

Сакно О.П.¹, доцент кафедри, к.т.н., доцент
Колеснікова Т.М.¹, доцент кафедри, к.т.н., доцент
Медведєв Є.П.², доцент кафедри, к.т.н.
Шевченко О.В.¹, студент

¹ ДВНЗ «Придніпровська державна академія будівництва та архітектури»

² Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля

АНАЛІЗ ОСНОВНИХ ПРИНЦИПІВ FRAM

Успішне управління транспортним процесом може бути реалізовано при виявленні впливу факторів на ефективність його виконання і визначенні закономірностей виникнення причин, які можуть негативно впливати на нього. Питання контролю безпеки руху автотранспортних засобів при виконанні процесів доставки вантажів і перевезення пасажирів є актуальними і вимагають їх вирішення з залученням сучасних наукових методів. Метод аналізу функціонального резонансу (Functional Resonance Analysis Method – FRAM) використовується для вивчення складних соціотехнічних систем. Він був створений і описаний Еріком Холнегелем, який зазначив, що складні технічні системи містять велику кількість підсистем і компонентів, мінливість продуктивності яких зазвичай поглинається системою з мінімальним впливом на загальну систему. Основними джерелами цієї мінливості є люди, технології, організації, які забезпечують справний стан техніки.

FRAM базується на чотирьох принципах або припущеннях щодо того, як все відбувається. Чотири принципи:

1. Принцип еквівалентності: роботоздатність і нероботоздатність рівнозначні тому, що вони обидва впливають із варіабельності функціонування технічної системи в цілому. Не існує спеціальних причин, які працюють лише на відмови.

2. Принцип приблизних коригувань: варіабельність як спосіб пристосувати людину до керування системою ТОiP та експлуатації автомобілів. Люди (фахівці) завжди мають коригувати те, що вони роблять, щоб відповідати ситуації (наприклад, безпека руху). Така варіабельність ефективності неминуча, повсюдна і необхідна.

3. Принцип несподіваності: поява роботоздатності і нероботоздатності не є прямим результатом варіабельності в межах певної задачі чи функції, а це поєднання варіабельності багатьох функцій. Змінність функціонування системи може поєднуватися несподівано, що призводить до непропорційно великих результатів (нелінійні ефекти). Результат виникає, якщо його не можна віднести або пояснити (неправильними) функціями системи. Тобто не всі результати можна пояснити, що мають конкретну причину, та яку можна визначити.

4. Принцип функціонального резонансу: несподівані «посилени» ефекти взаємодій між різними джерелами варіабельності лежать в основі явища, описаного функціональним резонансом. Функціональний резонанс (functional resonance) – це детектовний сигнал (*detection signal*, тобто можна виявити), який виходить із ненавмисної комбінації варіабельності багатьох сигналів. Функціональний резонанс – це альтернатива лінійній причинності.

Розглянемо детально принципи.

1. Принцип еквівалентності - роботоздатність і нероботоздатність виникають в результаті одних і тих же процесів при експлуатації автомобілів. Пояснення виникнення відмови покладається на розбиття технічної системи на частини або компоненти. Як у фізичній, так і в соціотехнічній системах існують «природні» частини, такі як люди, машини тощо. В описі процесу або послідовності подій розкладання призводить до опису окремих дій або кроків у процесі, наприклад, перелік регламентних робіт ТО. ТО покладається на пошук однієї або декількох деталей або компонентів, що спричинили відмову. Наслідок таким чином пояснюється появи несправностей системи та/або її компонентів. Цей погляд базується на гіпотезі про різні причини, яка полягає в припущенні, що процеси, які протікають правильно, та процеси, які протікають неправильно, роблять це з різних причин, тобто, що два види результатів мають абсолютно різні причини. Тоді як FRAM і Resilience Engineering застосовують інший підхід, а саме, що процеси, які протікають правильно, і речі, які протікають неправильно, відбуваються приблизно однаково. Те, що результати в двох випадках різні, не означає, що основні причини також повинні бути різними. Принцип приблизних коригувань пояснює, чому це так.

2. Принцип приблизних коригувань. Соціотехнічні системи можна зрозуміти лише частково, так як це складний зв'язок між людиною, технікою, інфраструктурою тощо. Тому фактичні умови роботи або проведення дії ніколи не повністю узгоджуються з тим, що очікувалося або було призначено. Тому для виконання роботи необхідно постійно пристосовувати експлуатацію автомобіля до існуючих умов (ресурси, час, інструменти, інформація, вимоги, можливості, конфлікти, технології ТО). Ці коригування

здійснюються окремими людьми, групами та організаціями і відбуваються на всіх рівнях - від виконання конкретного завдання (регламентні роботи ТО) до планування та управління. Однак, оскільки ресурси (час, технологія ТОіР, інформація тощо) майже завжди обмежені, такі корективи неминуче будуть приблизними, а не точними. У більшості випадків це досить добре, оскільки ситуації рідко сильно відрізняються від тих, що зазвичай є. Орієнтовне коригування є причиною того, що процеси в основному йдуть правильно, але також і причиною, коли вони час від часу йдуть неправильно (рис. 1).

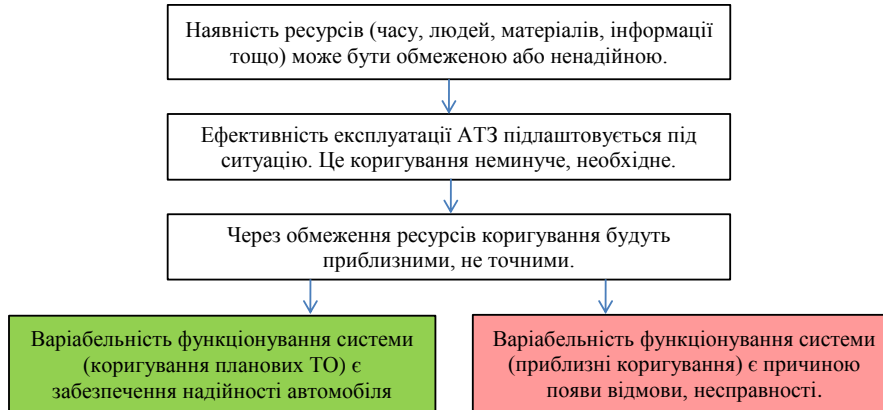


Рис. 1. Принципи приблизного коригування функціонування технічної системи

3. Принцип несподіваності чи виникнення результатів. Варіабельність, що обумовлена щоденними коригуваннями, рідко сама по собі є достатньо великою, щоб слугувати причиною відмови або досить велике, щоб описати її як збій. Але якщо неможливо знайти причину специфіки, яка пояснює спостережуваний наслідок, тоді не можна правильно стверджувати, що результати були викликані певними умовами чи ситуаціями. Коригування періодичності ТОіР автомобілів зазвичай проводилися саме тому, що це зазначено в технічному паспорті. Варіабельність декількох функцій може збігатися і взаємно впливати одна на одну несподіваними способами, тим самим призводити до несподіваних і непропорційних наслідків - як у негативному, так і в позитивному сенсі. Такий спосіб опису чи пояснення того, як виникають наслідки, технічно називається нелінійним (нелінійний ефект має дві характеристики. По-перше, не існує пропорційності між «причиною» та «наслідком». Ефект не можна пояснити причинно-наслідковим (лінійним) мисленням). І помилки (відмова, несправність), і повсякденна ефективна робота (роботоздатний стан автомобіля) можна пояснити як виникаючі з варіабельності, а не як результат (або викликаний ним). На практиці це означає, що наслідки не можна приписувати або пояснювати, посилаючись лише на несправності або дефекти в конкретних компонентах або деталях.

На рис. 2 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.

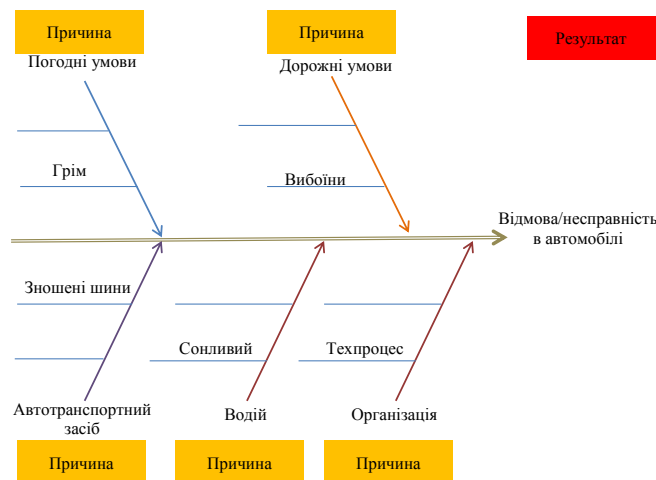


Рис. 2. Ідентифікація причин, що впливають на появу відмови в автомобілі

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

На рис 3 показано, як виникаючий результат може сприйматися як нестабільний (короткостроковий) поєднання станів і подій. Однак наслідки не можна пояснити як вплив конкретних компонентів або функцій. Натомість інцидент трапляється через перехідних або тимчасових умов.

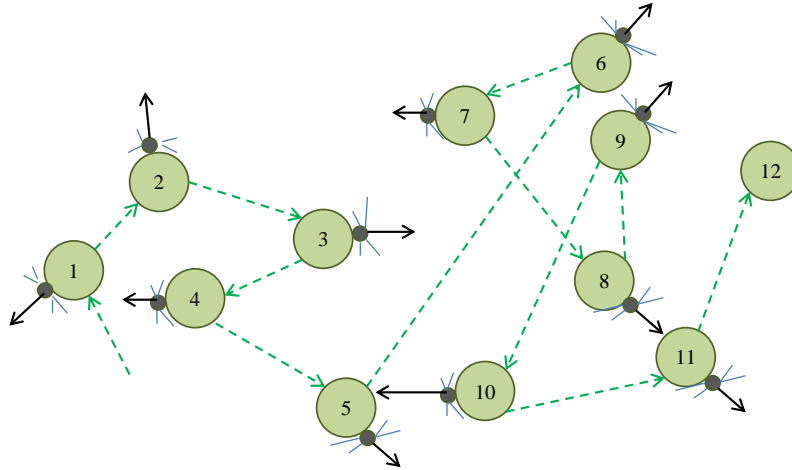


Рис. 3. Надзвичайні результати в технічній системі (автомобіль), що сприяють появі несправності/відмови

«Причини» – це конфігурації або комбінації станів і подій, які існували в певний момент часу. Про їх існування можна зробити висновок, але їх неможливо знайти.

Результатом є (відносно) стабільна зміна системи або її частин.

4. Принцип резонансу. Змінність ряду функцій іноді може збігатися, тобто вони можуть взаємно впливати одна на одну. Це може призвести до того, що амплітуда однієї або декількох функцій стає незвично великою (призводить до позитивних чи негативних результатів). Наслідки такої підвищеної варіабельності можуть поширюватися на інші функції аналогічно явищу резонансу. Таким чином, це вже не питання про одиночні чи декілька причинно-наслідкових ланцюгів, оскільки це означатиме, що можна говорити про одне або більше конкретних та розпізнаваних причин (відмова). Натомість впливи виникають, тобто вони виникають таким чином, який неможливо пояснити або звести до лінійної причинності.

Функціональний резонанс – це виявляється результат (або сигнал), що виникає внаслідок непередбачуваної взаємодії повсякденної варіабельності декількох сигналів. Орієнтовні коригування містять невелику кількість впізнаваних скорочень або евристики, що означає, що варіабельність експлуатаційних властивостей автомобілів є напівпорядкованою, а також частково передбачуваною. Існує закономірність у тому, як люди поведуться та як вони реагують на несподівані ситуації - у тому числі й ті, що виникають із того, як поведуться інші люди. Резонансні ефекти, які виникають, можна розглядати як наслідок способів функціонування системи, і явище тому називається функціональним резонансом, а не стохастичним резонансом.

Функціональний резонанс пропонує спосіб зрозуміти результати, які є як безпричинними (виникаючими), так і нелінійними (непропорційними) таким чином, що робить можливим прогнозування і контроль.

Практично для всіх форм людської діяльності важливо зробити наші дії та оточення максимально зрозумілими – і, таким чином, максимально передбачуваними.

Традиційні методи та підходи до управління ризиками мовчазно припускають, а отже, опосередковано вимагають відстеження систем. У 1960-70-х роках, коли були розроблені ці методології ризику, це припущення не було обґрунтованими, хоча воно не було правдивим. Однак інформаційні технології (зокрема) перетворили складність наших систем на експоненціальну швидкість, і встановлені методології вже не придатні для низького трактування або нерозв'язних систем. Таким чином, нам потрібен новий підхід та нові інструменти.