

DOI: <https://doi.org/10.37129/2313-7509.2019.11.46-52>

УДК 629.017: 656.135

**О.П. Сакно**<sup>1</sup>, к.т.н., доцент**Т.М. Колеснікова**<sup>1</sup>, к.т.н., доцент**В.П. Олло**<sup>2</sup>, к.пед.н.**Д.Л. Мойся**<sup>1</sup>, к.т.н.<sup>1</sup>ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури», м. Дніпро, Україна<sup>2</sup> Військова академія (м. Одеса), Україна

## ОСОБЛИВОСТІ СИСТЕМНОГО МОДЕЛЮВАННЯ ЩОДО СТВОРЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ АВТОМОБІЛІВ

Створена ієрархічна структура макросистеми, що містить різні сфери, а саме: геосфера, атмосфера, техносфера, сфера економіки тощо. Створена ієрархічна структура технічної експлуатації автомобілів, що містить безліч технологічних процесів технічного обслуговування та безліч технічних систем автомобіля. Кожна нова технологія поділена на наступні системи: технологічний процес і технічна система, які складаються з безліч елементарних компонентів. Представлені особливості синтезу елементів технології, що реалізується на основі рекурентної послідовності виконання технічного сервісу автомобіля (сім стадій синтезу) та підтримки надійності автомобіля шляхом створення системи заданого рівня складності.

**Ключові слова:** технічний сервіс, технологія, технічна система, технологічний процес.

### Постановка проблеми

Як свідчить досвід передових країн світу, тенденції розвитку автомобілів за останні роки значно змінились, отже виникає необхідність розробки пропозицій щодо їх технічної експлуатації. Робота зі створення особливостей системного моделювання щодо створення технологій обслуговування автомобілів потребує нові підходи.

### Аналіз останніх досягнень і публікацій

Аналіз останніх досягнень і публікацій свідчить про зростання уваги до питань створення нових технологій для обслуговування автомобілів [1-3]. На сьогодні єдиної загальноприйнятої думки щодо системного моделювання щодо створення технологій обслуговування автомобілів не існує. Об'єктивно це обумовлено тим, що сучасні автомобілі здатні до виконання широкого спектру складних завдань, самостійного прийняття рішень у складних умовах, маючи високий інтелект та суттєво відрізняючись за конструкцією. Отже, для створення технологій для обслуговування автомобілів необхідно системне моделювання.

### Постановка задачі та її розв'язання

Мета даної роботи - системне моделювання для створення технологій обслуговування автомобілів. Актуальність досліджень пов'язана з необхідністю узагальнити сучасні технології для обслуговування автомобілів.

### Виклад основного матеріалу дослідження

При реалізації або створенні нових технологій необхідно комплексно робити аналіз особливостей технічного сервісу автомобілів та вплив на інші об'єкти макросистеми. Ієрархічна структура макросистеми (рис. 1) містить різні сфери, а саме: геосфера, атмосфера, техносфера, сфера економіки тощо. На більш низьких рівнях ієрархії знаходяться технології галузей, технології виробничого процесу та вже конкретні технології стосовно автотранспортних засобів (АТЗ). Після виробництва АТЗ на інтенсивність зміни технічного стану впливає технічна експлуатація (рис. 2).

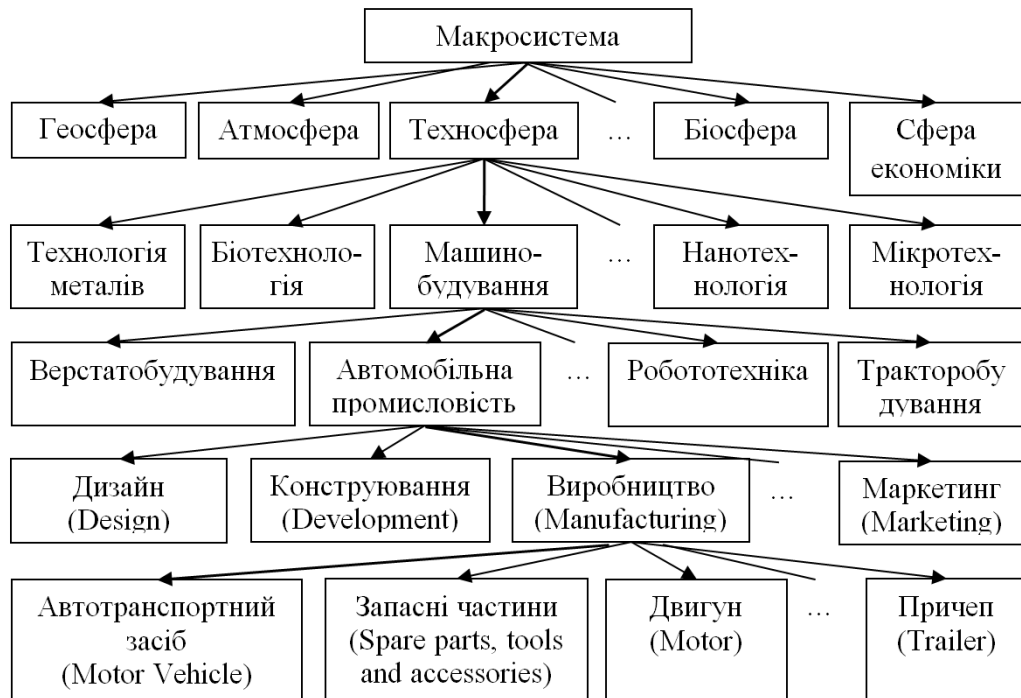


Рис. 1. Ієрархічна структура макросистеми

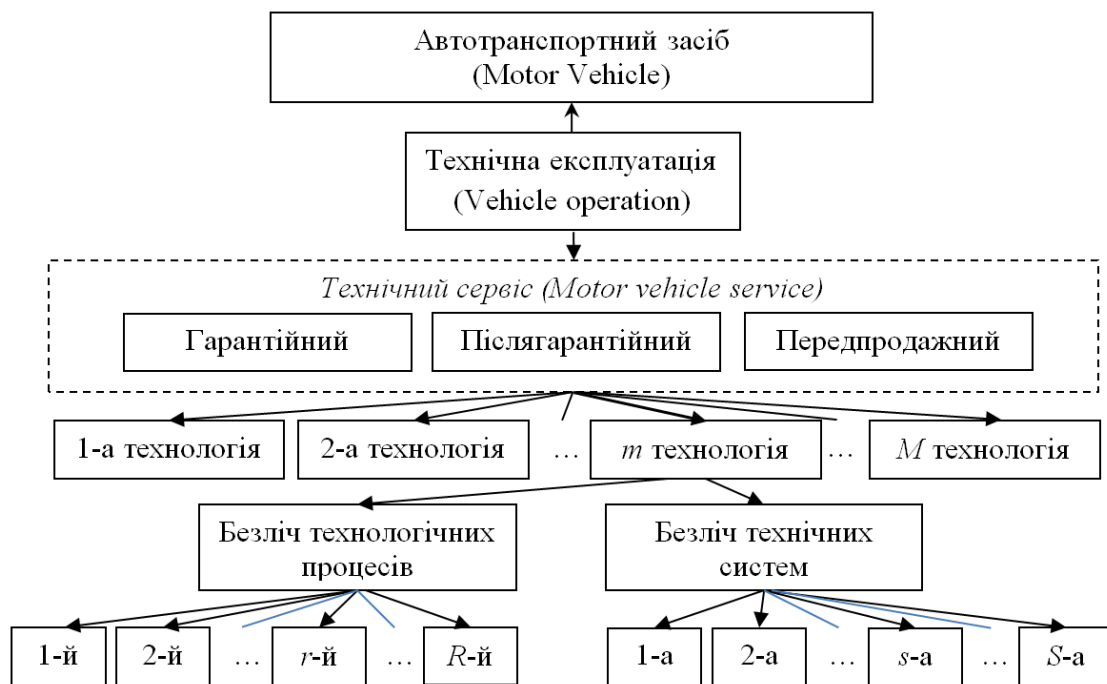


Рис.2. Ієрархічна структура технічної експлуатації автомобілів

Необхідно зазначити, що макросистема (англ. macrosystem) – фізична система, що складається з макротіл. Технологія – забезпечення потреб людства за допомогою технічних засобів. Автомобільна промисловість – галузь машинобудування, що виробляє автомобілі та запасні частини до них, а також автомобільні двигуни, агрегати, причепи і напівпричепи. До галузі входять підприємства, котрі займаються дизайном, конструюванням, виробництвом, маркетингом та продажем моторизованих засобів транспорту. Це одне з найважливіших секторів економіки в світі за рахунок доходів. Автомобільна промисловість не включає галузей, що займаються технічним обслуговуванням автомобілів після доставки кінцевому споживачеві, таких як авторемонтні майстерні та автозаправні станції.

Технічна експлуатація автомобілів визначає шляхи і методи найбільш ефективного управління технічним станом автомобільного парку з метою забезпечення регулярності та безпеки перевезень при найбільш повній реалізації технічних можливостей конструкції та забезпеченні заданих рівнів експлуатаційної надійності автомобіля, оптимізації матеріальних і трудових витрат, зведенні до мінімуму негативного впливу технічного стану АТЗ на персонал і навколишнє середовище.

З практичної діяльності можна сказати, що технічна експлуатація автомобілів – це комплекс технічних, соціальних, економічних та організаційних заходів, які забезпечують підтримку АТЗ в справному стані при раціональних витратах трудових і матеріальних ресурсів і забезпечення нормальних умов праці і побуту персоналу. Ефективність технічної експлуатації автомобілів забезпечує інженерно-технічна служба на підприємстві.

Згідно рис. 3 та 4 кожен конкретну нову технологію можна поділити на наступні системи:

- технологічний процес;
- технічна система.

Технологічний процес – це впорядкована послідовність взаємопов'язаних дій та операцій, що виконуються над початковими даними до отримання необхідного результату (підтримки АТЗ в роботоздатному стані).

Технічна система – це штучно створена сукупність елементів і відношень (зв'язків) між ними, які утворюють цілісну структуру об'єкта (АТЗ), що має властивості, які не зводяться до властивостей елементів і призначена для виконання корисних функцій (експлуатація АТЗ).

Системи типу «процес» і технологічна система типу «об'єкт» в свою чергу також структурується на системи, підсистеми декілька рівнів та елементів [4]. Усі ці об'єкти та рівні макросистеми завжди знаходяться в визначених відношеннях. В межах цих відносин відбуваються необхідні процеси перетворень ресурсів, енергії, інформації. На основі цього моделювання технологій слід вести з урахуванням балансу матеріальних, енергетичних, інформаційних потоків.

Історія розвитку людства – це процес створення та удосконалення різних об'єктів та технологій (систем), які в цілому можна об'єднати під загальною назвою – техносфера [5]. Вона включає в себе усі технічні системи, які створені людиною або технічними системами, які в свою чергу виконані людиною. Шлях, який пройшла людина в розвитку техносфери є творчим процесом безперервного удосконалення її об'єктів, а саме технологічних процесів та технічних систем.

Якщо розглядати конкретний  $r$ -й технологічний процес (рис. 3), то він може структуруватися на безліч операцій  $1, 2, \dots, k, \dots, K$  (рис. 3). При цьому кожна  $k$ -а операція може складатися із ряду елементів: зовнішній огляд, діагностика, регулювання коліс, перевірка кріпильних робіт тощо. Якщо розглядати елементи операцій, то кожний з них може складатися із схем технологічного впливу  $1, 2, \dots, t, \dots, T$  (наприклад, встановити автомобіль на спеціальну платформу, перевірити тиск повітря в шинах, послабити керуючі тяги або підшипники, перевірити геометрію дисків коліс). Кожна  $t$ -а схема технологічного впливу має безліч функцій технологічного впливу  $1, 2, \dots, f, \dots, F$  (наприклад, тиск повітря в шинах впливає на керованість автомобіля, економічну витрату пального, безпеку дорожнього руху, термін експлуатації шини, прискорений та нерівномірний знос). Кожна функція  $f$  може складатися з безліч елементарних функцій  $1, 2, \dots, v, \dots, V$  (наприклад, нерівномірний знос має декілька рисунків: плямистий знос – агресивний стиль водіння; підвищений знос зовнішніх доріжок протектора – неправильне сходження коліс; підвищений знос внутрішніх (по відношенню до автомобіля) доріжок протектора – негативне сходження (або розбіжність) коліс; внутрішні доріжки протектора зношуються зубчиками з прямим кутом – значний негативний розвал коліс або порушення геометрії підвіски, або деформований кузов автомобіля). Кожна  $v$  із котрих може мати визначну безліч частин елементарних функцій  $1, 2, \dots, m, \dots, M$  (наприклад, дефект конструкції).

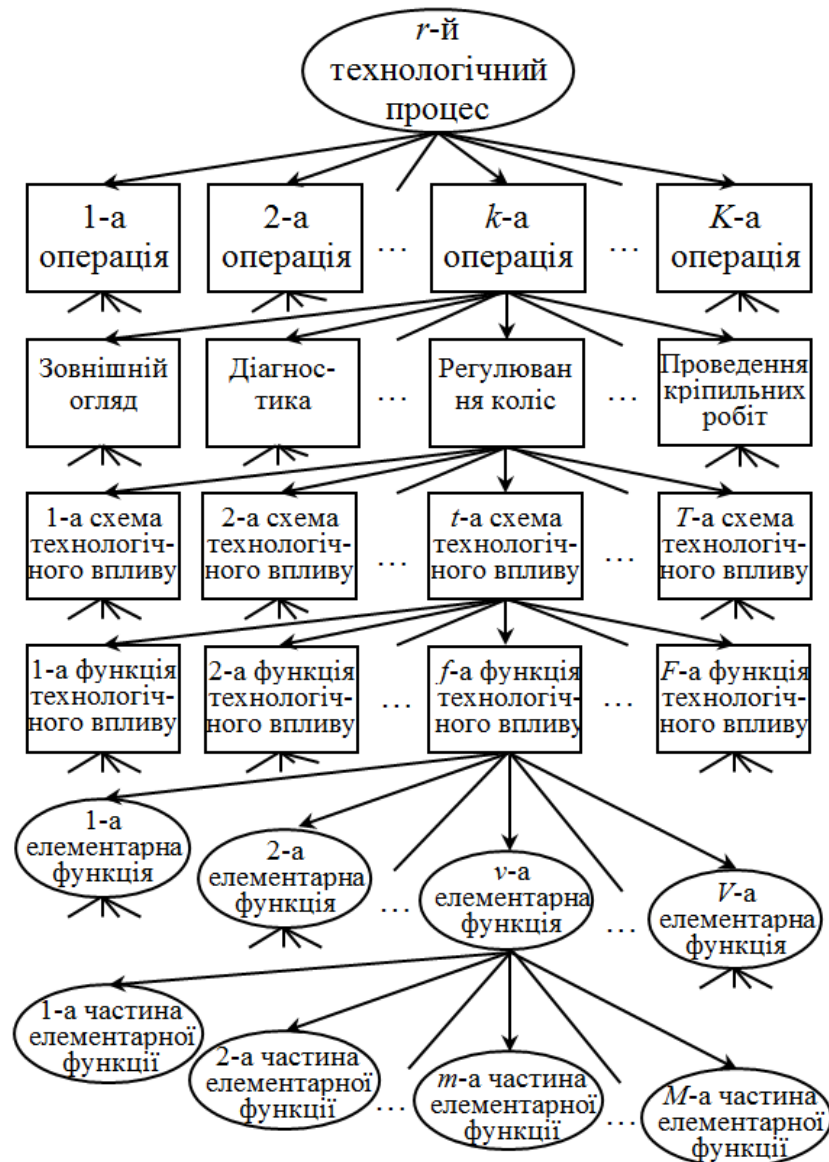


Рис. 3. Основні елементи структури технологічного процесу технічного обслуговування автомобіля

Можна зазначити, що кожна  $s$ -а технічна система (рис. 4) може складатися із безліч  $1, 2, \dots, n, \dots, N$  технічних модулів (наприклад, корпус /Body shell/, двигун /Engine/, електрообладнання /Electrical equipment/, шасі /Chassis/), кожний  $n$  з яких може мати безліч  $1, 2, \dots, w, \dots, W$  підсистем модуля. (наприклад, шасі /Châssis/ – сукупність агрегатів і вузлів АТЗ змонтованих на спільній рамі. До основних елементів шасі автомобіля відносяться: трансмісія, ходова частина, системи керування). В свою чергу кожна  $w$ -е підсистема модуля може містити безліч  $1, 2, \dots, x, \dots, X$  агрегатів (наприклад, ходова частина містить рамну конструкцію, підвіску задніх і передніх коліс, мостові поперечні балки, шини та колеса). Кожний  $x$ -й агрегат може містити безліч  $1, 2, \dots, y, \dots, Y$  механізмів (наприклад, система підвіски – сукупність пристроїв, що сполучають міст чи колеса з рамою (кузовом) автомобіля. Основними елементами підвіски є: пружні елементи, напрямні елементи, гасячий пристрій, стабілізатор поперечної стійкості, елементи кріплення). При цьому кожний  $y$ -й механізм може складатися з безліч  $1, 2, \dots, z, \dots, Z$  елемент (наприклад, пружні елементи поділяються на: ресорні, пружинні, торсіони, гумові, пневматичні, гідравлічні, комбіновані). Нарешті, кожний  $z$ -й елемент може складатися з безліч  $1, 2, \dots, p, \dots, P$  елементарних деталей.

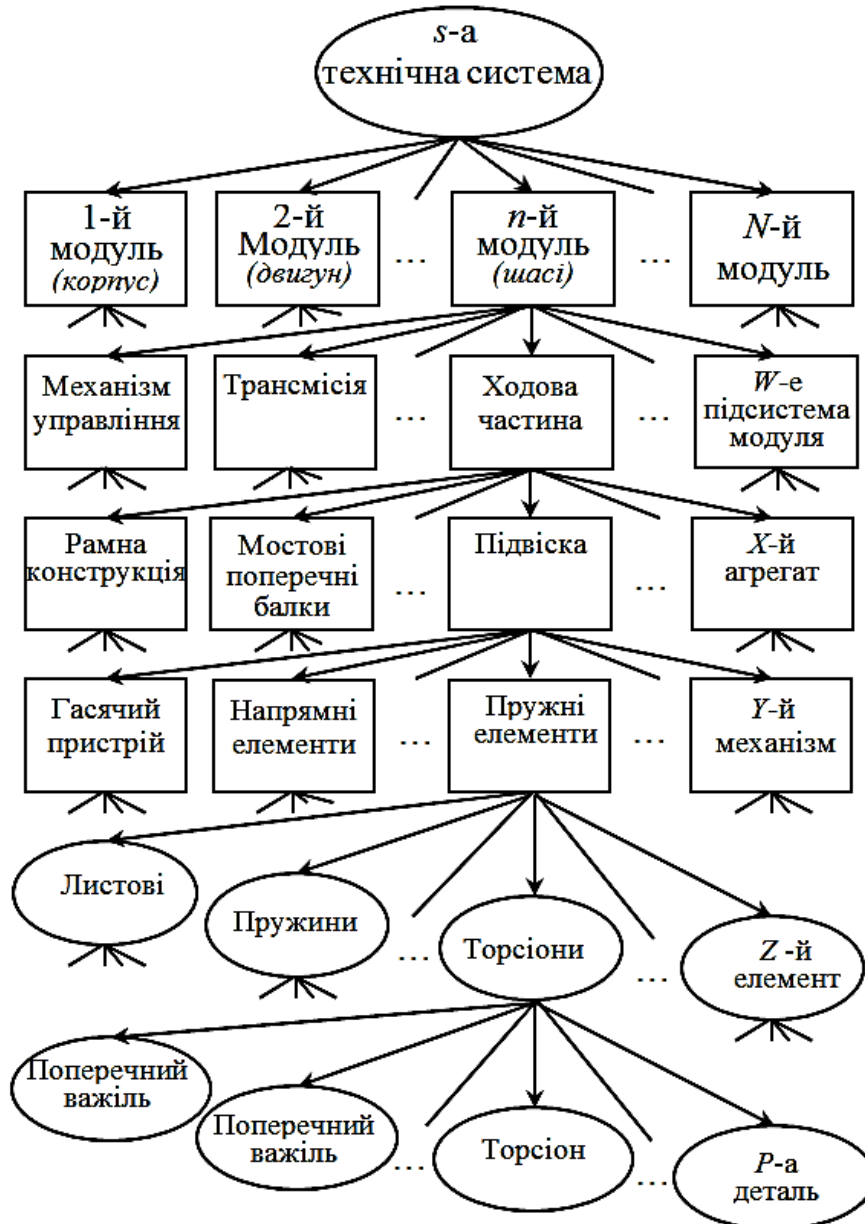


Рис. 4. Основні елементи структури технічної системи автомобіля

На рис. 5 надана схема синтезу технологій, в якій основна особливість синтезу технології являється те, що вона реалізується на основі рекурентної послідовності (сім стадій синтезу). При цьому на основі того, що технологія може структуруватися на базі двох систем (типи «технологічний процес» та «технічна система»), дана схема реалізується по двох основних напрямках. Між стадіями та напрямками даної схеми реалізуються зв'язки на основі рекурентної послідовності виконання технічного сервісу АТЗ. Це дозволяє послідовно, з урахуванням попередньої стадії, а також можливості повернення та уточнення результатів підтримки надійності АТЗ створювати системи заданого рівня складності.

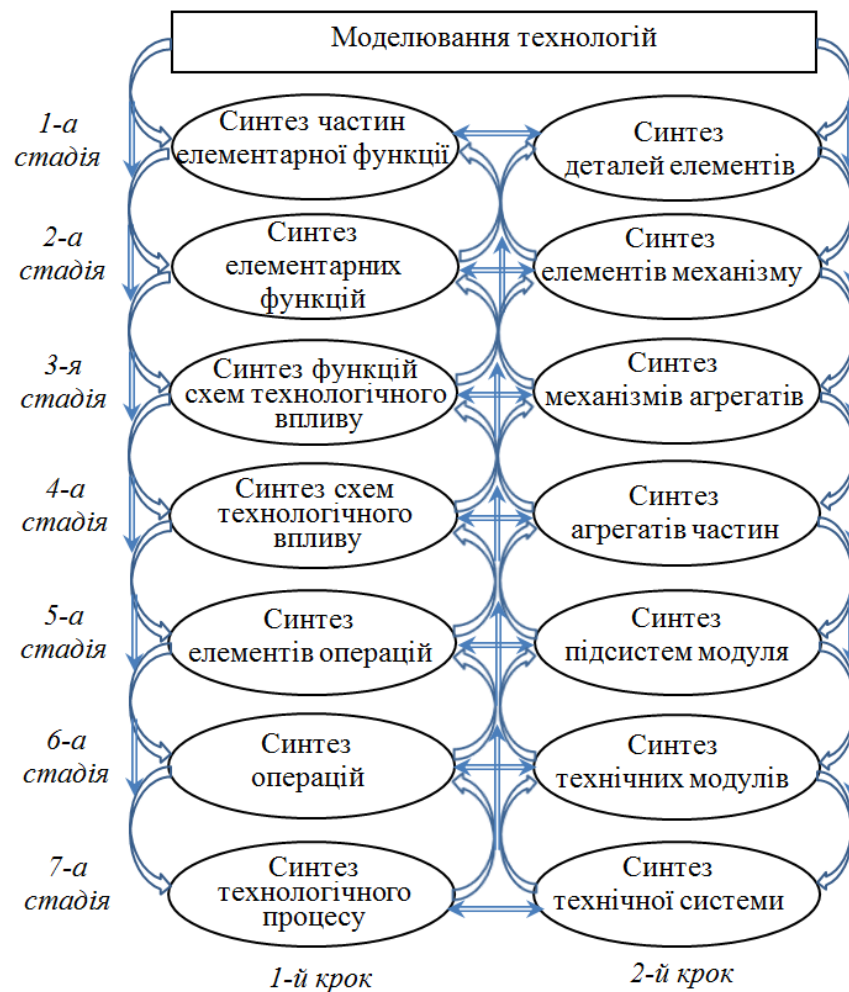


Рис. 5. Особливості синтезу елементів технології

### Висновки

Таким чином, завдяки ієрархічній структурі системи типу «технологічний процес» (див. рис. 3) та системи «технічна система» (див. рис. 4) реалізується структурування технологічних процесів та систем в залежності від багатьох видів конструкцій АТЗ та технологій при проведенні технічного сервісу. Надана схема синтезу технологій, в якій основна особливість синтезу технології являється те, що вона реалізується на основі рекурентної послідовності (сім стадій синтезу). Це дозволяє послідовно, з урахуванням попередньої стадії, а також можливості повернення та уточнення результатів підтримки надійності АТЗ створювати системи заданого рівня складності.

### Список використаних джерел

1. Wilberforce T. Developments of electric cars and fuel cell hydrogen electric cars. T. Wilberforce, Z. El-Hassan, F.N. Khatib et al. *International Journal of Hydrogen Energy*. 2017. Volume 42 (40) p. 25695–25734. Режим доступу DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2017.07.054>.
2. Ivanovich V., Mitrovich R., Jovanovich D. Software for Management of Maintenance System for Truck, Passenger Car, Coach and Work Machines. *Sustainable Automotive Technologies*. Springer, London. 2012. p. 267–273. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-642-24145-1\\_35](https://doi.org/10.1007/978-3-642-24145-1_35).
3. Tagliaferri C. Life cycle assessment of future electric and hybrid vehicles: A cradle-to-grave systems engineering approach. *Chemical Engineering Research and Design*. 2016. Volume 112. P. 298–309.



4. Михайлов А. Н. Основы синтеза функционально-ориентированных технологий машиностроения. М.: Машиностроение. 2009. 346 с.

5. Базров Б.М. Основы технологии машиностроения: Учебник для вузов. М.: Машиностроение, 2005. 736 с.

**Рецензент:** Б.О. Дем'янчук, д.т.н., проф., завідувач кафедри автотехнічного забезпечення Військової академії (м.Одеса).

## ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМНОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ ПО СОЗДАНИЮ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

О.П. Сакно, Т.Н. Колесникова, В.П. Олло, Д.Л. Мойся

*Создана иерархическая структура макросистемы, содержащая различные сферы, а именно: геосфера, атмосфера, техносфера, сфера экономики и тому подобное. Создана иерархическая структура технической эксплуатации автомобилей, которая содержит множество технологических процессов технического обслуживания и множество технических систем автомобиля. Каждая новая технология разделена на следующие системы: технологический процесс и техническая система, состоящих из множества элементарных компонентов. Представлены особенности синтеза элементов технологии, которая реализуется на основе рекуррентной последовательности выполнения технического сервиса автомобиля (семь стадий синтеза) и поддержания надежности автомобиля путем создания системы заданного уровня сложности.*

**Ключевые слова:** *технический сервис, технология, техническая система, технологический процесс.*

## FEATURES OF SYSTEM MODELING ON THE CREATION OF TECHNOLOGIES FOR VEHICLE SERVICE

O.P. Sakno, T.M. Kolesnikova, V.P. Ollo, D.L. Moisia

*When using the latest technologies in the technical service of the vehicle, it necessary to comprehensively understand all aspects of vehicle maintenance and the introduction of modern technologies. The proposed hierarchical structure of the macrosystem can show all spheres: the geosphere, the atmosphere, the technosphere, economic sphere, and etc. The hierarchical structure of the technical operation of vehicles, which contains set of technological processes of maintenance and set of technical systems of a vehicle. Each new technology is divided into the following systems: a technological process and a technical system. Presents features of the synthesis of elements of technology, which is implemented on the basis of a recurrent sequence of vehicle technical service (seven stages of synthesis) and maintaining vehicle reliability by creating a system of a given level of complexity. The technology is structured on the basis of two systems (such as "technological process" and "technical system"); this scheme is implemented in two main directions. Between the stages and directions of this scheme, communications are implemented on the basis of a recurrent sequence of vehicle technical service. This allows consistently, taking into account the previous stage, as well as the possibility of returning and refining the results of maintaining the reliability of the vehicle to create systems of a given level of complexity. Systems of the type "process" and the technological system of the type "object" are in turn also structured into systems, subsystems of several levels and elements. All these objects and the level of the macrosystem are always in close connection with each other. On the basis of this modeling, technologies should be conducted taking into account the balance of material, energy, information flows.*

**Keywords:** *motor vehicle service, technology, technical system, technological process.*