

10.31653/smf47.2023 197-205

Столярик Т.О.

Національний університет «Одеська морська академія»

ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ ПІД ЧАС РОЗВ'ЯЗАННЯ ЗАВДАНЬ З ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ СИСТЕМ МАЩЕННЯ СУДНОВИХ ДИЗЕЛІВ

Постановка проблеми в загальному вигляді. Системний аналіз та системний підхід до розв'язання наукових завдань дозволяють оцінити всі чинники, що сприяють досягненню поставленої мети, та визначити оптимальні способи її досягнення [1, 2]. Визначення «система» належить до філософської категорії наукового пізнання, а комплекс допоміжних завдань, які потрібно розв'язати у будь-якому дисертаційному дослідженні, переводить це поняття у категорію складних систем. Під час розв'язання науково-прикладних завдань розглядаються складні системи, що складаються з великої кількості окремих елементів, які зокрема знаходяться між собою у взаємозв'язку та взаємодії [3, 4].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Наукові дослідження, що виконуються в Національному університеті «Одеська морська академія» зі галузі знань «Транспорт», базуються на фундаментальних розробках доктора технічних наук, професора, заслуженого працівника народної освіти України В.А. Голікова, якій розробив та запропонував власну методологію наукових досліджень. Згідно з цією методологією науково-прикладні дослідження повинні розвиватися на основі традиційного філософського методу сходження від «загального» через «часткове» до «особистого». Стратегією цієї методології є теза «...щоб уникнути односторонності в дослідженні об'єкту, необхідно врахувати всі суттєві сторони та зв'язки предмета ...» [2].

До актуальності досліджень та постійної наукової затребуваності з проведення випробувань щодо забезпечення режимів мащення суднових двигунів внутрішнього згорання відноситься наступне:

- системи мащення суднових дизелів (якими перш за все визначають циліндрові та циркуляційні) є основними системами, що забезпечують їх функціонування та надійність [5, 6];
- постійна (що характерно для допоміжних двигунів) або короткочасна (що характерно для головних двигунів) зміна навантаження та експлуатаційних режимів дизелів призводить до зміни наван-

таження на всі його конструктивні елементи, що знаходяться в поступальному або обертальному русі та до мащення яких подається моторне мастило [7, 8];

- погіршення умов мащення, або повна відсутність мастильного матеріалу між контактними поверхнями сприяє стрибкоподібному підвищенню механічних втрат та зростанню температурних навантажень, що може призвести до виникнення аварійних ситуацій та раптової зупинці дизелів, а іноді також до зупинці судна [9, 10];
- підтримання необхідних режимів мащення суднових дизелів та стабілізація експлуатаційних характеристик моторних мастил, що забезпечують процес мащення основних контактних елементів дизеля (а саме поршневих кілець та втулки циліндра, а також вкладишів підшипників та колінчатого валу) гарантують надійну роботу дизелів на всіх експлуатаційних режимах [11, 12].
- Запити практики щодо забезпечення режимів мащення дизелів суден річкового та морського транспорту пов'язані з необхідністю:
- підтримання енергетичних показників дизелів суден морського та внутрішнього водного транспорту відповідно до вимог інструкції з технічної експлуатації та гарантованих значень фірм-виробників;
- зниження енергетичних втрат під час отримання корисної роботи;
- виконання вимог класифікаційних товариств щодо технічного стану суднових двигунів внутрішнього згорання.

Постановка завдання. Метою дослідження є визначення послідовності проведення наукових досліджень, що пов'язані з розв'язанням науково-прикладного завдання з підвищення ефективності експлуатації систем мащення суднових дизелів.

Виклад основного матеріалу дослідження. Обов'язковою вимогою під час проведення наукових досліджень, пов'язаних з розв'язанням прикладних науково-технічних завдань, є необхідність урахування максимально можливої кількості причин та чинників, які спричиняють вплив на їхній результат. Одночасно з цим необхідно, щоб під час проведення випробувань на об'єкті дослідження виконувались такі вимоги:

- 1) неодноразовий збіг результатів експерименту;
- 2) можливість впливу на результати експерименту з боку оператора / дослідника.

Під час розробці способів керованого впливу на будь-якої процес система управління визначається як сукупність пов'язаних між собою елементів – об'єктів дослідження, цілій та завдань дослідження,

організаційних структур, методів та алгоритмів управління. Система управління характеризується цілісністю, впорядкованістю, здатністю до управління та іншими властивостями елементів та підсистем, які відображають особливості об'єкту управління та методів управління. З метою аналізу та дослідження систем управління широкого поширення набули методи системного аналізу та теорії прийняття рішень.

Системний аналіз в теперішній час широко застосовується в теорії та практики наукових досліджень.

Під час системного аналізу та управління в умовах повної визначеності виникає завдання формування та обробки оцінок варіантів різноманітних моделей на підставі методів оптимізації. Ці методи дозволяють скласти опис моделі функціонування різних об'єктів та систем на підставі великої кількості узагальнених експериментальних даних та теоретичних розробок, а також обрати оптимальні механізми управління цими об'єктами [13].

Що до окремої галузі знань «транспорт» та напрямку «морський та внутрішній водний транспорт» методи системного аналізу доводиться використовувати в умовах невизначеності. В цьому випадку суттєво значення приймає розробка методів керованого впливу та прийняття рішень в умовах повної або часткової відсутності інформації. Під час проведення прикладних наукових досліджень та виконання інженерних розробок від правильності прийняття рішень залежить дуже багато характеристик, показників та параметрів – надійна роботи енергетичних об'єктів та обладнання, здатність систем керованого впливу виконувати своєчасні управляючі дії, безпека та живучість транспортних засобів. Тому усвідомлене розв'язання завдань з управління енергетичними об'єктами неможливо без певного «узагальненого підходу» до накопичених фактів, що вимагає застосування адекватних методів. До таких методів відносяться методи прийняття рішень, тобто методи, що використовуються під час відсутності повної інформації о перебігу досліджуваного процесу, для якого необхідно прийняти рішення на підставі обробки експертних оцінок, аналітичних методів або експериментальних даних. При цьому переважними стають саме масиви експериментальних даних, які отримані під час експлуатації енергетичних об'єктів за умов різних внутрішніх та зовнішніх навантажень та збурень, а сукупність масивів експериментальних даних може бути підставою для розробки систем керованого впливу на об'єкти з умовою забезпечення оптимізації та раціоналізації управляючих дії.

Базисом методів аналізу та дослідження систем управління є принцип ідеалізації як процес створення ідеальних об'єктів шляхом зміни властивостей реальних об'єктів дослідження. Ідеалізовані властивості систем управління та створення керованого впливу на досліджувані процеси та об'єкти формалізуються в вигляді комплексу системно-аналітичних технологій, до складу яких входять філософські, математичні, фізичні, хімічні та інші технології, адекватні моделі та методи системного аналізу та прийняття рішень [14].

Важливими елементами наукового дослідження є підходи, що засновані на декомпозиції та агрегуванні. Щодо науково-прикладних завдань як декомпозицію розуміють аналітичний, числовий або експериментальний метод дослідження на підставі поділення складного цілого (системи, підсистеми та ін.) на більш прості складові, використовуючи для цього певні критерії; як агрегування – метод на підставі поєднання декількох завдань в єдине завдання.

Стосовно наукових досліджень, що спрямовані на розв'язання завдань з підвищення ефективності експлуатації систем мащення судових дизелів, декомпозицію процесу мащення виконують за:

- класифікаційними ознаками, до яких відносять типи систем мащення судових дизелів, а саме – циркуляційні та циліндрові;
- реологічними ознаками, до яких відносять режимі мащення, а саме – гідродинамічний та граничний;
- функціональними ознаками, за які приймають енергетичні та екологічні показники роботи дизелів, а також експлуатаційні показники моторних мастил.
- Агрегування процесу мащення виконується за:
- енергетичними та екологічними показниками роботи дизелів суден морського транспорту;
- експлуатаційними показниками моторного мастила, що використовуються в системах циркуляційного та циліндрового мащення дизелів суден морського транспорту.

В системному аналізі широко застосовуються тріадні моделі, що включають до свого складу постановку завдань або цілій, засобів та результатів. Як древо цілій в цьому випадку розуміють структуровану та побудовану за принципом ієрархії та ранжирування за рівнями сукупність цілій системи, програми та плану дослідження в якій визначені головне завдання («вершина древа»), підпорядковані їй допоміжні завдання («гілки дерева»). Древо засобів визначається як ієрархічну сукупність засобів, погоджено розподілених за рівнями ієрархічної або іншої структури системи управління досліджуваними

процесами. При цьому можливо завдати оператор управління або сукупність операторів управління, які дозволяють забезпечити досягнення необхідних цілей. Дерево результатів визначається з масиву отриманих під час дослідження значень досліджуваних показників, при цьому за допомогою методів математичної статистики та з урахуванням попередніх граничних умов, з цієї множини виключаються значення, відхилення яких перебільшують завдані межі, але при цьому не є критичними для забезпечення функціонування об'єкту дослідження [15].

Системно-аналітичні технології можливо сформулювати як основні методологічні прийоми, які цілеподібно використовувати під час розв'язання завдань системного аналізу. Використання методів системного аналізу під час прийняття рішень в умовах невизначеності вимагає розробки методів та формулювання алгоритмів / схем обробки варіантних експертних оцінок відповідно до різноманітних критеріїв.

Як дерево цілій визначаються головне завдання наукового дослідження, допоміжні завдання наукового дослідження та наукове положення.

Як дерево засобів приймаються експериментальні дослідження, що виконуються в наукових лабораторіях, а також на морських судах різного призначення та дедвейту.

Як дерево результатів погоджуються наукові результати, що отримують під час розв'язання допоміжних завдань наукового дослідження та результат розв'язання головного завдання наукового дослідження [16].

Системний аналіз передбачає розділення завдання / проблеми на допоміжні завдання / підпроблеми з їх наступним розглядом, вивченням та розв'язанням. Системний аналіз включає до свого складу декілька основних принципів.

1) *Структурний принцип*. Цей принцип передбачає розгляд основного та допоміжних завдань з позиції повного збереження якісних характеристик всієї системи в цілому. При цьому необхідно забезпечувати повноту аналізу завдання / проблеми, щоб уникнути втрати якісних або кількісних властивостей під час розділення (декомпозиції) або поєднання (агрегування) частин цілого.

2) *Взаємозв'язок та узгодженість допоміжних завдань / підпроблем* необхідна для обліку всіх властивостей цілого, що було поділено на окремі частки. Зазвичай властивості часток ви-

значаються відповідними характеристиками або параметрами, властивості зв'язків визначають умови для досягнення цілій або виконання обмежень. Взаємні зв'язки сприяють утворенню відповідних принципів обліку під час управління:

- принцип узгодження взаємодій;
- принцип розділення взаємодій;
- принцип прогнозування взаємодій.

3) *Принцип цілепокладання та обмеження*. Цілепокладання відносно головного завдання / головної проблеми та допоміжних завдань / підпроблем є важливим принципом, що обумовлює необхідність завдання цілі під час виконання системного аналізу. Задані цілі, а також множини цілій в випадку розгляду допоміжних завдань / підпроблем дозволяють усвідомити сутність розв'язання головного завдання / головної проблеми, обмеження та спрямованість в прийнятті рішень. Цілі та обмеження – головні категорії принципу цілепокладання та обмеження [17].

Розв'язність головного завдання / головної проблеми, а також допоміжних завдань / підпроблем – важливий принцип системного аналізу, якій передбачає необхідність розгляду питання щодо існування розв'язання до початку розв'язання завдання / проблеми. Дуже важливо розв'язати проблему існування рішення в випадку використання принципів та методів системного аналізу. Природно, що в випадку декомпозиції та агрегатування проблема аналізу розв'язності приймає специфічні форми, для яких повинні бути застосовані відповідні методи.

4) *Принцип допустимості, раціональності та оптимальності*. Цей принцип дозволяє аналізувати проблеми, виходячи з досягнення все більш складних цілій та завдань. Однак, при цьому на першому етапі важливо сформулювати умови допустимості для того або іншого розділення проблеми на підпроблеми.

Досягнення оптимальності на завжди є можливим на практиці, тому в такій ситуації слід мати на увазі, що конструктивним (з погляду оптимальності) часто буває забезпечення раціональності, чи іншими словами прийнятності рішень. Раціональне (прийнятне) рішення, що володіє забезпечує властивості під час зміни зовнішніх чи внутрішніх умов, буває переважним оптимальному, яке не забезпечує ці властивості.

5) *Принцип орієнтації на якісний результат.* Цей принцип дозволяє визначити якісні властивості проблеми або підпроблеми та спрямувати процеси аналізу або синтезу в потрібний напрямок.

6) *Принцип ідентифікації узгодженості цілій – засобів – результатів.* Ідентифікація необхідна для забезпечення коректності схеми прийняття рішень. В іншому випадку можуть розглядатися неузгоджені елементи, коли цілі не відповідають засобам, або засоби неузгоджені з цілями. В деяких випадках можливі наступні ситуації:

- відповідність цілій засобам, які потрібно ідентифікувати;
- відповідність засобів неоголошеним цілям, які необхідно ідентифікувати для забезпечення коректності схеми прийняття рішень з обліком ідентифікованих цілій;
- ситуації неузгодженості, які піддаються ідентифікації або формуванню варіантів цілій та засобів.

7) *Принцип стабільності та мінливості.* Властивість активних систем – висока стабільність, яка досягається не жорсткими, а гнучкими нелінійними оборотними зв'язками. Завдяки цим зв'язкам, або керованого впливу, активні системи набувають стабільність в процесі простійних змін, оскільки зберігають себе як ціле шляхом адаптації до зовнішніх умов через зміну складових елементів та взаємодій.

Висновки. Розв'язання науково-прикладних завдань з підвищення ефективності експлуатації систем мащення суднових дизелів неможливо без використання системного підходу, за допомогою якого вдається визначити всі фактори, що впливають на перебіг досліджуваних процесів, всі методи, що дозволяють досягти мети дослідження, всі результати, які характеризують перебіг та зміну параметрів в об'єкті дослідження.

Використання системного підходу / аналізу особливо актуально для досліджень, що виконуються за науковим напрямком «Транспорт», під час розгляду, вивчення та управління багатокомпонентними енергетичними об'єктами, стійкість, надійність та безвідмовність яких забезпечується лише за умовою визначення та врахування всіх факторів, що впливають не їх енергетичні, економічні та екологічні показники роботи.

Перелік використаних джерел

1. Голіков В.А., Онищенко О.А. Розвиток сучасної теорії і практики технічної експлуатації морського і річкового флоту: концепції,

методи, технології // Суднові енергетичні установки : наук.-техн. зб. – 2017. – Вип. 37. – Одеса : НУ «ОМА». – С. 13-27.

2. Голіков В.А., Козьмініх М.А., Онищенко О.А. Методологія наукових досліджень : навчальний посібник. – Одеса : Одес. нац. мор. академія, 2014. – 164 с.

3. Гришук Ю.С. Основи наукових досліджень. – Харків : Нац. техн. ун-т «Харківський політехнічний інститут», 2008. – 232 с.

4. Голіков В.А., Голіков В.В., Онищенко О.А. Використання технологій методології науки у дослідженнях морського та внутрішнього водного транспорту // Водний транспорт. Збірник наукових праць. – 2022. – Вип. 1(35). – С. 5-14. doi.org/10.33298/2226-8553.2022.1.35.01.

5. Sagin S., Madev V., Sagin A. Stoliaryk T., Fomin O., Kučera P. Ensuring Reliable and Safe Operation of Trunk Diesel Engines of Marine Transport Vessels // Journal Marine Science and Engineering. – 2022. – Vol. 10. – Iss. 10. – P. 1373. <https://doi.org/10.3390/jmse10101373>.

6. Stoliaryk T. Analysis of the operation of marine diesel engines when using engine oils with different structural characteristics // Technology Audit and Production Reserves. – 2022. – Vol. 5(1(67)). – P. 22-32. doi: <http://doi.org/10.15587/2706-5448.2022.265868>.

7. Богом'я В.І., Бажак О.В. Методика планування випробувань зразків обладнання засобів водного транспорту на безвідмовність // Водний транспорт. Збірник наукових праць. – 2022. – Вип. 1(35). – С. 25-32. doi.org/10.33298/2226-8553.2022.1.35.03.д

8. Зверьков Д.О., Сагін С.В. Зниження механічних втрат у суднових дизелях // Суднові енергетичні установки : наук.-техн. зб. – 2020. – Вип. 40. – Одеса : НУ «ОМА». – С. 20-25. DOI : 10.31653/smf341.2020.20-25.

9. Сагін С.В., Столярик Т.О. Аналіз експлуатаційних характеристик моторних мастил суднових дизелів // Суднові енергетичні установки: наук. -техн. зб. – 2021. – Вип. 43. – Одеса : НУ «ОМА». – С. 69-80. doi: 10.31653/smf343.2021.69-80.

10. Сагін С. В. Повышение надежности работы прецизионных пар топливной аппаратуры судовых дизелей за счет использования органических покрытий // Вісник Одеськ. нац. мор. ун-ту, 2018. – Вип. 4(57). – С. 109-120.

11. Сагін С.В., Заблоцкий Ю.В. Определение триботехнических характеристик поверхностей по степени упорядоченности пристен-

ных слоев углеводородных жидкостей // Проблемы техники : науч.-виробн. журнал. – 2011. – № 3. – Одесса : ОНМУ. – С. 78-88.

12. Сагін С.В., Столярик Т.О. Аналіз експлуатаційних характеристик моторних мастил суднових дизелів // Суднові енергетичні установки: наук.-техн. зб. – 2021. – Вип. 43. – Одеса : НУ «ОМА». – С. 69-80. doi: 10.31653/smf343.2021.69-80.

13. Сагін С.В. Зниження механічних втрат у суднових середньооборотових дизелях // Суднові енергетичні установки : наук.-техн. зб. – 2020. – Вип. 40. – Одеса : НУ «ОМА». – С. 5-11. DOI : 10.31653/smf340.2020.5-11.

14. Столярик Т.О. Прогнозування механічних втрат в суднових дизелях // Суднові енергетичні установки : наук.-техн. зб. – 2022. – Вип. 44. – Одеса : НУ «ОМА». – С. 142-156. doi: 10.31653/smf44.2022.142-156.

15. Столярик Т.О. Вдосконалення процесів мащення дизелів суден морського та внутрішнього водного транспорту // Суднові енергетичні установки : наук.-техн. зб. – 2022. – Вип. 45. – Одеса : НУ «ОМА». – С. 57-69. DOI : 10.31653/smf45.2022. 57-69.

15. Сагин С.В., Мацкевич Д.В. Оптические характеристики граничных смазочных слоев масел, применяемых в циркуляционных системах судовых дизелей // Судовые энергетические установки : сборник научных статей. – 2010. – Вип. 26. – Одесса : ОНМА. – С. 116-125.

16. Сагин С.В. Определение диапазона стратификации вязкости смазочного материала в трибологических системах судовых дизелей // Вісник Одеськ. нац. мор. ун-ту. Зб. наук. праць. – 2019. – Вип. 1(58). – С. 89 -100.

17. Столярик Т.О. Прогнозування якісних характеристик роботи систем циліндрового мащення суднових дизелів // Суднові енергетичні установки : науково-технічний збірник. – 2023. – Вип. 46. – Одеса : НУ «ОМА». – С. 132-141. doi:10.31653/smf46.2023.132-141.