

## ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ НАУКИ ПРО НАДІЙНІСТЬ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

**Бойко Анатолій Іванович д.т.н., проф.**

*Національний університет біоресурсів і природокористування України*

*В статті приведені основні етапи розвитку науки про надійність складних технічних систем. Показано вклад окремих вчених і напрямки досліджень і встановлення науки. Вказано на суттєві досягнення, які сформували подальший розвиток підходів до створення високонадійних складних систем. Приділена увага сучасним вимогам до надійності сучасної техніки і приведені головні шляхи вирішення поставлених задач по забезпеченню безвідмовності машин.*

**Ключові слова:** *складна техніка, школи надійності, моделі безвідмовності, шляхи підвищення довговічності*

Надійність як наука має відношення до всього життєвого циклу машин починаючи з їх проектування і завершуючи утилізацією. Особливо важливим в забезпеченні надійності є етап конструкторської розробки проекту, де поруч з основними функціональними показниками машин закладаються і показники надійності.

В зв'язку з постійним ускладненням техніки проблема забезпечення надійності конструкцій набуває все більшого значення.

Історія розвитку науки про надійність показує, що незважаючи на давнє походження основ цієї науки вивчення надійності складних систем отримало інтенсивний розвиток тільки після Другої світової війни. Пов'язано це насамперед з суттєвим ускладненням технічних рішень виробів (радіоелектроніка, автоматика, ракетні установки, обчислювальна техніка, тощо).

Порівняно з електронними системами забезпечення надійності механічних систем є відносно специфічним напрямком в теорії і практиці цієї науки. Більш-менш цілеспрямовані дослідження відносяться до 50х років минулого століття і почалися вони в Сполучених Штатах Америки. Необхідність в появі таких досліджень насамперед пов'язана з розвитком космічної техніки. Передумовою постановки завдань стали ряд невдалих запусків, а також економічні, моральні і фізичні втрати, які понесла ця передова галузь. Після аварії супутника «Сінком-1», невдалого запуску «Марінер-3», НАСА заклало в бюджет мільйони доларів на дослідження причин відмов, а з 1965 року поставлено до вирішення ряд актуальних проблем:

- забезпечення надійності систем при перевантаженнях;
- дослідження надійності при випадкових динамічних навантаженнях;

- проектування механічних систем з урахуванням необхідного рівня надійності.

В процесі розвитку науки про надійність одним з важливіших етапів у вирішенні проблеми став етап пов'язаний з проектуванням при розробці конструкцій. Тобто потенційна надійність виробу повинна закладатися на початку його створення.

В середині минулого століття в США почали проводитись симпозиуми по надійності (інститут радіоінженерів IRE, пізніше IEEE). Війна в Кореї підштовхнула до вирішення практичних завдань надійності. Причиною стала неможливість своєчасного обслуговування (ремонт) і забезпечення працездатності військової техніки.

Однією з перших робіт по надійності слід вважати книгу Д.Сандлера «Техніка надійності систем» (переклад М.1966р.), яка відноситься до напрямку загального проектування складних систем. В ній розглянуті питання складності прийняття відповідальних інженерних рішень в умовах невизначеності (відсутності первинної інформації). Безумовно такі завдання можливі до виконання тільки при застосуванні ймовірнісних методів. В роботі розглянуті моделі надійності як невідновлюємих, так і відновлюємих систем. Зроблені спроби постановки завдань по оптимізації обслуговування складної техніки.

Не можна не відмітити «Довідник по надійності» (США переклад М. 1969р.), де колективом авторів розглянуті питання ефективності використання технічних систем з позиції їх надійності, оцінки надійності в інженерній практиці. Однак матеріал довідника більш направлений на аналіз результатів отриманих в практиці експлуатації техніки і мало стосується етапів її створення при проектуванні.

Також американським виданням є книга Диллона Б. і Синча Ч. «Інженерні методи забезпечення надійності систем» (переклад М.1984), що піднімає питання необхідності розгляду властивості «надійність» на етапі проектування техніки. Особливо актуальним ця проблема стає з постійним удосконаленням технічних систем. В роботі відводиться важлива роль аналітичним моделям надійності. Пропонується ряд нових методів дослідження надійності, які ще знаходились на етапі їх опробування:

- будова дерев несправностей;
- надійність біо-технічних систем;
- надійність елементів з декількома можливими відмовами.

Відсутність прізвищ Радянських вчених на перших етапах розвитку науки про надійність систем пояснюється різними причинами.

Можна сказати, що для нашої дійсності стало нажаль традиційним приділяти проблемі надійності виробів другорядне значення. За загальним

розвитком передових галузей електроніки, космонавтики, кібернетики, обчислювальної техніки і відсталістю в цих напрямках було не до надійності. Особливо це стосується післявоєнного періоду Другої світової війни. Однак об'єктивні причини необхідності розробки складної дорожньої передової техніки стали основою приділення уваги цій важливій для промисловості і військової справи науці. Слід також відмітити інтуїтизм, бажання і науковий потенціал вчених, що зайнялися проблемами надійності.

В 1958 році відбулася перша в Радянському Союзі Всесоюзна конференція по надійності (організатор Я. М. Сорін). По її рішенням створена секція надійності техніки.

Важливою подією в історії розвитку науки про надійність стало заснування відповідного відділу у військово-промисловому комплексі Радянського Союзу (І. А. Ушаков, Я. М. Сорін, Б. В. Гнеденко, Я. Б. Шор).

Починаючи з 1960 р. Б. В. Гнеденко проводить семінари по надійності в МТУ ім. Баумана. Цим був закладений фундамент майбутньої школи підготовки спеціалістів в цій галузі, а також видана ґрунтовна книга «Математичні методи в теорії надійності».

Пізніше в політехнічному музеї (Москва) запрацював кабінет по проблемам якості і надійності. Тут читався курс лекцій по надійності і велись консультації для працівників промисловості. Це була важлива ступінь в розвитку науки про надійність. На семінар їхали зацікавлені представники і спеціалісти з різних регіонів Союзу.

В багатьох видавництвах почали друкуватися переклади кращих закордонних робіт по надійності, а також вийшов вітчизняний довідник по надійності (І. А. Ушаков, Б. А. Козлов).

Паралельно з розвитком науки про надійність техніки у Москві, в одному з науково-дослідних інститутів «Судпрома» в Ленінграді був запроваджений відділ надійності (Н. А. Романов, Н. М. Маліков). Таким чином був заснований не менш важливий для загальної теорії і практики надійності, а може і більш важливий для надійності складних систем, напрямок, що в подальшому отримав перспективний розвиток. Очолив цю школу А. М. Половко. Тут також організований кабінет і семінар по надійності. В результаті групою авторів підготовлена і видана перша вітчизняна книга і збірник задач і завдань по надійності. Книга А. М. Половко «Основи теорії надійності» перекладена і опублікована в ряді закордонних країн.

В подальшому Санкт-Петербурзьку школу очолив І. О. Рябінін, що надав ряд нових напрямків в дослідженні складних систем. Їм вперше для структурно-складних систем розроблений і застосований логіко-ймовірнісний метод аналізу і розрахунку надійності.

Київська школа надійності основою свого існування пов'язана з ім'ям академіка Б. В. Гнеденко, який будучи директором інституту математики

АН УССР разом із І. М. Коваленко читали лекції по надійності (теорії масового обслуговування) у військовому училищі ПВО (КВІРТУ). Семинар по надійності очолив М. О. Шишенок. Суттєвий результат в теорію надійності вніс академік АН України В. С. Королюк.

В останній час багато друкється в галузі надійності П. В. Стрельников, що пропонує ймовірно-фізичні моделі надійності на основі дифузійного розподілу випадкових величин.

Стосовно забезпечення надійності механічних систем з урахуванням особливостей формування їх відмов відомі роботи В. Я. Аніловича, О. С. Гринченка.

Досягнення радянських шкіл в галузі надійності стали безспірними в світовій науці. Достатньо назвати тільки прізвища декількох з вчених, які підняли рівень науки на більш значну висоту (Гнеденко Б. В., Ушаков І. А., Половко А. М., Коваленко І. М., Колмогоров А. М., Рябінін І. О., Черкесов Г. М., Кирилюк В. С., Нечипоренко В. І. та багато інших.

В світовій практиці науки про надійність відомі також прізвища Капура К., Ламберсона Л., Барлоу Р., Прощана ФІ., Райкше К. та багатьох інших вчених, що внесли свій вклад в розвиток даної науки.

Останні роки соціальних, економічних і політичних проблем не були сприятливими для розвитку науки в Україні, а особливо такого напрямку як надійність складної техніки. Ця наука потребує певного математичного рівня при проведенні моделювання, а також знань самої техніки, умов її експлуатації, організації і виконання регламентних робіт при обслуговуванні.

Реалії економіки породили нові виклики для науки про надійність. Увійшла у використання закордонна техніка, яка вже працювала певний термін попередньо. Звідси необхідність системного підходу до розгляду самої техніки з залишковим ресурсом, підсистем діагностування її стану і технічного обслуговування на різних стадіях експлуатації. Такі нові наукові завдання вирішуються з використанням системного підходу шляхом дослідження поведінки окремих підсистем і систем в цілому.

Перед вченими, що працюють в галузі надійності складних систем постають нові завдання як наукового, так і економічного характеру.

Актуальними на сьогодні стали питання розробки техніки з наперед заданим обмеженням ресурсом. Якщо обмеження ресурсу продиктовані економічними інтересами фірм, що примушують споживачів нести додаткові непередбачені затрати на оновлення працездатності виробів або їх заміни, то такі проблеми вже не представляють прямого науково-технічного інтересу.

В зв'язку з постійним ускладненням техніки міняються умови праці персоналу, що керує машинами. Розгляд системи «людина-машина» з метою підвищення готовності техніки до виконання її функцій, представляє

ще одне наукове завдання, вирішення якого суттєво впливає на надійність сучасних машин і комплексів.

Цікавим і перспективним напрямком в забезпеченні надійності сучасної складної техніки слід вважати створення самоорганізуючих систем. Тобто таких систем, які за рахунок своїх внутрішніх резервів могли б виправляти ті помилки в роботі, які самі допускають.

Як видно з представленого матеріалу перспективні дослідження по надійності носять різноманітний характер, використовують сучасний математичний апарат і направлені на отримання насамперед динамічних характеристик надійності складних технічних систем. Такий підхід відкриває перспективи створення в тому числі самоорганізуючих систем, а також систем, що самі налаштовуються на ліквідацію відмов.

Потребують розширення також дослідження з системами, для яких характерні проявлення декілька видів відмов.

Вирішенню деяких з вказаних проблем присвячені дослідженням, що проводяться кафедрою надійності техніки Національного університету біоресурсів і природокористування України (НУБіП України).

## Summary

### HISTORY OF DEVELOPMENT OF SCIENCE ON THE RELIABILITY OF TECHNICAL SYSTEMS

Boyko A.I.

*The article presents the main stages of the development of the science of the reliability of complex technical systems. It is shown the contribution of individual scientists and the direction of research and establishment of science. It is pointed out the significant achievements that formed the further development of approaches to creating highly reliable complex systems. The modern requirements for the reliability of modern technology are given attention and the main ways of the solution of the set tasks to ensure the reliability of machines are given.*

**Key words:** *complex equipment schools of reliability models of reliability ways to increase durability*