

**ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА
ТА АРХІТЕКТУРИ**

Факультет інформаційних технологій та механічної інженерії

(повне найменування інституту, факультету)

Кафедра експлуатації та ремонту машин

(повна назва кафедри)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

*на тему Оцінка функціонування технічних систем автомобілів в
соціотехнічній системі різними методами*

Виконав: здобувач вищої освіти

другий (магістерський)

(рівень вищої освіти)

спеціальності

274 «Автомобільний транспорт»

(шифр і назва спеціальності)

освітньої програми

ОПП «Автомобільний транспорт»

(вид та назва освітньої програми)

групи АТ-19мп

Назарій ПОПЕНКО

(ім'я та прізвище здобувача)

Керівник Ольга САКНО

(ім'я та прізвище)

Рецензент

(ім'я та прізвище)

Оцінка захисту кваліфікаційної роботи

(сума балів, оцінка ECTS, оцінка за національною шкалою,)

Секретар ЕК _____ / Віталій БОГОМОЛОВ /

(підпис)

(ім'я та прізвище секретаря ЕК)

**ПРИДНІПРОВСЬКА ДЕРЖАВНА АКАДЕМІЯ БУДІВНИЦТВА
ТА АРХІТЕКТУРИ**

Інститут, факультет інформаційних технологій та механічної інженерії
 Кафедра експлуатації та ремонту машин
 Рівень вищої освіти другий (магістерський)
 Спеціальність 274 «Автомобільний транспорт»
 (шифр та назва)
 Освітня програма ОПП «Автомобільний транспорт»
 (вид та назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри _____
к.т.н. Олександр ЛИХОДІЙ
 « 28 » вересня 2020 року

**З А В Д А Н Н Я
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ**

Назарію ПОПЕНКО
 (ім'я та прізвище)

1. Тема роботи Оцінка функціонування технічних систем автомобілів в соціотехнічній системі різними методами

керівник роботи Ольга САКНО, к.т.н., доцент
 (ім'я та прізвище, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом ректора від « 28 » вересня 2020 року № 438-кв

2. Строк подання роботи до захисту « 08 » грудня 2020 року

3. Вихідні дані до роботи структура технічної системи автомобілів, структура соціотехнічної системи, сучасні методи оцінки появи відмов/несправностей

4. Зміст кваліфікаційної роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Вступ. 1. Аналіз використання соціотехнічного підходу в автомобільному транспорті. 2. Аналіз стійкості функціонування технічних систем автомобіля. 3. Аналіз функціонування технічних систем автомобілів в соціотехнічній системі різними методами. 4. Напрями реалізації результатів роботи. Висновки. Список використаних джерел. Додатки.

5. Консультанти розділів роботи

Розділ	Ім'я, прізвище та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	завдання прийняв
1	<i>Віктор СТАДНИК, доцент</i>		

6. Дата видачі завдання « 01 » вересня 2020 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Розрахунково-пояснювальна записка:		
1.1	<i>Вступ</i>	до 18.09	
1.2	<i>1. Аналіз використання соціотехнічного підходу в автомобільному транспорті.</i>	до 30.09	
1.3	<i>2. Аналіз стійкості функціонування технічних систем автомобіля.</i>	до 7.10	
1.4	<i>3. Аналіз функціонування технічних систем автомобілів в соціотехнічній системі різними методами.</i>	до 14.10	
1.5	<i>4. Напрями реалізації результатів роботи</i>	до 20.10	
1.6	<i>Висновки</i>	до 28.10	
1.7	<i>Список використаних джерел</i>	до 6.11	
1.8	<i>Додатки</i>	до 12.11	
2	Презентаційний матеріал	до 25.11	
3	Оформлення кваліфікаційної роботи магістра	до 2.12	
4	Підготовка до переддипломного захисту	з 10.12	

Здобувач вищої освіти

(підпис)

/Назарій ПОПЕНКО/

(ім'я та прізвище)

Керівник роботи

(підпис)

/Ольга САКНО/

(ім'я та прізвище)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до кваліфікаційної роботи на тему «*Оцінка функціонування технічних систем автомобілів в соціотехнічній системі різними методами*» складається із 76 аркуша формату А4, на яких містяться 4-ри розділи, 1 таблиця, 47 рисунків, 19 джерел інформації.

Об'єктом дослідження є розвиток соціотехнічної системи на технічну систему автомобілів.

Предметом дослідження є вплив розвитку рівня конструкції автомобіля на соціотехнічну систему.

Мета дослідження – проаналізувати функціонування технічних систем автомобілів в соціотехнічній системі різними методами.

Методи дослідження: передбачали математичне та графічне моделювання функціонування технічних систем автомобілів в соціотехнічній системі методами Root cause analysis, Domino, Failure Mode and Effects Analysis, Hazard and Operability Study, AcciMap approach, Cognitive Reliability and Error Analysis Method, Tripod Analysis, System-Theoretic Accident Model and Processe, Functional Resonance Analysis Method, High Reliability Organization.

Наукова новизна складається в моделюванні функціонування технічних систем автомобілів в соціотехнічній системі різними методами.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено алгоритми моделювання функціонування технічних систем автомобілів в соціотехнічній системі методами. Матеріали магістерської роботи впроваджено в ДВНЗ ПДАБА (м. Дніпро) при проведенні лекційній та практичних робіт з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів».

АВТОМОБІЛЬ, ТЕХНІЧНА СИСТЕМА, СОЦІОТЕХНІЧНА СИСТЕМА,
ТЕХНІЧНА ЕКСПЛУАТАЦІЯ, МЕТОД

ЗМІСТ

	стор.
ВСТУП.....	6
1. АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ СОЦІОТЕХНІЧНОГО ПІДХОДУ В АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ.....	8
1.1. Соціотехнічна система як взаємна детермінація техніки, культури та суспільства.	8
1.2. Суперечності соціотехнічної системи.....	11
1.3. Соціотехнічна система та розвиток автотранспорту.....	15
Висновки за розділом 1.....	18
2. АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЯ.....	20
2.1. Поняття та визначення стійкості	20
2.2. Аналіз стійкості та вдосконалення технічних систем автомобіля.....	21
Висновки за розділом 2.....	25
3. АНАЛІЗ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛІВ В СОЦІОТЕХНІЧНІЙ СИСТЕМІ РІЗНИМИ МЕТОДАМИ	26
3.1. Аналіз соціотехнічної системи методом Root cause analysis (RCA)...	26
3.2. Аналіз соціотехнічної системи методом Domino	28
3.3. Аналіз соціотехнічної системи методом Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)	30
3.4 Аналіз соціотехнічної системи методом Hazard and Operability Study (HAZOP)	32
3.5. Аналіз соціотехнічної системи методом AcciMap approach.....	32
3.6. Аналіз соціотехнічної системи методом Cognitive Reliability and Error Analysis Method (CREAM)	35
3.7. Аналіз соціотехнічної системи методом Tripod Analysis.....	38
3.8. Аналіз соціотехнічної системи методом System-Theoretic Accident Model and Processe (STAMP)	43

3.9. Аналіз соціотехнічної системи методом Functional Resonance Analysis Method.....	45
3.10. Аналіз соціотехнічної системи методом High Reliability Organization (HRO)	48
Висновки за розділом 3.....	51
4. НАПРЯМИ РЕАЛІЗАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ.....	52
4.1. Синтез технологічного процесу ТО автомобілів	52
4.2. Синтез технологій для ТО і Р автомобілів	58
4.3. Прогресивні технології в системі ТО і Р автомобілів	65
Висновки за розділом 4.....	70
ВИСНОВКИ.....	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	72
Додаток А. Апробація результатів магістерської роботи	73
ВІДОМІСТЬ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ МАГІСТРА	76

ВСТУП

Актуальність. На початку XXI сторіччя присутність техніки у соціальному житті має вираз у її проникненні в усі сфери не тільки матеріального, але й духовного виробництва суспільства, яке нобелівський лауреат А. Тоффлер визначив терміном «трансенція» (формує різноманітні життєві стилі поведінки людини) і яке, за його думкою, викликає у людині «футурошок», тобто страх перед майбутнім. Цей чинник обумовлює необхідність не просто ураховувати техніку у контексті соціального життя, але вивчати соціотехнічну систему як системну організацію, яка включає техніко-технологічну підсистему та систему ролей і функцій обслуговуючого та керуючого (у широкому сенсі) персоналу, тобто вивчати детермінацію техніки, культури та суспільства у соціотехнічній єдності.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Матеріали магістерської роботи є узагальненням досліджень, що виконані у межах:

- комплексних цільових програм, концепцій та наказів: «Національна транспортна стратегія України на період до 2030 року» (Розпорядження Кабінету міністрів України від 30 травня 2018 р. № 430-р); Програма реалізації Пріоритетних напрямів співробітництва держав-учасників СНД у сфері транспорту на період до 2020 року (Міжнародний документ від 22.05.2009 р., №998 445); «Про затвердження Правил експлуатації колісних транспортних засобів» (Наказ Міністерства інфраструктури України від 26.07.2013 р., №550);

- плану науково-дослідних робіт кафедри експлуатації та ремонту машин ДВНЗ ПДАБА за темою «Підвищення ефективності експлуатації транспортних засобів».

Об'єктом дослідження є розвиток соціотехнічної системи на технічну систему автомобілів.

Предметом дослідження є вплив розвитку рівня конструкції автомобіля на соціотехнічну систему.

Метою роботи є проаналізувати функціонування технічних систем автомобілів в соціотехнічній системі різними методами.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати соціотехнічний підхід в автомобільному транспорті.
2. Проаналізувати умови стійкості функціонування технічних систем автомобіля.
3. Проаналізувати та змоделювати функціонування технічних систем автомобілів в соціотехнічній системі різними методами.

Методи дослідження: передбачали математичне та графічне моделювання функціонування технічних систем автомобілів в соціотехнічній системі методами Root cause analysis, Domino, Failure Mode and Effects Analysis, Hazard and Operability Study, AcciMap approach, Cognitive Reliability and Error Analysis Method, Tripod Analysis, System-Theoretic Accident Model and Processe, Functional Resonance Analysis Method, High Reliability Organization.

Наукова новизна складається в моделюванні функціонування технічних систем автомобілів в соціотехнічній системі різними методами.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено алгоритми моделювання функціонування технічних систем автомобілів в соціотехнічній системі методами. Матеріали магістерської роботи впроваджено в ДВНЗ ПДАБА (м. Дніпро) при проведенні лекційній та практичних робіт з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів».

Апробація результатів магістерської роботи. Результати магістерської роботи були повідомлені на II науково-практичної конференції студентів ДВНЗ ПДАБА (м. Дніпро, 2020 р.) та на Міжнародній науково-практичній конференції студентів, аспірантів та молодих вчених «Експлуатаційна та сервісна інженерія» (Харків, ХНТУСГ, 28-29 травня 2020 р.).

Публікації. Основні результати досліджень опубліковано у 2 роботах.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ СОЦІОТЕХНІЧНОГО ПІДХОДУ В АВТОМОБІЛЬНОМУ ТРАНСПОРТІ

1.1. Соціотехнічна система як взаємна детермінація техніки, культури та суспільства

Соціотехнічна система (Sociotechnical systems (STS)) – науковий підхід до проектування трудового процесу у аспекті взаємодії людини і техніко-технологічних чинників праці. У загальному сенсі термін відноситься до вивчення взаємодії інфраструктурних елементів суспільства, предметних реалізацій соціуму, з одного боку, і людської поведінки - з іншого боку. Термін запропонований в 1960-х роках Еріком Трістом (Eric Trist) і Фредом Емері (Fred Emery), які працювали консультантами в Тавістокському інституті людських стосунків. Концепція соціотехнічних систем в протилежність теоріям технологічного детермінізму, що затверджувало односторонню дію технології на людину у процесі виконання нею трудових операцій, ґрунтується на ідеї взаємодії людини і машини. Проектування технічних і соціальних умов повинно здійснюватися так, щоб технологічна ефективність і гуманітарні аспекти не суперечили собі навзаєм.

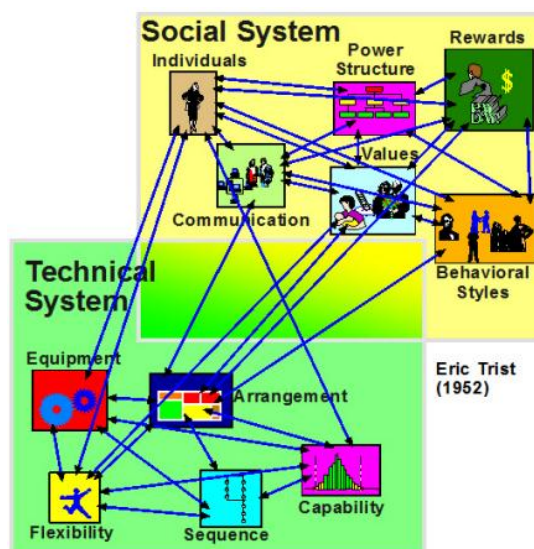


Рис. 1.1. Соціотехнічна система (Sociotechnical systems (STS)) за Еріком Трістом (Eric Trist)

Соціотехнічна система утворена такими підсистемами:

1. Технічна підсистема включає пристрої, інструменти і технології, які перетворюють вхід у вихід, способом, що покращує економічну ефективність організації.
2. Соціальна підсистема включає зайнятих в організації службовців (знання, уміння, настрої, ціннісні установки, відношення до виконуваних функцій), управлінську структуру, систему заохочень.
3. Якщо аналізувати організацію в ширшому контексті, тоді які чинники повинні враховуватися зв'язки організації з довкіллям – підсистемою середовища. Остання містить соціальні цінності, соціальні і державні інститути, з якими взаємодіє організація, інші організації виступають конкурентами або знаходяться в інших стосунках.

Цей підхід багато в чому є варіантом ситуаційної теорії, що синтезує класичні і гуманістичні уявлення про організацію. З соціотехнічної точки зору, організація включає як структурні та процесуальні характеристики (детально розроблені в класичних організаційних теоріях), так і соціальні й особові (які наполегливо відстоювалися представниками школи «людських відносин»).

Сукупність цих характеристик утворює соціотехнічну систему, і завдання дослідників знайти оптимальне співвідношення структурно-процесуальних і соціально-особових змінних, що забезпечують найбільшу організаційну ефективність. Таким чином, одне із завдань соціотехнічного підходу – об'єднати зусилля технічних і соціальних (у найширшому сенсі) фахівців в інтеграції і оптимізації організації як складної системи.

Поняття соціотехнічного підходу міцно пов'язане з Тавістокським інститутом людських відносин (Лондон, Великобританія), що включився у вивчення наслідків технологічних змін у вугільній промисловості Англії ще на початку 50-х років. Якраз у той час шахти переходили на новий технічно більш довершений метод видобутку вугілля, що одержав назву методу «суцільного забою». Відповідно до цього методу за допомогою нового устаткування розкривався великий пласт вугілля, який потім транспортувався в зону подальшої переробки. Це не тільки різко

підвищувало продуктивність праці, але і в корені змінювало характер роботи гірників: невеликі автономні бригади йшли в минуле, упроваджувалася нова спеціалізація, нова організаційна структура, нові професії.

Е. Тріст і Л. Бамфорт дослідили наслідки цих змін і виявили, що багато проявів дисфункціональної поведінки (опір менеджменту, абсентеїзм тощо) були прямим наслідком змін соціальних ролей, до яких призвело впровадження нової технології. На основі цих спостережень дослідники запропонували доповнювати технологічні зміни інтеграцією нових соціальних відносин, що відповідним чином спланувала. Подальші дослідження і практичні заходи у вугільній промисловості продемонстрували, що певні комбінації технологічної і соціальної підсистем дозволяють досягати більшої продуктивності та задоволеності працею, меншого абсентеїзму і т. д. Одним з найважливіших моментів оптимальної взаємодії двох підсистем була відповідність принципів формування робочих груп і спеціалізації праці.

У соціотехнічному підході відокремлюються чотири основні елементи: зовнішнє середовище, технічне, соціальне і соціотехнічна система. І якщо зміст перших трьох елементів цілком співпадає з тим, як їх трактують представники інших підходів, то четвертий елемент вимагає додаткового пояснення. Об'єднання технічної і соціальної систем на соціотехнічну, на думку прихильників підходу, припускає інтеграцію на трьох рівнях:

1) організаційному, такому, що включає узгодження варіативності робочих циклів і визнання важливих організаційних взаємозалежностей між усіма підрозділами;

2) груповому, що формує автономні робочі групи зі всією повнотою відповідальності та правом розподілу функцій між членами;

3) індивідуальному, орієнтованому на проектування індивідуальних робочих завдань, здатних наповнити працю великими сенсом, відповідальністю і можливістю особового розвитку.

Устремління прихильників соціотехнічного підходу багато в чому схожі з методом розвитку бригадних форм праці в СРСР в 50-60-ті роки, зокрема, рухи так

званих бригад комуністичної праці, які також наділялися відповідальністю, правом розподілу функцій між членами і т.д. Проте, як справедливо зауважували представники класичної школи, вище керівництво організації готове прийняти і навіть підтримати мало- масштабні соціотехнічні перетворення, виходячи з цілого ряду причин: від необхідності підтримати соціальний імідж організації до надії дещо підняти продуктивність праці робітників. Проте керівник буде жорстко відкидати будь-які нововведення, які можуть загрожувати існуючій структурі влади, привілеїв і контролю.

1.2. Суперечності соціотехнічної системи

Соціотехнічна система, яка сформувалася наприкінці ХХ сторіччя, детермінується розвитком техніки, технічного знання та технічних дій.

Техніка стародавнього світу органічно вплетена у релігійно-міфологічне світосприйняття та характеризується чітким відокремленням практичного ремесла від теоретичного знання.

У середньовічній традиції кореляція теорії та практики виконувалась на рівні моралі: яке технічне рішення є оптимальним з точки зору Бога?!

Проектування, створення теорії, спрямованої на отримання конкретного практичного результату, стало якісно новим етапом розвитку техніки, що визначило традицію Нового часу.

Крім того, у цей час відбувається сцієнтифікація техніки, спеціалізація та професіоналізація науки.

3. Сучасне розуміння амбівалентної суті техніки

У широкому смислі розуміння технічного феномену у контексті соціотехнічної системи він визначається як:

- сукупність раціонально вироблених методів, які мають безумовну ефективність (для даного ступеня розвитку) в будь-якій галузі людської діяльності (Ж. Еллюль);

- увесь відомий універсум, починаючи з неорганічного, через органічне і до психічно-духовних сфер буття і відношень між людьми (Х. Бек);
- форма людської діяльності на кшталт науки, мистецтва, релігії чи спорту, загальна мета якої полягає у розширенні людських можливостей (А. МакГінн).

В останньому визначенні виділено соціальну домінанту техніки – технічний принцип перетворення оточуючого світу, який має метою духовний та матеріальний ріст соціотехнічної системи.

Техніка має амбівалентну суть у контексті соціотехнічної системи: з одного боку, ряд вчених (М. Хайдеггер, К. Ясперс, Д. Мартін та ін.) вважають за необхідне гуманізувати техніку, розвивати її адекватність природі та людині, з іншого боку, багато вчених (Х. Сколімовські та ін.) вбачають неможливу гуманізацію техніки і, відповідно, спроби втілення у ній все більш широкого ряду людських цінностей, безглуздими.

Наприкінці ХХ сторіччя «крайні» точки зору щодо амбівалентності техніки поступились спробам пошуку розумного компромісу між суперечностями розвитку соціотехнічної системи. Сучасні вчені виявляють скоріше оптимістичну чи песимістичну тенденції, ніж чітко оформлені напрями, однозначні оцінки суті, руху та перспектив соціотехнічної системи.

Сьогодні при розв'язанні основних питань психології інженерної діяльності та філософії техніки на перший план висувається проблема пошуку шляхів та методів переживання людиною та культурою сучасного технологічного, технічного стану соціотехнічної системи без зміни своєї якості та самовдосконалення людини як необхідний чинник гуманізації соціотехнічної системи.

Як вже зазначалося раніше, організація як соціотехнічна система - одна з різновидів системних моделей організації виробничого підприємства, що описує організацію як штучну, в основному закриту систему. Організація характеризується як складна гетерогенна [1] система і складається як мінімум з двох взаємозалежних підсистем - техніко-технічної (технічна організація) і соціально-психологічної (соціальна організація), що регулюють поведінку її членів і виконують функцію

з'єднання техніки і людського компонента. Техніко-технологічна підсистема підприємства є базисної по відношенню до соціально-психологічної підсистемі, багато в чому дублює та відтворювальній її контури. Внаслідок трансформації в технічній організації (впровадження технічних нововведень) неминуче змінюються характер відносин між працівниками, а також функції управління. Прихильники даної моделі організації висунули принцип адекватної відповідності між формою діяльності організації та її технічним базисом як умови підвищення ефективності організації.

Найбільш розгорнуте уявлення про будову і функціонування організації в рамках соціотехнічного підходу дав Дабін Р. (Dubin R.), який розглядав організацію як систему, що забезпечує з'єднання техніки з людським компонентом. Він виділив чотири підсистеми організації, що визначають поведінку членів організації: техніко-технологічну, формальну, неформальну, неформальну.

Гетерогенний [1] - гр. heteros - інший + genos - рід, походження - неоднорідний, що складається з різних за своїм складом частин.

- Технічна організація є основною регуляції поведінки працівників в організації. Вона фіксує диференціацію їх статусів на основі відмінностей між розумовою і фізичним, кваліфікованим і некваліфікованим, творчим і виконавською працею, індивідуальною відповідальністю і стандартизацією діяльності, складної і простої роботою, довгим і коротким періодом професійної підготовки.

- Формальна організація виконує функцію з'єднання технічного і соціального компонентів, задає загальні цілі і стандарти поведінки працівників.

- неформальна організація в рамках дозволених форм дозволяє працівникам модифікувати поведінку у відповідності зі специфічними цілями і вирішувати творчі завдання.

- Неформальна організація охоплює сферу міжособистісних відносин і будується виключно за принципом свободи вибору на рівні невеликих груп, сформованих на основі особистих симпатій.

Слід звернути увагу на те, що поняття організації як соціотехнічної системи пов'язано з іншим поняттям - складна організація. Складна організація - це модель

великих багатоцільових, багаторівневих і багатопрофільних ділових (комерційних і виробничих) організацій, що складаються з декількох відносно автономних підрозділів, кожне з яких може бути розглянуто як самостійна організація, і діючих в умовах невизначеності (рис. 1.2).

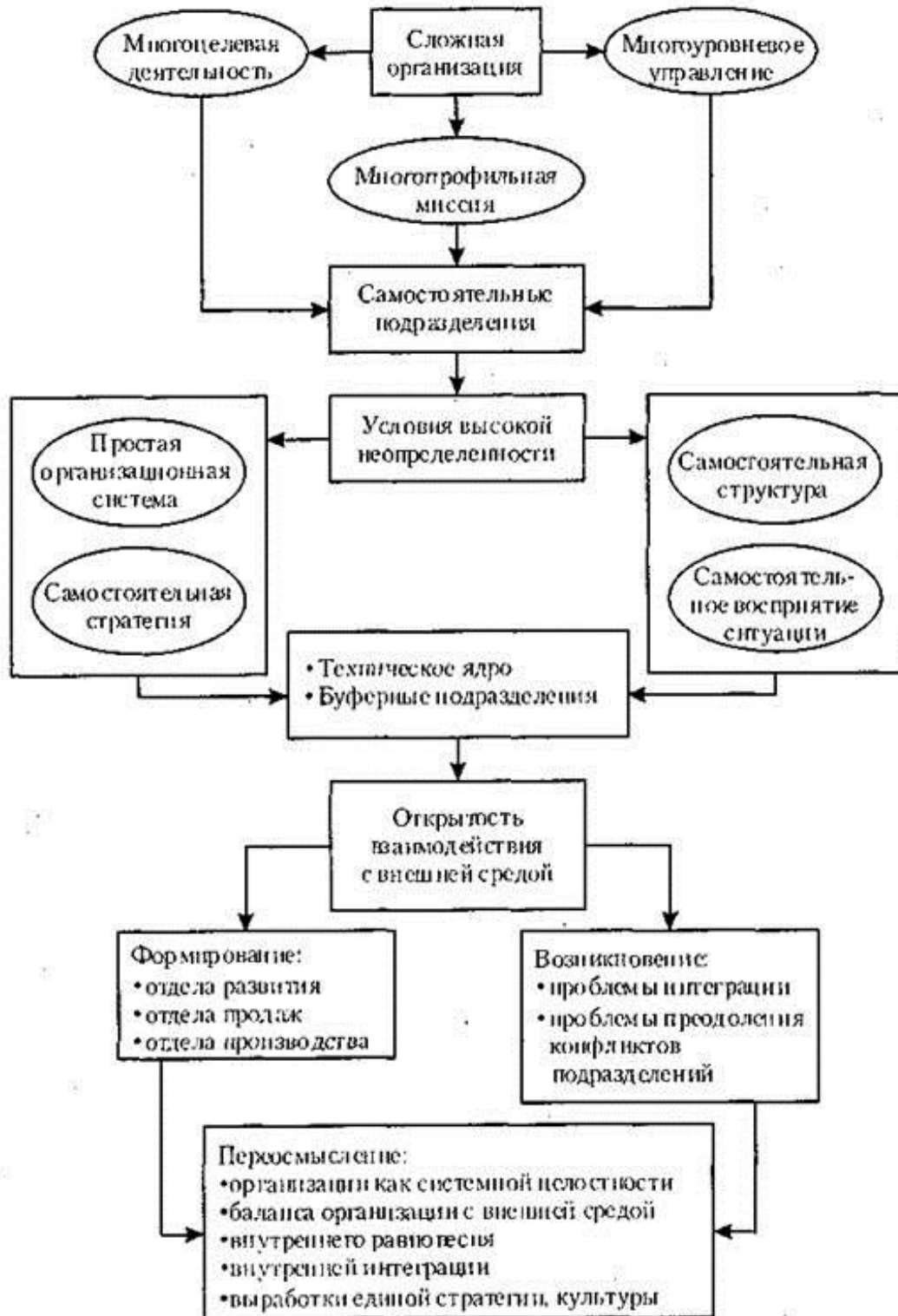


Рис. 1.2. Концепція складної організації як відкритої системи

Найбільш цілісне уявлення про природу складних організацій сформовано представниками ситуаційного підходу. Під такими організаціями вони розуміли сучасні великі багатoelementні комерційні, виробничі і сервісні організації, що діють в ситуації високої невизначеності і відрізняються складністю структур. У цих концепціях складність будови сучасних організацій пов'язується з певними властивостями зовнішнього середовища, яка є одночасно джерелом різнорідних ресурсів і організацій, контролюючих їх розподіл, з якими організація співпрацює або конкурує.

У роботах Томпсона складні організації виступають як відкриті багатoelementні системи, що діють в ситуації високої невизначеності. Трактують сучасних ділових організацій як складних систем ґрунтується на виділенні в них двох професійних груп і двох типів підрозділів, протилежних за програмними цілями, характером умов, технологій та принципам функціонування: технічне ядро і буферні підрозділу. Вони розрізняються, перш за все, ступенем відкритості до впливів зовнішнього середовища.

У концепції Лоуренса і Лорше представлена інша модель складних організацій, які отримали назву «комплексні організації». Складність будови і логіка функціонування комплексних організацій описуються за допомогою характеристики гетерогенності середовища. Основна ідея цієї концепції полягає в тому, що кожен підрозділ взаємодіє зі своїм сегментом середовища і виробляє для цього свої методи, технологію та структуру. В кінцевому рахунку це призводить до формування трьох великих і відносно автономних утворень в рамках єдиної організації: відділ розвитку; відділ продажів; відділ виробництва.

Ступінь диференціації підрозділів усередині даних утворень пропорційна рівню невизначеності зовнішнього середовища. Характерною рисою таких організацій виступає проблема забезпечення інтеграції і подолання конфлікту між різнорідними підрозділами, при цьому, чим вище рівень структурної диференціації організації, тим більше потрібно додаткових коштів для її інтеграції. Типовим прикладом складних організацій є організації, що поєднують три відокремлених типу діяльності: дослідно-конструкторські розробки; виробничі операції; збут продукції.

Кожен вид діяльності пов'язаний з функціонуванням відносно самостійних і відокремлених підрозділів, очолюваних головними фахівцями, і кожен підрозділ використовує свої технології, тип професіоналів.

Нарешті, в результаті формування уявлень про складну організацію були переглянуті положення про організацію як системної цілісності, можливості досягнення високого рівня балансу організації із зовнішнім середовищем, внутрішньої рівноваги і інтеграції, а також поставлена під сумнів можливість вироблення єдиної стратегії організації, єдиної організаційної культури і моралі та обґрунтовані поняття часткового організаційного балансу і нестійкого організаційного рівноваги між різними частинами складної організації.

1.3. Соціотехнічна система та розвиток автотранспорту

Переходи до стійкості та теорія соціально-технічних переходів лежать в основі більшої частини мислення щодо трансформаційної інноваційної політики.

Трансформація соціально-технічної системи сильно відрізняється від простої розробки нових радикальних технологічних рішень. Еволюція та зосередженість на соціальних аспектах, пов'язаних з технічним, також є ключовим фактором. Без цього подвійного фокусу перехід не відбудеться.

Щоб рухатись до більш стійкої системи мобільності, в рамках підходу один та два, інноваційна політика зосередиться на впровадженні електромобілів та його слабкому місці: подоланні обмеженого діапазону шляхом розвитку акумуляторів.

Однак, якщо електричний транспортний засіб є лише заміною поточного автомобіля, і ми продовжуємо використовувати систему мобільності, в якій домінують автомобілі, до низьковуглецевої та інклюзивної економіки все ще буде далеко. Промислові структури можуть бути трансформовані, але амбітні SDGs не будуть виконані. Підхід рамки 3 ТІР зосередив би інноваційну політику на підтримку появи нових систем мобільності, в яких, наприклад, приватне володіння автомобілем менш важливе, інші способи мобільності, такі як невеликі мікроавтобуси, громадський транспорт, піші прогулянки та їзда на велосипеді,

використовуються більше в поєднанні наприклад, електричні транспортні засоби, що надаються типами компаній, що займаються наданням послуг з мобільності з використанням можливостей ІСТ, наприклад, програми для мобільності.

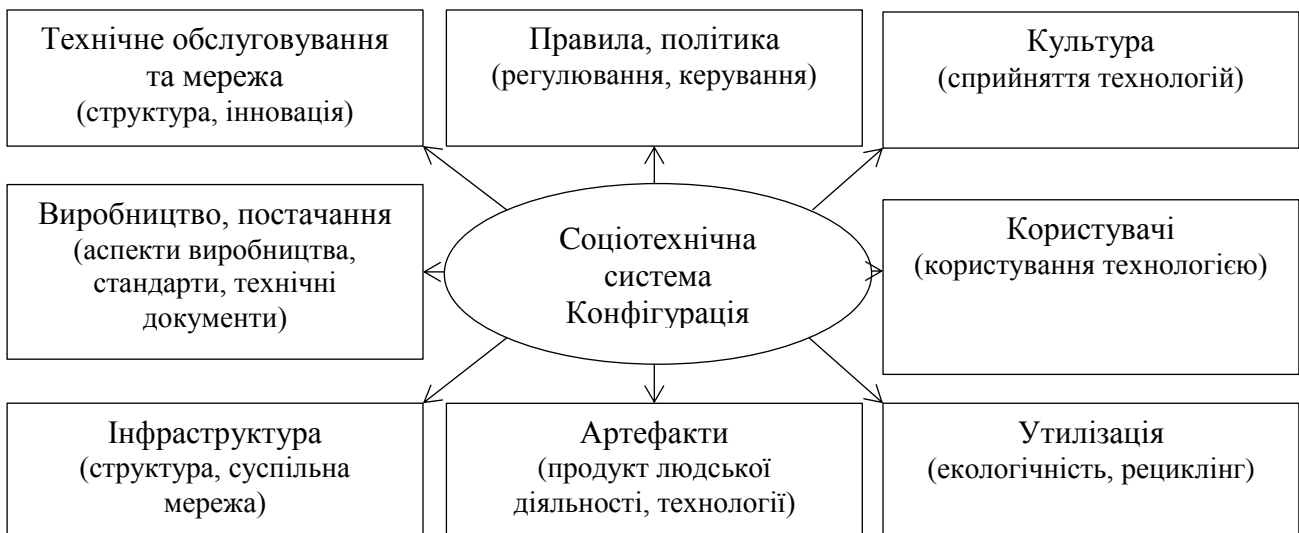
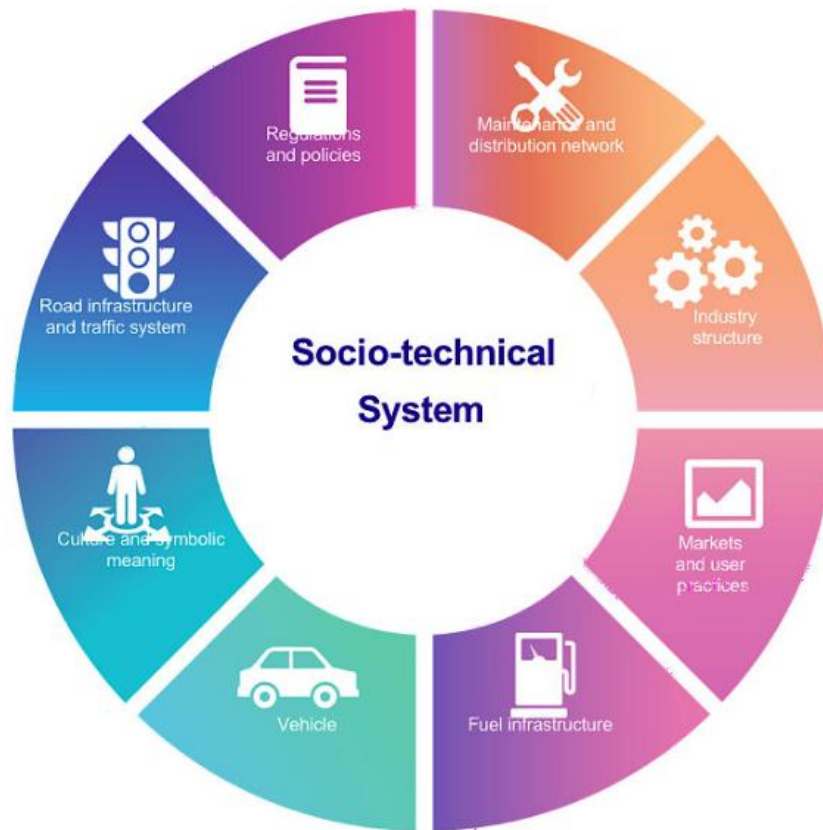


Рис. 1.2. Загальна конфігурація соціотехнічної системи

У цій новій системі планування мобільності, а отже, і зменшення мобільності автомобілів стало метою усіх учасників і навіть символом сучасної поведінки. Це те, що ми називаємо переходом соціально-технічної системи, воно передбачає взаємовиробництво соціальних, поведінкових та технологічних змін.

Щоб технологія виконувала певну функцію, повинні мати місце не лише технічні аспекти, але й соціальні елементи. Для того, щоб транспортна система працювала на практиці (рис. 1.2), важливими елементами є не лише основна технологія, така як автомобіль, але також (дорожня та паливна) інфраструктура, правила дорожнього руху, відповідні правила, правила користування та її культурний сенс вся соціально-технічна система. Соціально-технічна конфігурація відображає ці зв'язки, необхідні для застосування технології на практиці. Інновації, однак, можуть спричинити зміни в існуючих соціально-технічних конфігураціях і, отже, форми динамічної картини [3]. Таким чином, цей інструмент також може бути корисним для передбачення можливих ширших змін, які можуть бути разом із нововведенням.

Соціотехнічна конфігурація для технічної експлуатації модульовано на рисунку 1.3.

Впровадження нової технології може мати вплив на існуючу систему, як показано на рисунку 1.4. Якщо звичайний автомобіль буде замінений на електромобіль, також потрібно адаптувати виробничу систему, інфраструктуру потрібно змінити, щоб впроваджувати станції зарядки, а користувальницькі практики або схеми мобільності можуть відрізнятись. Роздуми про необхідні зміни та майбутні виклики можуть бути підтримані соціально-технічною конфігурацією.

Висновки за розділом 1

Соціотехнічний підхід є варіантом ситуаційної теорії, що синтезує класичні і гуманістичні уявлення про організацію. Завдання соціотехнічного підходу – об'єднати зусилля технічних і соціальних (у найширшому сенсі) фахівців в інтеграції і оптимізації організації як складної системи.

Для того, щоб транспортна система працювала на практиці, важливими елементами є технологія, автомобіль, дорожня та паливна інфраструктури, правила дорожнього руху, відповідні правила країни, правила користування та її культурний сенс соціотехнічної системи.

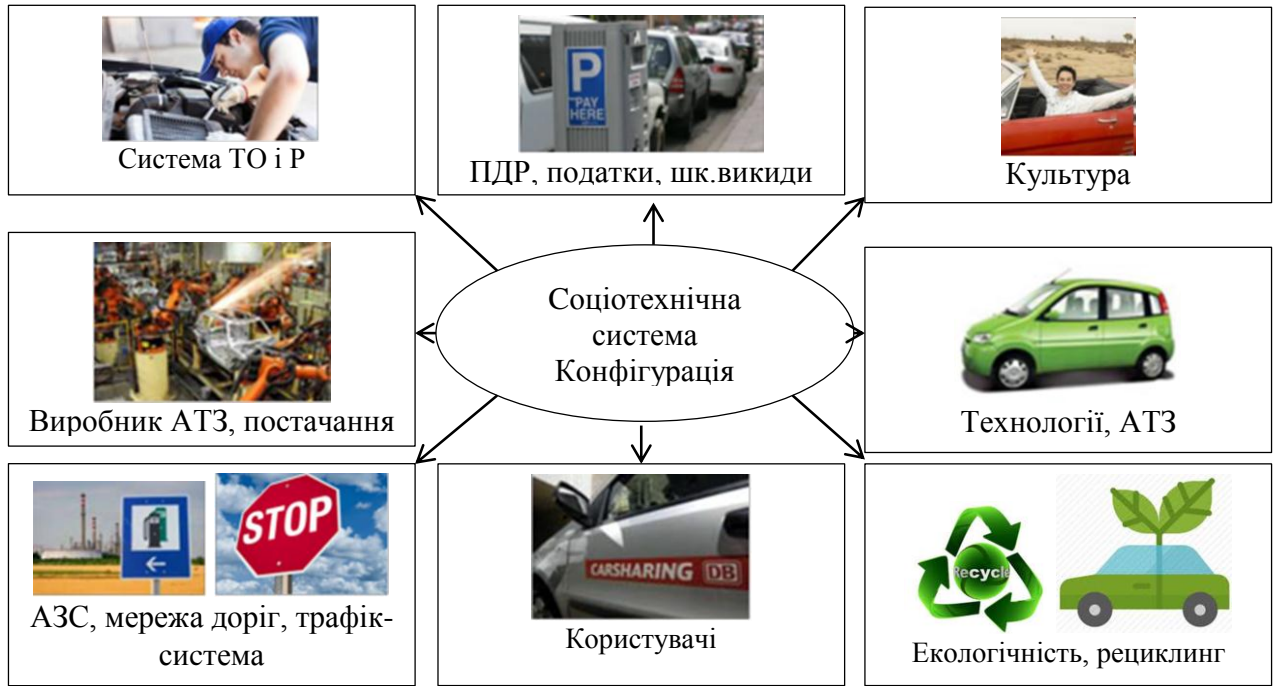


Рис. 1.3. Конфігурація соціотехнічної системи для наземного транспорту (АТЗ) в рамках «водій-автомобіль-дорога-середовище»



Рис. 1.4. Вплив нових технологій (автомобілів) на соціотехнічну систему в рамках «водій-автомобіль-дорога-середовище»

РОЗДІЛ 2

АНАЛІЗ СТІЙКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛЯ

2.1. Поняття та визначення стійкості

Стійкість - здатність системи зберігати поточний стан при впливі зовнішніх факторів.

Екологічна стійкість (Холлінг, 1973) - показник стійкості систем та їх здатності поглинати зміни та порушення, і при цьому підтримувати ті самі відносини між популяціями або змінними стану

Сейсмічна стійкість (Бруно, 2003) - здатність як фізичної, так і соціальної систем протистояти зусиллям та вимогам, спричиненим землетрусом, та протистояти наслідкам землетрусу шляхом оцінки ситуації, швидкого реагування та ефективних стратегій відновлення.

Економічна стійкість - здатність врятуватися від серйозних економічних криз або вийти з кризи шляхом пом'якшення впливу зовнішніх шоків.

Стійкість бізнесу - здатність швидко реагувати та адаптуватися до внутрішніх чи зовнішніх порушень бізнес-можливостей, вимог, плутанини та загроз, придушити їх вплив та продовжити ділові операції

Стійкість від системного перегляду - внутрішня здатність системи регулювати своє функціонування до, під час або після змін та порушень, щоб вона могла підтримувати необхідні операції як в очікуваних, так і в несподіваних умовах.

Техніка стійкості - методика проектування стійкості. Метою управління ризиками є не зменшення ризиків, а посилення здатності пригнічувати варіабельність (мінливість) продуктивності системи в умовах змін, порушень та невизначеності.

2.2. Аналіз стійкості та вдосконалення технічних систем автомобіля

Аналіз стійкості та вдосконалення технічних систем автомобіля визначає суть ітераційного процесу аналізу та поліпшення стійкості системи. На рис. 2.1 наведено загальний контур та огляд 9 етапів цього циклу аналізу.

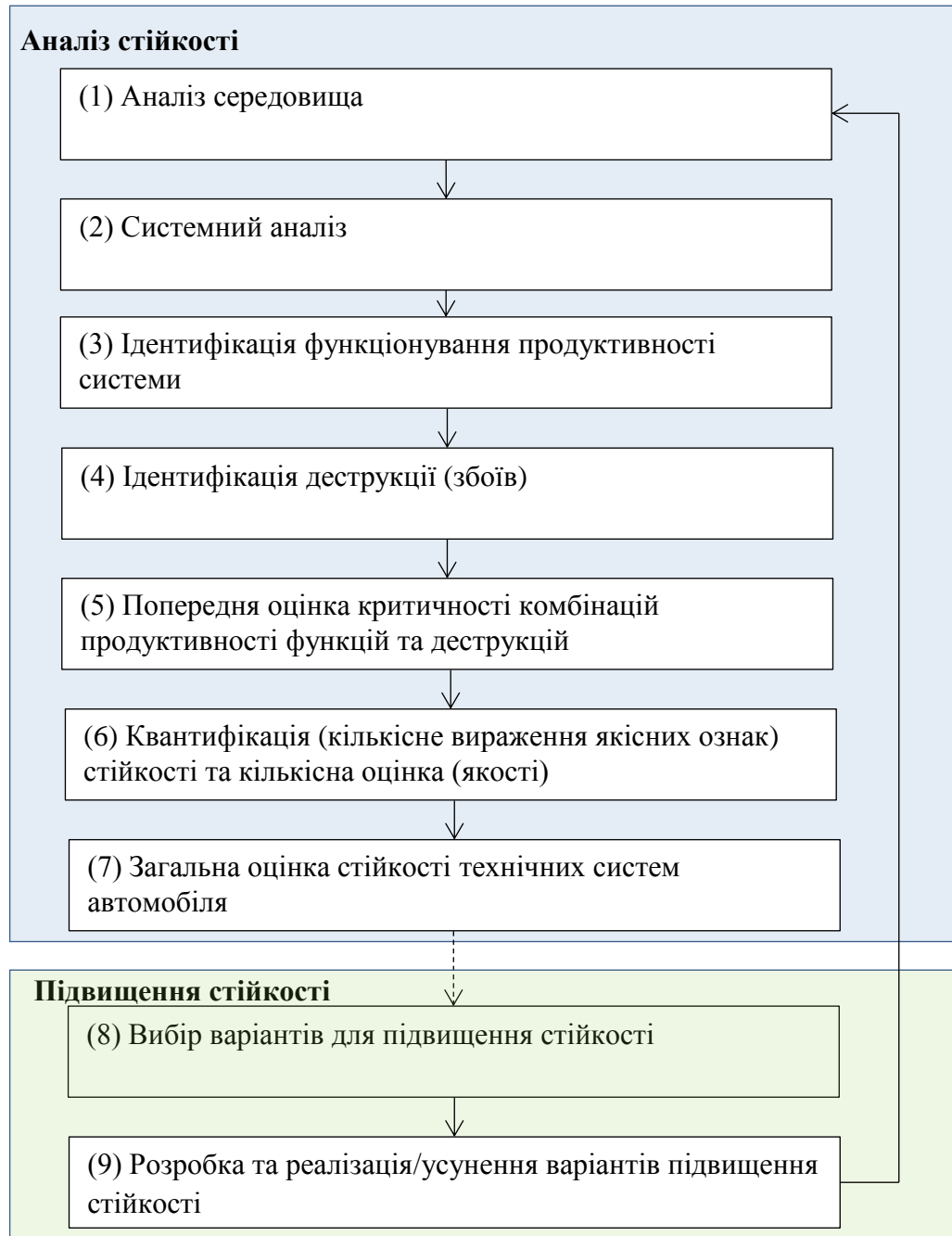


Рис. 2.1. Аналіз стійкості та цикл вдосконалення технічних систем автомобіля

На етапах (1)-(4) досліджувана система (системи) аналізується для отримання ключових функціональних функцій системи та можливих загроз або небезпек, які можуть призвести до збоїв.

Ці кроки забезпечують вхідні та граничні умови для основного аналізу на етапах (5)-(7). Таким чином, особливо важливим є етап (5), де системні функції, отримані на етапі (3), та можливі збої, отримані на етапі (4), об'єднуються для ідентифікації критичних комбінацій. Якщо кількісні методи використовуються в (6), цей крок призводить до порівнянних величин вимірювання. Якщо використовуються якісні методи, крок (6) приводить до текстуального опису. Потім обидва результати оцінюються на етапі (7), враховуючи не тільки конкретні системні функції, але загальну систему (системи). Таким чином, етап (7) - це більше управління, ніж інженерний етап.

Етапи (8) та (9) дають загальну схему підходу для підвищення стійкості системи (систем). Після підвищення стійкості системи цикл аналізу повинен бути переоцінений, щоб фактично ствердити збільшення стійкості та підтвердити заходи підвищення стійкості.

Аналіз середовища (1). Системи, які досліджуються в цьому аналізі, є три типи операційних архітектур для розподільної мережі. Таким чином, системи включають архітектуру управління, комунікаційні можливості (за необхідності) та інфраструктуру енергосистеми. Таку взаємозалежну систему зазвичай називають «розумною мережею». Метою цього аналізу є виявлення можливостей стійкості архітектур операцій проти порушень, пов'язаних з технологіями нового покоління (Information and Communication Technology - ICT).

Основною зацікавленою стороною цих систем є компанія (автотранспортне підприємство, СТО тощо) системи розподілу (Distribution System Operator - DSO), хоча клієнти, підключені до мережі, також сильно впливають на наслідки, які порушують правильну роботу розподільної мережі. Тому ключові функціональні цілі «інтелектуальної мережі» полягають у забезпеченні клієнтів інформацією щодо забезпечення робото здатного стану АТЗ.

Цей аналіз зосереджений на порушеннях, пов'язаних з *ICT*. Він не стосується порушень з боку інших джерел, таких як погода чи інші впливи навколишнього середовища. Далі він розглядає лише технічні аспекти та опускає вплив поведінки та рішень людей та організацій на стійкість технічних систем автомобіля.

Системний аналіз (2). Досліджуваними системами є взаємозалежні системи АТЗ та програмною системою управління та експлуатації.

Ідентифікація функціонування продуктивності системи (3). Як вже було зазначено в (1) аналізі, ключовою функцією є забезпечення надійної роботи технічних систем АТЗ. Ефективність функціонування системних функцій оцінюється за показниками ефективності. У цій оцінці аналізується стійкість технічних систем автомобіля. Це означає, що вплив порушень (які виявляються на наступному кроці) досліджується на функціональні функції системи. Але не всі функції можливі з усіма архітектурами операцій.

Ідентифікація деструкції (збоїв) (4). Аналіз стійкості роботи технічних систем автомобіля фокусується на збоїв, відмов, які виникають в процесі експлуатації (рис.2.2).

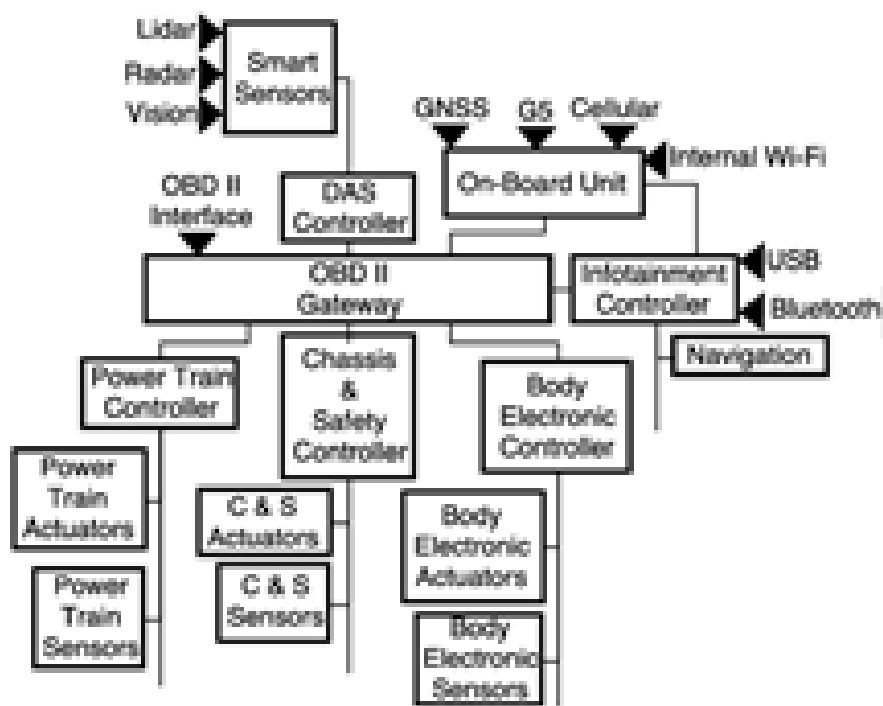


Рис. 2.2. Ідентифікація відмов та несправностей легкових автомобілів методом Security Automotive Risk Analysis Method (SARA)

Технічне обслуговування, яке підходить саме вам та вашому транспортному засобу

Графіки технічного обслуговування, розроблені виробниками, розроблені в залежності від "типових" обставин використання транспортних засобів. Вирішуючи частоту технічного обслуговування, підходящу для вашого автомобіля, враховуйте його вік та характер керованого вами автомобіля. Старі транспортні засоби заслуговують на більш часті та суворі перевірки. Важкі умови, такі як великі корисні вантажі, зупинка руху, екстремальні холодні або пилкові умови означають частіші технічні роботи.

Існує безліч Інтернет-ресурсів, які пояснюють або показують, як пройти перевірки та виконати базове обслуговування автомобіля. Вони надають інформацію, яка допоможе вам визначитися з тими предметами, які вам потрібен кваліфікованим техніком.

Таким чином, він охоплює збої, що мають своє походження в інфраструктурі ІСТ, і які через взаємозв'язок двох систем можуть мати вплив на продуктивність енергосистеми. Для ідентифікації можливих загроз у системі ІСТ використовується популярна модель STRIDE [3]. Ця модель, розроблена компанією Microsoft дозволяє на високому рівні класифікувати різні типи загроз безпеці в системах ІСТ. Скорочення STRIDE вже містить шість основних категорій загроз [3]:

1. Підробка: під час підмінній атаки зловмисники маскуються під щось чи когось іншого. Підробка відбувається двома способами, або шляхом підміни реальної людини, і через перегляд її рахунку, або шляхом підробки машини. Це дозволяє отримати доступ до систем та даних, які є як правило, недоступний.
2. Втручання: під час фальсифікації дані змінюються. Це включає модифікацію пам'яті, коду або файлів на машині, але також може означати модифікацію потоків даних у мережі зв'язку.
3. Репутація: Щоб уникнути виявлення, зловмисники, як правило, намагаються зробити свою присутність у системі невидимою та не виявленою.
4. Розкриття інформації: Метою розкриття інформації є отримання даних або інформації, якими не має права володіти.

5. Регламентні роботи: це робиться шляхом поглинання наявних ресурсів або комунікаційних мереж, або АТЗ, контролюючи даними.
6. Підвищення роботи в процесі ТО і Р АТЗ: Підвищення робиться задля забезпечення функціонування технічних систем автомобіля.

Попередня оцінка критичності комбінацій продуктивності функцій та деструкцій (5). Залежно від архітектури роботи, збої (відмови) можуть мати різний вплив на функції системи та загальну систему (автомобіль).

Квантифікація стійкості та кількісна оцінка (якості) (6). На основі попередньої оцінки на попередньому кроці, на цьому кроці оцінюється стійкість кожної з критичних комбінацій несправностей (відмов) і функціонування системи. Це може бути зроблено якісно та/або кількісно, залежно від системи та бажаного результату аналізу стійкості технічних систем автомобіля. Цей аналіз стійкості технічних систем автомобіля не враховує кількісну оцінку, але намагається бути якомога загальнішим. Таким чином, виконується лише квантифікація стійкості технічних систем автомобіля (кількісне вираження якісних ознак). Основними вхідними даними для цього кроку є системні функції, визначені в (3), та збої (відмови, несправності), визначені в (4).

Загальна оцінка стійкості технічних систем автомобіля (7). Цей останній крок включає результати попередніх кроків цього циклу аналізу в загальному контексті системи.

Висновок за розділом 2

В результаті аналізу стійкості технічних систем автомобіля архітектура розподіленої ієрархічної операції використовується як основа для реалізації поетапної операції для розробки та реалізації/усунення варіантів підвищення стійкості систем.

РОЗДІЛ 3

ОЦІНКА ФУНКЦІОНУВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ АВТОМОБІЛІВ В СОЦІОТЕХНІЧНІЙ СИСТЕМІ РІЗНИМИ МЕТОДАМИ

Сучасні методи (рис. 3.1), що використовуються для аналізу виникнення надзвичайних ситуацій в результаті збою системи «автомобіль-людина-середовище-організація» представлено на рисунку.

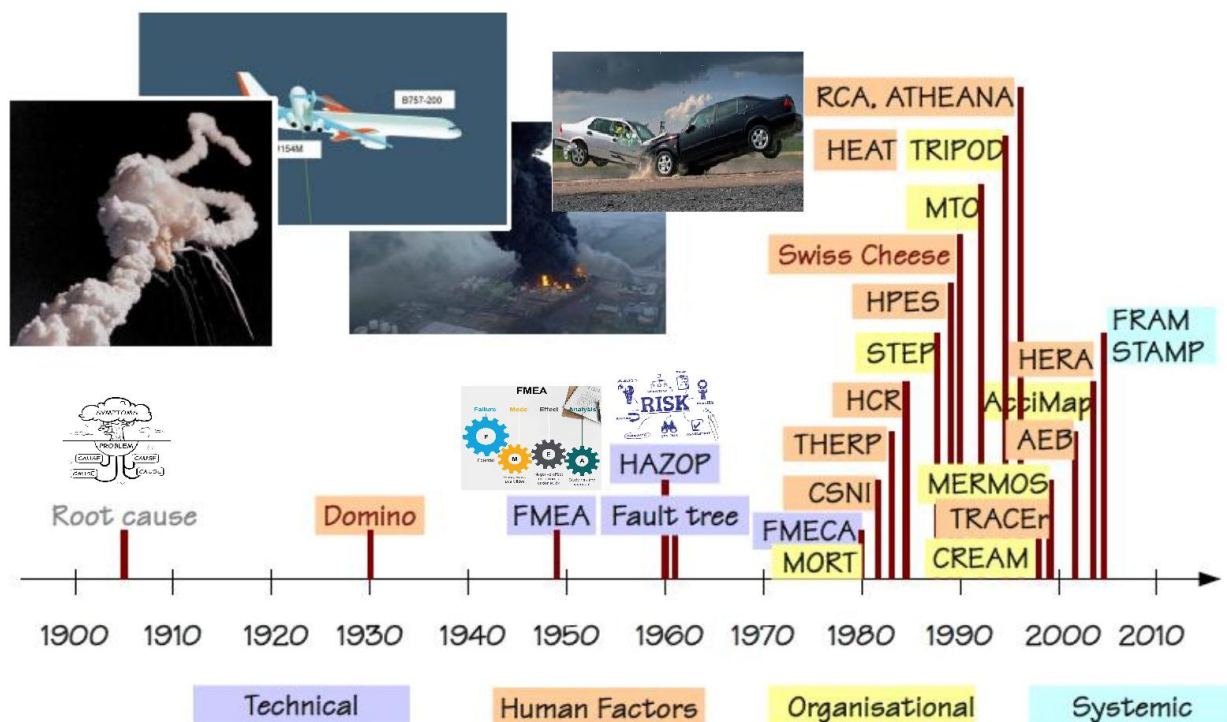


Рис. 3.1. Методи задля вирішення проблем функціонування технічних систем

3.1. Аналіз соціотехнічної системи методом Root cause analysis (RCA)

Root cause analysis (RCA) - аналіз першопричин - це метод вирішення проблем, що використовується для виявлення першопричин несправностей або проблем. Аналіз першопричин зазвичай використовується як реактивний спосіб ідентифікації причин події (подій), виявлення проблем та їх вирішення. Аналіз здійснюється після того, як подія відбулася. Водночас RCA потенційно корисний як попереджувальний метод. У цьому випадку, RCA може бути використаний для прогнозування можливих подій ще до їх настання (рис. 3.2).

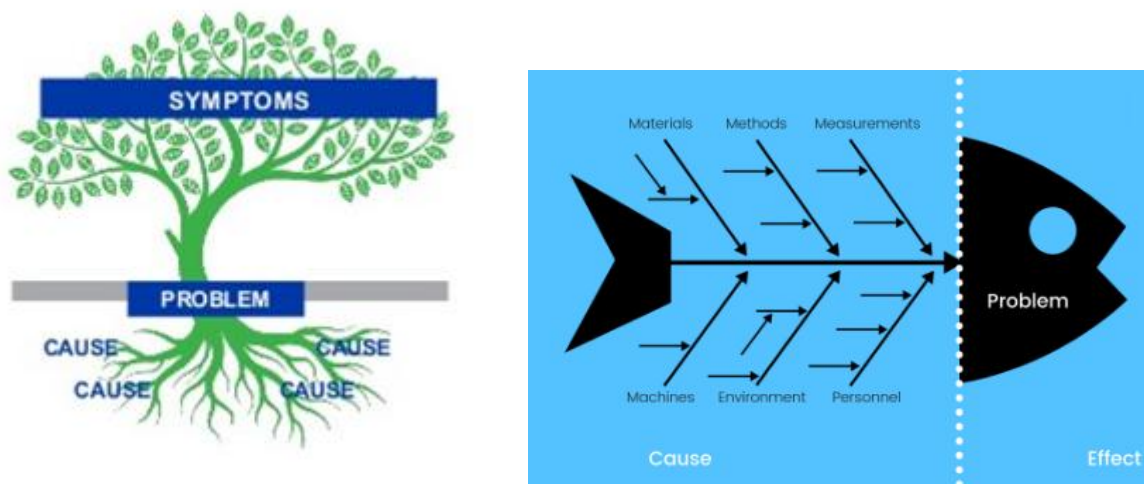


Рис. 3.2. Метод Root cause analysis (RCA)

На рис. 3.3 показано, що результати можуть розглядатися як визначена одна або кілька ідентифікованих причин. Сам результат - це (відносно) постійна зміна стану системи (водій, автомобіль та зовнішнє середовище). Причини тут розглядаються як компоненти або функції, які певним чином вийшли з ладу або не працювали коректно. Оскільки багато з цих причин відповідають напівпостійним умовам системи, їх можна виявити, простеживши назад наслідки.

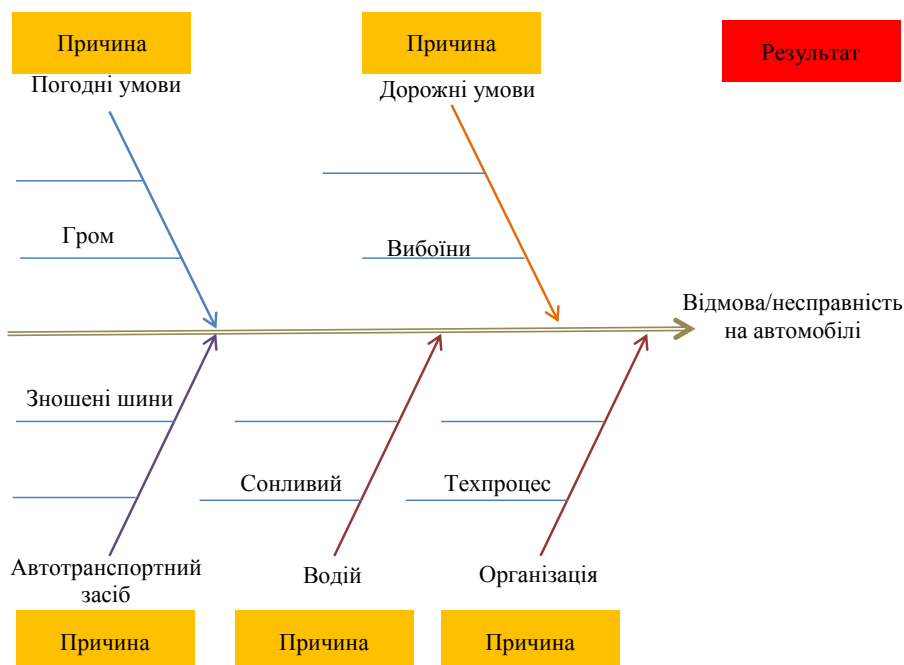


Рис. 3.3. Результат аналізу появи відмов в процесі експлуатації автомобіля метод Root cause analysis (RCA)

Це можна зробити, коли подія аналізується, або їх існування може бути виведено і, можливо, згодом підтверджено.

3.2. Аналіз соціотехнічної системи методом Domino

Domino analysis - поширення по ланцюжку (ланцюгова реакція) певного явища під дією якого-небудь фактора, який впливає на перший елемент ланцюга.

Теорія доміно Генріха [4] стверджує, що нещасні випадки виникають в результаті ланцюга послідовних подій, метафорично нагадуючи лінію доміно, що падає. Коли одне з доміно падає, воно спрацьовує наступне, а наступне ... - але видалення ключового фактора (наприклад, небезпечний стан чи небезпечний акт) перешкоджає початку ланцюгової реакції.

Що таке небезпечні умови? Усі випадки безпосередньо пов'язані з небезпечними умовами та діями, які він визначає як "небезпечні дії людей, такі як стояння під підвішеними вантажами ... скачка на коні та зняття запобіжних заходів"; і "механічні або фізичні небезпеки, такі як не охороняються передачі ... та недостатня кількість світла". Вони були детально описані в поведінці людей та помилках в модулі.

Існує п'ять метафоричних доміно, позначених причиною нещасних випадків. Це соціальне середовище та походження, вини особи, небезпечний закон чи механічна чи фізична небезпека (небезпечний стан), нещасний випадок та травма. Кожне з цих "доміно" і дає поради щодо мінімізації або усунення їх присутності в послідовності.

Соціальне середовище та походження. Це перше доміно в послідовності стосується особистості працівника. Небажані риси особистості, такі як впертість, жадібність та необдуманість, можуть бути "передані у спадок" або розвиватися із соціального оточення людини, і що як спадщина, так і оточення (те, що ми зазвичай називаємо зараз "природою" та "виховувати ") сприяють винам людини.

Помилка особи (водія). Друге доміно також стосується рис особистості працівника сервісу чи водія автомобіля. Вроджені або отримані недоліки характеру, такі як поганий характер, неуважність, необізнаність та необдуманість, сприяють

одній усуненню причинно-наслідкових причин. Природні або екологічні вади в сім'ї чи житті працівника спричиняють ці вторинні особисті вади, які самі по собі сприяють дії небезпечних актів, або існування небезпечних умов.

Закон про безпеку та/або небезпечний стан. Третє доміно стосується безпосередньої причини інцидентів. Це "запуск машин без попередження та відсутність залізничних охоронців". Небезпечні дії та небезпечні умови є головним фактором запобігання інцидентам та найпростішим фактором причинного зв'язку, процес. Ці комбінуючі фактори (1, 2 та 3) спричиняють нещасні випадки.

Існує чотири причини, через які люди здійснюють небезпечні дії, "неналежне ставлення, відсутність знань або навичок, фізична непридатність [та] неналежне механічне або фізичне середовище". Тобто "прямі" та "основні" причини. Наприклад, працівник, який вчинив небезпечний вчинок, може зробити це, оскільки він або вона не впевнені, що необхідний відповідний запобіжний захід, та через неадекватний нагляд. Поєднання багатьох причин створює систематичний ланцюжок подій, що ведуть до аварії.

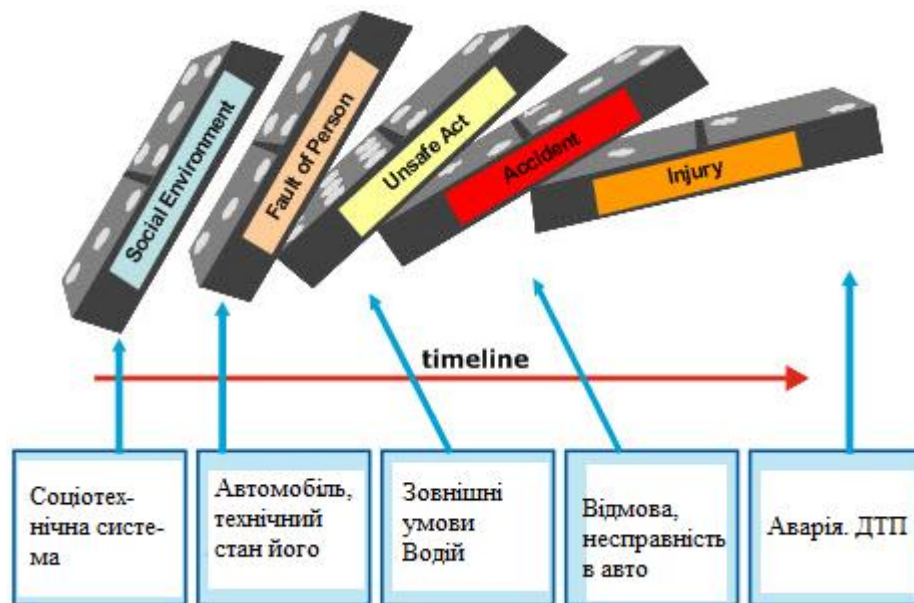


Рис. 3.4. Модель доміно про причину нещасних випадків

Аварія. Виникнення запобіжної травми є природним завершенням низки подій або обставин, які незмінно відбуваються у фіксованому та логічному порядку.

Нещасні випадки як, "такі події, як падіння людей, удари людей літаючими предметами, є типовими аваріями, що спричиняють травми".

Травма. Травма є наслідком нещасних випадків.

Таким чином, "відповідальність насамперед лежить на роботодавці/водії". Справді керівник, який піклується про безпеку, подбає про те, щоб його "бригадири" та "робітники" виконували те, що їм було наказано, і "здійснюватиме свою прерогативу і дотримуватись вимог ... дотримуватися та перевіряти небезпечні умови". Засобом захисту від такої недотримання є суворий нагляд, корекційне навчання та дисципліна.

3.3. Аналіз соціотехнічної системи методом Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

Failure Mode and Effects Analysis (FMEA) - методологія проведення аналізу та виявлення найбільш критичних кроків виробничих процесів з метою управління якістю продукції. Згідно військовому стандарту США MIL-STD-1629 «Procedures for Performing a Failure Mode, Effects and Criticality Analysis», FMEA - це процедура, за допомогою якої проводиться аналіз всіх можливих помилок системи і визначення результатів або ефектів на систему з метою класифікації всіх помилок щодо їх критичності для роботи системи. FMEA є одним з інструментів, що використовуються для виявлення можливих дефектів або відмов на самому ранньому етапі: розробки продукту або техпроцесу. Основна проблема при використанні методу FMEA (або будь-який його варіації) це великі витрати часу. Багато аналітиків скаржаться на нудний і довгий процес. Дійсно, потрібен суворий і сфокусований куратор, для того, щоб процес аналізу рухався вперед. Завжди необхідно пам'ятати, що рішення проблеми не є частиною аналізу. Проблеми вирішуються після того, як аналіз буде закінчений. Якщо слідувати цим правилам, результатом стануть досить швидкі поліпшення в безпеці і надійності [5].

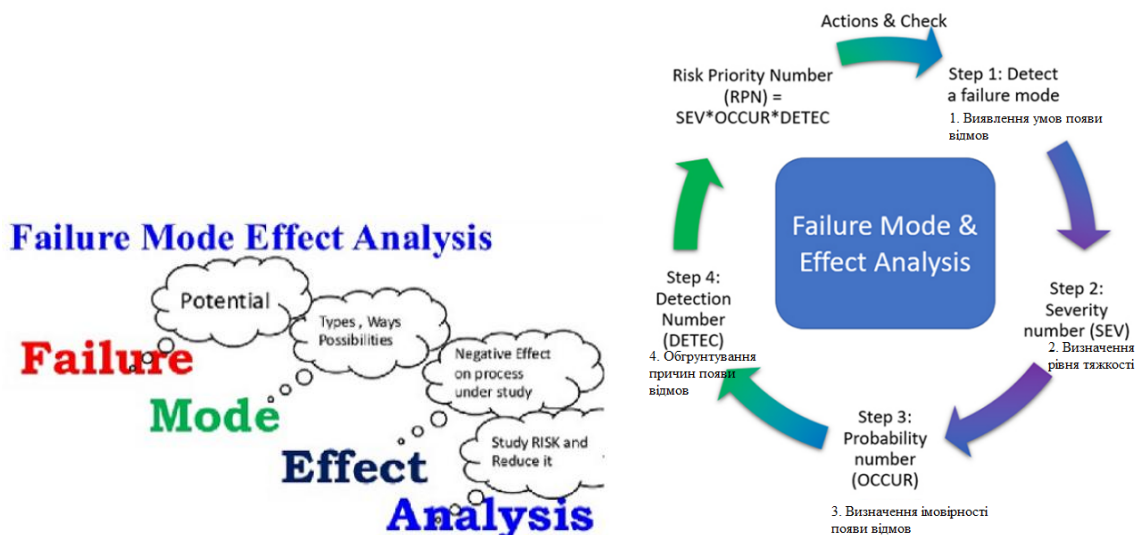


Рис. 3.5. Загальна методологія Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)



Рис. 3.6. Результат методології в автомобільному транспорті методом Failure Mode and Effects Analysis (FMEA)

3.4. Аналіз соціотехнічної системи методом Hazard and Operability Study (HAZOP)

HAZOP (Hazard and Operability Study) - аналіз небезпеки працездатності. Це дослідження небезпеки і працездатності. HAZOP - це структуроване і систематичне дослідження складного запланованого або існуючого процесу або операції з метою виявлення і оцінки проблем, які можуть становити ризики для персоналу або устаткування. Дослідження HAZOP засноване на «експертизу керуючого слова», яка полягає в цілеспрямованому пошуку відхилень, які можуть призвести до небезпечних наслідків [6-7].

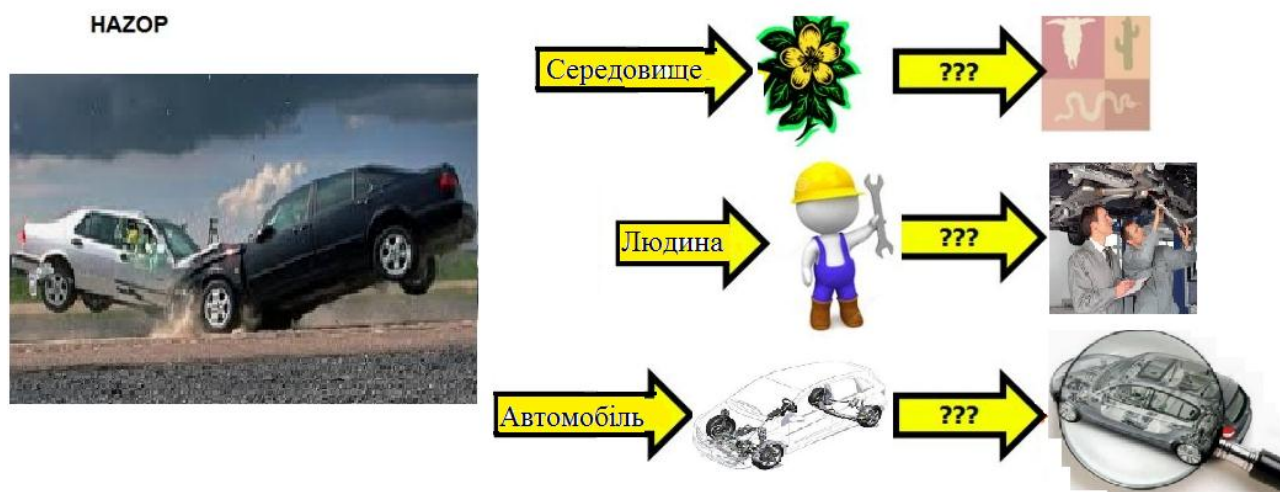


Рис. 3.7. Аналіз відмов (несправностей) автомобіля в процесі експлуатації методом Hazard and Operability Study (HAZOP)

3.5. Аналіз соціотехнічної системи методом AcciMap approach

AcciMap approach - це системний метод аналізу аварій (відмов, несправностей тощо), особливо для аналізу причин аварій і інцидентів, які відбуваються в складних соціотехнічних системах [8-10].

AcciMap [11] графічно відображає декілька факторів, що сприяють появам несправностей, відмовам, аваріям, та їх взаємозв'язків, на наступні шість рівнів (рис. 3.8):

1. Державна політика та бюджетування
2. Регулюючі органи та асоціації
3. Планування та бюджетування місцевої економіки (включаючи управління лікарнями)
4. Технічне та оперативне управління
5. Події, процеси та умови
6. Результати

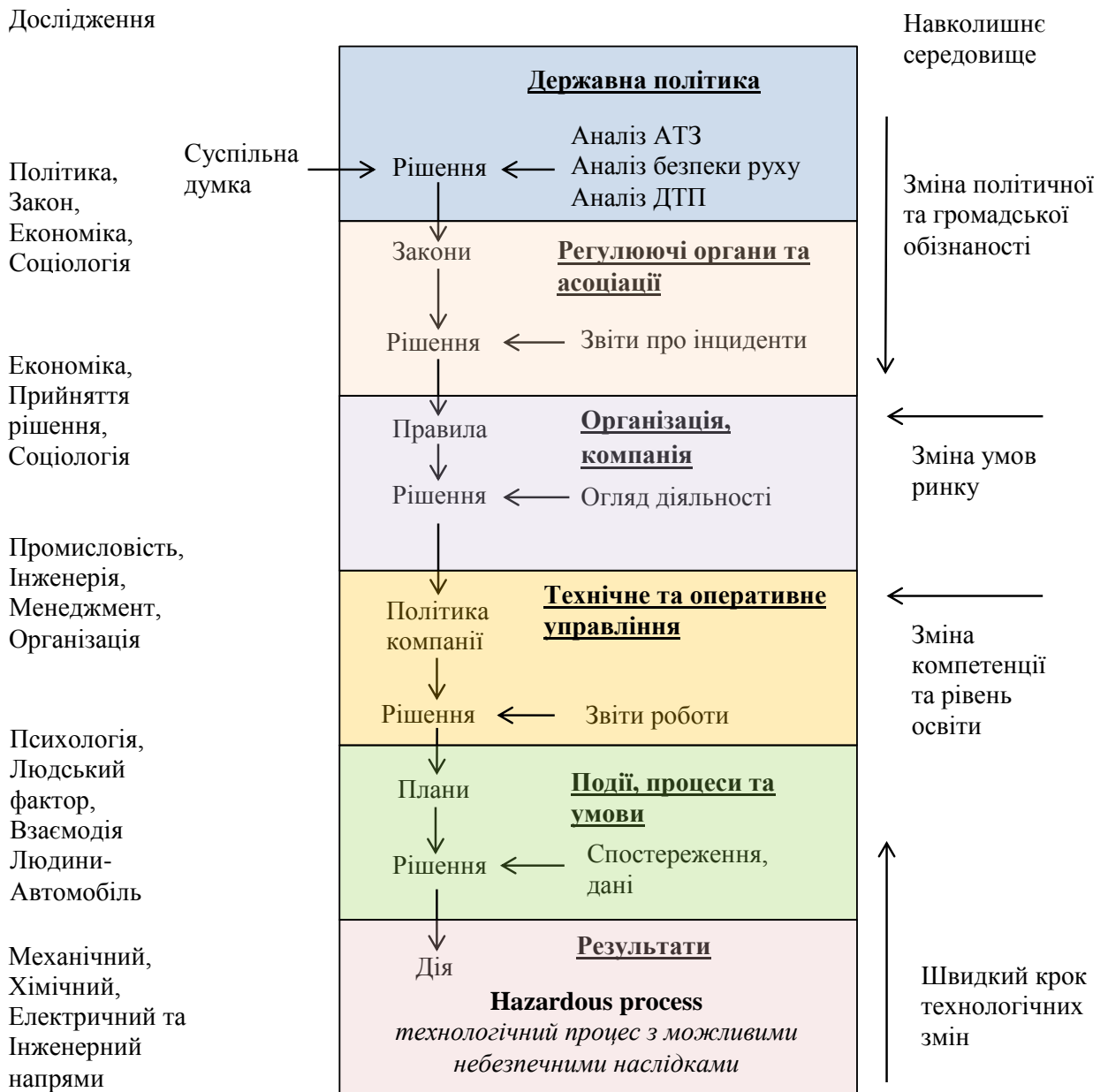


Рис. 3.8. Соціотехнічна система, що бере участь в управлінні технологічним процесом системи ТОіР АТЗ методом АссіМар

На рисунку 3.9 представлено аналіз АссіМар щодо випадків інтенсивного зносу автомобільних шин.

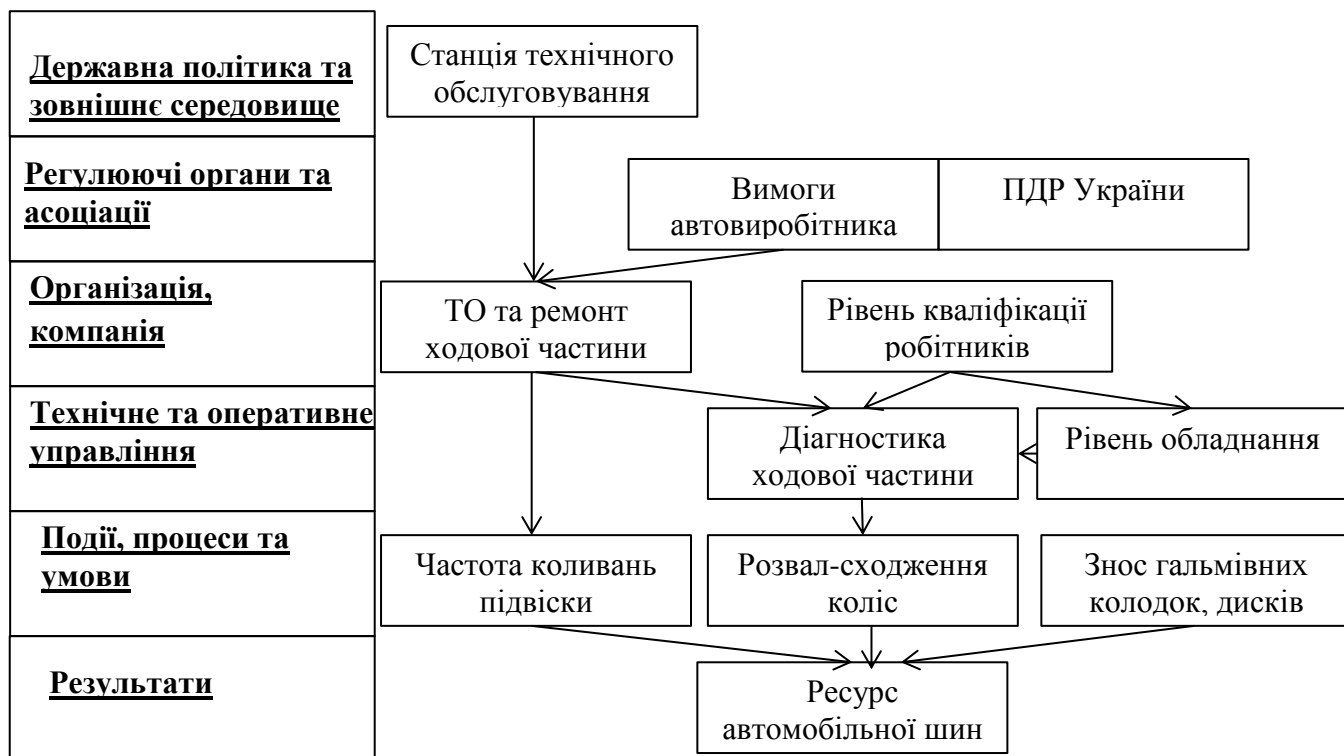


Рис. 3.9. Аналіз АссіМар щодо випадків інтенсивного зносу автомобільних шин

Підхід АссіМар був розроблений Расмуссеном (1997) як засіб моделювання соціотехнічного контексту для виявлення поєднання подій та рішень, що спричиняють аварії. Кожен рівень бере участь в управлінні безпекою через закони, правила та інструкції. Щоб системи функціонували безпечно, рішення, що приймаються на високому рівні, повинні суттєво відобразитись і відобразитись у рішеннях та діях, що відбуваються на нижчих рівнях системи. І навпаки, інформація на нижчих рівнях (наприклад, персонал, робота, обладнання) щодо статусу системи повинна рухатися вгору по ієрархії, щоб інформувати про рішення та дії, що відбуваються на вищих рівнях. Без цієї так званої «вертикальної інтеграції» системи можуть втратити контроль над процесами і зазнати невдачі.

Зокрема, Ассімар - це загальний гнучкий підхід, оскільки він не використовує заздалегідь визначені відмов на різних рівнях. Це досить просто навчитися та

використовувати, але аналіз може зайняти багато часу, а результат може стати великим та громіздким.

Підхід AssiMap використовувався для аналізу нещасних випадків у різних областях, наприклад авіація (Branford, 2011), безпека пацієнтів (Waterson, 2009), заходи на свіжому повітрі (Salmon et al., 2012) та морські перевезення (Kee et al., 2016).

Assessment Method for the Performance of Safety Operation (Méthode d'Evaluation et de Réalisation des Missions Opérateurs pour la Sûreté) - метод оцінки виконання операцій з безпеки розроблений для Human Reliability Analysis (HRA) в післяаварійному етапі, пропонує якісну та кількісну основу для аналізу відмов в наслідок людського фактора (ВЧ місій), змодельованих у Probabilistic Safety Analysis (PSA). Він базується на концепціях та інструментах, доступних аналітикам HRA, які допомагають їм зрозуміти та описати надзвичайні дії та проаналізувати механізми, що призводять до збоїв місій.

3.6. Аналіз соціотехнічної системи методом Cognitive Reliability and Error Analysis Method (CREAM)

Cognitive Reliability and Error Analysis Method (CREAM) - метод аналізу когнітивної надійності та помилок («пізнання людини»). Людська праця може характеризуватися масштабом, що переходить від «виконання» до «мислення». Деякі завдання, такі як ручні навички та дотримання процедури, вимагають багато «робити» та мало «думати», а інші, такі як діагностика, планування та вирішення проблем, потребують багато «мислення» та мало «виконання». Розвиток сучасних технологій змінив характер роботи людини від переважно ручних навичок до функціонування в основному знань (зазвичай їх називають когнітивними завданнями). У сучасних промислових умовах кількість «мислення» збільшується, а кількість «діючих» зменшується. Такий стан справ має наслідки як для проектування системи, так і для аналізу надійності. Наприклад, у дизайні системи звичайні ергономічні аспекти повинні бути замінені когнітивною ергономікою.

Аналогічно, при оцінці ризиків та аналізі надійності аналіз людської надійності першого покоління (Human Reliability Analysis - HRA) повинен бути замінений аналізом когнітивної (від лат. *cognitio* — пізнання, вивчення) надійності другого покоління, що залежить від контексту.

CREAM (метод когнітивної надійності та аналізу помилок) - це спеціальна пропозиція щодо HRA другого покоління. CREAM дозволить аналітику досягти наступного:

1. Визначте ті частини роботи як завдання чи дії, які вимагають або залежать від пізнання людини, і тому можуть впливати зміни в когнітивній надійності,
2. Визначте умови, за яких надійність пізнання може бути знижена, і, отже, ці завдання чи дії можуть становити джерело ризику,
3. Забезпечити оцінку наслідків людської діяльності для безпеки системи, яка може бути використана в PRA/PSA,
4. Розробка та уточнення модифікацій, що покращують ці умови, отже служать для підвищення надійності пізнання та зниження ризику.

Етапи 1-3 є основою CREAM. Крок 4 служить для забезпечення того, щоб під час аналізу було зроблено належні висновки та правильно вказано необхідні зміни в системі [12].

CREAM можна використовувати декількома різними способами:

- як самостійний метод аналізу, як для ретроспективного, так і для перспективного аналізу, використовуючи послідовну таксономію для режимів помилок та причин помилок.
- як частина більш широкого методу проектування складних інтерактивних систем
- як HRA в контексті інтегрованого аналізу безпеки (Integrated Safety Analysis - ISA) або ймовірнісного аналізу безпеки (Probabilistic Safety Analysis - PSA).

Конкретна реалізація системи співсимуляції на основі CPS (Cyber-Physical Systems), спільна карта на основі LiDAR базується на структурі спільного моделювання між двома різними програмними системами, розроблено в [13]. Однак

внесок цього дослідження полягає у включенні реальної частини в рамки співмоделювання. Ця структура складається в основному з автоматизованою системою для забезпечення ефективної взаємодії між віртуальним сценарієм з налаштуванням віртуальних вузлів в інструменті моделювання Webots для автомобіля [14] та розробкою зовнішнього додатку для обчислювальних вузлів у реальному сценарії. Сценарій у цьому конкретному випадку, коли транспортні засоби представлені у вигляді вузлів, такий. Реальний транспортний засіб (у реальному сценарії) та три віртуальні транспортні засоби за змодельованим сценарієм виявляють перешкоди.

Обидва типи транспортних засобів поділяють положення, тип об'єкта та розмір перешкод (наприклад, пішохід, дерева на дорозі та інший транспорт). Це можливо завдяки мережі Internet-of-Things sensors (IoT) LiDAR за допомогою програми виявлення перешкод IoT, створеної під час роботи. На рисунку 3.10 показана детальна схема реалізації Remote Sens. Спільної карти на основі LiDAR із використанням підходу на основі CPS.

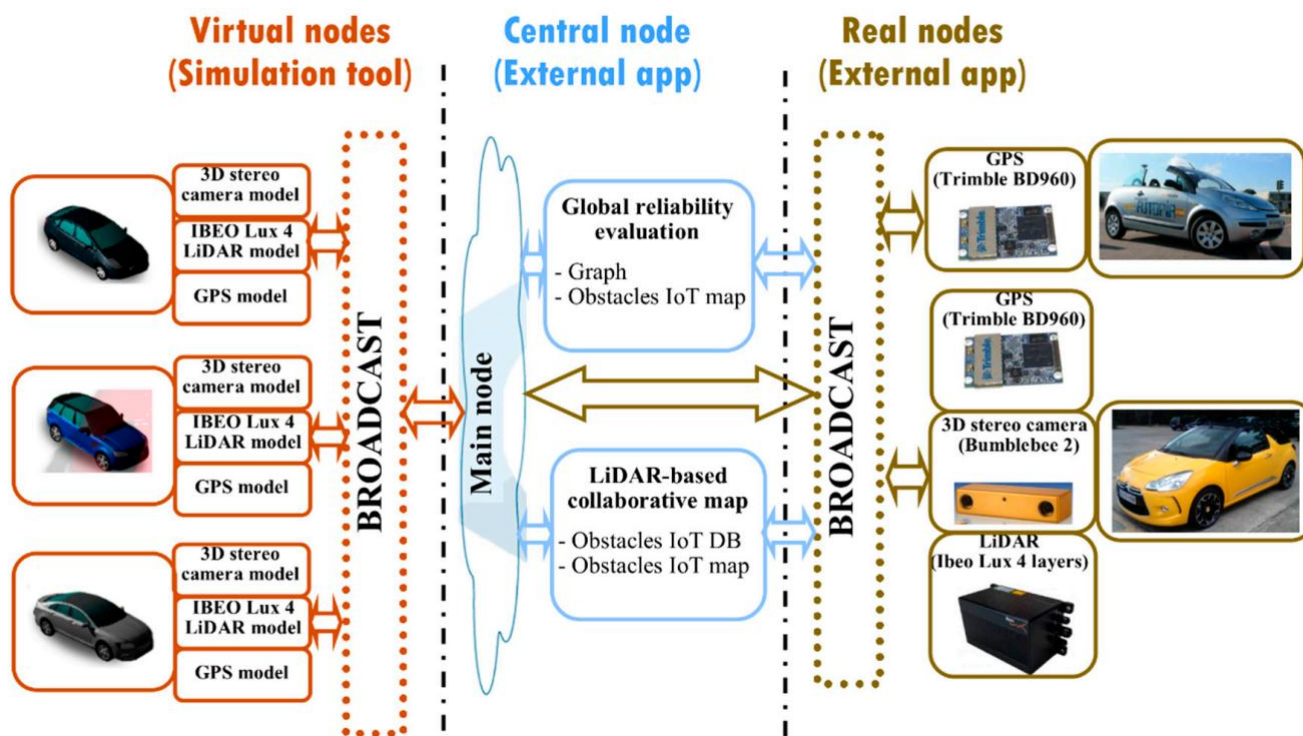


Рис. 3.10. Детальна схема реалізації спільної карти на базі LiDAR, до якої підходить через систему співмоделювання на основі CPS

3.7. Аналіз соціотехнічної системи методом Tripod Analysis

Tripod Analysis заснована на моделі швейцарського сиру та моделі поведінки людини. Обидві моделі засновані на науці та беруть свій початок у наукових дослідженнях проф. Вагенар і професор д-р. J.T. Причина (W.A. Wagenaar & J.T. Reason) університетів Лейдена та Манчестера (Leiden & Manchester) (1986–1990 pp.).

Tripod Analysis - це методологія аналізу інцидентів і аварій, був створений, щоб допомогти слідчим інцидентів проаналізувати порушення процесу (інциденти) таким чином, щоб він міг зрозуміти вплив на людей з боку операційного середовища (де є ризики), в якому стався інцидент. З цього розуміння можна визначити організаційні недоліки, які створили це середовище, що дозволяє вживати заходів щодо вдосконалення бізнес-процесів.

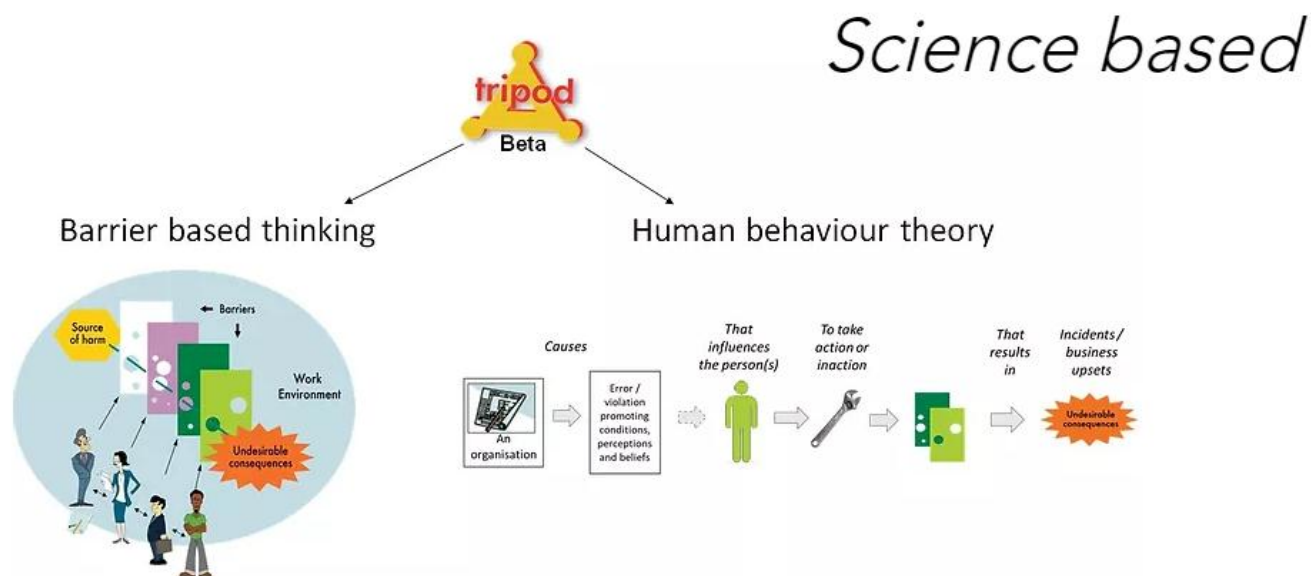


Рис. 3.11. Соціотехнічна система методом Tripod Analysis

Аналіз інцидентів Tripod Analysis базується на теорії, що інциденти, якщо вони не викликані неконтрольованими зовнішніми факторами (наприклад, метеорити, війна), є результатом основних причин, які глибоко вплетені в організацію. Ці основні причини відповідають за інциденти різного роду, у різних місцях, із залученими різними людьми та різними видами шкоди чи травми. Рано чи пізно ці основні причини спричинятимуть порушення запланованого процесу, оскільки вони

є прихованою частиною організації. Однак лише незначна частина цих зривів виявиться реальними інцидентами, з пошкодженням або травмою або без неї.

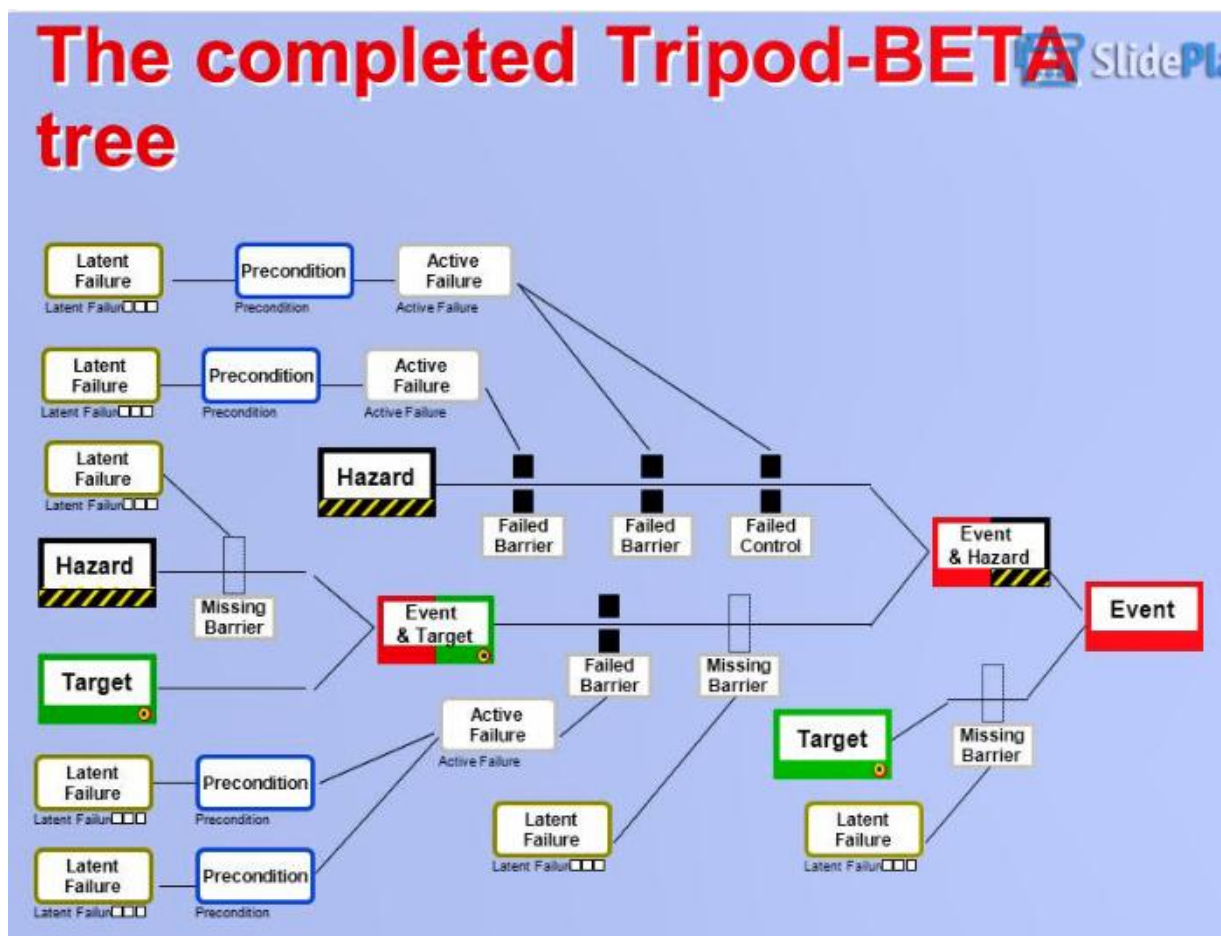


Рис. 3.12. Загальна модель Tripod Beta Incident Analysis

Аналіз Tripod Analysis використовує випадки, щоб знайти основні причини, які є частиною організації. Звіт про розслідування інциденту містить визначені основні причини, які зіграли певну роль у інциденті. Як результат, керівництво зможе вдосконалити контроль над процесами, щоб усунути або звести до мінімуму ці «наслідки» в організації, перш ніж вони призведуть до інших зривів у бізнесі.

В результаті аналізу Tripod Beta з'являється діаграма Tripod Beta, яка показує, як певні «агенти змін» становлять загрозу для певних «об'єктів». Агенти змін можуть завдати шкоди об'єктам в результаті небажаної події, яка називається інцидентом. Діаграма Tripod Beta - це представлення повного процесу, що веде від повідомленого інциденту аж до початку передбачуваної діяльності, яка врешті призвела до інциденту. Елемент діаграми праворуч зазвичай описує інцидент,

свідком якого були люди: пожежа, зіткнення тощо. Небажані події, що мали місце до остаточного інциденту, відображаються перед цим (ліворуч).

Таким чином, діаграма Tripod Beta складається з пов'язаного агента тріо об'єктів зміни-події-об'єкта. Діаграма будується зліва направо із зазначенням часової шкали. Тріо зліва відбулося першим і, проходячи діаграму вправо, описуються всі елементи, які призвели до остаточного повідомлення про інцидент праворуч. Індивідуальний агент тріо об'єктів зміни подій називається тріо АЕО, а повна серія тріо - діаграма Tripod Beta.

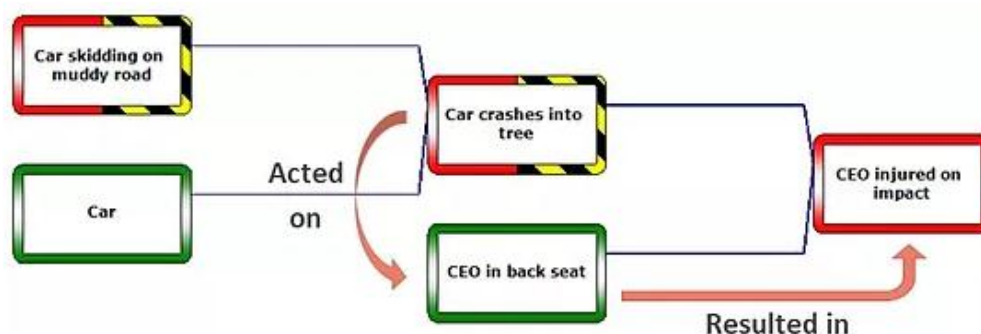


Рис. 3.13. Аналіз заносу автомобіля на базі діаграми Tripod Beta

Кожна організаційна система призначена для запобігання небажаним подіям шляхом введення заходів контролю. У разі невдачі цих заходів контролю застосовуються також захисні заходи (захисні заходи), щоб захистити предмети від пошкодження або травмування, коли заходи контролю не вдаються та виникають небажані події. Ці контрольні та захисні заходи є перешкодою для захисту системи від інцидентів та наслідків інциденту.

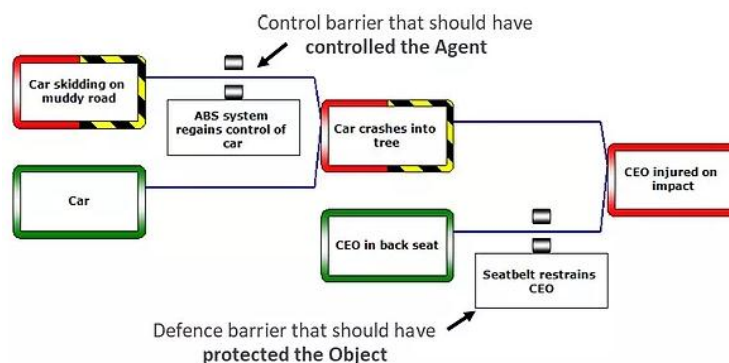


Рис. 3.14. Аналіз умов, що шкодять появи заносу автомобіля на базі діаграми Tripod Beta

Система, що містить невдалі бар'єри, також містить певні передумови, що призвели до неефективності бар'єрів. Ці передумови можуть розвинутися, коли в організації, де стався інцидент, бракує контролю. Отже, ці передумови є ключем до основних причин, які, очевидно, присутні в системі протягом більш тривалого періоду. Ці основні причини відповідають за створення різних небезпечних передумов, які можуть призвести до різних недоброякісних дій (безпосередні причини, що призводять до невдалих бар'єрів), і, зрештою, до різних типів інцидентів.

Аналіз Tripod Beta Incident Analysis створює логічну структуру, яка чітко демонструє взаємозв'язок між бар'єрами, безпосередніми причинами, передумовами та основними причинами. Щодо розслідуваного інциденту, в аналізі інцидентів бета-штатива пояснюється, який бар'єр не вдався, яка передумова призвела до певного неякісного акту (який називається „безпосередньою причиною” у Tripod Beta) і яка основна причина спричинила цю передумову. Нарешті, основні причини класифіковані за 11 основними факторами ризику (Basic Risk Factors - BRF). Завдяки виявленню основних факторів ризику, які зіграли свою роль у цьому та інших інцидентах, організація матиме гарні вказівки щодо розподілу ресурсів у найбільш вразливих сферах управління.

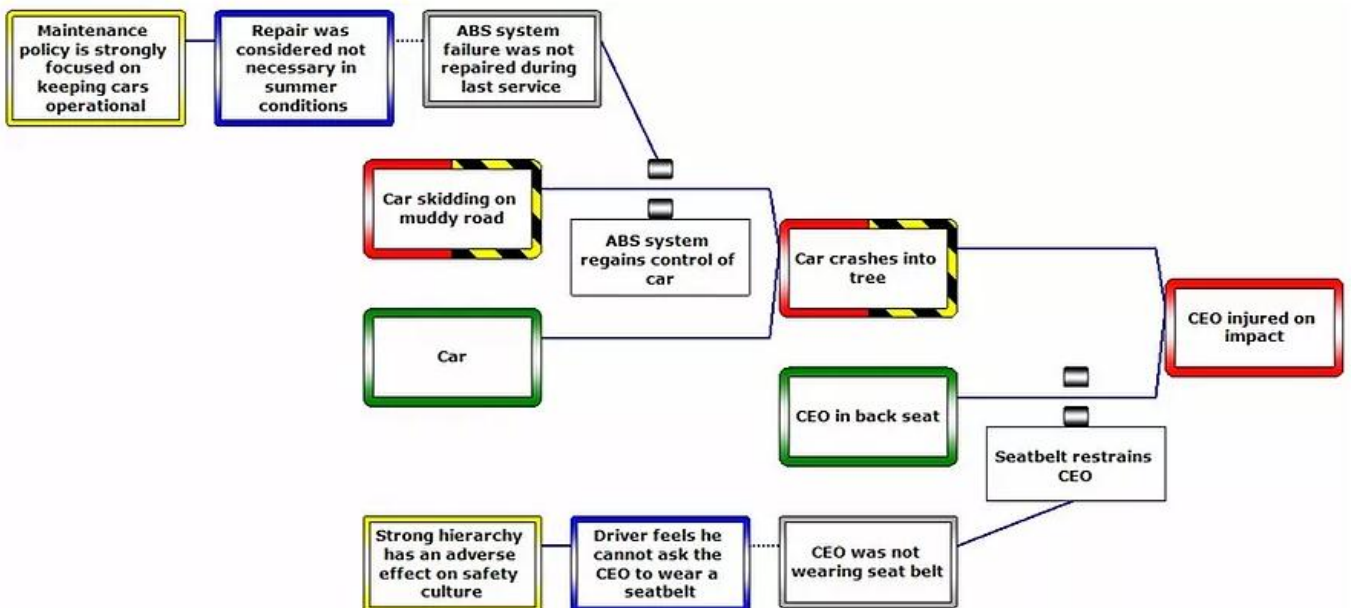


Рис. 3.15. Загальна діаграма Tripod Beta щодо виявленню основних факторів ризику

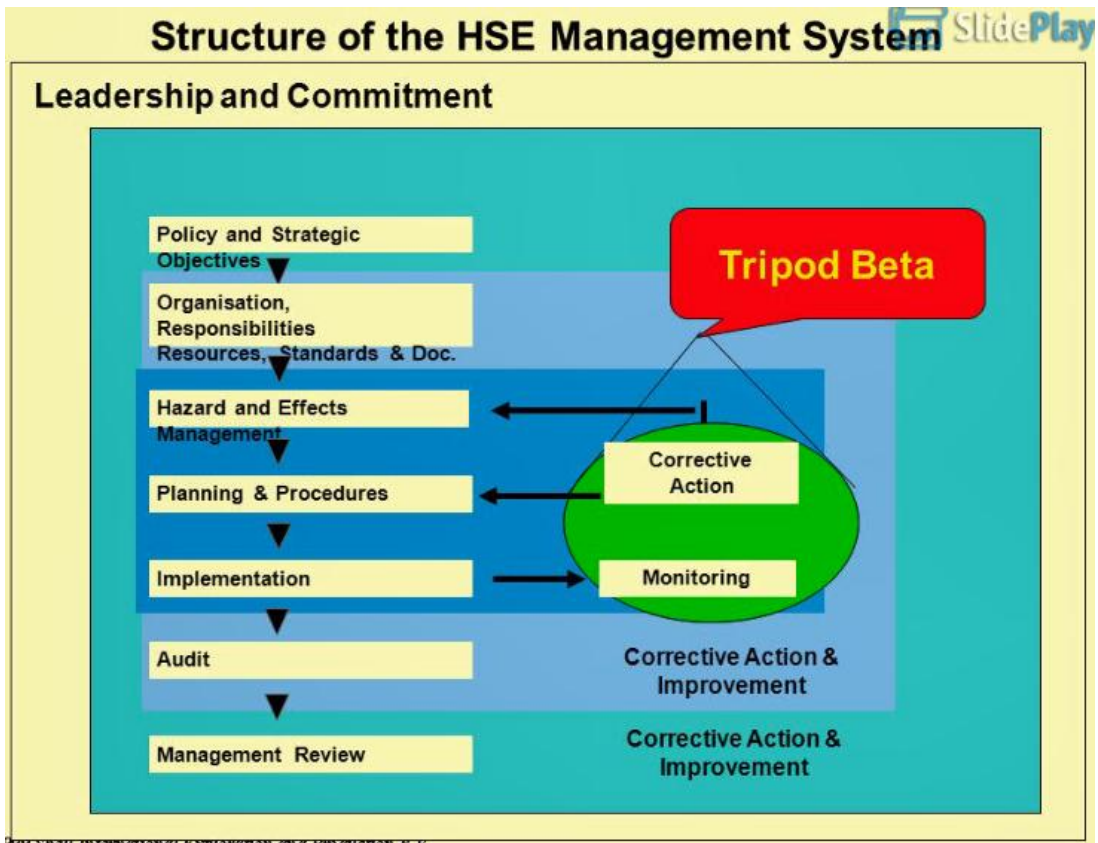


Рис. 3.16. Результат Tripod Analysis

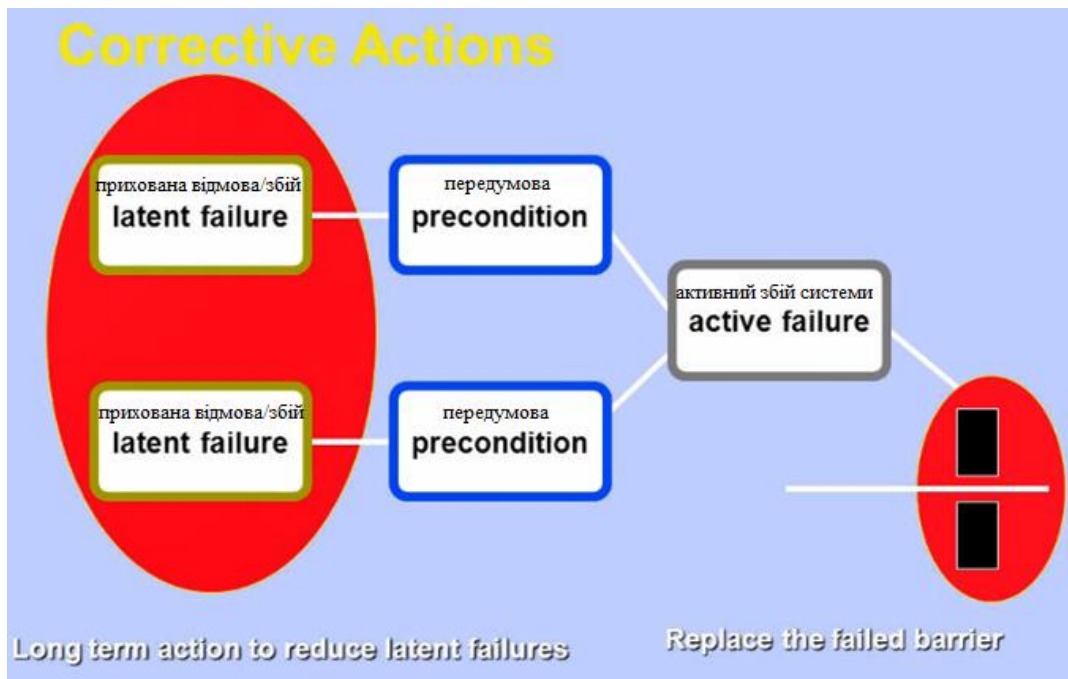


Рис. 3.17. загальний результат використання методу Tripod Analysis

3.8. Аналіз соціотехнічної системи методом System-Theoretic Accident Model and Processe (STAMP)

STAMP (System-Theoretic Accident Model and Processes) - модель та процеси системно-теоретичної аварії, було розроблено Ненсі Г. Левесон (Leveson, 2011). Метод ґрунтується на ідеях, що використовуються у верхніх рівнях моделі Расмуссена-Сведунга (Rasmussen and Svedung, 2000), але він продовжує теоретичний підхід до управління, включаючи технічну систему та її розробку та діяльність. STAMP використовує три основні поняття з теорії систем: поява та ієрархія, комунікація і управління та моделі процесів [17].

Розглядається аварія (пошкодження, несправність тощо) як проблема управління, а не як проблема відмови. Аварії - це більше, ніж ланцюг подій, вони включають складні динамічні процеси. З роками фокус щодо забезпечення надійності технічних систем змінювався (рис. 3.18).

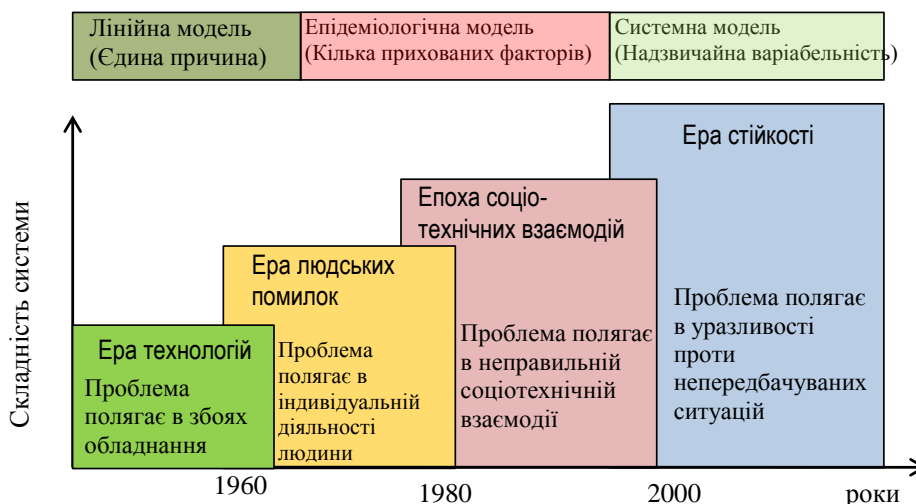


Рис. 3.18. Зміна фокусу безпеки системи

Особливості кожної моделі за рисунком зведені в таблиці 3.1.

Принципи моделі лінійної моделі:

1. Принцип розкладання: Будь-яка система складається з компонентів і зрозуміла за рахунок скорочення компонентів.

2. Бімодальний державний принцип: Функціонування будь-якої системи може бути описане лише двома станами: нормальним (успіх) або ненормальним (збій).

3. Принцип незалежності (лінійний): Взаємодія між компонентами системи є певною, і можна припустити, що їх функції незалежні одна від одної.

Таблиця 3.1

Характеристики лінійної, епідеміологічної та системної моделей

Характеристика	Лінійна модель	Епідеміологічна модель	Системна модель
Припущення	ДТП трапляється, коли низка подій відбувається в певному порядку	Поєднання багатьох відмов та прихованих умов спричиняє аварію	Продуктивність функціонування системи постійно коливається
Причини	Несправності та збої (першопричини) певного набору компонентів системи (обладнання чи людей)	Погіршення захисних бар'єрів (фізичних, функціональних, символічних, концептуальних)	Несподівана комбінація (резонанс) змінності роботи спричиняє несправність, ДТП тощо
Контрзаходи	Усунути події або ситуації, які можуть стати першопричинами несправності, збоїв, аварії тощо	Організаційно виявити та усунути деградацію бар'єрів безпеки	Моніторинг і демпфування змін ефективного функціонування технічних систем

Особливості епідеміологічного погляду – відмови, несправності в процесі технічної експлуатації неминучі тому, що присутня в процесі людина (рис. 3.19).

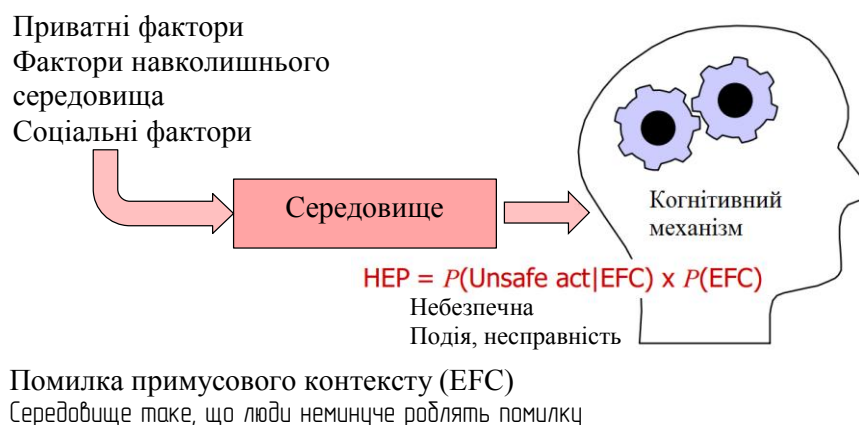


Рис. 3.19. Епідеміологічний погляд на помилки людини

Чарльз Перро (1984 р.) доказав, що звичайні аварії:

1) нещасні випадки у величезній та складній системі неминучі тому, що:

- Непередбачені міцні зв'язки між окремими частинами системи
- Нелінійна поведінка системи
- Складність поза людським розумінням
- Помилкові засоби безпеки

2) прийняття технологій повинно визначатися не ризиком, а потенційною небезпекою.

Системна модель має свої особливості, що представлені на рис. Виникає нелінійна модель, що пов'язана з появою надзвичайних явищ (рис. 3.20).

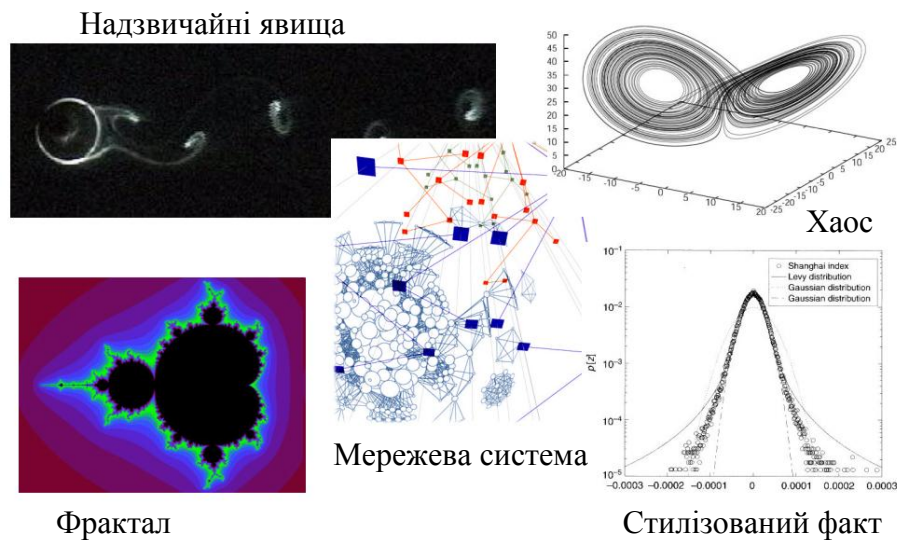


Рис. 3.20. Складна система нелінійної моделі

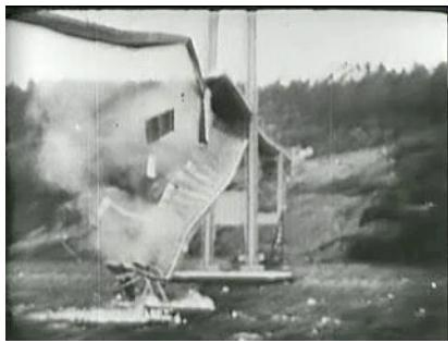
3.9. Аналіз соціотехнічної системи методом **Functional Resonance Analysis Method (FRAM)**

Functional Resonance Analysis Method (FRAM) - Метод аналізу функціонального резонанс [1] підтримує процес системного аналізу, що спрямований на виявлення взаємозалежностей та системних поведінок, що потенційно є важливими для інструмента, який зосереджується на взаємозалежності процесу та їх динаміці. Метод FRAM – це метод моделювання складних організаційно-технічних систем,

отриманий з теорії стійкої забезпечення здоров'я [2], яка стосується того, як досягти успіху роботи технічної системи за допомогою адаптації її у складних умовах [3]. Останні документи показали використання FRAM для розуміння імплементації керівних принципів та для керування зусиллями з управління безпекою [4]. FRAM передбачає виявлення функцій (технологічної, людської чи організаційної діяльності) у повсякденній роботі функціонування технічної системи [5-6].

Чотири принципи FRAM:

1. Еквівалентність успіху та невдачі.
2. Приблизна коригування.
3. Поведінка системи виникає через мінливість нелінійних функцій системи.
4. Функціональний резонанс.



Tacoma Narrows, 1940

Стохастичний резонанс: слабкий періодичний сигнал, доданий до нелінійної системи, буде з'являтися за наявності стохастичного шуму.

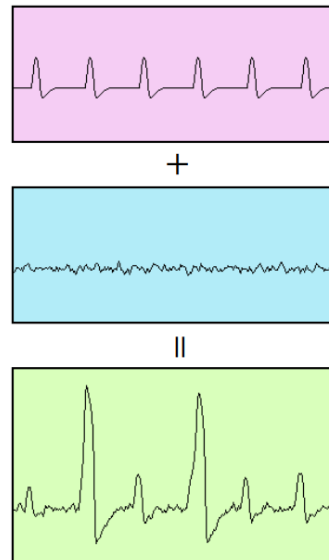


Рис. 3.21. Нелінійна система та резонанс

Оскільки сучасне автомобілебудування продовжує прогресувати із захоплюючою швидкістю, розкриваючи нові можливості з однаково захоплюючою швидкістю, керівникам автопідприємств занадто легко піддаватися на опору виключно на технологію для вдосконалення технічної експлуатації АТЗ. Автоматизація, вдосконалена аналітика, цифрове управління продуктивністю, хмарні обчислення, машинне навчання - все це пропонує потужні та змінні в грі способи для організацій досягти нових висот в оперативній продуктивності.

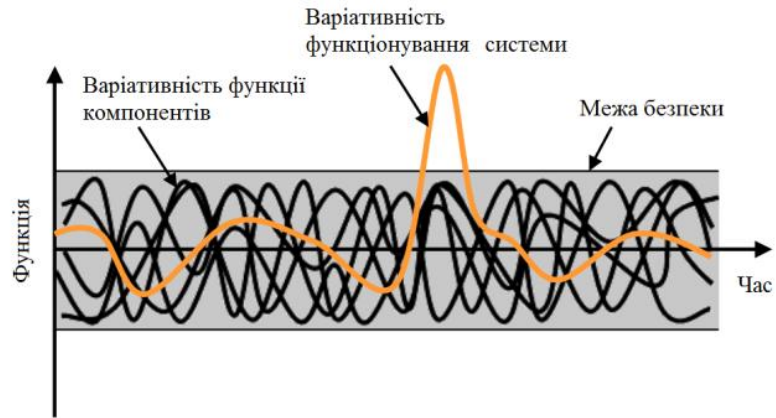


Рис. 3.22. Functional Resonance Accident Model

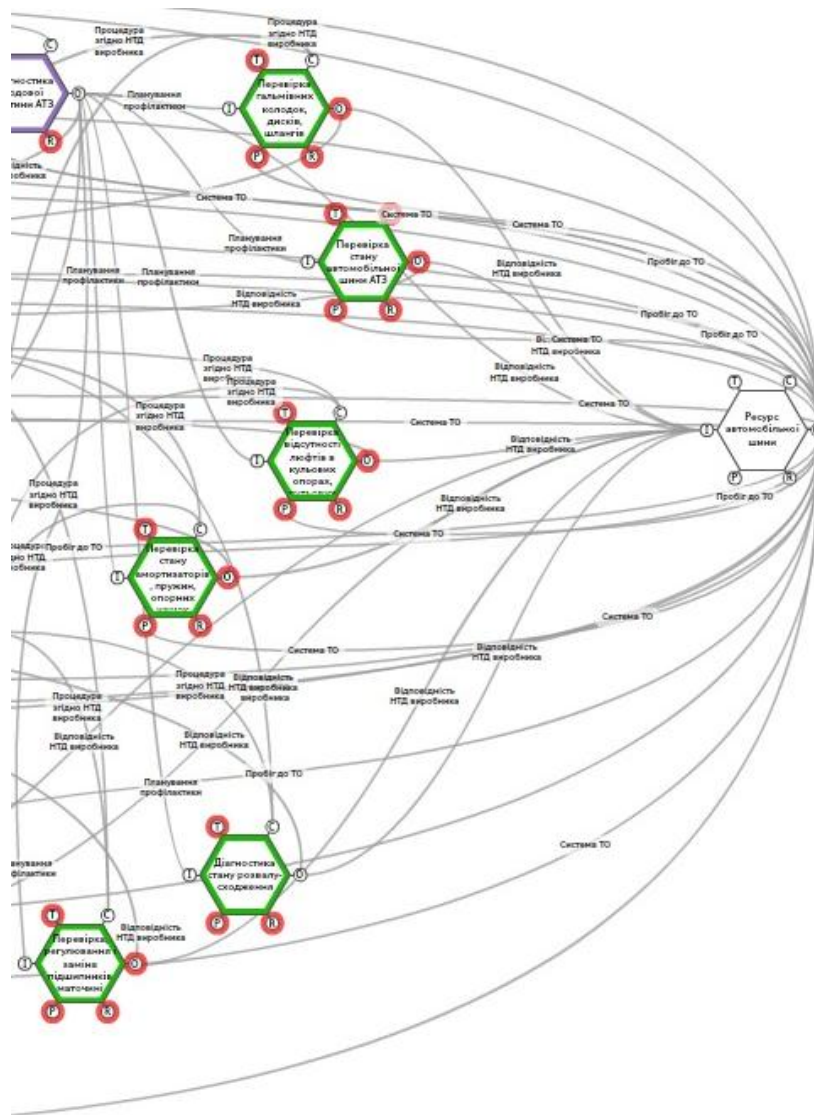


Рис. 2.23. Зв'язок між технічним станом ходової частини та експлуатаційними властивостями легкового автомобіля за методом Functional Resonance Analysis Method

3.10. Аналіз соціотехнічної системи методом High Reliability Organization (HRO)

Дослідження, проведене [18] на перерізі галузей переважно великих активів, виявляє, що відрізняє організації з високою надійністю (High Reliability Organization - HRO) від інших. Ці компанії так само зосереджуються на можливостях - суворих процесах, чіткості ролей та системах підзвітності - як на технологіях Industry 4.0.

HRO базується на принципах:

1. Залежність трьох основних базисів:



Рис. 2.24. Три основних напрямів роботи організації в системі ТОіР автомобілів методом HRO

HRO чітко визначають активи, критичні для їх діяльності, гарантуючи, що перелік не просто добре зрозумілий, а й врахований при прийнятті рішень. Вони вміло поширюють визначення та стандарти у своїх компаніях. Вони створюють стратегії надійності обладнання та виконують їх, суворо дотримуючись графіків профілактичного технічного обслуговування, ретельно стежачи за технічним станом обладнання, виявляючи проблеми та попереджуючи або оперативно вирішуючи їх.

Мають надійні системи управління, збереження, розповсюдження та оновлення своєї бази знань про надійність АТЗ, включаючи як аналіз надійності, так і стандарти проектування та забезпечення в процесі експлуатації надійності.

2. Витрати на регламентні роботи. Аналіз відмов, несправностей.
3. Високий рівень комунікації та рішення проблем.
4. Забезпечення стійкості технічних систем АТЗ.
5. Високий рівень кваліфікації людей та обладнання для ТОіР АТЗ.

Припущення в інженерному проектуванні

- Системи повинні бути спроектовані так, щоб задовольнити певні заздалегідь визначені конструктивні основи.
- Ситуації, що виходять за межі проектних основ, не передбачаються. Функції, що виходять за рамки конструкції, не гарантуються.
- Ймовірність того, що система виходить за межі проектних основ, емпірично передбачувана.
- Де знайти проектні основи, визначатиметься не технікою, а економікою та політикою.

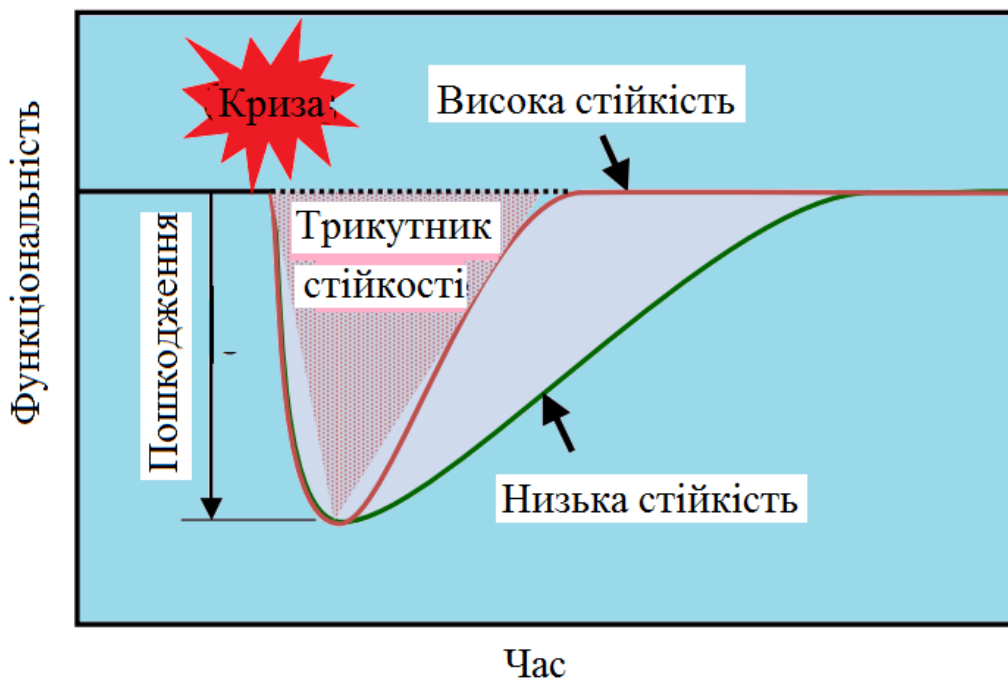


Рис. 3.25. Трикутник стійкості технічної системи (Bruneau, 2003)

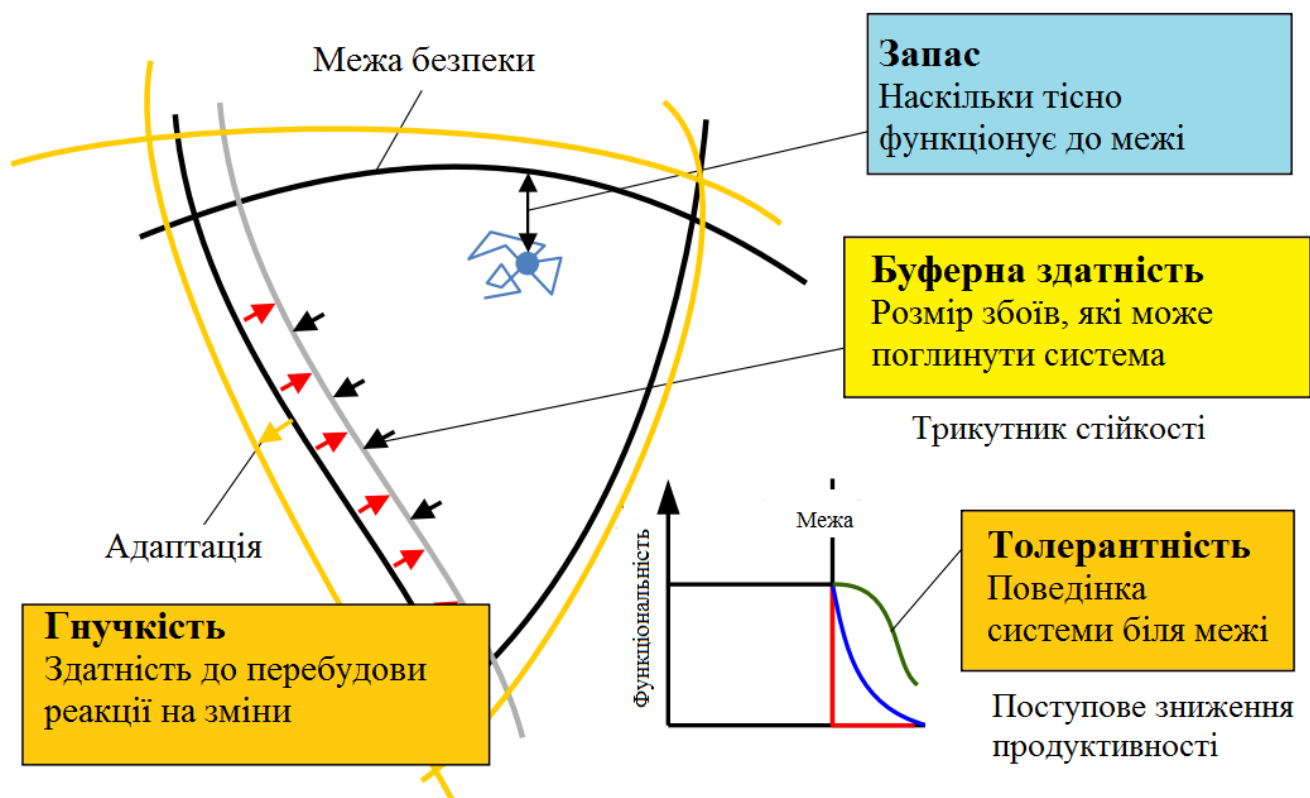


Рис. 3.26. Основні характеристики стійкості технічних систем



Рис. 2.27. Безпека на основі ймовірнісного ризику

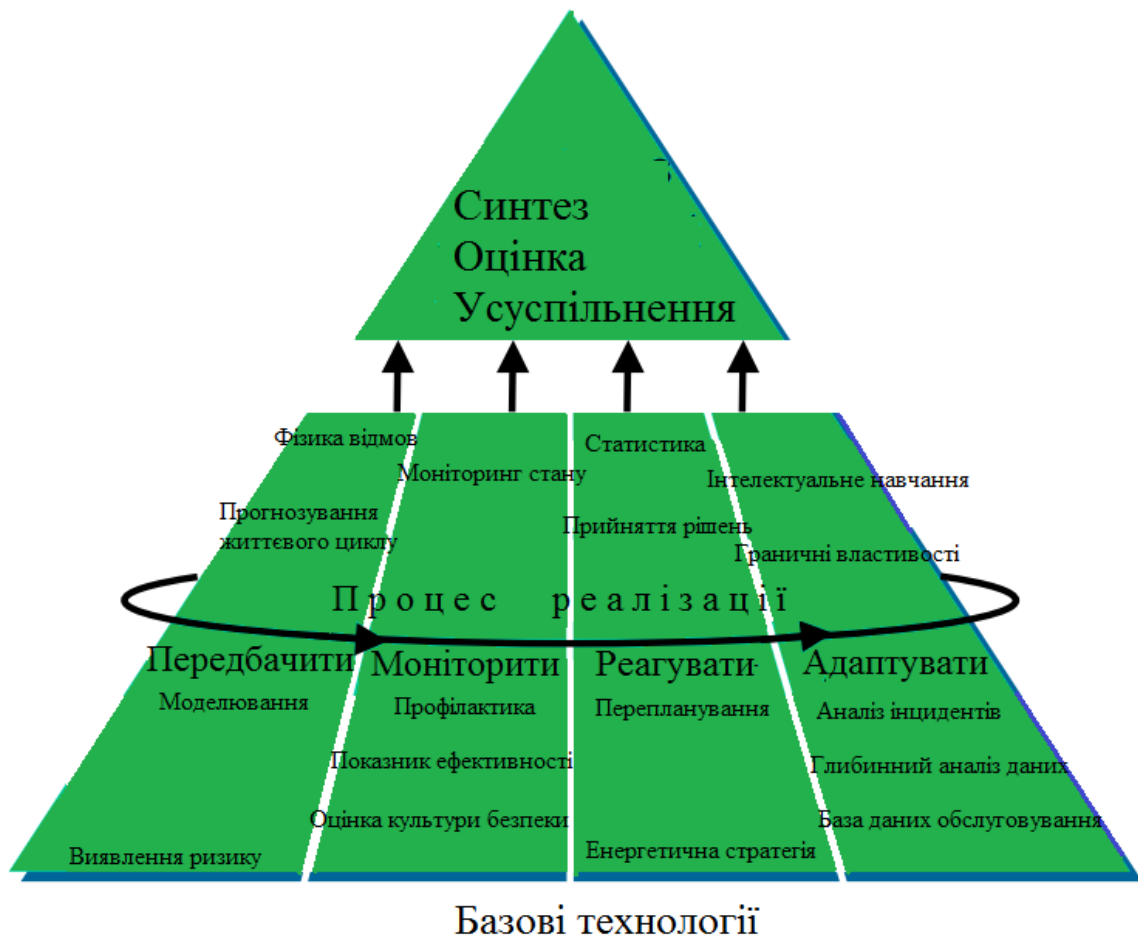


Рис. 2.28. Огляд технологій стійкості технічних систем

Висновок за розділом 3

1. Звичайний підхід до управління ризиками не працює часто в реальних ситуаціях. Бажані нові підходи, засновані на системній точці зору.
2. Інжиніринг стійкості - перспективна ідея, яка може дати вирішення вищезазначеної проблеми на основі концепції складних систем або системної моделі аварії.

РОЗДІЛ 4

НАПРЯМИ РЕАЛІЗАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ РОБОТИ

4.1. Синтез технологічного процесу ТО автомобілів

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. 4.1) 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. 4.2).

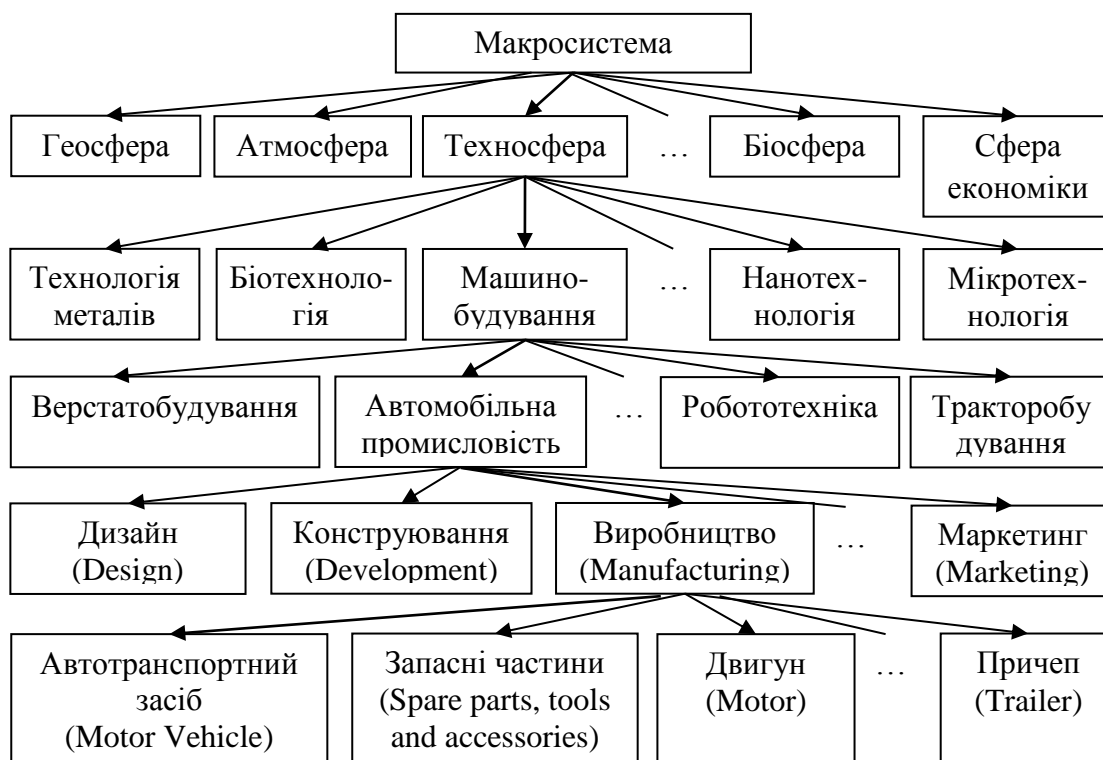


Рис. 4.1. Ієрархічна структура макросистеми

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 [4]. 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.

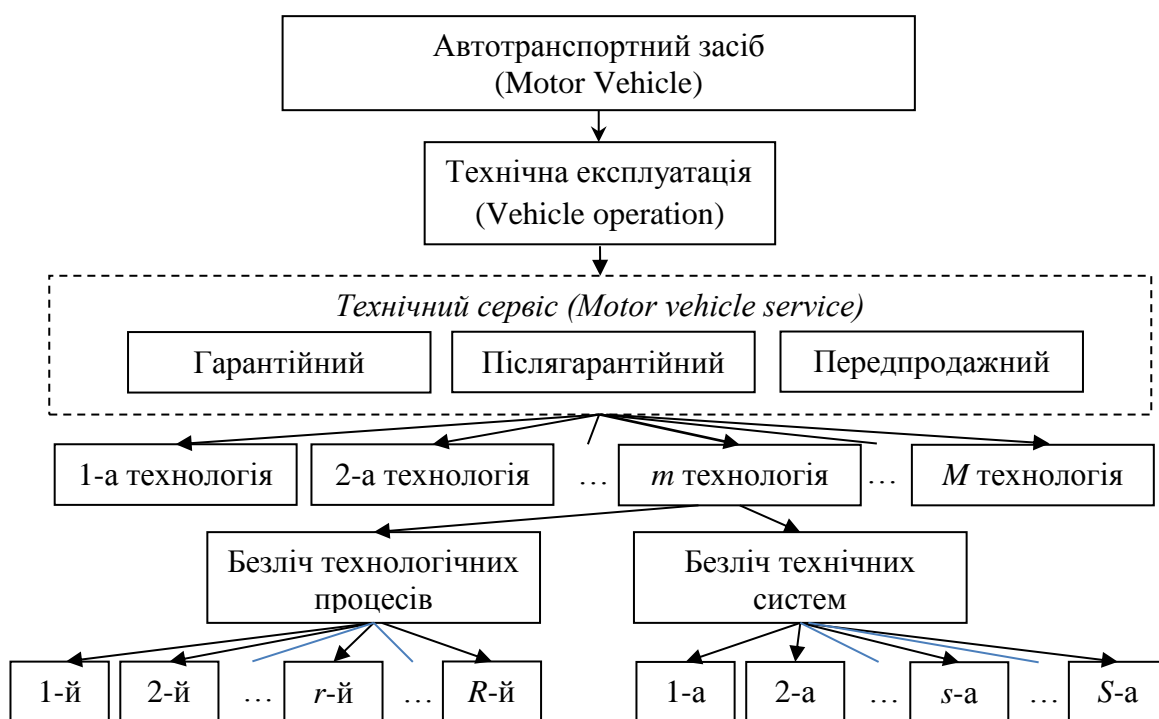


Рис. 4.2. Ієрархічна структура технічної експлуатації автомобілів

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. 4.3 та 4.4 кожен конкретну нову технологію можна поділити на наступні системи:

- технологічний процес;
- технічна система.

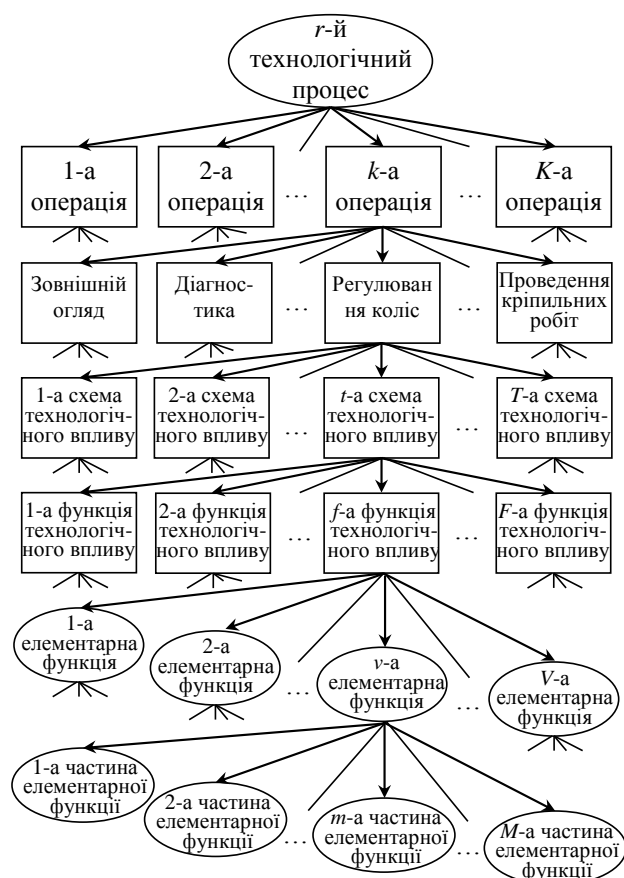


Рис. 4.3. Основні елементи структури технологічного процесу технічного обслуговування автомобіля

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).

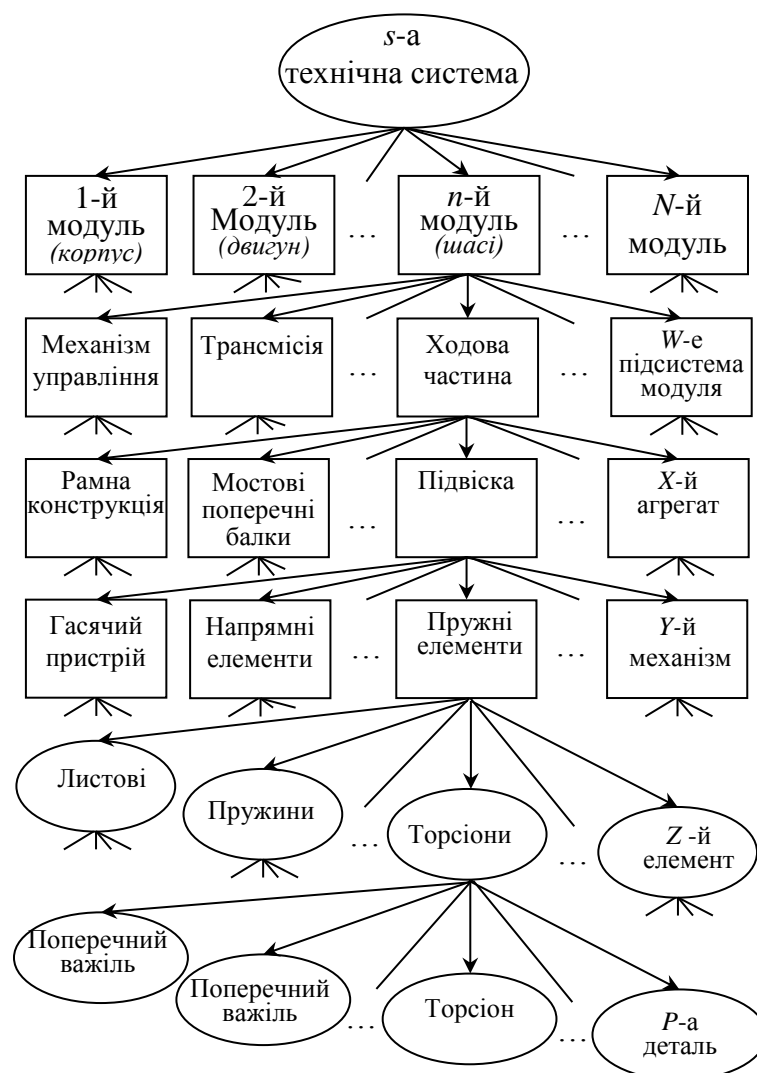


Рис. 4.4. Основні елементи структури технічної системи автомобіля

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 (див. рис. 4.3), то він може структуруватися на безліч операцій $1, 2, \dots, k, \dots, K$ (див. рис. 4.3). 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 керуваність 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).

Можна зазначити, що кожна s -а технічна система (рис. 4.4) 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 $1, 2, \dots, z, \dots, Z$ елементів (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.

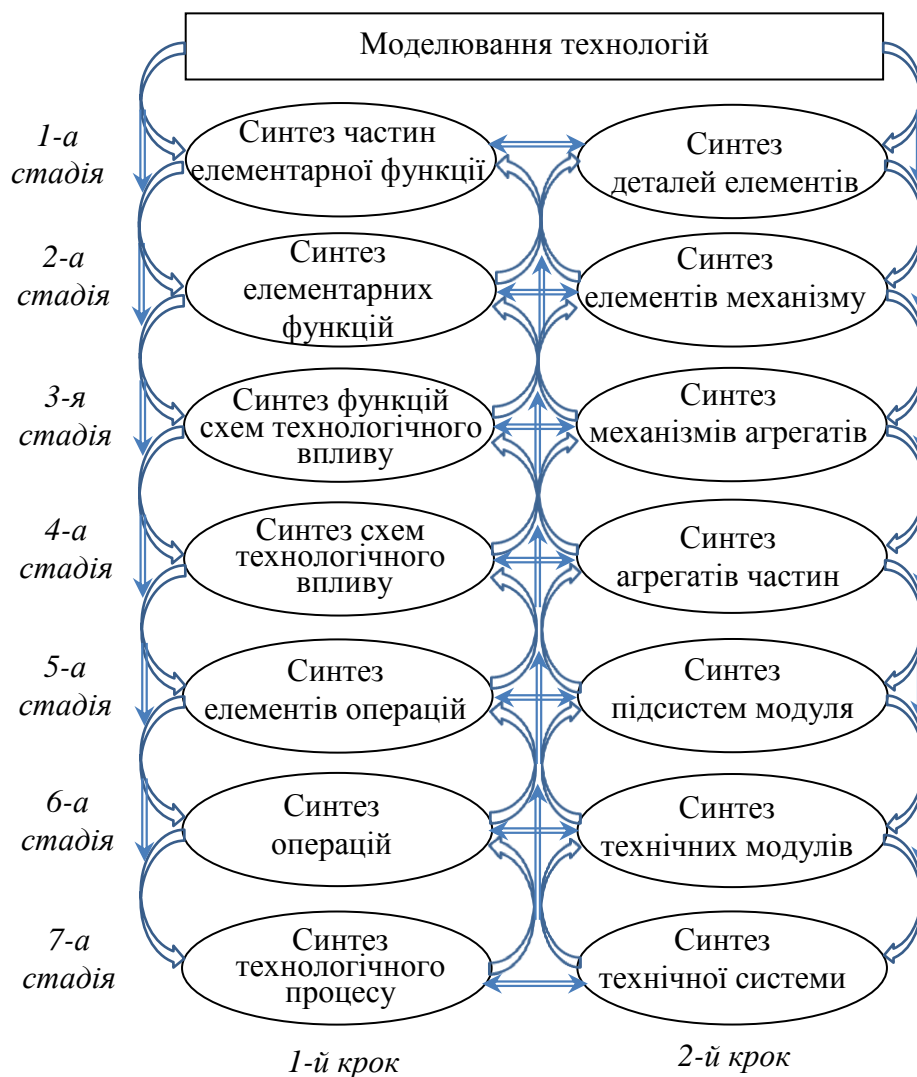


Рис. 4.5. Особливості синтезу елементів технології

На рис. 4.5 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.

4.2. Синтез технологій для ТО і Р автомобілів

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

Сталість є пріоритетом розвитку міст країн. Отже, наприклад, скорочення викидів енергії та вуглекислого газу стає все більш значним у автотранспортних засобах (АТЗ). Проте АТЗ є складними системами і залежать від соціальних, економічних та екологічних факторів [1].

Швидке зростання попиту на АТЗ призведе до надмірних викидів двоокису вуглецю та енергетичної кризи [2]. Відповідно до ключової світової енергетичної статистики, сукупний енергетичний попит на глобальну транспортну систему збільшився з 23% (1973 р.) до 28% (2012 р.).

Аналіз останніх досягнень і публікацій свідчить про зростання уваги до питань створення нових технологій для ТО автомобілів [3-5]. Отже, для створення технологій для обслуговування АТЗ необхідно створювати їх системне моделювання.

Один з головних принципів організації ТО автомобілів за кордоном та в Україні полягає в тому, що відповідальність за організацію ТО і ремонту протягом всього періоду експлуатації автомобілів несе, як правило, автомобілебудівна фірма-виробник.

На рис. 4.6 надана схема синтезу технологій, в якій основна особливість синтезу технології є реалізація на основі рекурентної послідовності за сьома стадіями синтезу.

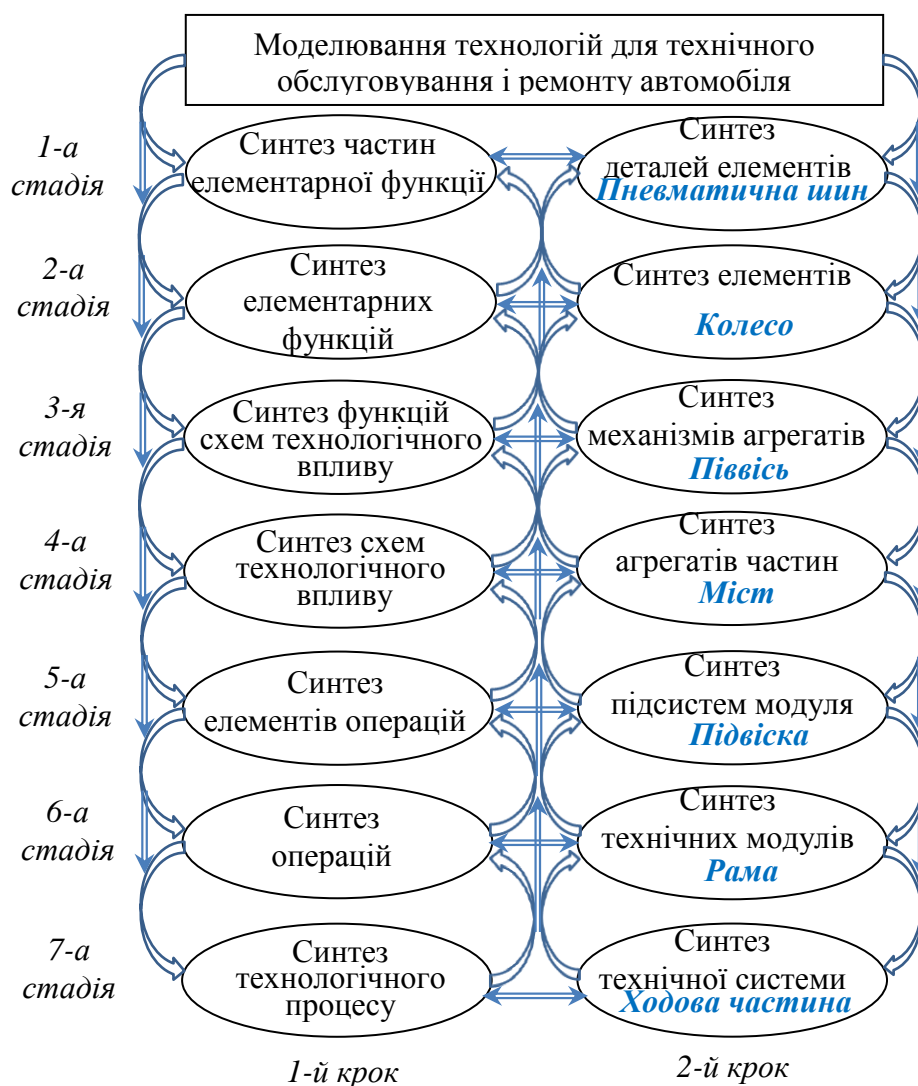


Рис. 4.6. Особливості синтезу елементів технології для ТО автомобілів

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.

Для вивчення впливу кількісних та якісних параметрів АТЗ (компонентів, агрегатів тощо) всілякого ієрархічного рівня на створювану технологію розроблена структурна модель континуума (лат. continuum – неперервний, суцільний) об'єктів АТЗ (рис. 4.7), яка має потужність $(n+1)$ об'єктів. На кожному рівні ієрархії структура конструкції АТЗ містить свої визначені кількісні та якісні характеристики.

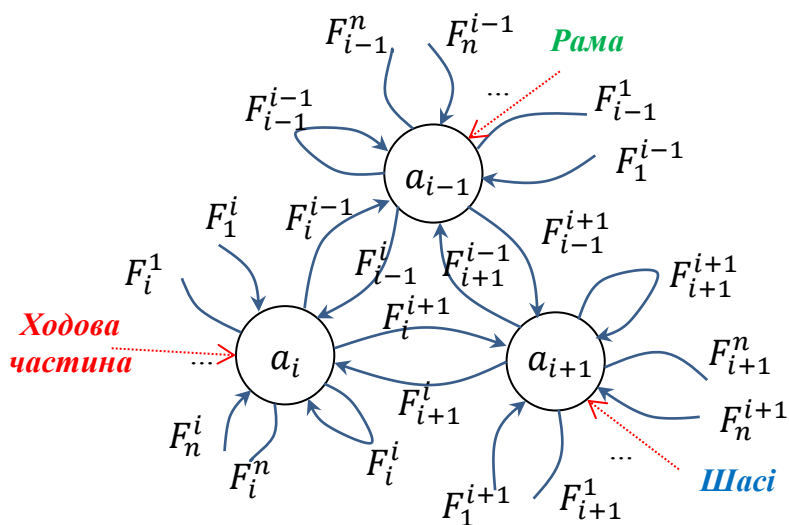


Рис. 4.7. Структурна модель континуума автомобіля

В структурній моделі континуума об'єктів АТЗ кожний об'єкт a_i є оператором, коли він впливає на інші об'єкти, та операндом, коли на нього діють інші об'єкти. В теорії технічних систем умовно прийнято, що коли об'єкт впливає на сусідній об'єкт, його називають оператором, а об'єкт, який отримав ці впливи – операндом.

Відношення між об'єктами F_i^j моделі (див. рис. 4.7) на кожному ієрархічному рівні моделюються за допомогою впливів, що реалізуються потоками матеріального, енергетичного та інформаційного типів:

$S_i^j(t_k)$ – матеріальний вплив i -го об'єкту на j -й об'єкт в момент часу t_k ;

$E_i^j(t_k)$ – енергетичний вплив i -го об'єкту на j -й об'єкт в момент часу t_k ;

$I_i^j(t_k)$ – інформаційний вплив i -го об'єкту на j -й об'єкт в момент часу t_k .

Підтримка стану даного об'єкту реалізується відношеннями F_i^j за рис. 4.2 за допомогою петель, котрі можуть бути реалізовані потоками матеріального, енергетичного та інформаційного типів:

$$F_i^j = F_i^j(t_k) = S_i^j(t_k) \cup E_i^j(t_k) \cup I_i^j(t_k) \quad (4.1)$$

Структурна модель на рис. 4.2 є відкритою до розвитку тому, що потужність (загальна кількість) об'єктів автомобіля $N_R = (n + 1)$ на кожному ієрархічному рівні R може змінюватися відповідно до збільшення об'єму задіяних ресурсів, систем (технологій). Кожна система (технологія) завжди прагне до збільшення розмірності різноманіття об'єктів (ієрархії по типу або класу АТЗ) та різноманіття об'єктів (ієрархії за складом АТЗ).

При збільшенні числа об'єктів системи (компонентів), кожний об'єкт АТЗ отримує допоміжні впливи або зв'язки від цих об'єктів, але і він повинен також сам діяти на них. Це забезпечує виникнення допоміжних ступенів свободи моделі на даному ієрархічному рівні. Для цього необхідно залучати допоміжні об'єми ресурсів.

При порушенні прямих зв'язків між об'єктами, що взаємодіють, процес їх розвитку сповільнюється із-за відсутності взаємодій. Однак взаємні впливи цих об'єктів проявляються через інші об'єкти і зв'язки системи. Коли усі зв'язки з якимись об'єктом рвуться, то він знаходиться в ізоляції та розвиток реалізується через вплив F_i^j , який забезпечує підтримку технічного стану АТЗ. При зменшенні числа об'єктів і зв'язків системи її поведінка має регресивний розвиток аж до утилізації АТЗ. Але це може викликати створення і розвиток нової системи (нового АТЗ) найбільш з високим якісним рівнем структури і параметрів.

Модель системи технологічних перетворень (модель технології ТО) надана на рис. 4.3. Це базова модель технології ТО і являється a_i елементом (АТЗ) моделі рис. 4.2. За допомогою цієї моделі (рис. 4.8) можна розглядати питання аналізу, синтезу, реалізації, функціонування, еволюції, модифікації, удосконалення ТО та утилізації АТЗ. Вона дає можливість комплексно рішення завдання створення прогресивних технологій нового покоління. Використання наданих моделей дозволяє рішення

завдання систематики технологій в техніці, їх еволюції та модифікації. Ці моделі забезпечують можливість досліджувати процеси, виявляти взаємозв'язки і визначати характеристики технології, що досліджується, на різних рівнях абстрагування АТЗ.

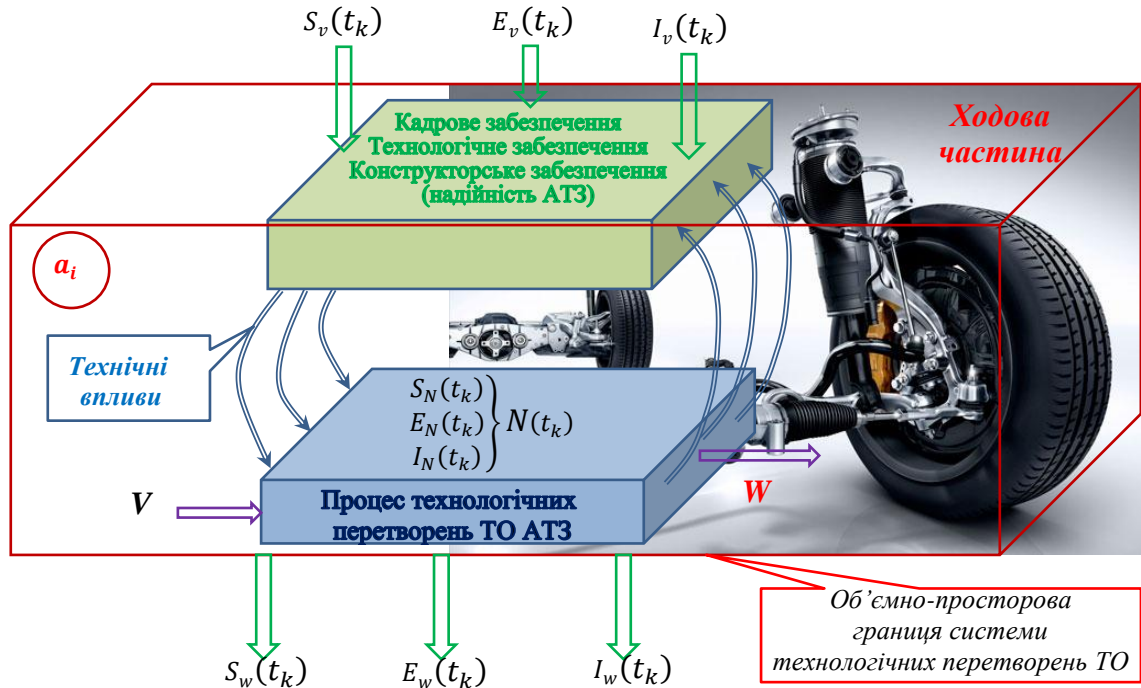


Рис. 4.8. Модель системи технологічних перетворень (базова модель технології ТО): $S_N(t_k)$ – матеріальний вплив на технічний стан об'єкту (АТЗ); $E_N(t_k)$ – енергетичний вплив; $I_N(t_k)$ – інформаційний вплив; V – входні параметри; W – вихідні параметри; $N(t_k)$ – заданий технологічний вплив

Модель системи технологічних перетворень ТО (див. рис. 4.3) складається з об'єктів (АТЗ, компонент, підсистема тощо) визначеного ієрархічного рівня, що є одночасно операторами і операндами системи. Основні фактори, що впливають на модель – кадрове забезпечення (рівень кваліфікації персоналу), технологічне забезпечення (засоби ТО та ремонту автомобілів), конструкторське забезпечення (надійність АТЗ). Вони здійснюють заданий технологічний вплив $N(t_k)$ матеріального $S_N(t_k)$, енергетичного $E_N(t_k)$ і інформаційного $I_N(t_k)$ типів на підтримку роботоздатного стану АТЗ та реалізують процес технологічних перетворень АТЗ (компонент, підсистема тощо) в стан, що має вхід V і вихід W .

Модель реалізує функцію φ [4] технологічного перетворення ТО безліч входів операндів $V = \{V_s\}$ в безліч виходів операндів $W = \{W_t\}$, яка описується як:

$$\varphi: \{V_s\} \rightarrow \{W_t\} \quad (4.2)$$

Система технологічних перетворень ТО має зворотний зв'язок з об'єктами системи. Зворотній зв'язок дозволяє отримати інформацію про кількісні й якісні параметри процесу технологічних перетворень ТО та ремонту АТЗ, дає можливість багаторазово використовувати засоби технологічних впливів.

Усі об'єкти системи АТЗ технологічних перетворень ТО функціонують в просторі й в часі (пробігу), тому між ними діють просторово-часові відносини. Обмежені об'єкти моделі просторово-часовою границею, яка визначає цю систему як функціональну одиницю або об'ємно-просторову виробничий елемент.

Вплив, що впливає на систему технологічних перетворень ТО та ремонту АТЗ з боку двох систем, можуть бути представлені як:

$$F^i = \{F_1^i, F_2^i, \dots, F_n^i\} = S_V(t_k) \cup E_V(t_k) \cup I_V(t_k) \quad (4.3)$$

де: F^i – вектор узагальненого входу; $S_V(t_k)$ – вхідні узагальнені впливи матеріального типу в момент часу t_k (пробігу АТЗ); $E_V(t_k)$ – вхідні узагальнені впливи енергетичного типу в момент часу t_k ; $I_V(t_k)$ – вхідні узагальнені впливи інформаційного типу в момент часу t_k (пробігу).

Вхідні впливи чинять різні дії на систему технологічного перетворення ТО. Основні завдання вхідних впливів F^i наступні: забезпечити необхідну структуру АТЗ, реалізація заданого рівня надійності компонентів АТЗ, відновлення компонентів (елементів, деталей тощо).

Вплив, який реалізує система технологічних перетворень ТО на інші системи, має наступний вид:

$$F_i = \{F_i^1, F_i^2, \dots, F_i^n\} = S_W(t_k) \cup E_W(t_k) \cup I_W(t_k) \quad (4.4)$$

де: F_i – вектор узагальненого виходу системи; $S_W(t_k)$ – вихідні узагальнені впливи матеріального типу в момент часу t_k (пробігу АТЗ); $E_W(t_k)$ – вихідні узагальнені впливи енергетичного типу в момент часу t_k ; $I_W(t_k)$ – вихідні узагальнені впливи інформаційного типу в момент часу t_k .

Вхідні й вихідні узагальнені впливи мають як основні потоки різних типів, що направлені на прогресивний розвиток системи, так і побічні (шкідливі, супутні), що негативно впливають на надійність розвитку АТЗ.

Модель системи технологічних перетворень (модель технології ТО), що надана на рис. 4.8, структурується на базі моделей системи типів «технологічний процес» і «технічна система» (рис. 4.9). При такому моделюванні система типу «технологічний процес» може реалізовуватися на різних етапах ТО і ремонту (ТОіР) АТЗ 1, 2, 3, ..., r_1 , ..., R_1 , система типу «технічна система» – 1, 2, 3, ..., r_2 , ..., R_2 .

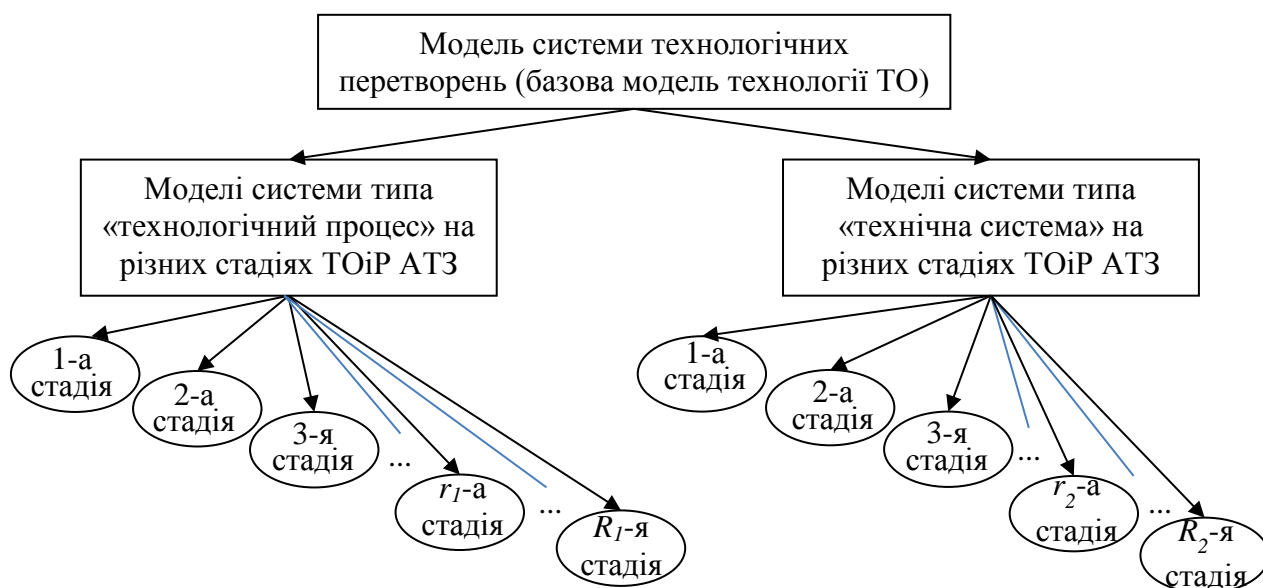


Рис. 4.9. Ієрархічні рівні моделей системи технологічних перетворень ТОіР АТЗ

Процес моделювання систем різних типів (рис. 4.10) має декілька ієрархічних рівнів. В процесі моделювання систем аналіз та синтез реалізується на базі рекурентних зв'язків. На верхньому ієрархічному рівні знаходиться «Система технологічних перетворень» (технологія ТОіР АТЗ), нижче – система типу «технологічний процес», а ще нижче – система типу «технічна система». Ці особливості необхідно враховувати в процесі проведення ТОіР АТЗ та вести їх аналіз і синтез в неперервному взаємозв'язку.

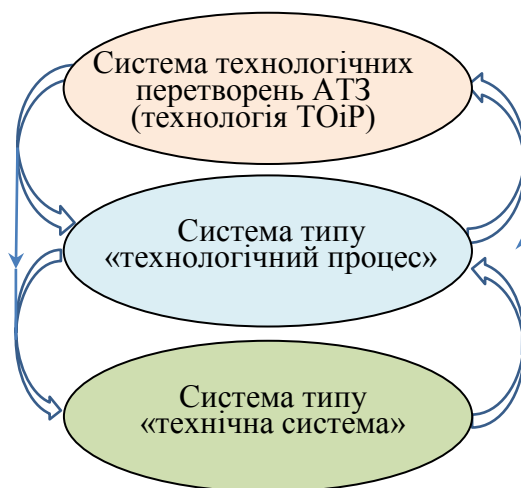


Рис. 4.10. Ієрархічні рівні систем та їх зв'язки в процесі синтезу

4.3. Прогресивні технології в системі ТО і Р автомобілів

Основні характеристики прогресивних технологій надано структурною схемою на рис. 4.11. Вона має ієрархічну структуру і містить основні признаки (властивості) АТЗ, особливості конструкції АТЗ та напрями забезпечення ефективної експлуатації АТЗ.

Міркувати про прогресивні нові технології в системі ТО і Р АТЗ потрібно по кінцевому результату, а саме по надійності АТЗ. На основі цього основні признаки за рис. 1 мають наступні категорії:

- якісно нова сукупність властивостей АТЗ або його компонентів (причина);
- якісно нова міра корисності компонентів АТЗ (наслідок).

Створені прогресивні технології нового покоління мають нові базові особливості. Основні з них зв'язані з високою наукоємністю їх створення, складністю реалізації і функціонування. Потрібен високий рівень інформаційних комп'ютерних технологій, оптимальний рівень енергозабезпечення. Моделювання нових технологій повинно базуватися на оптимальних технологічних процесів, при цьому використовуються нові методи ТО і Р компонентів, агрегатів, АТЗ в цілому. Використовуються прогресивні засоби виробництва.

Створені технології повинні мати високу стійкість та надійність функціонування за заданим маршрутом технологічного процесу. Усе це повинно

бути детально пророблено на основі нових підходів в моделюванні і забезпечення екологічності та ресурсозбереженості. Разом з цим створена технологія повинна буди відкрита до розвитку та мати можливість еволюціонувати і модифікувати згідно зі зовнішніми умовами, що змінюються. Крім того прогресивні технології можуть мати ряд інших особливостей, що відносяться до спеціальних питань їх моделювання.

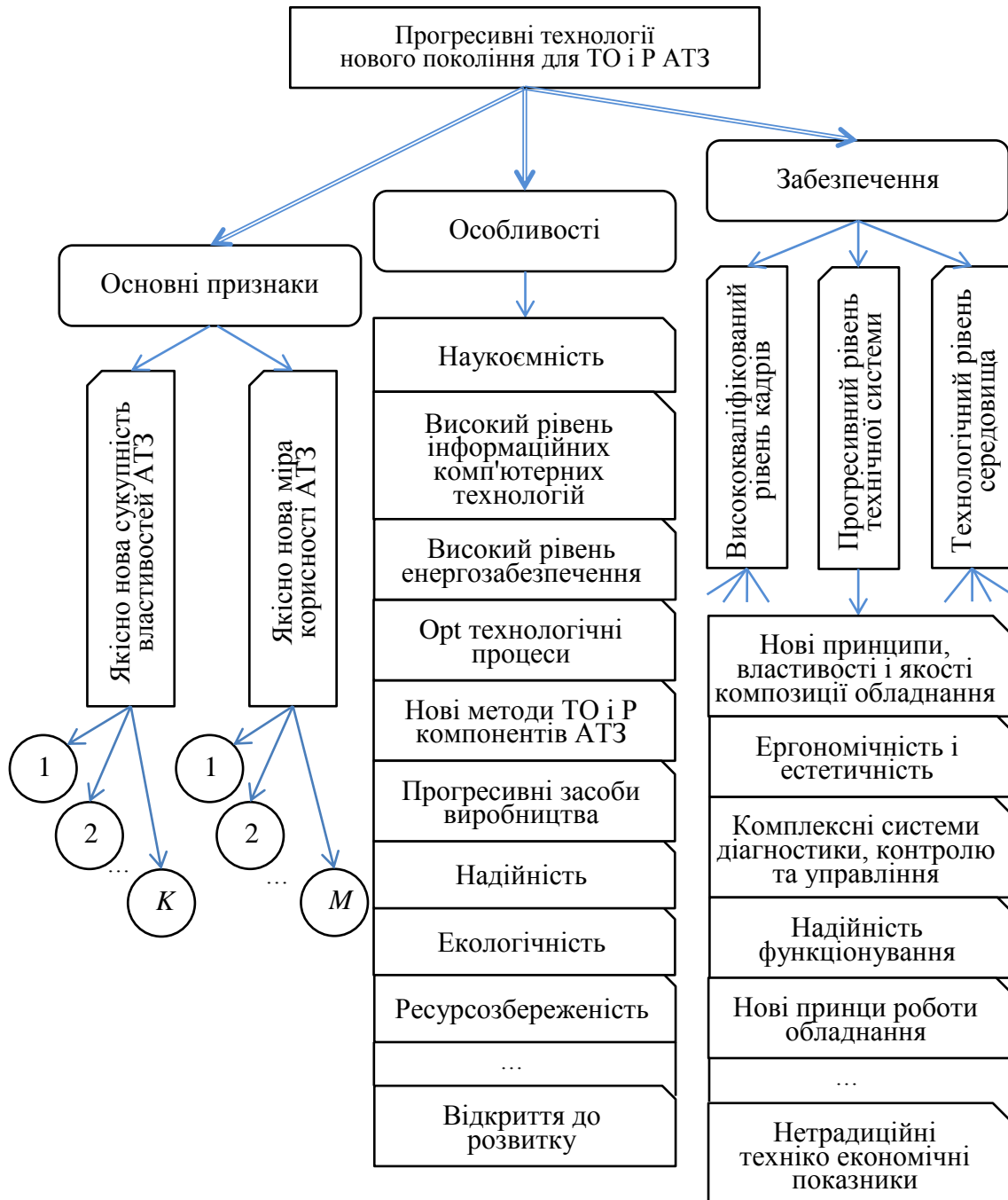


Рис. 4.11. Основні характеристики прогресивних технологій нового покоління в системі ТО і Р АТЗ

Для створення прогресивних технологій нового покоління необхідно нетрадиційне забезпечення [3], а саме: висококваліфікований рівень кадрів, прогресивний рівень технічної системи та технологічний рівень середовища. В даному випадку моделювання технологічних систем повинно визначатися кон'юнктурою ринку; базуватися на нових принципах, властивостях і якостях композиції обладнання ТО і Р АТЗ. Створені технологічні системи повинні мати ергономічність і естетичність, високу надійність функціонування. Для цього широко повинні використовуватися комплексні системи діагностики, контролю та управління обладнанням ТО і Р, а також нові принципи роботи обладнання. Такий комплексний підхід дозволяє використовувати нетрадиційні техніко-економічні показники.

Характеристичні показники якості створеної нової технології мають наступний вираз:

$$\left. \begin{aligned} C(t_k) &= \sum_{i=1}^z \sum_{j=1}^v C_{ij}(t_k) = K(t_k) \rightarrow \min(t_k) \\ C_{ij}(t_k) &= C(S_{ij}) + C(E_{ij}) + C(I_{ij}) \end{aligned} \right\} \quad (4.5)$$

де $C(t_k)$ – загальна вартість витрат на усі об'єкти рівнів ієрархії макросистеми, в момент часу t_k ; $C_{ij}(t_k)$ – вартість життєвого циклу j -го об'єкту на i -м ієрархічному рівні макросистеми момент часу t_k ; $C(S_{ij})$, $C(E_{ij})$, $C(I_{ij})$ – вартість множини витрат матеріального, енергетичного і інформаційного типів, відповідно; v – кількість об'єктів на i -м ієрархічному рівні макросистеми; z – кількість ієрархічних рівнів макросистеми; $K(t_k)$ – оптимальний функціонал, мінімізуючий витрати ($\min(t_k)$) в момент часу t_k .

Таким чином технології нового покоління характеризуються оптимальними характеристиками. Вони обумовлені основними признаками, особливостями і забезпеченням.

Наприклад, системи нового покоління: система Predictive Powertrain Control (PPC) – вантажівка активно гальмує та прискорює, розпізнає дорожні знаки та залучає відповідну стратегію переміщення; eActros – електричний вантажний автомобіль Mercedes Trucks; driver-assistance systems (ADAS) – самостійно ініціює

повне аварійне гальмування (Level 2 автоматичного водіння) [4, 5, 6] тощо. Вони потребують сучасного нового підходу при проведенні ТО і Р.

Таким чином, можна узагальнити технології ТОіР та отримання заданого технічного рішення [9]. На рис. 4.12 надана схема системного проектування технології та отримання заданого технічного рішення. Вибір заданого технічного рішення може виконуватися на базі відповідної системи ієрархічного рівня моделювання, які повинні пророблятися на основі ітеративної послідовності.

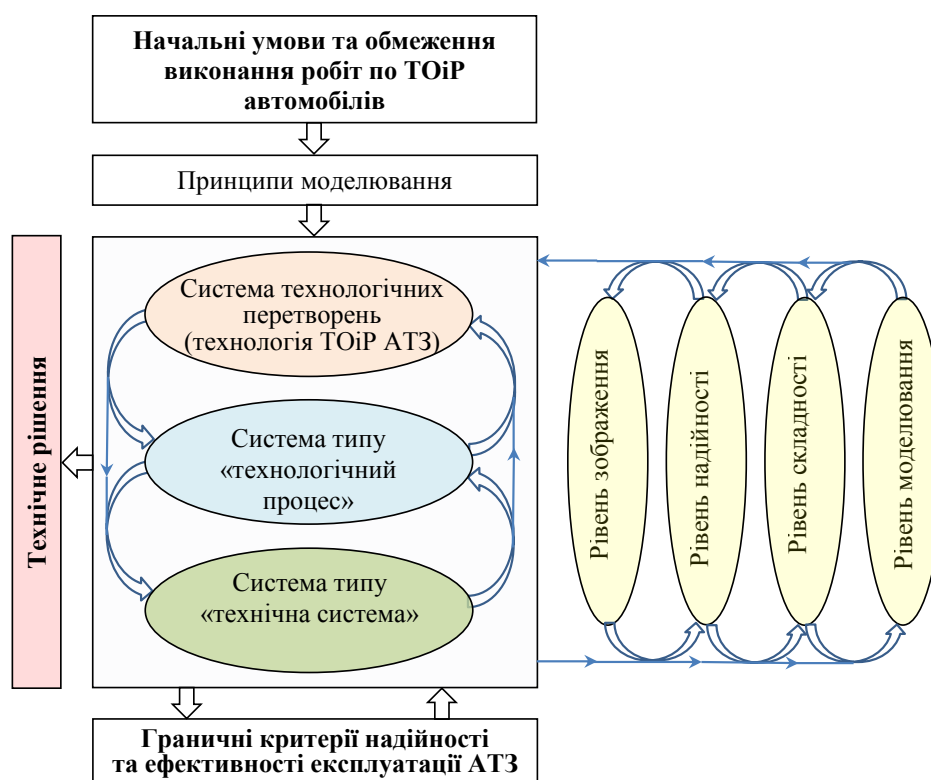
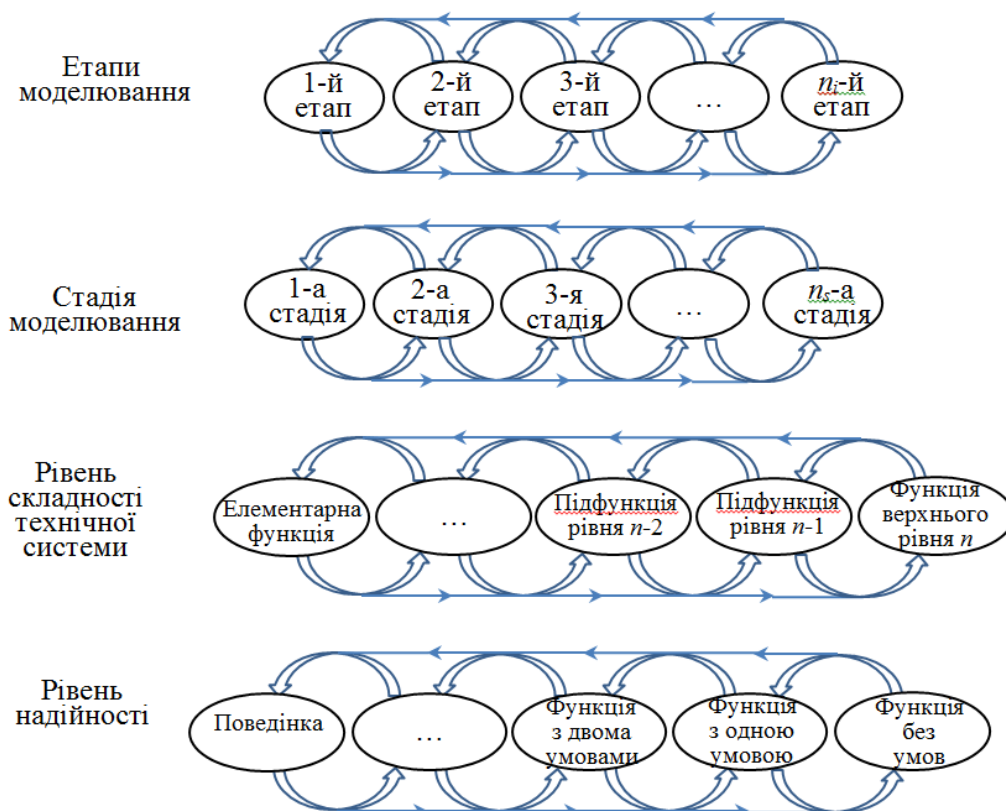


Рис. 4.12. Схема системного моделювання технології в системі ТОіР автомобілів та отримання заданого рівня технічного рішення

Перед началом процесу моделювання необхідно задати початкові умови та обмеження виконання робіт по ТОіР автомобілів, визначити принцип моделювання, враховувати особливості моделювання: стадії моделювання, рівні складності, технічного прогресу та зображення системи. Ці стадії та рівні в процесі синтезу систем повинні реалізовуватися на основі ітераційного підходу. Увесь процес моделювання повинен виконуватися тільки на базі граничного критерію надійності та ефективності експлуатації при ТОіР АТЗ.

При моделюванні технології TOiP ATЗ слід мати на увазі, що процеси моделювання можуть виконуватися на всіх етапах комплексної технології TOiP (рис. 4.13), а саме 1, 2, 3, ..., n_i . При цьому процес створення моделі повинно реалізовуватися на базі ітераційного підходу (iteratio – повторювання) з можливістю уточнювати їх особливостей. А також ці особливості необхідно уточнювати на всіх стадіях моделювання (рис. 4.13, б).



а – за етапами моделювання; б – за стадіями моделювання; в – за рівнями складності системи; г – за рівнем технічного стану (рівень надійності); д – за рівнем зображення

Рис. 4.13. Особливості моделювання технології TOiP AT

Ітераційна направленість моделювання технологій TOiP ATЗ (рис. 4.13, в) розглядається за всіма рівнями складності. Рівні складності системи можуть мати наступні типи: елементарна функція, підфункція рівня $n-2$, підфункція рівня $n-1$, функція верхнього рівня n . При цьому процес моделювання, як ітеративний, може виконуватися з поступово ускладненням функції. За рівнем технічного стану (рівень надійності) (рис. 4.13, г) моделювання технології TOiP ATЗ також повинно виконуватися з урахуванням ітеративного підходу, яке виконується за наступними

етапами: поведінка, ..., функція з двома умовами, функція з одною умовою, функція без умов. За рівнем зображення (рис. 4.13, д) процес моделювання може виконуватися за наступними рівнями: граф, схема, структура, модель, перелік робіт з ТОіР АТЗ, конструкція АТЗ.

Висновки за розділом 4

Таким чином, завдяки ієрархічній структури системи типу «технологічний процес» та системи «технічна система» реалізується структурування технологічних процесів та систем в залежності від багато 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.

Таким чином, завдяки синтезу сучасних технологій ТО автомобілів можна послідовно проводити технічні впливи для підтримки надійності АТЗ, створювати системи ТО (обсяг робіт) заданого рівня складності. Основна особливість синтезу технології є реалізація на основі рекурентної послідовності. Розроблена структурна модель континуума автомобіля, що дозволяє вивчити вплив його кількісних та якісних параметрів. Розроблена модель системи технологічних перетворень (модель технології ТО) може розглядати питання аналізу, синтезу, реалізації, функціонування, еволюції, модифікації, удосконалення ТО та утилізації АТЗ. В процесі моделювання систем аналіз та синтез реалізується на базі рекурентних зв'язків.

Узагальнено технологія ТОіР автомобілів та отримання заданого технічного рішення. Процес створення моделі технології ТОіР АТЗ реалізовується на базі ітераційного підходу (повторювання) з можливістю уточнювати їх особливостей.

ВИСНОВКИ

У магістерській роботі вирішувалася важлива мета – моделювання складних організаційно-технічних систем різними методами задля надійної експлуатації автомобілів. У ході виконаної роботи отримані наступні основні результати:

1. Соціотехнічний підхід є варіантом ситуаційної теорії, що синтезує класичні і гуманістичні уявлення про організацію. Завдання соціотехнічного підходу – об'єднати зусилля технічних і соціальних (у найширшому сенсі) фахівців в інтеграції і оптимізації організації як складної системи.

2. В результаті аналізу стійкості технічних систем автомобіля архітектура розподіленої ієрархічної операції використовується як основа для реалізації поетапної операції для розробки та реалізації/усунення варіантів підвищення стійкості систем.

3. Для виявлення першопричин в технічних системах найбільш актуальні та практичні методи Root cause analysis (RCA), Domino. Для виявлення можливих дефектів або відмов на самому ранньому етапі в технічних системах - метод Failure Mode and Effects Analysis. Цілеспрямований пошук відхилень в автомобілі, які можуть призвести до небезпечних наслідків в соціотехнічній системі - методи Hazard and Operability Study (HAZOP), AcciMap approach, Cognitive Reliability and Error Analysis Method (CREAM), Tripod Analysis, System-Theoretic Accident Model and Processes (STAMP). Моделювання складних організаційно-технічних систем, отриманий з теорії стійкої систем – методи Functional Resonance Analysis Method (FRAM), High Reliability Organization (HRO).

4. Матеріали магістерської роботи впроваджено в ДВНЗ ПДАБА (м. Дніпро) при проведенні лекційній та практичних робіт з дисципліни «Технічна експлуатація автомобілів».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Моляко В.А. Психология конструкторской деятельности / В.А. Моляко. – М.: Машиностроение, 1983.– 134 с.
2. Теория систем и методы системного анализа в управлении и связи / Под ред. В.Г. Лазарева. – М.: Радио и связь, 1983. – 248с.
3. Geels Frank W. Multi-Level Perspective on System Innovation: Relevance for Industrial Transformation. In book: Understanding Industrial Transformation. 2006. pp. 163-186. DOI: [10.1007/1-4020-4418-6_9](https://doi.org/10.1007/1-4020-4418-6_9)
4. The Domino Theory – Режим доступа: <http://www.hrdp-idrm.in/e5783/e17327/e24075/e27357/> - Назва з екрану
5. Матеріали сайту <http://ua.automation.com/content/fmea-analiz-vidov-i-posledstvij-otkazov>
6. FMEA: анализ видов и последствий отказов – Режим доступа: <https://www.safety.ru/sites/default/files/HAZOP1.pdf> - Назва з екрану
7. Процедура оценки рисков HAZOP – Режим доступа: <https://riskconcept.ru/protsedury-otsenki-riskov-hazop/> - Назва з екрану
8. Sklet S. Methods for accident investigation / Sklet S. - 2002. 75 p. ISBN: 82-7706-181-1
9. Rasmussen J., Duncan K., Leplat J. (Eds.). New Technology and Human Error, Wiley and Sons, New York ... TIME Magazine, Avon Books, New York, 1997.
10. Rasmussen J. Risk management in a dynamic society: a modelling problem. / Rasmussen J. - Safety Science. Volume 27, Issues 2–3, 1997, P. 183-213. [https://doi.org/10.1016/S0925-7535\(97\)00052-0](https://doi.org/10.1016/S0925-7535(97)00052-0)
11. Promoting Systems Thinking in Accident Investigations and System Design. – Режим доступа: <https://systemsthinkinglab.com/accimap/> - Назва з екрану
12. Cognitive Reliability and Error Analysis Method (CREAM). – Режим доступа: [https://www.skybrary.aero/index.php/Cognitive_Reliability_and_Error_Analysis_Method_\(CREAM\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Cognitive_Reliability_and_Error_Analysis_Method_(CREAM)) - Назва з екрану

13. Castaño F., Beruvides G., Haber R.E., Artuñedo A. Obstacle Recognition Based on Machine Learning for On-Chip LiDAR Sensors in a Cyber-Physical System. / Castaño, F.; Beruvides, G.; Haber, R.E.; Artuñedo, A. - Sensors 2017, 17, 2109.
14. Michel O. Cyberbotics L., Webots. Professional mobile robot simulation. / Michel O. Cyberbotics L., Webots. - Int. J. Adv. Robot. Syst. 2004, 1, 5
15. Tripod-BETA Incident Investigation and Analysis. – Режим доступу: <https://slideplayer.com/slide/7527981/> - Назва з екрану
16. Example of a (simplified) Tripod Beta diagram. – Режим доступу: <https://www.geniozz.com/about-tripod-beta> - Назва з екрану
17. Applying System-Theoretic Accident Model and Processes (STAMP) to Hazard Analysis. – Режим доступу: <https://macsphere.mcmaster.ca/bitstream/11375/11867/1/fulltext.pdf> - Назва з екрану
18. What high-reliability organizations get right. – Режим доступу: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/what-high-reliability-organizations-get-right> - Назва з екрану
19. The Socio-Technical System. – Режим доступу: <http://www.strategosinc.com/socio-technical.htm> - Назва з екрану
20. Сакно О.П. Моделювання системи технології технічний впливів на автомобіль / Сакно О.П., Колеснікова Т.М., Олло В.П. - Вісник Придніпровської державної академії будівництва та архітектури. – Дніпро: ПДАБА, 2019. – Вип. 1 (249-250). – С. 102-109.
21. Сакно О.П., Колеснікова Т.М., Олло В.П., Мойся Д.Л. Особливості системного моделювання щодо створення технологій для обслуговування автомобілів / Сакно О.П., Колеснікова Т.М., Олло В.П., Мойся Д.Л. - Збірник наукових праць Військової академії (м. Одеса). – Одеса: ВА, 2019. – Вип. 1(11). – С. 46-53.

Апробація результатів магістерської роботи

ISBN 978-966-323-207-2

УДК 001 (06)

Упорядники :

д. т. н., проф., ректор ДВНЗ ПДАБА *Савицький М. В.*, д. т. н., проф., зав.каф. будівельної механіки та опору матеріалів *Данішевський В. В.*, к. т. н., доц. каф. екології та охорони навколишнього середовища, радник ректора з редакційно-видавничої роботи *Тимошенко О. А.*

Матеріали друкуються в авторській редакції

Матеріали II науково-практичної конференції студентів ДВНЗ ПДАБА : збірник тез / упорядники В. В. Савицький, В. В. Данішевський, О. А.Тимошенко. – Дніпро : ДВНЗ ПДАБА, 2020. – 148 с.

Відповідальний за випуск : доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища, к. т. н. Тимошенко О. А.

Матеріали Другої науково-практичної конференції студентів ДВНЗ ПДАБА, травень 2020 р.

МЕХАНІЧНА ІНЖЕНЕРІЯ

Ведмеденко Іван, Аксьонов Максим (Шатов С. В.)
**ОБЛАДНАННЯ МОБІЛЬНОГО БУДІВЕЛЬНОГО
 ЗД-ПРИНТЕРА.....102**

Попенко Н. В., Сушко А. А., Кривенко В. В.,
 Тарасов Д. В., Ковальчук С. О. (Сакно О. П.)
**АНАЛІЗ ВИКОРИСТАННЯ НЕЧІТКОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ
 ТРАНСПОРТНИМ ПРОЦЕСОМ.....104**

ЦИВІЛЬНА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ

Ананіч Денис (Адегов О. В.)
**СКОРОЧЕННЯ ТЕПЛОТРАТ ЧЕРЕЗ ОГОРОДЖУВАЛЬНІ
 КОНСТРУКЦІЇ БУДІВЛІ, ЯК ОСНОВНА МЕТА
 ЕНЕРГОЕФЕКТИВНОГО БУДІВНИЦТВА В УКРАЇНІ.....106**

Міністерство освіти і науки України
 Харківський національний технічний університет сільського
 господарства імені Петра Василенка
 Національний університет біоресурсів і природокористування України
 Сумський національний аграрний університет
 Дніпровський державний аграрно-економічний університет
 Білоруський державний аграрний технічний університет
 Туркменський сільськогосподарський університет імені С.А. Ніязова
 Харківська філія Українського науково-дослідного інституту прогнозування
 та випробування техніки і технологій для сільськогосподарського
 виробництва імені Леоніда Погорілого

МАТЕРІАЛИ
 міжнародної науково-практичної конференції
 студентів, аспірантів та молодих вчених
 «ЕКСПЛУАТАЦІЙНА ТА СЕРВІСНА ІНЖЕНЕРІЯ»
 28-29 травня 2020 року



№ строки	Формат	Позначення	Найменування	Кіл. листів	№ екз.	Прим.			
		Загальна документація							
A4		МКР.ЕРМ.20.1504.1.00 ПЗ	Пояснювальна записка	76	1				
A4		МКР.ЕРМ.20.1504.1.01	Заголовний слайд	1	1	Слайд 1			
A4		МКР.ЕРМ.20.1504.1.02	Актуальність кваліфікаційної роботи	1	1	Слайд 2			
A4		МКР.ЕРМ.20.1504.1.03	Загальні положення кваліфікаційної роботи	1	1	Слайд 3			
			(Sociotechnical Systems (STS))						
A4		МКР.ЕРМ.20.1504.1.04	Автомобільний транспорт в соціотехнічній системі	1	1	Слайд 4			
A4		МКР.ЕРМ.20.1504.1.05	Вплив нових технологій (автомобілів) на соціотехнічну систему	1	1	Слайд 5			
A4		МКР.ЕРМ.20.1504.1.06	Алгоритм аналізу стійкості технічних систем	1	1	Слайд 6			
A4		МКР.ЕРМ.20.1504.1.07	Сучасні методи	1	1	Слайд 7			
A4		МКР.ЕРМ.20.1504.1.08	Метод Root Cause Analysis (RCA)	1	1	Слайд 8			
A4		МКР.ЕРМ.20.1504.1.09	Метод AcciMap approach	1	1	Слайд 9			
A4		МКР.ЕРМ.20.1504.1.10	Метод STAMP (System-Theoretic Accident Model and Processes)	1	1	Слайд 10			
A4		МКР.ЕРМ.20.1504.1.11	Прогресивні технології нового покоління в автотранспорті	1	1	Слайд 11			
A4		МКР.ЕРМ.20.1504.1.12	Висновки	1	1	Слайд 12			
				МКР.ЕРМ.20.1504.1.00 ВКР					
Зм. Арк.	№ Докум	Підпис	Дат	<p style="text-align: center;">Оцінка функціонування технічних систем автомобілів в соціотехнічній системі різними методами</p> <p style="text-align: center;">Відомість КР</p>					
Разроб.	Попенко						Літера	Аркцш	Аркцшів
Перевір.	Сакно						Д	П	76
Керівник	Сакно						ПДАБА гр. АТ-19мп		
Н. контр.	Колеснікова								
Затв.	Лиходій								