

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ  
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ  
Представництво Польської академії наук в Києві  
Польська академія наук Відділення в Любліні  
Академія інженерних наук України  
Українська асоціація аграрних інженерів

Міністерство  
освіти і науки  
України



122 річниці НУБіП України присвячується

**ЗБІРНИК**  
**ТЕЗ ДОПОВІДЕЙ**  
**XVI МІЖНАРОДНОЇ НАУКОВОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ**  
**«РАЦІОНАЛЬНЕ ВИКОРИСТАННЯ ЕНЕРГІЇ В ТЕХНІЦІ»**  
*з нагоди 89-ї річниці від дня народження*  
**МОМОТЕНКА**  
*Миколи Петровича*  
*(1931-1981)*

**TechEnergy 2020**

*19-22 травня 2020 року*  
*м. Київ*

УДК 656:338

## **МЕТОДИ ОЦІНКИ І АНАЛІЗУ НАДІЙНОСТІ СКЛАДНИХ ТРАНСПОРТНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ В НИХ**

***В. В. Аулін, д.т.н., проф., Д. В. Голуб, к.т.н., доц.**  
Центральноукраїнський національний технічний університет,  
м. Кропивницький, Україна*

Методи оцінки і аналізу надійності транспортних систем та технологічних процесів в них включають застосування аналітичних методів розрахунку, методів імітаційного статистичного моделювання, основних, додаткових та комбінованих методів аналізу (рис. 1).

Найбільше розповсюдження отримали аналітичні методи. Це пов'язано із забезпеченням необхідної точності результатів за відсутності або неможливості отримання початкової інформації. Методи імітаційного статистичного моделювання для розрахунку надійності технічних систем менш застосовні, оскільки не дозволяють одержувати достовірні результати, внаслідок неможливості коректного врахування моделлю великої кількості чинників функціонування системи.

Національним стандартом ДСТУ 2861-94, гармонізованим з вимогами міжнародного стандарту МЕК 60300-3-1:2003, регламентується рекомендації по застосуванню методів аналізу надійності складних процесів і систем, а також приводиться їх детальна характеристика. Згідно даних рекомендацій аналіз надійності системи має якісну і кількісну складові.

Якісний аналіз надійності технічних систем передбачає: аналіз функціональної структури; визначення режимів несправностей системи і компонентів, механізмів відмов, причин і наслідків відмов; визначення механізму деградації, який може привести до відмови; аналіз ремонтпридатності, з урахуванням часу, методу ізоляції і методу відновлення; визначення адекватності методів діагностики відмов; аналіз можливостей

запобігання відмов; визначення стратегій профілактики і відновлення відмов, технічного обслуговування і ремонту.



Рис. 1. Класифікація методів оцінки надійності складних транспортних систем і технологічних процесів в них.

Кількісний аналіз надійності технічних систем включає: розробку моделей надійності системи; визначення необхідних для розрахунку початкових даних; розрахунок показників надійності; проведення аналізу критичності і чутливості результатів розрахунку до прийнятих допущень.

В той час група загальнотехнічних методів в автомобільних транспортних системах носить допоміжний характер і ці методи також є методами підтримки. Комбіновані методи засновані на сумісному застосуванні методів двох перших видів. Аналіз розглянутих методів показав, що не всі методи, представлені на

рис. 1, підходять для аналізу надійності складних автомобільних транспортних систем. Частина методів застосовуються лише для аналізу надійності складних технічних систем. До них можна віднести: метод прогнозування інтенсивності відмов, аналіз міцності та напружень, аналіз кінцевих елементів, обмеження допустимих відхилень і вибір частин, аналіз надійності програмного забезпечення. Виявлено, що у порівнянні з технічними системами автомобільні транспортні системи більш складні, оскільки елементами їх структури є групи людей, взаємозв'язані між собою організованими процесами перевезень вантажів та пасажирів. У зв'язку з цим є необхідність більш детально розглянути методи аналізу надійності автомобільних транспортних систем та їх показників надійності, які можуть бути застосовані до будь-якої транспортної системи. З цією метою особливий інтерес викликають методи, що дозволяють не тільки проводити розрахунок кількісних показників надійності та якісну характеристику автомобільних транспортних систем, але також ті що, забезпечують наочне уявлення про їх роботу з точки зору надійності.

До цієї групи методів можна віднести: аналіз дерева відмов; аналіз дерева подій; аналіз мережі Петрі; таблиця інтенсивності відмов; діаграма причин і наслідків. До групи методів аналізу надійності автомобільних транспортних систем можна також віднести: побудова та аналіз структурної схеми надійності; функції алгебри логіки; матриця станів системи і підсистем; граф станів системи і підсистем; діаграма причин і наслідків; аналіз дерева відмов; аналіз дерева подій; диференціальні і алгебраїчні рівняння.

Коротка характеристика методів, які можна застосувати до аналізу надійності автомобільних транспортних систем, представлена в табл. 1.

Таблиця 1

Характеристика методів аналізу і оцінки надійності функціонування автомобільних транспортних систем

Назва методу	Призначення	Переваги	Недоліки
Аналіз видів і наслідків відмов транспортних систем	Ідентифікація усіх можливих відмов в системі і їх наслідків	Можливість використання в попередньому аналізі нових систем та процесів	Великий об'єм аналізованої інформації, ускладнення через відсутність зв'язків, причин і наслідків відмов
Дослідження небезпеки і працездатності транспортних систем	Ідентифікація потенційних відхилень системи від заданих цілей і їх причин	Ефективність при виявленні можливих причин і наслідків відхилень в роботі системи від	Неможливість розгляду поведінки системи, а також досліджень їх поведінки в нестандартних

		заданих цілей до початку її роботи	режимах та умовах функціонування
Аналіз надійності людського фактору в транспортних системах	Оцінка факторів, що визначають надійність роботи людини з підсистемами та їх елементами, розподіл функцій між ними	Без урахування людського фактору, прогноз надійності системи може бути неправдивим	Необхідність в глибоких знаннях параметрів ефективності дій людини
Аналіз паразитних контурів в транспортних системах	Виявлення можливих прихованих факторів, що призводять до виникнення незапланованих режимів роботи системи	Сприяє скороченню помилок при проектуванні систем і людських помилок при їх експлуатації	Потреба у фахівцях з аналізу паразитних контурів, дороге програмне забезпечення
Аналіз найгіршого випадку в транспортних системах	Визначення можливого зниження ефективності систем на основі вивчення меж зміни початкових параметрів	Висока надійність системи, при будь-яких характеристиках в межах заданих відхилень, не складний математичний апарат	Обов'язкове визначення усіх можливих математичних або логічних співвідношень між параметрами, аналітичні результати не є оптимальними
Аналіз Парето в транспортних системах	Виявлення проблем, рішення яких мають високий потенціал підвищення надійності	Простота, малі витрати часу і праці, можливість використання для будь-яких систем і процесів	Є лише інструментом для поліпшення огляду даних, вимагає залучення інших методів
Аналіз звіту про відмови і система коригуючих дій в транспортних системах	Виявлення і аналіз відмов системи, що виникають в процесі її експлуатації, розробка системи коригуючих дій	Можливість використання в якості початкових даних, інформації для різних умов експлуатації і зовнішнього середовища	Результати залежать від кваліфікації персоналу, оцінки і реєстрації відмов, не придатні для об'єднання числових оцінок у більшості випадків

Приведений огляд методичної бази дозволив встановити, що для оцінки або розрахунку надійності багатофункціональних виробничо-економічних процесів, яким є транспортний процес на автомобільному транспорті, може бути застосований лише частково, оскільки дуже складно врахувати такі особливості функціонування транспортної системи, як наявність надмірності елементів, існування прихованих відмов, динаміку структури системи і її підсистем та елементів, а також коректування мети, можливість зміни алгоритмів дії структурних елементів в ході розвитку транспортного процесу. На основі зазначених методів можна розробити методичний інструментарій оцінки надійності процесів перевезень на автомобільному транспорті та вимагається формулювання та обґрунтування концепції забезпечення надійності функціонування транспортних систем перевезень вантажів і пасажирів.