дослідження.** Інформаційно-вимірювальну систему, яку розроблено в статті, призначено для автоматизації процесу виконання експерименту, пов'язаного з вивченням динаміки багатоякірних систем позиціонування плавучих об'єктів океанотехніки.

Математичну модель, яку закладено до інформаційно-вимірювальної системи, що розробляється, обґрунтовано та наведено в роботах [1; 2; 4]. Опис лабораторної установки, на якій виконується експеримент, наведено в роботах [5; 8]. До метрологічного забезпечення цієї ВІС висунуто такі вимоги:

– достовірність і своєчасність вимірювальної інформації, а саме – лабораторних даних (кут

відхилення системи від стану рівноваги замірюється не менш ніж через 1 с із точністю не менш ніж 0,01);

- точність результатів, одержаних у результаті обробки експериментальних даних (похибка становить не більше 5%);

- усе вимірювальне обладнання (датчики, динамометри) відповідають вимогам Державної метрологічної служби України.

Інформаційно-вимірювальна система, що розробляється, містить такі пристрої:

- пристрої вимірювання, що включають у себе первинні і вторинні вимірювальні перетворювачі і власне вимірювальний пристрій, який виконує операції порівняння з мірою, квантування, кодування, а в окремих випадках і комутатор;

- пристрій обробки вимірювальної інформації, яка виконує обробку вимірювальної інформації за певним алгоритмом (скорочення надмірності, математичні операції, модуляція і т.п.);

- пристрій зберігання інформації;

- пристрій подання інформації у вигляді реєстраторів і індикаторів;

- пристрій управління, що служить для організації взаємодії всіх вузлів ВІС;

- пристрій впливу на об'єкт, що включає в себе генератори стимулюючих впливів.

На рис. 1 наведено узагальнену структурну схему ВІС обробки даних експерименту.

Інформація від ВІС може надходити в ЕОМ або видаватися оператору. Оператор або ЕОМ можуть впливати на пристрій управління ВІС, змінюючи відповідно програму її роботи. У низці ВІС деякі пристрої зв'язку можуть бути відсутні. За наявності в складі ВІС комп'ютера PCI (ISA)

або іншої мікро-ЕОМ інформація до них може надходити безпосередньо від пристроїв обробки або (і) зберігання.

Математичне забезпечення системи, яке було розроблено у роботах [2; 3], дало змогу одержати такі алгоритми, за якими працює ВІС (рис. 2).

Як середовище для програмування цієї ВІС було обрано середовище NetBeans IDE [10], яке має у своєму складі розширений багатомовний редактор для різних мов програмування – Java, C / C++, Ruby, Groovy, PHP, JavaScript, CSS, XML, HTML, RHTML, JSP, документацію Javadoc.

Як мову програмування обрано мову PHP [10] – скриптову мову програмування загального призначення, інтенсивно вживану для розроблення вебдодатків. Для створення графічних додатків для Windows є вільний пакет WinBinder (написаний на Сі, фактично – обгортка для WinAPI).

Після проведення всіх налагоджень проєкту системи в середовищі програмування, написання коду програми, заповнення бази даних (БД) та іншого запускаємо програму.

Після запуску програми на екрані з'являється вікно головного меню системи (рис. 3), в якому можна обрати параметри експерименту. Потім запускається вікно вибору вихідних даних для подальших розрахунків системи (рис. 4), причому їх можна ввести як самостійно, так і обрати вже закладені в БД.

Після запуску експерименту датчик починає реєструвати кути відхилення системи від положення рівноваги. Після цього можна виконати побудову діаграми затухаючих коливань системи, а потім побудувати таку ж діаграму на основі розрахунків диференційного рівняння, наведеного у роботі [2]. Усе це відображено у вікні на рис. 5.

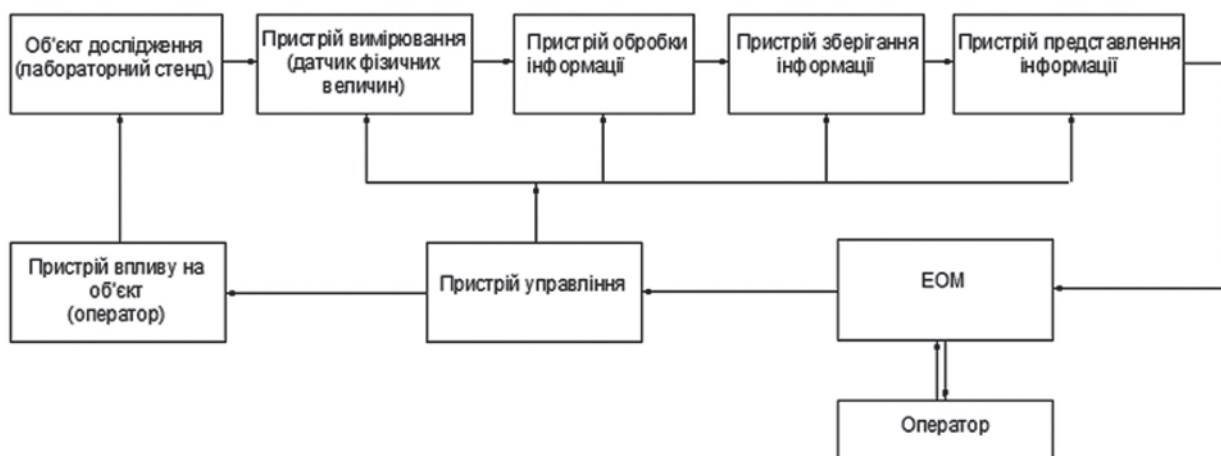


Рис. 1. Узагальнена структурна схема інформаційно-вимірювальної системи обробки даних експерименту

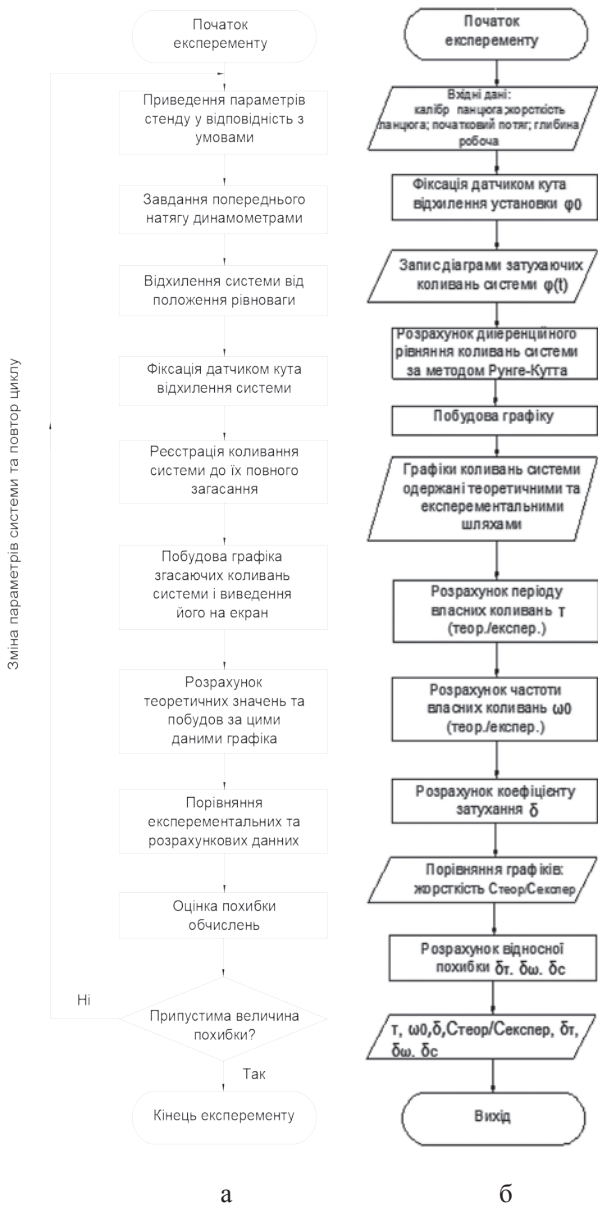


Рис. 2. Алгоритми роботи ВІС:

а – блок-схема алгоритму функціонування системи загалом; б – алгоритм роботи модулю обробки та представлення інформації



Рис. 3. Вікно головного меню системи

У наступному вікні наведено графіки, які побудовано системою експериментальним і теоретичним шляхом (рис. 6).

Далі наведено вікно системи, у якому виводяться на екран монітора основні величини, що розраховано системою на основі математичної

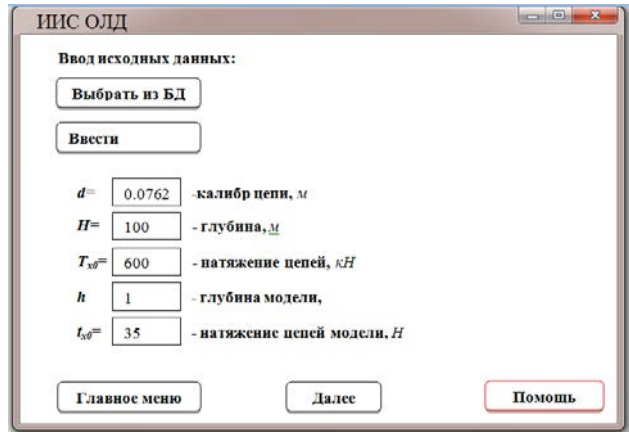


Рис. 4. Вікно вибору вихідних даних

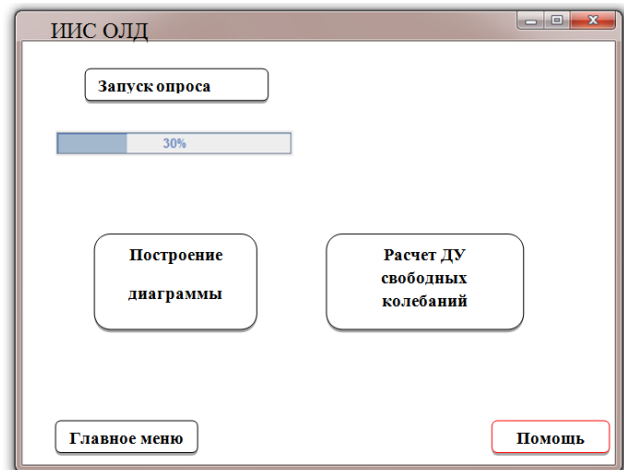


Рис. 5. Вікно основних розрахунків



Рис. 6. Вікно виводу графічних результатів роботи системи

моделі, наведеної у роботах [2; 3] (рис. 7), також відносна похибка розрахунків.

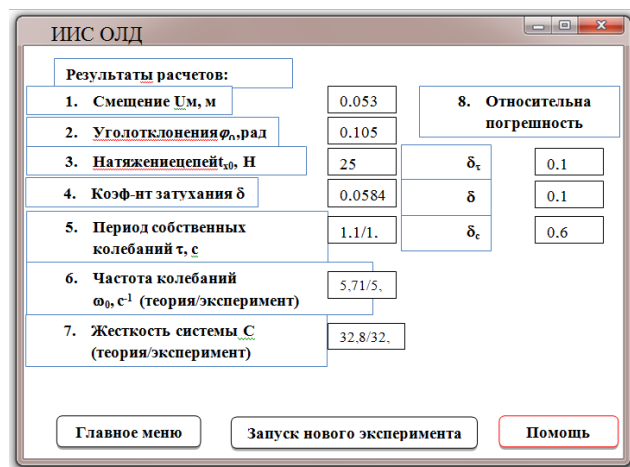


Рис. 7. Вікно виводу результатів розрахунків роботи системи

Приклади, які наведено в цій ВІС (див. рис. 3–7), порівняно з розрахунками, одержаними під час виконання експерименту, які наведено у роботі [3].

**Висновки.** У статті представлено розроблену інформаційно-вимірвальну систему обробки лабораторних даних, що дає змогу автоматизувати процес вимірювання, збору і обробки експериментальних даних, які одержують студенти під час виконання лабораторного практикуму з вивчення особливостей функціонування якірних систем утримання плавучих засобів.

Розроблена система дає змогу поліпшити значення таких показників: час збору і первинної обробки інформації; достовірність і точність отриманих експериментальних даних; достовірність і точність результатів обробки лабораторних даних; швидкість обробки експериментальних даних.

#### Список літератури:

1. Теория подобия и размерностей / П.М. Алабужев, В.Б. Геронимус, Л.М. Минкевич, Б.А. Шеховцев. Москва : Моделирование. Высшая школа, 1968. 365 с.
2. Андрейчикова А.Ю. Экспериментальное исследование динамики многоякорной системы позиционирования плавучих средств океанотехники. // *Збірник наукових праць НУК*. Миколаїв : НУК, 2010. № 4. С. 3–11.
3. Андрейчикова А.Ю. Экспериментальное дослідження динаміки багатоякірних систем позиціонування суден та об'єктів океанотехніки. *Збірник наукових праць Академії військово-морських сил імені П.С. Нахімова*. Севастополь : АВМС ім. П.С. Нахімова, 2010. Вип. 3. С. 219–226.
4. Бугаенко Б.А. Динамика судовых спускоподъемных операций. Киев : Наукова думка, 2004. 320 с.
5. Установка для исследования динамики многоякорной системы позиционирования плавучих сооружений / Б.А. Бугаенко, А.Ф. Галь, А.Ю. Андрейчикова // *Автоматизация судостроительного производства и подготовка инженерных кадров: состояние, проблемы, перспективы* : материалы Международной научно-методической конференции, 26–27 июня 2007 г. Николаев : НУК, 2007. С. 129–130.
6. Информационно-измерительные и управляющие системы : учебно-методическое пособие / В.В. Мишунин, Е.В. Корсунова, В.И. Ищенко, А.В. Курлов. Белгород : Изд-во БелГУ, 2010. 129 с.
7. Парахуда Р.Н., Литвинов Б.Я. Информационно-измерительные системы: Письменные лекции. Санкт-Петербург : СЗТУ, 2002. 74 с.
8. Пат. на корисну модель № 57969. Стенд для експериментального дослідження динаміки якірних систем позиціонування / Г.Ю. Андрейчикова, Б.А. Бугаенко, А.Ф. Галь; Україна, МПК (2011.01) В63В 21/00, В63В 35/00. НУК. – № u201009945; заявл. 10.08.10; опубл. 25.03.11 // *Промислова власність*. 2011. Бюл. № 6 (друк.). 3 с.
9. Раннев Г.Г. Измерительные информационные системы : учебник для студ. высш. учеб. заведений. Москва : Академия, 2010. 336 с.
10. Скляр Дэвид. Изучаем PHP 7. Диалектика, 2017. 464 с.

#### Hal A.F., Haidai H.Yu., Hrieshnov A.Yu. EXPERIMENTAL DATA PROCESSING INFORMATION AND MEASURING SYSTEM

*The information and measurement system has been developed to automate the processing of experimental data in the fields of ocean engineering and marine technologies. The experimental study was carried out at a specially designed laboratory stand to study the dynamics of multi-anchor positioning systems of marine objects such as floating drilling platforms, drilling and rescue vessels and other floating structures. The system offers a multi-window GUI that is designed using the NETBeans IDE programming environment and high-level PHP programming language. It shows the operation of the program from the beginning of its launch, processing of the research results and until they are displayed on the monitor. The graphical interface of the system fully reflects the work of the system, namely the choice of source data from the database or their own input by the*

*user, the processing of numerical data obtained during the survey of the sensor, the construction of diagrams of damping oscillations of the system, the main characteristics calculation of the system and comparison with theoretical values, evaluation errors in the calculation of key indicators. The developed information-measuring system for processing of laboratory data allows increasing the efficiency of the information perception and the reliability of the obtained results during the performance of laboratory work, as well as to reduce the time for obtaining experimental data. The developed system allows improving the values of the following indicators: time of collection and initial processing of information; the accuracy and correctness of the experimental data obtained; reliability and accuracy of the results of laboratory data processing; experimental data processing speed. The presented information-measuring system consists of the following elements: measuring device, device for processing measuring information, device for storing information, device for presenting information in the form of loggers and indicators, device for controlling the interaction of all nodes of the system, device for impact on the object, including stimulus generators.*

**Key words:** *experiment, automation, anchor chain, drilling rig, information-measuring system.*