

**Боряк К.Ф.**

<https://orcid.org/0000-0003-4226-0102>

Національний університет «Одеська морська академія»

**Ігнатенко О.А.**

<https://orcid.org/0009-0009-6938-6208>

Національний університет «Одеська морська академія»

## АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ОПЕРАТИВНОГО ОЦІНЮВАННЯ ПОТОЧНОГО ТЕХНІЧНОГО СТАНУ СУДНОВИХ ДИЗЕЛЬНИХ ДВИГУНІВ

У статті розглядаються питання автоматизації процесу параметричної діагностики дизельних двигунів морського виконання на основі новітнього експрес-методу оперативної оцінки їх технічного стану у процесі їх стартової підготовки до виходу в море. Актуальність роботи зумовлена тим, що сучасні великотоннажні кораблі оснащуються складними бортовими системами моніторингу енергетичних установок, тоді як використання подібних рішень на маломірних бойових і спеціалізованих плавзасобах обмежується високою вартістю залучення для проведення ТО сторонніх фахівців, складністю експлуатації та необхідністю спеціальної підготовки персоналу. Унаслідок цього на швидкохідних катерах переважно застосовуються спрощені інтегровані системи контролю, які відображають лише базові експлуатаційні параметри роботи дизельних двигунів. У попередніх дослідженнях авторами було запропоновано новий експрес-метод оцінювання технічного стану дизельних двигунів під час їх стартового прогріву, що ґрунтується на аналізі швидкості зміни тиску мастила та різниці температури оборотної води в циркуляційній системі протягом визначеного часового інтервалу. Разом з тим практична реалізація методу вимагає ручної фіксації показників і виконання розрахунків, що в умовах суттєвого обмеження часу під час стартового прогріву двигуна, наявність суб'єктивного фактору виникнення похибки у вхідних даних знижують достовірність зроблених розрахунків на цих даних і як наслідок діагностичних висновків. Для усунення цих недоліків пропонується автоматизувати процес діагностування і отримання експертного рішення шляхом розробки програмного забезпечення у вигляді спеціального застосунку «DieselDiagnostic» для мобільних приладів (смартфон або планшет), які є в наявності у членів екіпажу катера і який працює в автономному режимі. Програмний застосунок забезпечує введення експлуатаційних параметрів, автоматичне визначення швидкості їх зміни, порівняння з нормативними критеріями та формування діагностичного висновку щодо технічного поточного стану двигуна. Запропоноване рішення сприяє зменшенню впливу людського фактору, підвищенню оперативності прийняття рішень і водосконаленню технічного контролю енергетичних установок швидкохідних катерів.

**Ключові слова:** суднові дизельні двигуни, експрес-метод оцінювання, технічний поточний стан швидкохідних катерів, автоматизація процесу діагностування, застосунок для мобільних приладів «DieselDiagnostic»

**Постановка проблеми.** Дизельні двигуни морського виконання залишаються базовим елементом енергетичних установок більшості кораблів і суден різного призначення. Їх експлуатаційна надійність безпосередньо визначає рівень безпеки мореплавства, економічну ефективність перевезень, а у військовому аспекті, бойову готовність кораблів та успішність виконання призначених завдань. У сучасних умовах забезпечення морської безпеки, інтенсифікації навігації, поси-

лення екологічних вимог та ускладнення режимів роботи пропульсивного комплексу проблема раннього виявлення деградаційних процесів і об'єктивної оцінки поточного технічного стану головних та допоміжних дизельних двигунів набуває особливої актуальності.

У цивільному судноплаванні, окрім повсякденних експлуатаційних викликів, існують додаткові чинники, що суттєво підвищують вимоги до підтримання працездатності енергетичної



установки та безперервного контролю її технічного стану. Зокрема, мінна небезпека в окремих районах з інтенсивним судноплавством, особливо в акваторіях, що зазнали воєнних дій або характеризуються підвищеною військово-політичною напруженістю, зумовлює необхідність частих змін курсу та швидкості, виконання різких маневрів ухилення та роботи в умовах обмеженого часу на прийняття рішень. У таких ситуаціях енергетична установка функціонує в несталіх і близьких до гранично допустимих, а під час бойових дій і в критично небезпечних для експлуатації режимах, що супроводжується зростанням динамічних і тепломеханічних навантажень на вузли та системи двигуна.

Додатково у низці регіонів зберігається загроза піратства, що потребує забезпечення максимально можливої швидкості руху судна та підтримання енергетичної установки в режимі підвищеної оперативної готовності. Це передбачає здатність головних двигунів до швидкого переходу з часткових навантажень на режим повної потужності без зниження надійності, а також тривалу експлуатацію поблизу номінальних або гранично допустимих теплових і механічних параметрів. У бойових умовах або під час виконання спеціальних завдань військовими кораблями двигуни додатково зазнають інтенсивних маневрових режимів, що значно підвищує швидкість зношування, теплову напруженість деталей та ризик формування прихованих дефектів.

Особливої уваги заслуговує тенденція до скорочення нормативного часу підготовки енергетичної установки до стартового виходу. Запуск двигуна за скороченою процедурою змінює характер перехідних процесів пуску та прогріву: формування мастильного клину, стабілізація теплових зазорів і вихід на розрахункові параметри відбуваються за умов підвищених градієнтів температур і тисків. Це створює передумови для розвитку мікропошкоджень, прискореного старіння мастильних матеріалів і локальних перевантажень, які на початкових стадіях не фіксуються наявними бортовими приладами контролю.

Таким чином, поєднання екологічних обмежень, необхідності забезпечення високої швидкості та маневреності, мінної небезпеки, піратських загроз і бойових факторів формує новий спектр експлуатаційних навантажень на судові дизельні двигуни. За таких умов традиційні підходи до оцінювання технічного стану, орієнтовані переважно на контроль граничних абсолютних значень параметрів, є недостатніми для своєчасного виявлення

початкових стадій наднормованого розвитку деградаційних процесів в двигуні.

Зазначені обставини обумовлюють актуальність розроблення нових експрес-методів оперативної діагностики, здатних забезпечити інформаційну чутливість до ранніх змін технічного стану без щоденного застосування складних і дорогартісних апаратних рішень. Особливо перспективним є використання аналізу перехідних процесів пуску та прогріву, а також швидкостей зміни визначальних параметрів (тиску мастила, температури охолоджувальної рідини, частоти обертання тощо), як інформативних діагностичних ознак.

Логічним продовженням цього підходу є необхідність розробки спеціалізованого програмного забезпечення для автоматизації процесу оперативного діагностування на основі нового експрес-методу, описаного Боряк К.Ф., Ігнатенко О.А. в роботі [1], що дозволить інтегрувати алгоритми обробки та нормалізації сигналів у штатні бортові інформаційні системи, мінімізувати вплив людського фактору, забезпечити формування індексу технічного стану в режимі реального часу та накопичення бази даних для подальшого аналізу.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** У міжнародній морській практиці забезпечення надійності та безперервності функціонування судових енергетичних установок розглядається, як один із ключових чинників безпеки мореплавства та ефективності експлуатації флоту. У документах [2, 3] сформовано міжнародні нормативні вимоги до проектування, експлуатації та технічного контролю судових енергетичних установок, спрямовані на забезпечення безперервної та безпечної роботи головної пропульсивної установки і допоміжних механізмів протягом усього рейсу. Зокрема, у документах International Maritime Organization та положеннях International Convention for the Safety of Life at Sea визначено необхідність забезпечення високого рівня надійності судових механізмів, можливості підтримання працездатності енергетичної установки у різних експлуатаційних режимах, а також проведення регулярного технічного нагляду і контролю параметрів її роботи.

У документах [4–6] відображено підхід військово-морських стандартів до забезпечення надійності та живучості корабельних енергетичних установок, що застосовуються на військових кораблях країн НАТО. У нормативних документах, зокрема у NATO Naval Ship Code (ANEP-77), визначено вимоги до відмовостійкості пропуль-

сивних систем, резервування критичних елементів та забезпечення функціональної стійкості енергетичних установок під час виконання бойових і службових завдань. Відповідні підходи передбачають збереження можливості керування кораблем навіть у разі відмови окремих елементів енергетичної системи, а також підвищення її живучості в умовах інтенсивних експлуатаційних перенавантажень.

Разом із тим аналіз міжнародних нормативних документів і стандартів свідчить, що навіть за умов суворого дотримання регламентних термінів технічного обслуговування та експлуатації не виключається ймовірність виникнення непередбачуваних відмов суднових енергетичних установок. Найбільш критичними з точки зору забезпечення ходової надійності судна або корабля є відмови головних дизельних двигунів, що працюють в умовах значних теплових і механічних навантажень. При цьому деградаційні процеси елементів циліндро-поршневої групи, паливної апаратури та систем змащування на початкових стадіях можуть не супроводжуватися виходом контрольованих параметрів за встановлені межі.

У зв'язку з цим одним із перспективних напрямів підвищення надійності суднових енергетичних установок є впровадження методів оперативної технічної діагностики та безперервного моніторингу технічного стану головних дизельних двигунів, що дозволяє своєчасно виявляти початкові стадії розвитку несправностей і підвищувати ефективність управління їх експлуатаційною надійністю.

У наукових публікаціях останніх років простежується тенденція до переходу від планово-попереджувальної системи технічного обслуговування до концепції обслуговування за технічним станом (Condition-Based Maintenance). Такий підхід базується на аналізі поточних експлуатаційних параметрів та їх змін у часі. Разом з тим більшість робіт зосереджена на контролі стаціонарних режимів або на виявленні вже розвинених дефектів, тоді як ранні стадії деградації залишаються недостатньо дослідженими.

Так Волянський С. М., Шумило О. М., Мельник О. М., Котенко О. В., Іванов Г., Полянський П. роботах [7–9] розглядають сучасні підходи до діагностики та прогнозування технічного стану суднових дизельних двигунів, основані на інтелектуальних методах обробки даних. Ці дослідження спрямовані на виявлення деградаційних процесів, прогнозування відмов і підвищення ефективності технічного обслуговування шляхом урахування як динаміки

зміни параметрів, так і стохастичного характеру відмов елементів енергетичних установок.

Зокрема, Волянський С. М., Шумило О. М., Мельник О. М., Котенко О. В. Zhang Y., Li H. у роботі [7] запропонували підхід до моделювання деградаційних процесів у суднових дизельних двигунах на основі аналізу часових рядів експлуатаційних параметрів, що дозволяє виявляти тенденції зміни технічного стану та оцінювати динаміку розвитку несправностей. На відміну від існуючих робіт, у яких переважно розглядається прогнозування відмов окремих компонентів або застосування алгоритмів машинного навчання без інтеграції системного рівня оцінювання, у даному дослідженні запропоновано модель, що враховує взаємозалежність деградації вузлів та її вплив на інтегральну ефективність функціонування морської платформи. Іванов Г., Полянський П. у дослідженні [8] розглянули ймовірно-статистичне оцінювання надійності деталей суднових дизельних двигунів з урахуванням одночасної дії зносу та випадкових відмов. Отримані емпіричні залежності дозволяють прогнозувати ймовірність аварійних відмов елементів циліндро-поршневої групи та обґрунтовувати періодичність технічного обслуговування. У свою чергу, Zhang Y., Li H. у роботі [9] дослідили можливості застосування методів машинного навчання для діагностики несправностей суднових дизельних двигунів, що дозволяє автоматизувати процес виявлення аномалій у роботі обладнання та підвищити точність класифікації технічних станів.

Варбанець Р. А., Мінчев Д. С., Кучеренко Ю. М., Залож В. І., Рибальченко М. Є., Білоусов С. В., Савчук В. П., Самойлов О. О., Сіманенков А. Л., Левінський М. В., Залож В. І. у роботах [10–14] розглядають сучасні підходи до автоматизації процесів контролю технічного стану суднових дизельних двигунів та впровадження інформаційно-вимірювальних систем оперативної діагностики. Зазначені дослідження об'єднує спрямованість на використання цифрових технологій, сенсорних систем та програмних засобів для безперервного моніторингу параметрів роботи енергетичних установок з метою своєчасного виявлення відхилень у їх функціонуванні.

Зокрема, Варбанець Р. А., Мінчев Д. С., Кучеренко Ю. М., Залож В. І. у роботі [10] представили систему параметричної діагностики суднових дизельних двигунів у режимі реального часу, що базується на використанні сучасних мікроконтролерів, сенсорів тиску та вібрації, а також бездротових інтерфейсів передачі даних на мобільні

пристрої. Такий підхід дозволяє оперативно контролювати параметри робочого процесу двигуна та аналізувати технічний стан його основних вузлів. Рибальченко М. Є., Білоусов Є. В., Савчук В. П. у дослідженні [11] запропонували методику цифрової обробки індикаторних діаграм двигуна внутрішнього згоряння, що реалізована у вигляді програмного модуля для визначення діагностичних параметрів на режимах, відмінних від номінальних. Отримані результати підтверджують можливість використання програмних засобів для оцінювання технічного стану двигуна за результатами аналізу робочих процесів.

Самойлов О. О., Сіманенков А. Л., Залож В. І. у роботах [12, 14] розглянули сучасні тенденції розвитку автоматизованих систем технічної діагностики суднових енергетичних установок, зокрема впровадження технологій predictive maintenance, алгоритмів аналізу експлуатаційних даних та інтеграції портативних діагностичних засобів у системи управління технічним станом механізмів. При цьому наголошується на необхідності переходу від періодичних регламентних перевірок до систем безперервного параметричного моніторингу, які дозволяють своєчасно виявляти початкові стадії деградаційних процесів і прогнозувати можливі відмови обладнання. Дослідження Левінського М. В. [13] доповнює цей напрям розробленням автоматизованих засобів контролю стану мастильних систем суднових дизель-генераторів, що базуються на аналізі даних сенсорів і формуванні рекомендацій для оператора щодо подальшої експлуатації обладнання.

Таким чином, результати досліджень Варбанець Р. А., Мінчев Д. С., Кучеренко Ю. М., Залож В. І., Рибальченко М. Є., Білоусов Є. В., Савчук В. П., Самойлов О. О., Сіманенков А. Л., Левінський М. В., Залож В. І. [10–14] свідчать про зростання ролі автоматизованих систем моніторингу та діагностики технічного стану суднових енергетичних установок, які базуються на використанні доступних сенсорних засобів, цифрових методів обробки даних і програмного забезпечення для оперативного аналізу параметрів роботи механізмів. Впровадження таких підходів дозволяє підвищити ефективність контролю технічного стану обладнання, своєчасно виявляти деградаційні процеси та попереджати можливі відмови суднових технічних засобів.

У попередніх працях авторів цієї статті Боряк К.Ф., Ігнатенко О.А. [1, 15, 16] розглядаються сучасні підходи до експрес-оцінки технічного стану суднових механізмів, зокрема дизельних

двигунів. Боряк К.Ф., Ігнатенко О.А. у дослідженні [1] запропонували метод прогнозування розвитку деградаційних процесів на основі оперативної інформації від бортових сенсорів, що дозволяє визначати тенденції зміни технічного стану обладнання в реальному часі та своєчасно виявляти перші ознаки його деградації. Автори підкреслюють важливість швидкого отримання інформації для підвищення надійності суднових механізмів і запобіганню виникнення аварійних ситуацій.

Боряк К.Ф., Ігнатенко О.А. у роботі [15] дослідили визначення критичних значень параметрів для практичного застосування експрес-методу діагностики стану суднових дизельних двигунів. Визначення таких критичних значень дозволяє нормувати процедуру оцінки стану обладнання та підвищити точність прогнозування можливих відмов, що є ключовим для оперативного прийняття рішень щодо технічного обслуговування. Крім того, автори відзначають необхідність інтеграції алгоритмів діагностики з автоматизованими системами моніторингу на борту.

Боряк К.Ф., Ігнатенко О.А. у дослідженні [16] провели тестування нового експрес-методу для оперативної оцінки стану суднових дизельних двигунів, зокрема виробництва Cummins Inc. Результати показують, що метод забезпечує достатню прийнятну точність визначення діагностичних параметрів та швидкість оцінки, що робить його перспективним для застосування в умовах обмеженого часу і ресурсів. На підставі аналізу всіх трьох робіт можна зробити висновок про перспективність і необхідність автоматизації процесу експрес-діагностики технічного поточного стану суднових дизельних двигунів. Результати досліджень свідчать, що запропоновані методи дозволяють оперативно оцінювати технічний стан двигунів, прогнозувати розвиток деградаційних процесів та своєчасно виявляти потенційні відмови навіть у режимах обмеженого часу та ресурсів.

У цьому контексті особливої актуальності набуває розроблення експрес-методів параметричної оперативної діагностики, реалізованих у вигляді програмних застосунків для мобільних платформ (планшетів або смартфонів). Використання таких рішень дозволяє автоматизувати процеси контролю технічного стану енергетичних установок, підвищує швидкість і точність прийняття рішень щодо технічного обслуговування та забезпечує можливість проведення первинної діагностики навіть технічно не підготовленим рядовим членам екіпажу (матросам).

Таким чином, поєднання експрес-методів діагностики з мобільними програмними платформами створює ефективний інструмент для оперативного контролю та підтримання надійності суднових дизельних двигунів, що є критично важливим в умовах інтенсивної експлуатації, обмежених ресурсів технічного обслуговування та високих вимог до безпеки мореплавства.

**Постановка завдання.** Як було зазначено авторами Боряк К.Ф., Ігнатенко О.А. в попередній статті [15] сучасні військові кораблі та катери оснащуються бортовими електронними системами управління та контролю технічного стану з різним рівнем інформативності та діагностичних можливостей. Кораблі великої водотоннажності (фрегати, корвети) обладнані потужними електронними комплексами керування, моніторингу та діагностики, які дозволяють контролювати окремі механізми, автономні рухові групи та весь пропульсивний комплекс корабля. Ці системи відзначаються широким спектром моніторингових функцій та діагностичних параметрів, що забезпечується, зокрема, використанням сучасних діагностичних технологій: датчики та вимірювальні прилади, бортові інформаційні та контрольні панелі (ECU, EMU, EIM), системи збору, збереження та відображення даних (MTS, LOP, LOS DE/GT), програмне забезпечення системи діагностики та аналітики, комунікаційні та інтеграційні модулі (CCG, PIMs), інструменти підтримки обслуговуючого персоналу з відповідною візуалізацією, отриманих даних на цифровій панелі контролю та управління енергетичною установкою.

Але, надмірна складність сучасних бортових електронних систем управління та контролю технічного стану, їх висока вартість встановлення та технічного обслуговування, потреба в спеціалізованій підготовці обслуговуючого технічного персоналу, а також обмежена доступність запасних частин і сервісних центрів створюють суттєві обмеження для їх ефективного використання, особливо на маломірних суднах. У зв'язку з цим виникає необхідність впровадження більш простих, надійних та економічно доцільних систем управління і діагностики, які забезпечують достатній рівень моніторингу та контролю технічного стану корабельних механізмів, одночасно спрощуючи обслуговування та знижуючи експлуатаційні витрати на невеликих суднах.

На даний час, для маломірних бойових та спеціалізованих самохідних морських та річкових платформ (катерів, баркасів, надувних човнів

тощо) використовуються більш прості системи управління та контролю роботи енергетичної установки з відображенням мінімально необхідних, але критично важливих параметрів роботи головних та допоміжних дизельних двигунів на цифровій бортовій панелі контролю та управління. Значення цих експлуатаційних параметрів відображують поточний технічний стан механізмів енергетичної установки в різних експлуатаційних режимах роботи.

Так, у попередніх наукових працях Боряк К.Ф., Ігнатенко О.А. [1, 15, 16] було розглянуто експрес-метод діагностування технічного стану суднових дизельних двигунів, який базується на аналізі параметрів, що відображають динаміку зміни основних робочих характеристик під час їх прогріву. Проведені дослідження показали, що використання параметрів, доступних зі штатних вимірювальних приладів бортової системи управління, дозволяє оперативно оцінювати поточний технічний стан силової установки без щоденного застосування дороговартісного складного діагностичного обладнання. Такий підхід є особливо актуальним у морських умовах експлуатації, коли рішення щодо готовності корабля до виконання завдання необхідно приймати в обмежений час.

Разом з тим, на етапі стартового прогріву дизельних двигунів існує можливість отримання додаткової діагностичної інформації про загальний технічний стан дизельного двигуна, за допомогою оцінки параметрів роботи мастильної та охолоджувальної систем. З урахуванням результатів попередніх досліджень було запропоновано новий експрес-метод діагностування заснований на аналізі двох визначальних параметрів у фіксованому часовому інтервалі від 4-ї до 11-ї хвилини роботи двигуна на режимі прогріву без навантаження. До таких параметрів було віднесено швидкість зміни тиску мастила ( $\Delta P/\Delta t \leq 35$  кПа/хв) та швидкість зміни температури охолоджувальної (оборотної) води в циркуляційній системі ( $\Delta T/\Delta t \leq 4,9$  °C/хв). Вимірювання зазначених величин здійснювалося через кожну хвилину протягом семи хвилин загального інтервалу часу, після чого отримані значення порівнювалися з нормованими значеннями критеріїв.

Практичне застосування запропонованого підходу передбачає фіксацію поточних показів штатних бортових вимірювальних приладів членами екіпажу, обчислення відповідних різниць у зміні параметрів та подальше формування експертного висновку щодо безпекової з технічної точки зору можливості виходу корабля в море. На підставі

отриманої інформації командир корабля приймає рішення про технічну безпеку і готовність плавзасобу до виконання поставленого завдання або, або технічну небезпеку і про потребу проведення поза регламентного технічного обслуговування чи звернення до сервісної технічної служби для позачергового проведення інструментального більш поглибленого діагностування та усунення виявлених несправностей двигуна. Однак практика експлуатації корабельно-катерного складу свідчить, що в реальних умовах підготовки катера до виходу в море виконання процедур, пов'язаних із фіксацією показів експлуатаційних параметрів, проведенням розрахунків швидкості їх зміни у ручному режимі та подальшим якісним аналізом отриманих результатів, може суттєво ускладнюватись через обмеженість часу, необхідність одночасного виконання супутніх дій із підготовки озброєння і технічних засобів до застосування, вплив умов бойової обстановки, значне штатне функціональне навантаження на екіпаж, а також вплив психоемоційних факторів.

За таких умов зростає ймовірність виникнення суб'єктивних помилок, як під час фіксації вимірюваних даних, так і виконання елементарних розрахунків та інтерпретації отриманих результатів. Це, в свою чергу, може призвести до формування недостовірних висновків щодо поточного технічного стану дизельних двигунів і, як наслідок, до прийняття необґрунтованого управлінського рішення. У зв'язку з цим актуальним науково-практичним завданням є автоматизація процесів збору, обробки та аналізу діагностичної інформації шляхом використання сучасних мобільних пристроїв з відповідним програмним забезпеченням.

Отже, метою дослідження є підвищення рівня достовірності отриманих оцінок технічного стану судових дизельних двигунів із застосуванням нового експрес-методу оперативної діагностики шляхом автоматизації та розроблення зручного програмного застосування до наявних у екіпажу катера мобільних пристроїв. Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити такі основні завдання: формалізувати алгоритм реалізації експрес-методу; розробити структуру програмного забезпечення мобільного застосування; забезпечити автоматизовану обробку вимірюваних параметрів; а також реалізувати механізм формування діагностичного висновку для підтримки прийняття рішення командиром корабля щодо готовності судна до виходу в море.

**Виклад основного матеріалу.** Очевидно, що процес вимірювання поточних експлуатаційних

параметрів, їх обчислення та порівняння з нормованими критичними значеннями визначальних показників доцільно максимально автоматизувати із залученням мобільних електронних платформ, таких як планшети або смартфони. Такий підхід дозволяє суттєво прискорити процес визначення фактичного, на даний час технічного стану, знизити вплив суб'єктивного чинника, пов'язаного з діями оператора, та підвищити відтворюваність і об'єктивність результатів оперативного діагностування. З цією метою Боряк К.Ф., Ігнатенко О.А. було розроблено змістовний і логічно-последовательний алгоритм дій щодо проектування, створення та практичного застосування програмного забезпечення, який визначає чіткий порядок реалізації експрес-методу оперативної діагностики дизельних двигунів, адаптованого до умов експлуатації швидкохідних бойових катерів з відповідною методикою вимірювання та розрахунку оцінки поточного технічного стану корабельних (суднових) дизельних двигунів із застосуванням нового експрес-методу [1].

З урахуванням сучасного рівня оснащення швидкохідних катерів штатними електронними системами керування і контролю енергетичних установок, практичне застосування експрес-методу пов'язане з його програмною реалізацією. Функціональне призначення програмного забезпечення полягає в автоматизованому зборі даних зі штатних датчиків систем змащення та охолодження, оперативному розрахунку швидкості зміни визначальних параметрів у реальному масштабі часу та порівнянні отриманих значень із нормованими критеріями технічного стану.

Для підвищення достовірності діагностичних результатів програмна реалізація експрес-методу має передбачати застосування алгоритмів фільтрації вимірювальних шумів, а також процедур усереднення значень у межах заданих часових інтервалів. Важливим елементом програмного забезпечення є візуалізація динаміки контрольованих параметрів у вигляді графіків, шкал та індикаторів стану, що забезпечує наочність процесу отримання відповідної оцінки технічного стану та спрощує інтерпретацію результатів членами екіпажу.

Таким чином, розробка програмного забезпечення для реалізації запропонованого авторами експрес-методу дозволить створити ефективний інструмент оперативної підтримки прийняття рішень щодо поточного технічного стану дизельних двигунів швидкохідних катерів. Очікується, що його ключова перевага полягатиме у використанні виключно інформації зі штатних бортових вимірювальних

приладів без залучення додаткового спеціалізованого діагностичного обладнання, що забезпечить практичну придатність, простоту впровадження та можливість застосування методу безпосередньо екіпажем на етапі підготовки судна до виходу в море.

З метою визначення послідовного та практично реалізованого порядку створення і застосування програмного забезпечення для реалізації експрес-методу оперативної діагностики дизельних двигунів, адаптованого до умов експлуатації швидкохідних бойових катерів, було розроблено узагальнений алгоритм дій, який регламентує етапи збору вхідних даних, їх оброблення, оцінювання результатів та формування експертного висновку.

1. Вхідними даними для роботи програмного забезпечення є значення параметрів, що відображаються на електронних дисплеях бортових систем керування і контролю роботи енергетичної установки. На початковому етапі дослідження ефективності впровадження нового експрес-методу можна скористатись ручним введенням вхідних числових значень самим користувачем, що дозволяє мінімізувати складність реалізації та забезпечити універсальність застосування незалежно від типу бортової апаратури. Основними числовими вхідними параметрами введення є поточні значення тиску змащувального мастила та температури охолоджувальної рідини (або різниця температур у циркуляційній системі). Зрозуміло, що в перспективі введення числових вхідних параметрів доцільно автоматизувати дровим/бездротовим шляхом взаємодії мобільного застосунку зі шатними бортовими приладами, залучивши до цього відповідно сервісну технічну службу, яка в дистанційному режимі зможе спостерігати за результатами оперативного діагностування поточного технічного стану і експлуатації двигуна і надавати кваліфікаційні поради командиру плавзасобу у прийнятті експертного рішення щодо безпечного виходу в море.

2. Процес діагностування реалізується у вигляді окремої сесії, яка ініціюється користувачем на етапі стартового режиму прогріву дизельного двигуна без навантаження. Тривалість сесії є фіксованою та відповідає фазі регулярного нагріву двигуна, у межах якої спостерігаються найбільш показові перехідні процеси в системах змащення та охолодження. Такий підхід дозволяє стандартизувати процедуру вимірювань і підвищити відтворюваність результатів.

3. У процесі роботи застосунку користувач із заданим часовим інтервалом фіксує поточні значення контрольованих параметрів. Кожне введене значення автоматично прив'язується до моменту

часу, що забезпечує можливість подальшого аналізу їх динаміки. Усі отримані дані накопичуються у внутрішньому масиві вимірювань, який використовується для оперативних розрахунків та формування підсумкових висновків.

4. Алгоритм обробки інформації базується на аналізі швидкості зміни визначальних параметрів у часі. Після кожного нового вимірювання програмне забезпечення обчислює різницю показів параметру за відповідний часовий інтервал та визначає його інтенсивність зміни. У межах усїєї сесії діагностування граничні значення динамічних показників порівнюються із нормованими критичними, які є найбільш інформативними з точки зору оцінки технічного стану систем двигуна.

5. Оцінка технічного стану здійснюється шляхом автоматизованого порівняння розрахованих динамічних параметрів із наперед заданими нормованими критичними, сформованими на основі технічної документації виробника та емпіричних даних. Результати порівняння подаються користувачеві у зрозумілому вигляді, що дозволяє швидко ідентифікувати нормальний, пограничний або потенційно аварійний стан двигуна без необхідності поглибленого аналізу числових даних.

6. Після завершення діагностичної сесії програмне забезпечення формує попередній експертний висновок щодо поточного технічного стану дизельного двигуна. Отриманий результат може бути використаний командиром катера як додатковий інформаційний аргумент при прийнятті рішення про готовність енергетичної установки до виходу в море або про необхідність залучення фахівців сервісної технічної служби для проведення більш інструментальної діагностики.

7. Інтерфейс користувача програмного забезпечення має бути максимально простим та інтуїтивно зрозумілим, що є критично важливим з огляду на умови експлуатації та обмежені часові ресурси екіпажу. Мінімізація кількості елементів візуалізації на екрані, зокрема параметрів керування та вікон для ручного введення інформації, сприяє зниженню ймовірності допущення помилок користувачем під час введення інформативних даних і, відповідно, підвищує практичну придатність застосунку.

8. З технічної точки зору доцільним є впровадження програмного забезпечення у вигляді автономного мобільного застосунку для смартфона, здатного працювати без підключення до мережі Інтернет (попередньо завантаженого застосунку у мобільний телефон відповідальним членом екіпажу корабля, щоб не було витоку будь-якої технічної інформації і координат місця знахо-

дження суб'єкта у відкритий простір через мережу мобільного зв'язку). Такий формат забезпечує мобільність, незалежність від зовнішніх сервісів та можливість використання в польових умовах. Обчислювальні алгоритми при цьому не потребують значних апаратних ресурсів, що дозволяє реалізувати застосунок на широкому спектрі сучасних мобільних пристроїв.

9. Перспективи подальшого розвитку програмного забезпечення пов'язані з автоматизацією збору даних безпосередньо з бортових систем керування, накопиченням історичних масивів експлуатаційної інформації та впровадженням адаптивних алгоритмів оцінки технічного стану. У майбутньому це дозволить розширити функціональні спроможності експрес-методу та інтегрувати його у загальну систему технічного обслуговування суднових енергетичних установок.

Таким чином, обрана конфігурація для розробки програмного забезпечення, що передбачає реалізацію алгоритмів обробки діагностичних параметрів у форматі автономного мобільного застосунку, є технічно обґрунтованою та раціональною. Запропонована алгоритмічна структура характеризується помірною обчислювальною складністю, відсутністю залежності від зовнішніх сервісів і мінімальними вимогами до апаратних ресурсів, що підтверджує доцільність її використання, як основи для створення мобільних систем оперативного діагностування.

Наступним етапом автоматизації процесу параметричної діагностики дизельних двигунів морського виконання було розроблення мобільного програмного застосунку з автономним режимом функціонування для експрес-діагностики дизельних двигунів швидкохідних катерів.

З метою вирішення зазначеної науково-прикладної задачі було розроблено програмне забезпечення «DieselDiagnostic», яке реалізує метод експрес-діагностики на основі аналізу швидкісних характеристик зміни основних експлуатаційних параметрів під час прогріву двигуна.

Програмний продукт реалізовано як багатоплатформний застосунок, здатний функціонувати на мобільних операційних системах Android та iOS, а також у веб-середовищі. Технологічною основою виступає фреймворк React Native з використанням середовища Expo SDK, що забезпечує кросплатформеність та уніфікацію програмного коду. Основною мовою реалізації обрано JavaScript стандарту ECMAScript 2020, що дозволяє застосовувати сучасні механізми модульності, асинхронної обробки даних та функціонального програмування. Такий вибір технологій обґрун-

тований необхідністю створення мобільного рішення з автономним режимом роботи та мінімальними апаратними вимогами.

Функціонально програмне забезпечення дозволяє реалізувати повний цикл проведення діагностичної процедури: ініціалізацію сесії, введення вимірювальних даних, математичну обробку результатів, класифікацію технічного стану та формування звітної документації (рис. 1). Перед початком роботи користувач здійснює створення діагностичної сесії із зазначенням ідентифікаційних даних двигуна, плавучого засобу та виконавця вимірювань.

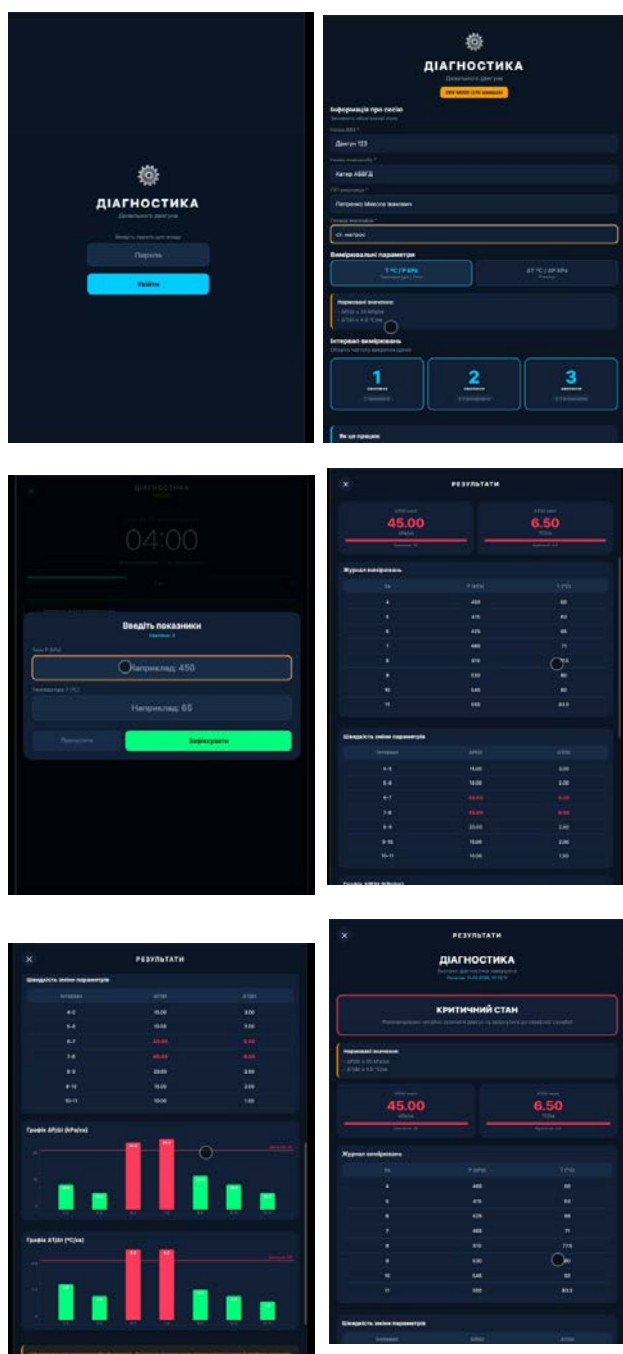


Рис. 1. Візуалізація повного циклу проведення діагностичної процедури на мобільній платформі

Додатково встановлюється інтервал між вимірюваннями та режим обробки даних (абсолютний або дельта-режим). Програмний модуль керування сесією автоматично відслідковує часові параметри прогріву двигуна та ініціює введення вимірювальних даних у визначені моменти часу. Методична основа алгоритму базується на положенні, що характер зміни температури та тиску в процесі прогріву є інформативним показником технічного стану дизельного двигуна. Для кількісної оцінки використовується швидкість зміни параметрів, яка визначається як відношення приросту величини до відповідного інтервалу часу. Часовий інтервал між двома послідовними вимірюваннями визначається виразом:

$$\Delta t = \frac{(t_i - t_{i-1}) \times k}{60}$$

де  $t_i$  та  $t_{i-1}$  – моменти часу послідовних вимірювань у секундах,  $k$  – коефіцієнт масштабування часу, що враховує програмну реалізацію таймера.

Швидкість зміни тиску у абсолютному режимі визначається за формулою:

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{|P_i - P_{i-1}|}{\Delta t}$$

а швидкість зміни температури відповідно:

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{|T_i - T_{i-1}|}{\Delta t}$$

У дельта-режимі розрахунок здійснюється із використанням безпосередньо введених приростів параметрів

$$\frac{\Delta P}{\Delta t} = \frac{|\Delta P|}{\Delta t}$$

$$\frac{\Delta T}{\Delta t} = \frac{|\Delta T|}{\Delta t}$$

Після обчислення швидкостей для всіх інтервалів визначаються максимальні значення:

$$\left(\frac{\Delta P}{\Delta t}\right)_{max} = \max\left\{\left(\frac{\Delta P}{\Delta t}\right)_1, \left(\frac{\Delta P}{\Delta t}\right)_2, \dots, \left(\frac{\Delta P}{\Delta t}\right)_n\right\}$$

$$\left(\frac{\Delta T}{\Delta t}\right)_{max} = \max\left\{\left(\frac{\Delta T}{\Delta t}\right)_1, \left(\frac{\Delta T}{\Delta t}\right)_2, \dots, \left(\frac{\Delta T}{\Delta t}\right)_n\right\}$$

Отримані величини порівнюються з критичними пороговими значеннями  $P_{crit}$  і  $T_{crit}$ . Відносні коефіцієнти визначаються як:

$$R_p = \frac{(\Delta P / \Delta t)_{max}}{P_{crit}}$$

$$R_T = \frac{(\Delta T / \Delta t)_{max}}{T_{crit}}$$

а інтегральний показник технічного стану:

$$R_{max} = \max(R_p, R_T)$$

Класифікація технічного стану двигуна здійснюється відповідно до умов:

$R_{max} \geq 1.0 \Rightarrow$  стан критичний, негайно зупинити двигун, звернутися до сервісної служби;

$0.95 \leq R_{max} < 1.0 \Rightarrow$  стан пограничний, провести детальну діагностику після повернення;

$R_{max} < 0.95 \Rightarrow$  стан допустимий, технічний стан в нормі, експлуатація дозволена.

Запропонований підхід забезпечує двопорогову систему прийняття рішення, що дозволяє мінімізувати ймовірність хибної інтерпретації результатів та забезпечує раннє виявлення тенденцій щодо погіршення технічного стану.

Архітектурно програмне забезпечення побудовано за модульним принципом із розподілом функцій між окремими компонентами. Центральний компонент координує взаємодію підсистем керування сесією, автентифікації, аудиту та генерації звітів. Керування станом застосунку реалізовано за допомогою вбудованих механізмів React без використання додаткових бібліотек для централізованого управління даними, що спрощує архітектуру програми та робить її логіку більш зрозумілою й прозорою. Передавання необхідних функцій і даних між компонентами організовано таким чином, щоб уникнути жорсткої залежності між модулями, що полегшує розширення системи, її модифікацію та подальший супровід. Окрема увага приділена реалізації механізмів інформаційної безпеки. У системі передбачено дворівневу автентифікацію користувачів із розмежуванням прав доступу. Реалізовано механізм прогресивного блокування при багаторазових невдалих спробах входу, що базується на збільшенні інтервалу тимчасового блокування відповідно до кількості помилок. Такий підхід дозволяє підвищити стійкість системи до несанкціонованого доступу. Підсистема аудиту забезпечує фіксацію всіх значущих подій із формуванням структурованих записів у форматі JSON, що створює можливість подальшого аналізу та інтеграції з іншими інформаційними системами. Структурна схема алгоритму офлайн-діагностики наведено на структурній схемі 2.

Інтерфейс користувача спроектовано з урахуванням умов експлуатації у морському середовищі, де важливими є швидкість введення даних та наочність відображення результатів. Для підвищення ергономічності застосовано кольорову індикацію стану двигуна відповідно до рівня небезпеки, табличне представлення результатів та графічну візуалізацію динаміки зміни параметрів.

Додатковою функціональною перевагою запро-

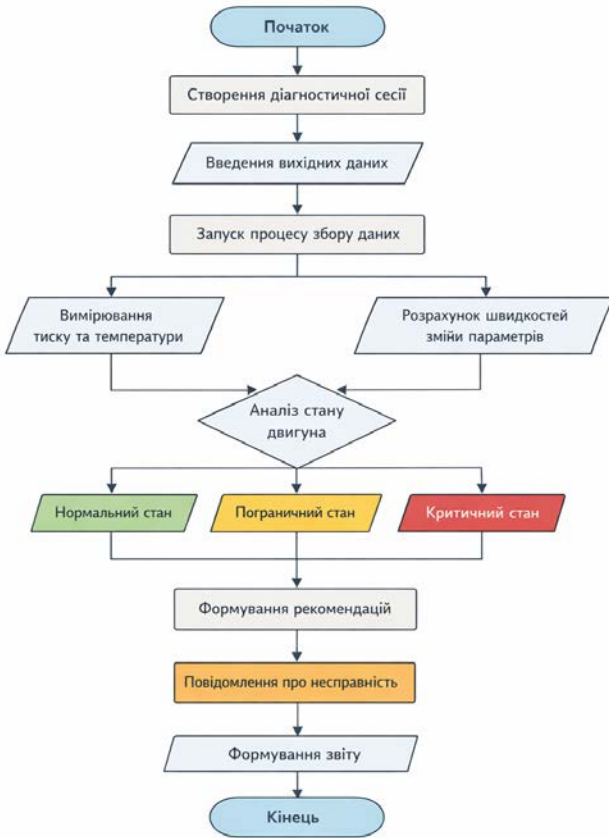


Рис. 2 Структурна схема алгоритму офлайн-діагностики дизельних двигунів швидкохідних категорій

понованого рішення є можливість формування структурованих діагностичних звітів у вигляді акту технічної діагностики, який автоматично генерується програмним застосунком у форматі PDF (рис. 3).

Структура такого документа включає ідентифікаційні та службові реквізити об'єкта діагностики (тип і номер двигуна, номер плавзасоба, дата і час проведення вимірювань, дані виконавця), узагальнений висновок щодо технічного стану двигуна, а також деталізовані результати вимірювань. У звіті систематизовано подаються основні параметри експрес-діагностики, зокрема швидкість зміни тиску мастила та швидкість зміни температури оборотної води, із порівнянням отриманих значень із критичними нормативними показниками та автоматичним формуванням попередньої оцінки їх відповідності. Окрім узагальнених показників, акт містить протокол первинних вимірювань, у якому фіксуються часові інтервали спостереження, значення тиску мастила та температури охолоджувальної рідини під час прогріву двигуна. На основі цих даних програмний застосунок автоматично виконує розрахунок швидкості зміни параметрів у визначених часових інтервалах, формуючи таблицю динаміки параметрів із відповідною якісною оцінкою (норма або відхилення). Для наочності результати додатково

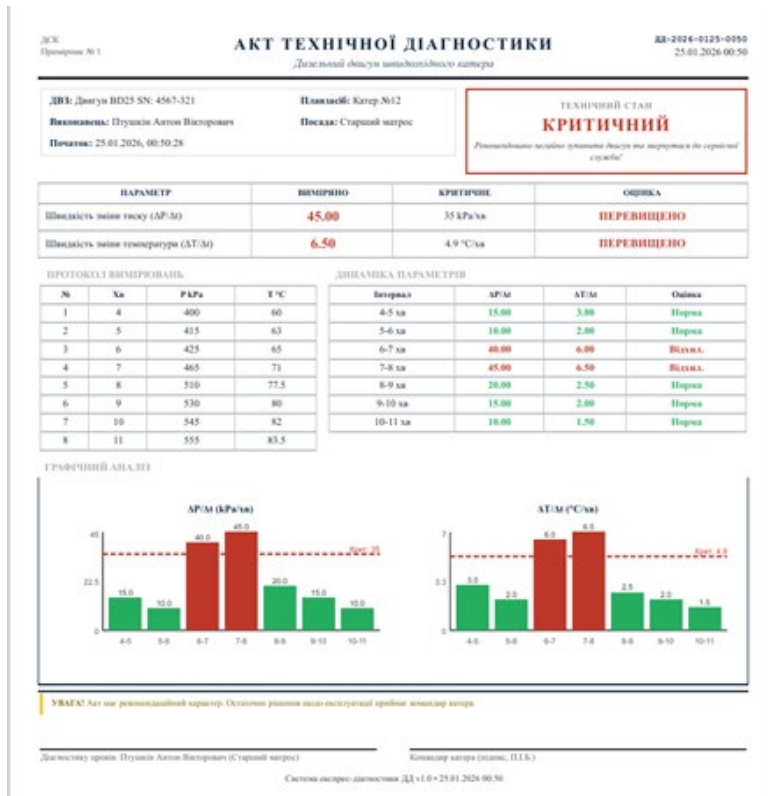


Рис. 3. Звіт щодо результатів експрес-оцінки технічного стану дизельного двигуна

подаються у вигляді графічного аналізу, що дозволяє візуалізувати динаміку зміни параметрів та оперативно ідентифікувати ділянки перевищення допустимих значень.

Формування такого структурованого документа забезпечує не лише зручність аналізу отриманих результатів, а й можливість їх подальшого архівування та документування технічного стану двигуна у конкретний момент часу. Наявність службових реквізитів, підписів відповідальних осіб та стандартизованої форми документа надає сформованим звітам юридичної та технічної значущості, що дозволяє використовувати їх як елемент службової документації під час експлуатації плавзасобу.

Крім того, автоматично сформовані акти технічної діагностики створюють додатковий інструмент контролю якості проведеного технічного обслуговування та ремонтних робіт. Порівняння результатів експрес-діагностики «до» та «після» виконання регламентних операцій дозволяє сервісним службам об'єктивно оцінювати ефективність проведених робіт з ТО (ТР, КР, КВР) та підтверджувати відновлення нормативних параметрів функціонування двигуна. Таким чином, згенеровані звіти можуть виступати джерелом додаткової аналітичної інформації для сервісних підрозділів, сприяти накопиченню статистичних даних щодо технічного стану енергетичних установок та підвищувати прозорість процесів технічного супроводу і контролю експлуатації швидкохідних катерів.

Використання мобільного програмного застосунку у форматі автономної офлайн-системи забезпечує високу мобільність і незалежність від зовнішніх мережевих сервісів, серверної інфраструктури та стабільності інтернет-з'єднання. Це є принципово важливим під час експлуатації плавзасобів у морських умовах, а також у підрозділах з обмеженим доступом до мережевих ресурсів. Помірна обчислювальна складність алгоритмів обробки діагностичних параметрів дозволяє реалізувати програмний продукт на широкому спектрі стандартних мобільних пристроїв (смартфонах і планшетах) без потреби у спеціалізованому обладнанні або високопродуктивних обчислювальних системах, що значно спрощує його впровадження в експлуатаційні підрозділи ВМС ЗС України.

Наукова новизна цієї розробки полягає у створенні алгоритму експрес-оцінки технічного стану дизельного двигуна на основі аналізу максимальних швидкостей зміни параметрів під час прогріву із використанням відносних коефіцієнтів та двопорогової системи класифікації. Практична

значущість полягає у можливості використання програмного забезпечення як автономного інструменту поточної щоденної (за потребою) діагностики у польових умовах без необхідності застосування спеціалізованих стендів.

Таким чином, розроблене програмне забезпечення поєднує методи інформаційно-виміральної обробки даних, алгоритмічні засоби аналізу та сучасні програмні технології, що дозволяє розглядати його як ефективний інструмент підвищення надійності експлуатації дизельних двигунів швидкохідних катерів та як результат прикладного дослідження у сфері інформаційно-виміральної технології.

**Висновки.** В результаті проведеного дослідження обґрунтовано доцільність автоматизації процесу параметричної діагностики дизельних двигунів морського виконання на основі запропонованого експрес-методу оперативної оцінки їх технічного стану. Показано, що застосування автоматизованих засобів обробки діагностичної інформації дозволяє істотно підвищити оперативність отримання результатів, зменшити вплив людського фактору під час виконання розрахунків і підвищити достовірність первинної оцінки технічного стану двигуна на етапі його підготовки до виходу в море.

Розроблений алгоритм програмної реалізації експрес-методу та створений мобільний застосунок з ручним введенням вхідних даних забезпечують автоматичну обробку інформації значень експлуатаційних параметрів, визначення швидкості їх зміни, порівняння отриманих значень із нормативними критеріями та формування попереднього діагностичного висновку. Така автоматизація суттєво спрощує використання нового експрес-методу в реальних умовах експлуатації швидкохідних катерів, де екіпаж часто має обмежену освітню підготовку за кваліфікацією інженера з діагностування технічного стану дизельних двигунів, і водночас забезпечує можливість оперативної передачі отриманих результатів фаховим спеціалістам сервісної технічної служби для подальшого аналізу та прийняття технічних рішень.

Використання мобільного програмного застосунку у форматі автономної офлайн-системи забезпечує високу мобільність і незалежність від зовнішніх мережевих сервісів, серверної інфраструктури та стабільності інтернет-з'єднання. Це є принципово важливим під час експлуатації плавзасобів у морських умовах, а також у підрозділах з обмеженим доступом до мережевих ресурсів. Помірна обчислювальна складність

алгоритмів дозволяє реалізувати програмний продукт на широкому спектрі стандартних мобільних пристроїв (смартфонах і планшетах) без потреби у спеціалізованому обладнанні або високопродуктивних обчислювальних системах.

Додатковою функціональною перевагою запропонованого рішення є можливість формування структурованих діагностичних звітів. Генерація звітів реалізована у форматі PDF із включенням таблиць, графіків зміни параметрів та службових реквізитів, що забезпечує систематизацію отриманих результатів, їх подальше архівування та юридичну значущість сформованих документів. Наявність таких звітів створює додатковий інструмент контролю якості виконаних сервісними службами регламентних робіт, оскільки результати технічного стану двигуна можуть бути оперативно верифіковані після проведення технічного обслуговування або ремонту.

Крім того, сформовані діагностичні матеріали надають сервісним підрозділам додаткову інфор-

маційну базу для аналізу експлуатаційного стану двигунів, відстеження тенденцій зміни параметрів та прийняття обґрунтованих рішень щодо планування технічного обслуговування. Запропонований підхід розглядається як допоміжний інструмент оперативного збору первинної діагностичної інформації, що не замінює повноцінну інструментальну діагностику, але дозволяє своєчасно виявляти потенційні відхилення у роботі дизельних двигунів, підвищувати ефективність взаємодії екіпажу із сервісними технічними службами та попереджати можливі відмови технічних засобів.

Таким чином, впровадження автоматизованої версії нового експрес-методу діагностики сприяє підвищенню оперативності технічного контролю, удосконаленню системи моніторингу технічного стану енергетичних установок швидкохідних катерів, посиленню контролю якості сервісного обслуговування та загальному підвищенню надійності експлуатації й рівня бойової готовності корабельних технічних засобів.

#### Список літератури:

1. Boriak K., Ihnatenko O. Express method for predicting the development of degradation processes in ship mechanisms using current information from on-board devices. *Proceedings of Odessa Polytechnic University*, Issue 2(70), 2024, pp. 131–142. DOI: <https://doi.org/10.15276/opu.2.70.2024.15>
2. International Maritime Organization. International Convention for the Safety of Life at Sea (SOLAS), 1974/78. Chapter II-1: Construction – Structure, subdivision and stability, machinery and electrical installations. London: IMO, 2020. URL: <https://www.imo.org/GUID-6F1047E8-4CF7-4093-8D44-B468315E3DAD.html>
3. International Maritime Organization. Guidelines for the maintenance and inspection of ship machinery and systems. London: IMO, 2019. URL: <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/Guidelines.aspx>
4. An Introduction to NATO Standard ANEP-77 and Its Application to Naval Ships URL: <https://www.researchgate.net/publication/323478649> (дата звернення: 26.03.2026)
5. Lloyd's Register. Rules and Regulations for the Classification of Naval Ships. URL: [https://www.imo.org/NSR\\_V3\\_PT3\\_CH1\\_1.html](https://www.imo.org/NSR_V3_PT3_CH1_1.html) (дата звернення: 26.03.2026)
6. Türk Loydu. Naval Ship Technology – Propulsion Plants: Rules for Classification of Naval Ships. Istanbul: Türk Loydu, 2015. URL: <https://www.turkloydu.org/en/rules>
7. Волянський С. М., Шумило О. М., Мельник О. М., Котенко О. В. Моделювання деградаційних процесів у судових дизельних двигунах на основі аналізу часових рядів. *Вчені записки ТНУ імені В. І. Вернадського. Серія: Технічні науки*. 2025. Т. 36(75). № 6. С. 12–20. DOI: <https://doi.org/10.32782/2663-5941/2025.6.1/36>
8. Іванов Г., Полянський П. Визначення імовірності відмов деталей судових дизельних двигунів. *Ukrainian Black Sea Region Agrarian Science*. 2022. Т. 26, № 4. С. 62–72. DOI: [10.56407/2313-092X/2022-26\(4\)-6](https://doi.org/10.56407/2313-092X/2022-26(4)-6).
9. Zhang Y., Li H. Application of Machine Learning Techniques for Fault Diagnosis of Marine Diesel Engines. *Ocean Engineering*. 2021. Vol. 235. Article 109404. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.oceaneng.2021.109404>
10. Варбанець Р. А., Мінчев Д. С., Кучеренко Ю. М., Залож В. І. Параметрична діагностика судових дизельних двигунів в режимі реального часу. *Двигуни внутрішнього згорання*. 2024. № 1. С. 72–80. DOI: [10.20998/0419-8719.2024.1.09](https://doi.org/10.20998/0419-8719.2024.1.09).
11. Рибальченко М. Є., Білоусов Є. В., Савчук В. П. Оцінка технічного стану судових двигунів внутрішнього згорання на основі аналізу індикаторних діаграм на режимах, відмінних від номінальних. *Автоматизація судових технічних засобів*. 2022. № 2. С. 41–50. URL: <https://journals.nupp.edu.ua>
12. Самойлов О. О., Сіманенков А. Л. Технології автоматизації в обслуговуванні судових систем та впровадження predictive maintenance. *Автоматизація судових технічних засобів*. 2025. № 1. С. 5–15. URL: <https://journals.nupp.edu.ua>

13. Левінський М. В. Автоматична діагностика стану мастила суднового дизель-генератора. *Автоматизація судових технічних засобів*: наук.-техн. зб. 2023. Вип. 28. С. 106–120. DOI: 10.31653/1819-3293-2023-1-28-106-120

14. Залож В. І. Огляд сучасних тенденцій розвитку систем діагностики судових дизельних двигунів за параметрами робочого процесу. *Розвиток транспорту*. 2024. № 1(20). С. 56–67. DOI: 10.33082/td.2024.1-20.05

15. Boriak K., Ihnatenko O. Determination of critical values of parameters for practical application of express method of diagnosing the technical state of shipboard diesel engines. *Energy Engineering and Control Systems*. 2025, vol. 11, no. 2, pp. 135–150. DOI: <https://doi.org/10.23939/jeecs2025.02.135>

16. Boriak K. F., Ihnatenko O. A. Testing a New Express Method for Prompt Evaluation of the Current Technical State of Shipboard Diesel Engines Produced by Cummins Inc. *Odesa State Academy of Technical Regulation and Quality Proceedings*. 2025. No. 2(27). P. 80–95. DOI: <https://doi.org/10.32684/2412-5288-2025-2-27-80-95>

### **Boriak K.F., Ihnatenko O.A. AUTOMATION OF THE PROCESS OF OPERATIVE ASSESSMENT OF THE CURRENT TECHNICAL CONDITION OF MARINE DIESEL ENGINES**

*The article considers the issues of automating the process of parametric diagnostics of marine diesel engines based on the latest express method of operational assessment of their technical condition during their initial preparation for going to sea. The relevance of the work is due to the fact that modern large-tonnage ships are equipped with complex on-board systems for monitoring power plants, while the use of such solutions on small-sized combat and specialized vessels is limited by the high cost of involving third-party specialists for maintenance, the complexity of operation and the need for special personnel training. As a result, simplified integrated control systems are mainly used on high-speed boats, which reflect only the basic operational parameters of diesel engines. In previous studies, the authors proposed a new express method for assessing the technical condition of diesel engines during their initial warm-up, which is based on the analysis of the rate of change in the oil pressure and the difference in the temperature of the circulating water in the circulation system during a certain time interval. At the same time, the practical implementation of the method requires manual recording of indicators and performing calculations, which, under conditions of significant time constraints during the initial engine warm-up, the presence of a subjective factor of error in the input data reduces the reliability of the calculations made on these data and, as a result, of the diagnostic conclusions. To eliminate these shortcomings, it is proposed to automate the process of diagnosing and obtaining an expert decision by developing software in the form of a special application "DieselDiagnostic" for mobile devices (smartphone or tablet) that are available to the boat crew members and that works in an autonomous mode. The software application provides input of operational parameters, automatic determination of the rate of their change, comparison with regulatory criteria and formation of a diagnostic conclusion regarding the current technical condition of the engine. The proposed solution helps to reduce the influence of the human factor, increase the efficiency of decision-making and improve the technical control of power plants of high-speed boats.*

**Keywords:** *marine diesel engines, express assessment method, current technical condition of high-speed boats, automation of the diagnostic process, application for mobile devices "DieselDiagnostic"*

Дата першого надходження статті до видання: 26.03.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 23.04.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 19.05.2026