

## ІНФОРМАЦІЙНА БАЗА СИСТЕМИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ІНТЕЛЕКТУАЛЬНО-ЕКСПЛУАТАЦІЙНОГО МОНІТОРИНГУ

*В статті описані основні принципи формування і структурування інформаційної бази системи автоматизованого інтелектуально-експлуатаційного моніторингу. Приведений загальний алгоритм створення бази знань та бази даних. Також розглянуті питання ієрархічного структурування інформаційної бази на основі об'єктно-орієнтованого підходу.*

*В статье описаны основные принципы формирования и структурирования информационной базы системы автоматизированного интеллектуально-эксплуатационного мониторинга. Приведен общий алгоритм создания базы знаний и базы данных. Также рассмотрены вопросы иерархического структурирования информационной базы на основе объектно-ориентированного подхода.*

*The article describes the main principles of the formation and structuring information base system of automatic intellectual and operational monitoring. The algorithm of creating a database is showed. Also hierarchical structuring information database based on an object-oriented approach is considered. The purpose of the automated system of intellectual and operational monitoring in the operation of motor vehicles, there is help available in making correct decisions on operational capabilities or the need for further exploitation of certain technical interventions. To enable operational decision-making to the top place comes the problem of collecting and processing information. It should be accounted that the amount of information must be necessary and sufficient. The process of creating an information base can be roughly divided into two phases. First is the process of obtaining information, and the second stage is the structuring and formation of field for implementation. Structuring databases based on an object-oriented approach involves the creation of separate classes and objects of these classes. Each object operates as a separate entity and should not depend on the functioning of the others. Objects of the same class are characterized by common properties with limited access that complies with the principles of inheritance and encapsulation. Object-oriented approach makes better the implementation the principle of hierarchical structuring information base. Certain types of information are common to all systems of the cars. Creating classes of such information involves the implementation of properties and methods that cover the car in a whole or operating monitoring objects of higher levels. Objects of these classes should be at the highest levels of the hierarchy. Informational classes of lower levels can be inherited, and this allows the realization of common properties and methods. At the lowest level of the hierarchy are classes that implement the operational monitoring of the "final" objects which are not divided in operational monitoring. These classes can handle the largest volume of diagnostic information. They have a maximum number of properties and methods, except as inherited, each complemented its own characteristics. Forming and updating databases of knowledge is carried out continuously in order to create new diagnostic images identify common problems or a certain type of technical condition of the OEM. Updating databases is possible on the basis of automated operational monitoring, which provided a steady stream of diagnostic information, as well as one-time in-depth diagnostic procedures using fixed diagnostic equipment.*

**Ключові слова:** інформаційна база, технічна експлуатація, моніторинг, технічний стан, система.

**Постановка проблеми.** В сучасних умовах розвитку автомобільної діагностики можна спостерігати тенденцію того, що технічні засоби отримання діагностичної інформації у своєму розвитку значно випереджають теоретичне обґрунтування та інтелектуальний потенціал застосування цієї інформації для комплексних проблем технічної експлуатації автомобілів. Передові світові фірми випускають досить широкий спектр діагностичного обладнання. Розвиток автомобільних бортових систем діагностування дає можливість отримувати значну кількість діагностичних та експлуатаційних параметрів. Це можливо як в стаціонарних умовах, так і в режимі on-line при функціонуванні автомобіля. Враховуючи всі переваги розвитку автомобільної діагностики, разом з тим можна констатувати той факт, що застосування отриманої діагностичної інформації досить обмежене. У своїй більшості ця інформація використовується для локального встановлення причин виникнення несправностей. При цьому аналіз інформації виконується оператором, що значно підвищує вплив людського фактору. Існуючі інформаційні бази систем автомобільної діагностики [1] забезпечують виконання заздалегідь сформованих діагностичних процедур. Практично відсутні системи інформаційного забезпечення, призначенням яких є застосування інформації для вирішення комплексних задач технічної експлуатації автомобілів ґрунтуючись на перевагах та можливостях сучасних ІТ-технологій та елементів штучного інтелекту.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** В [2] описані теоретичні основи систематизації та обробки знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень. В [3] описані питання інтеграції системи технічної експлуатації автомобілів в існуючі сучасні інформаційні системи. Розглядаються принципи формування інформаційних потоків експлуатації автомобілів в паперовій та безпаперовій формах, дана характеристика методологій проектування інформаційних систем та єдиного інформаційного простору. В [4] розглянуті питання систематизації та застосування діагностичної інформації з метою забезпечення процесів діагностування окремих систем автомобілів. В [5] описані питання використання інформаційних ресурсів при керуванні роботоздатністю автопоїздів, а

також особливості накопичення діагностичної інформації в регіональних діагностичних комплексах.

Проблеми формування інформаційних ресурсів розглядалися в багатьох наукових роботах, але на даний час недостатньо описані питання практичного створення інформаційних баз для систем технічної експлуатації автомобілів до складу яких можуть входити модулі інтелектуальної обробки даних, модулі допомоги прийняття оперативних експлуатаційних рішень на основі інтеграції елементів штучного інтелекту та сучасних ІТ-технологій. Такі питання потребують додаткових досліджень.

**Мета статті.** Метою даної статті є опис принципів формування і структурування інформаційної бази системи автоматизованого інтелектуально-експлуатаційного моніторингу, яка передбачає часткову автоматизацію прийняття експлуатаційних рішень щодо підтримання роботоздатного стану автомобілів на основі моніторингу технічного стану та експлуатаційних показників транспортних засобів, а також інтеграції сучасних ІТ-технологій та елементів штучного інтелекту.

**Матеріали та результати досліджень.** Система автоматизованого інтелектуально-експлуатаційного моніторингу (АІЕМ) направлена на створення основ функціонування системи ТО і ремонту автомобілів "за станом". Система АІЕМ є об'єктно-орієнтованою і поділяється на первинні елементи – об'єкти експлуатаційного моніторингу (ОЕМ). Перелік ОЕМ включає в себе автомобілі в цілому, їх складові та всі структурні елементи підприємства які забезпечують функціонування та підтримання роботоздатності транспортних засобів.

Кожен ОЕМ розглядається як окремий інтелектуальний об'єкт. Загальна кількість, номенклатура та глибина рівнів ОЕМ визначаються з наступних умов:

- можливість створення індивідуальної бази знань та бази даних з окремо виділеною оперативною та постійною пам'яттю;
- можливість створення індивідуальної функціональної та діагностичної моделі для автоматизованої ідентифікації виду технічного стану;
- можливість автоматизованого "спілкування" з центральним сервером системи АІЕМ для визначення доцільності і можливості подальшої експлуатації, визначення необхідності та доцільності технічних втручань та ін.

Кінцевою метою застосування системи АІЕМ в процесі експлуатації автомобілів є допомога в прийнятті оперативних коректних експлуатаційних рішень щодо можливості подальшої експлуатації або необхідності певних технічних втручань. Такі рішення повинні прийматись на основі аналізу різних груп факторів – технічних, організаційних, економічних та ін.

Для забезпечення можливості прийняття експлуатаційних рішень, на провідне місце виходить проблема збору і обробки інформації. При цьому необхідно враховувати те, що обсяги інформації повинні бути необхідними і достатніми. Різні складові автомобіля (окремі ОЕМ нижчих рівнів) характеризуються різним ступенем можливості створення інформаційної бази. Для одних ОЕМ обсяги інформаційних потоків можуть бути надлишковими, а для інших, навпаки, виникають так звані умови обмеженої інформації.

В умовах сучасного розвитку комунікаційних технологій та інтелектуальних систем не тільки є можливість, а й виникає необхідність формування певної інформаційної бази будь-якого окремого автомобіля чи групи автомобілів, яка повинна автоматизовано накопичуватись і систематизуватись за весь період експлуатації автомобіля. Така база може служити основою забезпечення функціонування системи підтримання роботоздатності автомобілів.

Загальний алгоритм формування інформаційної бази приведений на рис. 1. Для будь-якого об'єкту моніторингу передбачається формування: 1) бази знань, яка повинна містити постійну інформацію – необхідну сукупність різних відомостей стосовно об'єкту; 2) бази даних, структура якої містить оперативну інформацію різного роду, яка постійно змінюється. Формування структури інформаційної бази передбачає виконання ряду обов'язкових процедур. Перш за все визначається можливість і складність отримання певної необхідної інформації. Це досить важливий етап, оскільки на цьому етапі вибирається джерело інформації та засоби реалізації отримання інформаційного потоку. Засоби отримання інформації можуть бути як штатними автомобільними, так і додатковими, вмонтованими. Інформацію, яку можливо отримати, необхідно оцінити за критерієм інформативності. Якщо рівень інформативності низький або отримання певного інформаційного потоку складає вагомі технічні труднощі, то така інформація не включається в структуру інформаційної бази.

Процес створення інформаційної бази можна умовно умовно поділити на два етапи. По-перше це процедура отримання інформації, а по-друге це етап її структурування і формування поля реалізації.

Існуючі класичні теоретичні основи діагностування автомобілів на сьогоднішній день не в повній мірі відповідають рівню розвитку технічних систем діагностування. Нове покоління діагностич-

них систем передбачає впровадження автоматизованих інтелектуальних технологій, що ґрунтуються на моделюванні процесів різної природи та застосуванні елементів штучного інтелекту. Тому на даний час стадія структурування та аналізу діагностичної інформації приймає більш важливе значення в порівнянні з етапом збору цієї інформації. На етапі збору інформації на провідне місце виходять критерії достовірності та можливості отримання. Критерій інформативності оцінюється в процесі обробки інформації. Однією з головних проблем структурування діагностичної інформації є складність якомога повного відображення предметної області, тобто моделювання і достовірності відображення робочих процесів об'єктів експлуатаційного моніторингу.

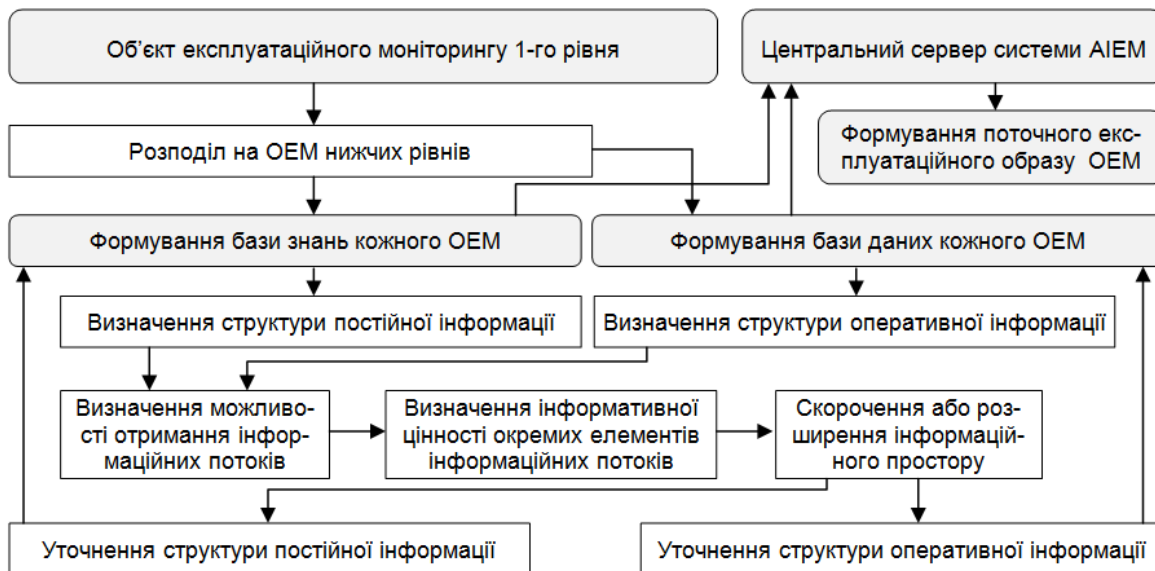


Рис. 1 – Загальна схема формування інформаційної бази

Сучасні бази діагностичної інформації та методології автомобільної діагностики базуються на ідеях алгоритмічної реалізації [1]. Окремі алгоритми розглядаються як невід'ємна частина цілої системи (наприклад алгоритм визначення технічного стану циліндро-поршневої групи в загальній системі комплексного діагностування двигуна). В таких системах досить чутливими є відсутність або недосконалість окремих складових, оскільки функціонування різних підсистем мають значний вплив і взаємозалежність між собою.

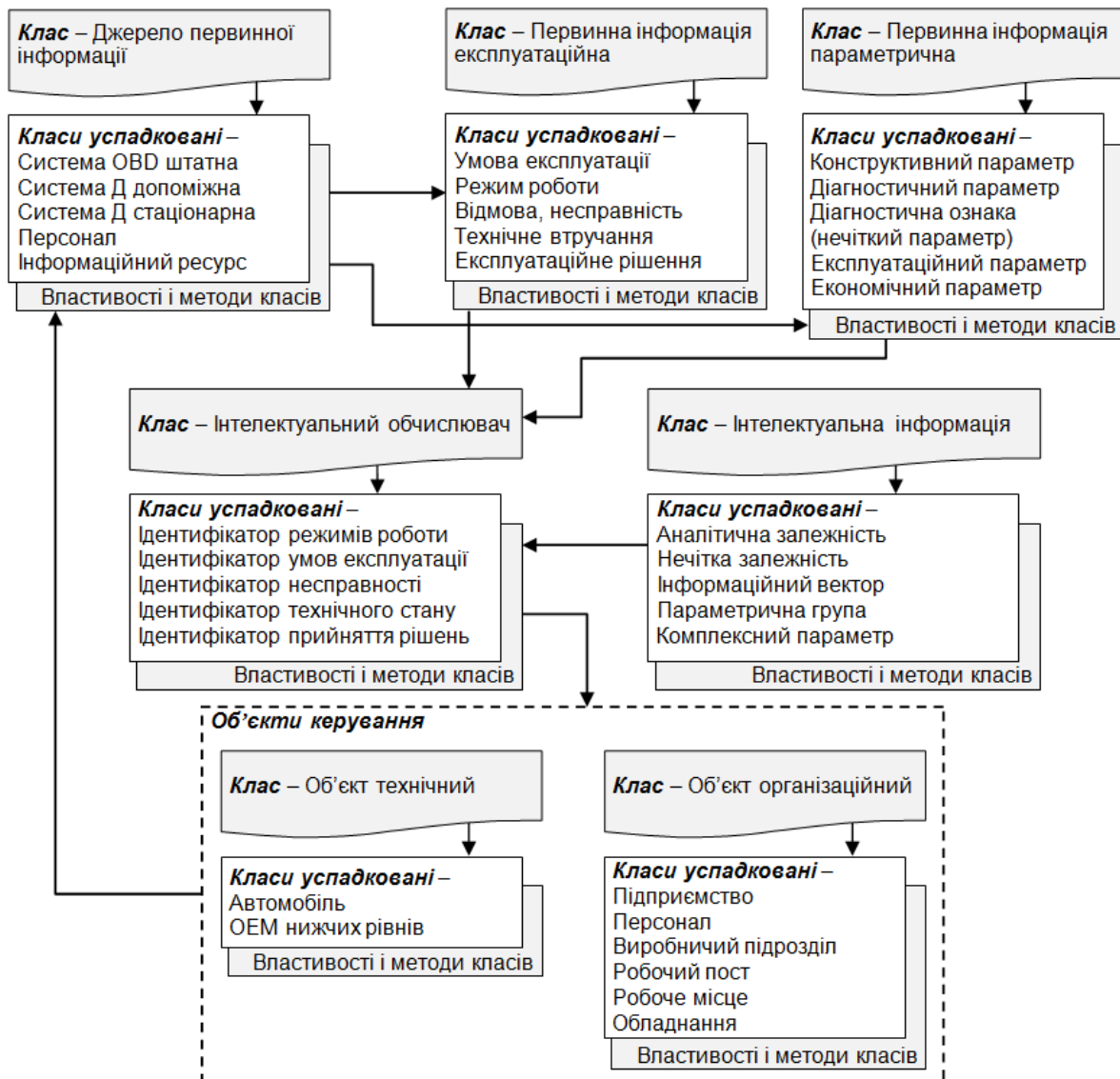
Більш перспективним є структурування інформаційних баз на основі об'єктно-орієнтованого підходу, яке передбачає створення окремих класів і об'єктів цих класів. Кожен об'єкт функціонує як окрема структура і не повинен залежати від функціонування інших. Об'єкти одного класу характеризуються спільними властивостями, мають обмежений доступ, що відповідає принципам наслідування та інкапсуляції. Інформаційні бази, структуровані за об'єктно-орієнтованим принципом досить легко інтегруються в сучасні об'єктно-орієнтовані мови програмування (C++, C#, та ін.) та можуть описуватись уніфікованою мовою моделювання UML [6]. На рис. 2 показана загальна структурна схема інформаційної бази системи АІЕМ.

Об'єктно-орієнтований підхід дозволяє більш повно реалізувати ієрархічний принцип структурування інформаційної бази. Окремі види інформації є загальними для всіх систем автомобіля. Створення класів такої інформації передбачає реалізацію їх властивостей і методів, які охоплюють або автомобіль в цілому або об'єкти експлуатаційного моніторингу вищих рівнів. Об'єкти таких класів повинні знаходитись на найвищих щаблях ієрархії. Інформаційні класи вищого ієрархічного рівня не містять методів прийняття експлуатаційних рішень. Інформаційні класи нижчих рівнів можуть бути успадковані, що дає можливість реалізації загальних властивостей і методів. На найнижчих рівнях ієрархії знаходяться класи, об'єкти яких реалізують експлуатаційний моніторинг "кінцевих" не подільних OEM. Такі класи можуть оперувати найбільшими обсягами діагностичної інформації. Вони мають максимальну кількість властивостей і методів, оскільки окрім успадкованих, кожен з них доповнюється власними характеристиками.

Експлуатація автомобілів, як і їх діагностування можуть відбуватись в досить різних умовах. Методи і способи отримання інформації також є різними, а сама інформація має різну природу і форму представлення. Діагностична інформація різного виду (не лише параметрична) може бути осно-

вою для визначення комплексних (інтегрованих) показників, що більш повно характеризують технічний стан об'єкту експлуатаційного моніторингу, а також динаміку його зміни та переходу з одного виду в інший. Складність реалізації таких методів полягає саме в необхідності використання діагностичної інформації різного виду в різних формах представлення. Об'єктно-орієнтований підхід дає можливість створення окремих класів, властивості яких можуть враховувати вид представленої інформації і на основі цього обробляти досить великі обсяги різноманітної інформації.

Рис. 2 – Загальна структурна схема інформаційної бази системи АІЕМ



Формування і поповнення інформаційних баз знань виконується постійно з метою створення нових діагностичних образів ідентифікації типових несправностей або певного виду технічного стану ОЕМ. Поповнення інформаційних баз можливе на основі автоматизованого експлуатаційного моніторингу, в якому передбачений постійний потік діагностичної інформації, а також при разових поглиблених діагностичних процедурах із застосуванням стаціонарного діагностичного обладнання. Ефективність діагностування значно підвищується завдяки можливості врахування тенденції зміни контрольованих параметрів. Класи ідентифікації функціонують на основі порівняння поточних даних з початковими даними або зі змодельованими та збереженими образами технічного стану.

Інформаційна база обов'язково містить класи тестових блоків та самонавчання, призначенням яких є автоматизований моніторинг самої системи структурування і формування інформаційної бази системи АІЕМ. В процесі експлуатаційного моніторингу окремого автомобіля фіксуються всі дії системи пов'язані із ідентифікацією типових несправностей, виду технічного стану чи прийняття експлуатаційних рішень, а також поточні значення первинної інформації, отриманої від первинних дже-

рел та інтелектуальної інформації, отриманої від відповідних модулів системи АІЕМ. Такий підхід дає можливість використати досить цінний додатковий інформаційний потік з метою коригування окремих методів в модулях, що характеризуються можливістю прийняття експлуатаційних рішень.

**Висновки.** Описані принципи формування та структурування інформаційної бази системи автоматизованого інтелектуально-експлуатаційного моніторингу. Новизною даного напрямку наукового дослідження є розробка основ формування інформаційних ресурсів, що включають в себе ієрархічно сформовану систему класів інформації та модулі допомоги прийняття оперативних експлуатаційних рішень на основі інтеграції елементів штучного інтелекту і сучасних ІТ-технологій. Подальші дослідження направлені на інтеграцію інформаційних ресурсів в систему автоматизованого інтелектуально-експлуатаційного моніторингу.

#### *Список використаної літератури*

1. Інформаційна база AutoData. [Електронний ресурс]. – Режим доступу [www.autodata-group.com](http://www.autodata-group.com).
2. Субботін С.О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник.-Запоріжжя: ЗНТУ, 2008.- 341 с.
3. Волков В.П. Интеграция технической эксплуатации автомобилей в структуры и процессы интеллектуальных транспортных систем: монография / Под редакцией В.П. Волкова; В.П. Волков, В.П. Матейчик, О.Я. Никонов, П.Б. Комов, И.В. Грицук, Ю.В. Волков, Е.А. Комов. – Донецк: Изд-во "Ноулидж" (донецкое отделение), 2013. – 398 с.
4. Говорущенко Н. Я. Системотехника транспорта (на примерах автомобильного транспорта). В 2-х частях / Н. Я. Говорущенко, А. Н. Туренко. – Харьков : РИО ХГАДТУ, 1998. – Т.1 – 255 с.; – Т.2 – 219 с.
5. Кравченко О.П. Наукові основи управління ефективністю експлуатації автомобільних поїздів.: Автореф. дис. ... док. техн. наук: 05.22.20. – Харків, 2007. – 38 с.
6. Ларман Крег Применение UML и шаблонов проектирования. 2-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2002, 624 с.