



НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

РЕМОНТОПРИДАТНІСТЬ УСТАТКОВАННЯ

Частина 3. Перевірка, збір, аналіз і подання даних
(ІЕС 60706-3:2006, IDT)

ДСТУ ІЕС 60706-3:2008

Видання офіційне

БЗ № 8–2008/486

Київ
ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ УКРАЇНИ
2010

ПЕРЕДМОВА

1 ВНЕСЕНО: ДП «Всеукраїнський державний науково-виробничий центр стандартизації, метрології, сертифікації та захисту прав споживачів» (Укрметртестстандарт)

ПЕРЕКЛАД І НАУКОВО-ТЕХНІЧНЕ РЕДАГУВАННЯ: **О. Євтушенко; Л. Кузьменко; Т. Любомирова; Б. Місячна; В. Місячний; М. Мухаровський; Н. Ромащук; О. Стрижак; Л. Шевчук**

2 НАДАНО ЧИННОСТІ: наказ Держспоживстандарту України від 14 серпня 2008 р. № 284 з 2010–01–01

3 Національний стандарт відповідає ІЕС 60706-3:2006 Maintainability of equipment — Part 3: Verification and collection, analysis and presentation of data (Ремонтпридатність обладнання. Частина 3. Перевірка та збір, аналіз і подання даних)

Ступінь відповідності — ідентичний (ІДТ)

Переклад з англійської (en)

4 УВЕДЕНО ВПЕРШЕ (зі скасуванням в Україні ГОСТ 20831–75)

Право власності на цей документ належить державі.
Відтворювати, тиражувати та розповсюджувати його повністю чи частково
на будь-яких носіях інформації без офіційного дозволу заборонено.
Стосовно врегулювання прав власності треба звертатися до Держспоживстандарту України

Держспоживстандарт України, 2010

ЗМІСТ

	С.
Національний вступ	V
Вступ до ІЕС 60706-3:2008	VI
1 Сфера застосування	1
2 Нормативні посилання	1
3 Терміни та визначення понять	2
4 Загальні дані про перевіряння ремонтпридатності	2
4.1 Ціль перевіряння	2
4.2 Елементи підтримування технічного обслуговування, які впливають на перевіряння ремонтпридатності	3
4.3 Методи перевіряння	3
4.4 Процес перевіряння	3
4.5 Умови та обмеження	4
4.6 Якісні та кількісні процедури перевіряння	5
5 Процедури перевіряння якісної ремонтпридатності	5
5.1 Перевіряння проекту	5
5.2 Перевіряння результатів випробування	6
5.3 Моніторинг способів спрощення технічного обслуговування	6
5.4 Аналізування цілей технічного обслуговування	6
5.5 Огляд досвіду роботи	6
6 Процедури перевіряння кількісної ремонтпридатності	7
6.1 Прогнозування ремонтпридатності	7
6.2 Перевіряння на основі результатів випробування	7
6.3 Перевіряння на основі експлуатаційних даних	7
7 Процедури підтверджування	7
7.1 Загальна інформація	7
7.2 Процес підтверджування	7
7.3 Планування підтверджування ремонтпридатності	8
7.4 Умови та обмеження	8
7.5 Підтверджування після відновлення	8
8 Етапи процедури перевіряння	9
8.1 Використовування джерел даних	9
8.2 Накопичування та аналізування даних	9
8.3 Оцінювання	9
8.4 Порівнювання	10
9 Збирання, аналізування та подавання характеристик ремонтпридатності	10
9.1 Загальна інформація	10
9.2 Поняття технічного обслуговування	11
9.3 Джерела даних	11
9.4 Демонстрування виробу і експлуатаційні дані	11
9.5 Процедури аналізування	12
9.6 Подавання даних	12

Додаток А Процедури підтвердження ремонтпридатності	14
Додаток В Дослідницькі методи підтвердження ремонтпридатності	16
Додаток С Аналізування зіставних характеристик ремонтпридатності	23
Бібліографія	24
Графік В.1 — Випробувальний метод 8. Послідовність випробувального плану	21
Таблиця 1 — Якісні та кількісні процедури перевіряння ремонтпридатності	5
Таблиця 2 — Форма короткого запису даних про завдання поточного ремонту	14
Таблиця 3 — Форма короткого запису тривалості поточного ремонту	14
Таблиця 4 — Форма короткого запису профілактичного технічного обслуговування	14
Таблиця А.1 — Методи випробовувань	15
Таблиця В.1 — Метод випробовування 7. Прийняті та відхилені числа	21
Таблиця В.2 — Плани вибіркового контролю для визначених величин p_0, p_1, α, β ($p_0 < 0,2$)	22
Таблиця С.1 — Граничні дані d	23

НАЦІОНАЛЬНИЙ ВСТУП

Цей стандарт є тотожний переклад міжнародного стандарту IEC 60706-3:2006 Maintainability of equipment — Part 3: Verification and collection, analysis and presentation of data (Ремонтопридатність обладнання. Частина 3. Перевірка та збір, аналіз і подання даних).

Відповідальний за цей стандарт в Україні — ДП «Всеукраїнський державний науково-виробничий центр стандартизації, метрології, сертифікації та захисту прав споживачів» (Укрметртестстандарт). Стандарт містить вимоги, які відповідають чинному законодавству України.

Стандарт описує різні аспекти збирання, перевіряння, аналізування та подавання даних, необхідних для того, щоб гарантувати певні вимоги до ремонтпридатності виробу, а також розглядає процедури й методи випробовування, якими забезпечується ремонтпридатність виробу.

Цей стандарт замінює ГОСТ 20831–75 «Система технического обслуживания и ремонта техники. Порядок проведения работ по оценке качества отремонтированных изделий», який технічно застарів і не відповідає міжнародним вимогам.

До стандарту внесено такі редакційні зміни:

- слова «міжнародний стандарт» замінено на «цей стандарт»;
- структурні елементи стандарту: «Титульний аркуш», «Передмову», «Національний вступ», першу сторінку, «Терміни та визначення понять» і «Бібліографічні дані» — оформлено згідно з вимогами національної стандартизації України;
- долучено код УКНД та ключові слова.

Міжнародні документи, на які є посилання у цьому стандарті, не впроваджено в Україні як національні стандарти, і чинних замість них немає. Копії цих документів можна отримати в Головному фонді нормативних документів.

ВСТУП ДО ІЕС 60706-3:2008

Проектування виробу охоплює забезпечення ефективних методів технічного обслуговування, щоб гарантувати, що він продовжуватиме працювати належним чином. Перш ніж виріб надходить в службу обслуговування, необхідно перевірити, які із запропонованих процедур обслуговування можуть реалізувати розроблення, збирання та аналізування даних, які є істотною частиною процесу перевіряння.

Дані, використані для перевірки, можуть виходити з різних джерел, і які дані використовуватимуть у специфічних обставинах, буде залежати від багатьох чинників, охоплюючи доступні накопичені дані та статус проектування. Для перевірки виконання цілей ремонтпридатності бажано випробувати дослідний виріб. Накопичені дані треба зберегти для подальшого використання за умови, що буде проведено відбирання та аналізування корисних даних для отримання необхідної інформації.

У цьому стандарті є певна кількість процедур перевіряння, які пояснені методами аналізування. Їх розроблено для перевірки адекватності процедур обслуговування, інструментів та обладнання, використовуюваного для обслуговування, адекватності технічних публікацій і доступності обслуговування виробів. Це дає можливість удосконалювати процедури обслуговування і, якщо необхідно, модифікувати вироби для поліпшення їх ремонтпридатності до процедур підтримування. Дуже важливо, за можливості, внести необхідні зміни до конструкції виробу перед початком виготовлення, щоб мінімізувати витрати.

Початкове аналізування, у більшості випадків, є статистичним аналізуванням на основі незначної кількості даних. Тому збирати й аналізувати дані треба й після того, як виріб почнуть використовувати для подальшого удосконалення на підставі результатів, досягнутих перевіркою. Ці дані важливі для визначення адекватності технічного обслуговування, оскільки це важко оцінити на початковому етапі аналізування.

ІЕС 60706-3 належить до серії стандартів про надійність, як описано нижче.

ІЕС 60300-1 і ІЕС 60300-2 — це стандарти ІЕС вищого рівня, які надають рекомендації про те, як враховувати вимоги до надійності, зокрема до довговічності, безвідмовності та ремонтпридатності у виготовлених виробках.

ІЕС 60300-3-10 — стандарт вищого рівня з ремонтпридатності, слугує для практичного застосування і є частиною стандартів ІЕС серії 60300-3. Його можна використовувати для розроблення програми з ремонтпридатності, що охоплює ведення, розвиток і виробничі етапи виробу та які є частиною вимог, вказаних в ІЕС 60300-2.

Він також містить рекомендації щодо необхідності розглядання експлуатаційних аспектів завдань для досягнення оптимальної ремонтпридатності.

НАЦІОНАЛЬНИЙ СТАНДАРТ УКРАЇНИ

РЕМОНТОПРИДАТНІСТЬ УСТАТКОВАННЯ

Частина 3. Перевірка, збір, аналіз і подання даних

РЕМОНТОПРИГОДНОСТЬ ОБОРУДОВАНИЯ

Часть 3. Проверка, сбор, анализ и представление данных

MAINTAINABILITY OF EQUIPMENT

Part 3. Verification and collection, analysis and presentation of data

Чинний від 2010-01-01

1 СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Цей стандарт розглядає різні аспекти контролю, необхідного для того, щоб гарантувати, що задані вимоги до ремонтпридатності підтверджені і забезпечені необхідними методиками та методами випробовування.

Перевірка ремонтпридатності — невід’ємна частина будь-якої програми забезпечення ремонтпридатності (див. ІЕС 60300-3-10), але кожен індивідуальний випадок вимагає ретельного відбору відповідних методів для гарантування повної рентабельності.

Цей стандарт також установлює порядок збирання, аналізування й подавання даних, пов’язаних з ремонтпридатністю, які можуть бути необхідні протягом усього життєвого циклу виробу, його експлуатування та обслуговування.

2 НОРМАТИВНІ ПОСИЛАННЯ

Наведені нижче нормативні документи, на які є посилання в тексті цього стандарту, обов’язкові для застосування цього документа. У разі датованих посилань застосовують тільки цитоване їх видання. У разі недатованих посилань застосовне найостанніше видання вказаного документа (разом зі змінами).

ІЕС 60050(191):1990 International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Chapter 191: Dependability and quality of service

ІЕС 60300-3-5 Dependability management — Part 3-5: Application guide — Reliability test conditions and statistical test principles

ІЕС 60300-3-10:2001 Dependability management — Part 3-10: Application guide — Maintainability

ІЕС 60300-3-12 Dependability management — Part 3-12: Application guide — Integrated logistic support

ІЕС 60300-3-14 Dependability management — Part 3-14: Application guide — Maintenance and maintenance support

ІЕС 60706-2 Maintainability of equipment — Part 2: Section Five: Maintainability studies during the design phase

ІЕС 61160 Design review

ІЕС 61649 Goodness-of-fit tests, confidence intervals and lower confidence limits for Weibull distributed data

ІЕС 61710 Power law model — Goodness-of-fit tests and estimation methods.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

ІЕС 60050(191):1990 Міжнародний електротехнічний словник. Частина 191. Експлуатаційна надійність і якість обслуговування

ІЕС 60300-3-5 Керування надійністю. Частина 3-5. Настанови щодо випробовування на надійність і статистичні методи випробовування

ІЕС 60300-3-10 Керування надійністю. Частина 3-10. Настанови щодо застосування. Ремонт-придатність

ІЕС 60300-3-12 Керування надійністю. Частина 3-12. Настанови щодо застосування. Комплексне матеріально-технічне забезпечення

ІЕС 60300-3-14 Керування надійністю. Частина 3-1. Настанови щодо застосування. Технічне обслуговування та його підтримування

ІЕС 60706-2 Ремонтпридатність обладнання. Частина 2. Розділ 5. Дослідження аспектів ремонтпридатності на стадії проектування

ІЕС 61160 Аналізування проекту

ІЕС 61649 Перевіряння погоджувальності, довірчі інтервали та нижні довірчі границі для даних, розподілених за залежністю Вейбула

ІЕС 61710 Модель ступеневої залежності. Перевіряння якості і методи оцінювання.

3 ТЕРМІНИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПОНЯТЬ

У цьому стандарті вжито терміни і визначення позначених ними понять, наведені в ІЕС 60050(191), а також:

3.1 вибір обладнання споживачем (*customer selected equipment*)

Аналізування складників виробу, який вибрав споживач.

Загалом, постачальник не контролює ремонтпридатність цього виробу, але це потрібно враховувати під час проектування. Співробітництво між споживачем і постачальником є бажаним

3.2 підтвердження ремонтпридатності (*maintainability demonstration*)

Дії, виконувані над окремими виробами чи зразками для встановлення того, чи досягнуто специфічні вимоги до ремонтпридатності і/або зібрано дані щодо їх ремонтпридатності

3.3 перевіряння ремонтпридатності (*maintainability verification*)

Моніторинг дій, обстеження, інспекції чи і те, й інше разом для визначення відповідності поставленого виробу встановленим вимогам до ремонтпридатності

3.4 концепція технічного обслуговування (*maintenance concept*)

Взаємний зв'язок між етапами обслуговування, погоджувальними рівнями й рівнями обслуговування, які може бути застосовано для технічного обслуговування виробу

3.5 політика технічного обслуговування (*maintenance policy*)

Загальний підхід до умови підтримування технічного обслуговування та технічне обслуговування, основане на цілях і політиці власників, користувачів і споживачів

3.6 центр програмної підтримки (*software support centre*)

Централізоване обслуговування підтримки програмного забезпечення.

4 ЗАГАЛЬНІ ДАНІ ПРО ПЕРЕВІРЯННЯ РЕМОНТПРИДАТНОСТІ

4.1 Ціль перевіряння

Ціль перевіряння полягає в якісному та кількісному оцінюванні вимог до ремонтпридатності, які визначено в допустимих границях і за певних умов. Це охоплює перевірку того, що певний вид обслуговування забезпечує відновлення обладнання до заданого рівня придатності. Перевірку забезпечують апаратними засобами ЕОМ, засобами програмного забезпечення та засобами обслуговування.

Перевірка ремонтпридатності полягає в оціненні досягнутих результатів ремонтпридатності. Це оцінювання можна починати, коли названі результати стануть доступними, і може тривати протягом усього життєвого циклу виробу, від проектування до експлуатування.

Крім того, ця перевірка стосується:

— якісних вимог до ремонтпридатності, розглянутих у розділі 5,

— кількісних вимог до ремонтпридатності, розглянутих у розділі 6.

Процедури підтвердження ремонтпридатності розглянуто в розділі 7.

4.2 Елементи підтримування технічного обслуговування, які впливають на перевіряння ремонтпридатності

Виконуючи перевіряння ремонтпридатності, необхідно пам'ятати, що на ефективність процесу технічного обслуговування вирішальний вплив чинять такі елементи підтримування:

- засоби підтримування;
- обладнання підтримування;
- матеріальна підтримка;
- персонал підтримування та навчання;
- технічна документація й настанови;
- умови транспортування, контролювання та зберігання.

У ІЕС 60300-3-14 розглянуто подробиці щодо матеріального підтримування.

4.3 Методи перевіряння

Перевіряння ремонтпридатності — це безперервний процес виконання, накопичування, аналізування та оцінювання даних щодо ремонтпридатності та пов'язаних з ними даних, які виникають під час проектування й порівнювання результатів із заданими характеристиками ремонтпридатності.

Методи перевіряння ремонтпридатності змінюються залежно від стадії програми так:

- a) аналізування і огляд. Охоплюють аналізування накопичених даних, порівнювання із запланованими результатами і прогнозування ремонтпридатності. Можуть містити аналізування даних з експлуатування на подальших стадіях життєвого циклу;
- b) спеціальні вивчення. Керування концепцією і визначання чи планування й удосконалювання етапів накопичення даних із загальних або конкретних проблем. Приклади охоплюють вивчення завдань технічного обслуговування, аналізування та моделювання;
- c) випробовування. Виконані на останній стадії проектування на прототипах (дослідних зразках) або на початку виготовлення одиночних виробів, якщо аналітичні засоби чи спеціальні вивчення не дають достатніх свідчень щодо того, чи відповідає ремонтпридатність зазначеним вимогам;
- d) огляд експлуатаційного досвіду. Перевірку можна відкласти до експлуатаційних випробовувань і даних підконтрольного експлуатування, які коригують з оглядом та аналізом накопичених даних;
- e) просторове моделювання зображення. Тривимірні комп'ютерні моделювання операцій обслуговування можна проводити відповідну кількість разів протягом стадії проектування для перевірення, чи підтримує запропонована послідовність дій або інших аспектів робочого простору шляхи досягнення необхідного рівня ремонтпридатності.

4.4 Процес перевіряння

Процедурні елементи процесу перевіряння:

- a) ідентифікування й активізування можливих джерел даних.

На ранніх стадіях проектування можна використовувати тільки накопичені дані попередніх виробів. На пізніших стадіях проектування, виготовлення, випробовування та нарешті експлуатування дані стають доступними. Підтвердження ремонтпридатності в цьому контексті забезпечують спеціальними джерелами даних для забезпечення ремонтпридатності в умовах моделювання;

- b) накопичування та аналізування даних.

Накопичування даних, аналізування та ретельне відбирання для гарантування їх застосованості;

- c) оцінювання.

Опрацьовування даних, використовуючи математичні моделі чи контрольні переліки для одержання кількісних або якісних характеристик ремонтпридатності;

- d) порівнювання з установленими вимогами.

Результати оцінення порівнюють з номінальними значеннями характеристик ремонтпридатності для перевірення їх відповідності встановленим вимогам.

Крім того, така інформація є необхідною для повного контролю ремонтпридатності;

- e) план технічного обслуговування.

План технічного обслуговування — це практичне застосування плану технічного обслуговування конкретного виробу та визначення понять, які мають бути чіткими для інтерпретування накопичених даних і даних з інших джерел. План технічного обслуговування також визначає умови й обмеження на технічне обслуговування та підтримку, які беруть до уваги в процесі контролювання ремонтпридатності;

- f) дані надійності.

Деякі індекси надійності, типу очікуваної частоти процесу обслуговування оціненого чи спостереженого часу для окремих дій обслуговування, можуть бути необхідні для обчислення деяких індексів ремонтпридатності. Дані надійності також вплинуть на аспекти перевірки типу встановлених пріоритетів, також даючи передумови для оцінювання. Якщо ця інформація недоступна чи неповна, необхідно вводити припущення. Якість доступної інформації та зроблених припущень вплине на правильність результатів контролювання.

4.5 Умови та обмеження

Методи повинен визначити споживач або підрядник, і їх має бути описано у програмі ремонтпридатності (як зазначено в ІЕС 60706-2). Під час вибирання серед альтернативних процедур контролювання, пов'язаних із кожною з вимог до ремонтпридатності, необхідно враховувати наведене нижче:

а) доступні ресурси.

Ліміт бюджету, зазначений у контракті, не повинен впливати на вибір методів перевіряння. До уваги треба брати майбутні можливі методи застосування засобів контролювання технічного обслуговування;

б) критерії приймання.

Критерії приймання для кожної конкретної вимоги до ремонтпридатності потрібно розглянути у форматі часу та вартості;

с) обмеження часу.

Вибір між методами контролювання можна обмежити вимогами, які стосуються своєчасної готовності результатів. Процедуру має бути структуровано відповідно до графіка програми розвитку;

д) просторове моделювання відображення.

Використовують, якщо випробувальні зразки й обладнання підтримування за необхідності недоступні;

е) придатність випробувальних зразків і/або підтримка обладнання.

Для перевірки ремонтпридатності, щоб графік випробувань узгоджувався з програмою технічного обслуговування і щоб випробувальні зразки та обладнання підтримування були доступними протягом періоду часу, передбаченого для випробовування;

ф) рівень навичок і досвід аналітиків ремонтпридатності.

Перевірка ремонтпридатності, основана на залучанні висококваліфікованих і досвідчених спеціалістів для аналізування планів і креслеників;

г) ризик неправильних рішень.

Рішення потрібно оцінити відповідно до складності виробу, його якості та кількості накопичених даних;

h) спеціальні допоміжні вимоги до підтримування.

Необхідне налагоджування обладнання, засобів обслуговування, кваліфікація персоналу тощо мають бути доступними у відповідний час згідно з графіком;

і) вплив зовнішніх чинників чи обмежень.

Будь-які відхили в умовах експлуатування виробу стосовно технічного обслуговування, засобів технічного обслуговування, запасних частин, рівня навичок персоналу тощо треба оцінити з особливою ретельністю;

ж) накопичення даних.

Вимоги щодо накопичування характерних даних ремонтпридатності протягом випробовування та роботи необхідно чітко ідентифікувати, охоплюючи формати, кодекси та опрацювання даних;

к) відносини споживача — підрядника.

Будь-яке контролювання, відхил чи перевіряння владою, ініційовані з боку споживача, мають бути чітко визначеними;

л) гарантії ремонтпридатності й обов'язки.

Наслідки невиконання договірних вимог стосовно ремонтпридатності чи критерії приймання виробу мають бути конкретними, наприклад, у розмірах штрафів чи втраті стимулювання з боку споживача;

м) реальність перевірки.

Перевірку ремонтпридатності треба виконувати за реальних кліматичних умов експлуатування обладнання та рівнем спеціалістів, які експлуатуватимуть його також у реальних умовах.

4.6 Якісні та кількісні процедури перевірення

Процес перевірення ремонтпридатності спрямовано на забезпечення адекватної та своєчасної інформації щодо рівня досягнення вимог до ремонтпридатності. Ці вимоги можна виражати в якісній або в кількісній формі. Процедуру перевірення ремонтпридатності треба розробляти з використанням наведених нижче методів перевірення чи їх сполучення:

- аналізування й огляд;
- конструкторське опрацювання, випробовування та просторове моделювання;
- підтвердження перевіренням чи протягом експлуатування.

Якісні та кількісні аспекти перевірення ремонтпридатності може бути охоплено відповідним вибором процедур і методів, наведених у таблиці 1.

Таблиця 1 — Якісні та кількісні процедури перевірення ремонтпридатності

Типи процедур		Аналізування й огляд	Конструкторське опрацювання	Підтвердження	Експлуатування
Якісні процедури перевірення	Перевірення проекту	X			
	Перевірення результатів випробування	X	X	X	
	Моніторинг способів спрощування технічного обслуговування		X		
	Перевірення аналізу завдання обслуговування	X		X	
	Моніторинг поточного досвіду				X
	Просторове відображення моделювання		X	X	
Кількісні процедури перевірення	Прогноз на ремонтпридатність	X	X		
	Перевірення, основане на даних дослідження		X	X	
	Перевірення, основане на даних сфери діяльності				X

5 ПРОЦЕДУРИ ПЕРЕВІРЕННЯ ЯКІСНОЇ РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ

5.1 Перевірення проекту

Якісні характеристики ремонтпридатності можна перевіряти під час загального перевірення проекту виробу через оцінювання проектної документації, охоплюючи вимоги проекту й технічних стандартів (див. ІЕС 61160).

Залежно від типу проекту перелік специфічних ознак ремонтпридатності потрібно використовувати як директиву.

Цей тип дослідження вимагає високого технічного оцінення характеристик ремонтпридатності на стадії проектування, яке б ґрунтувалось на отриманому досвіді. Його можна використовувати як базовий на етапі проектування одночасно із звичайною практикою для поступового удосконалення проекту. Для цілей перевірення ремонтпридатності перевірення проекту взагалі використовують тільки в сполученні з будь-яким іншим методом.

5.2 Перевіряння результатів випробовування

Дані експлуатування виробу зазвичай недоступні чи занадто пізно доступні для своєчасного оцінення ремонтпридатності. Проте, такі дані можна отримувати на більш ранніх стадіях проектування випробовуваннями на етапі проектування чи спеціальними випробовуваннями за реальних чи змодельованих умов роботи. Умови випробовування треба чітко визначити. Будь-які відхилення від дійсності необхідно враховувати. Головні невідповідності можна виявити, коли альтернативні підходи ще можливі.

5.3 Моніторинг способів спрощення технічного обслуговування

Швидкі рішення типових проблем, пов'язаних з ремонтпридатністю, можна отримати моніторингом способів спрощення технічного обслуговування, спрямованих на вирішення спеціальних проблем. Якщо макет чи 3D-CAD модель виробу будуть доступними, ці проблеми можна дослідити безпосередньо. У деяких випадках можна використовувати віртуальний макет (3D (тривимірне комп'ютерне моделювання)). Тоді для цілей перевіряння ремонтпридатності отримують докладнішу інформацію, наприклад, про:

- інструмент для технічного обслуговування;
- розуміння, де необхідне технічне обслуговування;
- тривалість різних завдань за різних умов;
- доступне робоче місце;
- можливість одночасного виконання складних завдань технічного обслуговування різними членами бригади технічного обслуговування;
- здійсненність підтвердження цілі, завдання чи вимоги;
- безпечність запобіжних заходів щодо високої напруги чи високої температури.

5.4 Аналізування цілей технічного обслуговування

Аналізування цілей технічного обслуговування пов'язано з ресурсами, які потрібні для досягнення належного рівня технічного обслуговування. Як правило, це формує частину процесу планування технічного обслуговування, що передує початку експлуатування. Аналізування цілей технічного обслуговування — важлива частина об'єднаної логістичної процедури підтримування, описаної в ІЕС 60300-3-12 і також обумовленої в ІЕС 60300-3-14.

Аналізування цілей технічного обслуговування може бути використано для якісного перевіряння.

5.5 Огляд досвіду роботи

Оцінку(и) якісної ремонтпридатності виробу може бути досягнуто спостереженням за його поведінням під час експлуатування. У цьому контексті особливо важливі такі питання:

а) Адекватність визначеного технічного обслуговування та концепції підтримування.

Чи є там якісь непередбачені труднощі від кліматичних умов експлуатування? Чи є там потреба у надмірному використуванні запасних частин?

б) Придатність ремонтного інструменту та випробувального обладнання.

Чи достатній обсяг випробувань для досягнення цілі контролювання?

Чи якісні додаткові інструменти та чи необхідне додаткове випробувальне обладнання?

с) Рівень навичок персоналу, необхідний для виконання процесу технічного обслуговування.

Проблеми технічного обслуговування зумовлені недостатнім навчанням методам технічного обслуговування чи людськими чинниками? Чи потрібен відповідний рівень навичок?

д) Виконання процесу обслуговування.

Чи достатні загальноприйняті методи контролювання для діагностики поломок? Чи забезпечено взаємозамінність?

е) Достатність технічної документації.

Чи вичерпні та зрозумілі інструкції з технічного обслуговування?

ф) Програмне забезпечення ремонтпридатності.

Чи проведено відповідне дослідження елементів програмного забезпечення, необхідних у процесі технічного обслуговування, наприклад, для проведення випробувань, навчання і створювання технічних посібників?

г) Заходи щодо безпеки.

Чи є ймовірність небезпечних ситуацій під час проведення технічного обслуговування?

Ця інформація в повсякденній практиці та проблемах дає змогу реально оцінити якісні характеристики ремонтпридатності. Отже, потрібно багато часу для організування та проведення спостережень.

6 ПРОЦЕДУРИ ПЕРЕВІРЯННЯ КІЛЬКІСНОЇ РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ

6.1 Прогнозування ремонтпридатності

Прогнозувати ремонтпридатність можна для завершеного виробу чи на нижчому аналогічному рівні. Прогнозування можна приймати як перевірку, у якій ризик проекту незначний і/або в якій споживач вважає достатнім наявність погодження, що отримано під час розроблення.

Прогнозування ремонтпридатності описано в ІЕС 60706-2.

6.2 Перевіряння на основі результатів випробовування

Характеристики технічного обслуговування можна отримати протягом досить короткого відрізка часу проведенням обмежених демонстраційних випробовувань ремонтпридатності у змодельованому середовищі, використовуючи експериментальний зразок, макет чи програму 3D-моделювання. Це один із способів виконання перевіряння за критерієм згоди. У цьому разі збирання даних має бути простим, тому що воно інтегроване в загальну процедуру досліджування і є частиною робочого порядку власного випробовування.

Отже, результати треба приймати без відхилів від отриманих даних через неадекватне моделювання середовища. Якщо це можливо, істотну різницю необхідно відшкодувати, враховуючи вплив чинників.

Докладніше підтвердження ремонтпридатності описано в розділі 7.

6.3 Перевіряння на основі експлуатаційних даних

Характеристики технічного обслуговування, отримані за результатами експлуатації виробу, представляють оптимальне джерело інформації про кількісні характеристики ремонтпридатності. Для того, щоб зробити правильні висновки з цих даних, вони повинні містити щонайменше:

- а) ідентифікацію виробу, збір, попереднє складання тощо;
 - обґрунтування дій технічного обслуговування;
 - який тип технічного обслуговування представлено; це може бути планове обслуговування (наприклад обслуговування, огляд, перевірка, капітальний ремонт, оновлення частин) чи позапланове обслуговування (наприклад ремонт на ділянці, переміщення й ліквідація, ремонт у магазині);
 - робочі години для обслуговування;
 - час, необхідний для проведення повного обслуговування;
 - повний час простою через проведення технічного обслуговування (активний час простою через проведення технічного обслуговування, час затримки обслуговування);
 - напрацювання для кожного виробу;
 - кількість та рівень кваліфікації персоналу обслуговування;
 - використання обладнання для випробовування/контролювання;
 - доступ до обслуговування;
 - запасні частини та матеріальне забезпечення.

Через статистичну оцінку цих даних за достатній період часу є можливість реально оцінити кількісні характеристики ремонтпридатності. Дані підконтрольної експлуатації формують повчальне джерело інформації для використання у пізніших проектах.

Вони потім можуть стати надійною базою накопичених даних для перевіряння ремонтпридатності.

Однак, цю процедуру застосовують тільки на стадії експлуатування. Вона трудомістка й вимагає ефективної системи збирання даних. Тому результати доступні тільки на пізніх стадіях програм розвитку.

7 ПРОЦЕДУРИ ПІДТВЕРДЖУВАННЯ

7.1 Загальна інформація

Підтвердження ремонтпридатності тільки один із аспектів загального процесу перевіряння ремонтпридатності. Однак, підтвердження, як правило, лише дає підстави для перевіряння ремонтпридатності перед постачанням виробу. Головні процедури підтвердження наведено нижче.

7.2 Процес підтвердження

Процес підтвердження ремонтпридатності охоплює такі кроки:

- а) здійсненність випробовувань.

Випробовування, зазвичай, необхідно проводити на етапі проектування на макетах, моделях виробів чи використовуючи тривимірні програми моделювання. Ціль полягає в тому, щоб зробити доступною в обслуговуванні інформацію, встановити строки ремонту й технічного обслуговування;

b) планування випробовування.

Випробовування, наприклад, одночасно з попередніми перевірками проекту, проведені неофіційно, як правило, використовують для визначення характеристик і, зазвичай, не узгоджені із замовником (споживачем). Задokumentовані результати можуть слугувати для підтвердження оцінки ремонтпридатності. Проект можна перевіряти на прототипах (дослідних зразках) або на виробі одного виробництва;

c) формальне підтвердження.

Формальне підтвердження процесу ремонтпридатності може бути частиною офіційної кваліфікації, і його треба виконувати під час випускання дослідної серії чи під час виготовлення одного виробу. Це виконують згідно з взаємно схваленими умовами, і їх перевіряє представник споживача.

7.3 Планування підтвердження ремонтпридатності

Випробовування та план підтвердження ремонтпридатності мають формувати частину програми ремонтпридатності. Він має бути основним документом планування для всіх формальних випробовувань ремонтпридатності та має містити таке:

a) перелік завдань підтвердження ремонтпридатності з витратами, охоплюючи елементи програмного забезпечення, відібраного за наведеними нижче критеріями:

— профілактичне обслуговування. Представницькі завдання треба визначати із запланованого експлуатаційного використання виробу;

— коригувальне обслуговування. Завдання потрібно визначати так, щоб охопити представницький відсоток від загальної кількості передбаченої тривалості ремонту.

Методи визначання завдання розглянуто далі в А.2;

b) склад випробувальної комісії й опис обов'язків і повноважень її членів. У складі та обов'язках цієї комісії треба зазначити:

— організацію комісії,

— перелік обов'язків,

— вимоги до кваліфікації, кількість, джерела вербування й вимоги до навчання персоналу, який проводить випробовування (див. пункт А.4);

c) перелік матеріалів підтримки, засобів технічного обслуговування та документації, охоплюючи:

— характеристики ремонтпридатності, які треба підтверджувати;

— перелік обмежень і доступ до технічного обслуговування;

— інструменти технічного обслуговування, випробувальне та контрольне обладнання, охоплюючи автоматичне випробувальне обладнання;

— визначення необхідних технічних посібників для процесу технічного обслуговування;

— виявлення пошкоджень тощо;

— необхідні запасні частини та витратні матеріали;

— безпечність обладнання та процесів;

— калібрувальне обладнання;

— перелік спеціальних засобів технічного обслуговування;

d) опис випробувального(-их) процесу(-ів) для підтвердження ремонтпридатності. Статистичні випробувальні методи та процедури, зведені в таблицю А.1;

e) порядок проведення повторних випробовувань.

7.4 Умови та обмеження

Випробовування мають бути складником загальної програми визначання й підтвердження характеристик ремонтпридатності, щоб забезпечити ефективну собівартість та своєчасну готовність виробів, персоналу та засобів технічного обслуговування.

Обладнання, визначене споживачем і за яке не несе відповідальність виробник, вилучено з показів.

Проте, виробник повинен гарантувати, що ремонтпридатність цього обладнання не буде погіршено дією несприятливих чинників.

7.5 Підтвердження після відновлення

Недоліки потрібно виправляти в будь-якому виробі, який не відповідає зазначеним вимогам. Відновлені частини чи нерегламентоване коригування треба перевіряти повторно. Модифікація чи обмеження умов доступу технічного обслуговування вимагає повторного випробування усіх модифікованих виробів.

8 ЕТАПИ ПРОЦЕДУРИ ПЕРЕВІРЯННЯ

8.1 Використовування джерел даних

Для перевірення ремонтпридатності на стадії проектування можна використовувати такі види інформації:

- накопичені дані на подібні вироби;
- проектні та експлуатаційні дані;
- експлуатаційні дані.

Усі можливі джерела для кожної зі згаданих вище категорій потрібно надати як перший крок у проведенні процедури перевіряння (докладніше див. 9.3).

8.2 Накопичування та аналізування даних

Накопичені дані у сфері технічного обслуговування та пов'язані з цим витрати необхідно брати з офіційних джерел і відповідних публікацій. Систематичне збирання даних існує у військовій і цивільній авіації, авіаційній радіоелектроніці, електроніці та інших сферах промисловості. Однак, доступ іноді обмежується деякими групами користувачів. Деякі компанії мають досвід технічного обслуговування їх виробів і можуть отримувати необхідні дані.

Проектні і експлуатаційні дані можна здобути з креслеників і спостережень, наприклад, звичайним перевірянням якості, за якої проводять контролювання та коригування. Якщо перевірка ремонтпридатності оснований не на накопичених чи проектних даних, а на фактичних даних системи, дані можна отримати за результатами випробувань, спеціальних досліджень чи в процесі експлуатування. В об'єднану систему накопичення даних треба вноситися дані про усі невідповідності й дані, отриманні у процесі технічного обслуговування. Систему накопичування даних необхідно узгоджувати з такими потребами:

- оцінкою даних випробувань для перевіряння;
- практичними правилами експлуатування для спрощення контролю на стадії експлуатування, що означає, що всі завдання повинен зазначати споживач у договорі на технічне обслуговування; організацію, порядок проведення та відповідальність за збір даних потрібно докладно вписувати (див. розділ 9).

Урегулювання та контроль за накопиченням даних необхідні з наведених нижче причин:

a) подібність системи.

Чи супроводжується виріб накопиченими даними, аналогічними до тих, які треба оцінити?

b) коригування проекту.

Чи впливають будь-які зміни в проекті або конфігурації, як наприклад доступ, на вірогідність даних?

c) аспекти технічного обслуговування.

Чи впливають дані на інші аспекти технічного обслуговування?

d) умови технічного обслуговування.

Чи оснований дані на тих самих стандартах, наприклад, таких як навички персоналу, інструменти технічного обслуговування та засоби технічного обслуговування, обладнання для контролювання?

e) зовнішні чинники.

Чи є функційні і зовнішні поломки протягом періоду накопичування даних порівняно з тими, які очікують для кожного виробу?

f) процедура збирання даних.

Чи можна цю процедуру вважати надійною?

Усі дані треба досліджувати та надавати перед перевірянням ремонтпридатності. Будь-які вдосконалення досягають застосуванням чинників, які враховують відхили в технології, умовах чи процедурах.

8.3 Оцінювання

8.3.1 Якісне оцінювання

Якісні дані оцінюють плануванням контрольних переліків показників ремонтпридатності, які є основним інструментом для дослідження ремонтпридатності. Зазвичай, вони мають складатися із загальної частини, що містить застандартовані критерії, та частини, що стосується безпосередньо системи (див. розділ 5).

8.3.2 Кількісне оцінювання

Кількісні дані оцінюють статистичними методами, математичними моделями чи порівняльними аналізуваннями. Використовувані методи:

а) статистичне оцінювання експлуатаційних даних.

За технічного обслуговування й ремонту в умовах експлуатування виникають неопрацьовані дані на численних операціях технічного обслуговування протягом цього періоду часу. Оцінювання зазвичай охоплює упорядковування та групування необхідних даних, групове об'єднання даних та обчислювання загальних показників ремонтпридатності, таких як трудомісткість;

б) статистичне оцінювання випробувальних даних.

Підтвердження показників ремонтпридатності використовують для оцінення всіх виробів за результатами досліджень окремого дослідного зразка, використовуючи критерії прийняття/відхилення. Можна використовувати різні методи випробовування залежно від конкретної вимоги до ремонтпридатності. Час технічного обслуговування визначають зважаючи на запропоновані статистичні методи отримання кінцевого результату. За умови використання такої процедури надходить не повна інформація про ремонтпридатність, а, скоріше, підтвердження ймовірності про досягнення необхідних вимог до ремонтпридатності за зазначених ризиків;

с) оцінювання накопичених і проектних даних.

Можна використовувати дані ремонтпридатності, основані на набутому досвіді під час досліджування подібного виробу, прямих проект та інформація, отримана від виробника. Вони формують початкові дані для математичних моделей, розроблених для аналітичного обчислення запропонованих значень ремонтпридатності. Структура моделі залежить від типу даних.

8.3.3 Винятки та виключення

Зазначені вище процедури оцінювання мають точно визначити, які пункти треба вилучити з розгляду. Зазвичай вони можуть містити таке:

— технічне обслуговування, пов'язане з недоліками апаратури для випробовування;

— технічне обслуговування, пов'язане з виникненням повторних недоліків, зумовлених помилками в методах моделювання;

— ремонт несправностей, які виникли внаслідок нещасного випадку тощо.

8.4 Порівнювання

Останній крок у процесі перевіряння — порівнювання результатів з установленими вимогами. Стосовно цього пункту можуть виникати різні питання, а саме:

— чи може результат оцінення мати статистичну значимість?

— чи відповідає отриманий результат установленим вимогам до ремонтпридатності?

— чи є значні відмінності між отриманим результатом та набутим досвідом від попередніх систем?

У контракті потрібно зазначити наслідки недотримання визначених вимог до ремонтпридатності або критерії приймання.

9 ЗБИРАННЯ, АНАЛІЗУВАННЯ ТА ПОДАВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ

9.1 Загальна інформація

Цей пункт надає короткий огляд інформації стосовно збирання, аналізування та подавання даних, пов'язаних з аспектами ремонтпридатності.

Дані, пов'язані з ремонтпридатністю, необхідні для оцінювання строку служби виробу.

Збирання, аналізування та підтвердження характеристик ремонтпридатності може бути необхідним як на завершальній стадії проектування, так і протягом виготовлення та експлуатування виробу.

Такі дані зазвичай надає постачальник виробу для користувача у звіті характеристик ремонтпридатності, у якому наведено характеристики ремонтпридатності та додаткову інформацію.

Основні характеристики ремонтпридатності — коригувальний і профілактичний простій з часу виявлення до усунення несправностей і трудомісткість.

Дані технічного обслуговування потрібно також надавати стосовно вимог до кваліфікації персоналу й засобів технічного обслуговування.

За подавання даних, пов'язаних із ремонтпридатністю, важливо розглянути поняття технічного обслуговування, визначення термінів, опис джерел даних, процедури аналізування та методи підтвердження даних. Рекомендації для кожного з цих чинників наведено в розділі 8.

9.2 Поняття технічного обслуговування

Щоб забезпечити чітке розуміння представлених характеристик ремонтпридатності, важливо визначити специфічне поняття технічного обслуговування виробу стосовно наданих даних. Нижче наведено перелік, що надає зазвичай необхідні типи інформації.

Необхідна інформація, пов'язана з поняттям технічного обслуговування, така:

- номер виробу;
- опис виробу;
- функції виробу;
- тривалість;
- аспекти технічного обслуговування;
- вимоги до навичок персоналу;
- вимоги до допоміжного обладнання;
- технічні вимоги до документації;
- вимоги до навчання.

Інформацію щодо аспектів технічного обслуговування можна подавати кількома способами залежно від конкретних вимог щодо технічного обслуговування, наприклад, щодо виробу, місцевості, навчального центру та центру підтримки.

9.3 Джерела даних

9.3.1 Загальна інформація

Дані, пов'язані з ремонтпридатністю, можна отримати з кількох джерел, охоплюючи зокрема:

- накопичені дані від подібних виробів;
- дані проектування/виготовлення виробу;
- випробування виробу й дані, отримані під час експлуатування.

Їх можна виражати модифікованими значеннями (вірогідними, передбаченими, оціненими, екстрапованими) основних заходів стосовно ремонтпридатності, як, наприклад, середній час ремонту (СЧР).

Далі розглянуто кожне зі згаданих вище джерел даних.

9.3.2 Накопичені дані

Потрібно описати джерела накопичених даних (наприклад, сфера застосування, ремонтні цехи та центр підтримки програмного забезпечення) і виріб, на якому вони ґрунтуються; також треба вказати причини їх застосування в цьому виробі. Необхідно зазначити методи збирання даних, а також вимоги до навчання та рівня навичок персоналу технічного обслуговування. Потрібно обумовлювати невідповідності, пов'язані із застосуванням накопичених даних щодо дослідного виробу.

Накопичені дані використовують передусім для загального уявлення та визначення аспектів технічного обслуговування. На пізнішій стадії життєвого циклу виробу їх треба розглядати стосовно фактичних даних, отриманих протягом досліджування окремого виробу. Вони можуть також слугувати додатковим джерелом інформації для перевіряння ремонтпридатності (див. розділ 6).

9.3.3 Проектні/виробничі дані виробу

За умови отримання даних, пов'язаних з ремонтпридатністю, збиранням їх на стадії проектування, розроблення та виготовлення (наприклад, тести під час розроблення, виготовлення чи експлуатування), аналізування проекту, програмного забезпечення, прогнозування або 3D-моделюванням, необхідно зазначити використовуваний метод.

Необхідно також провести обговорювання обраного й застосованого методу, вказуючи будь-які можливості недоліків у точності даних. В ІЕС 60706-2 наведено способи аналізування проекту та методи оцінювання.

Дані проектування/виготовлення можна використовувати як основу для:

- визначення характеристик окремого виробу та прийняття вимог щодо ремонтпридатності;
- огляду відповідності попередніх даних і дійсності попередньої оцінки ремонтпридатності;
- планування профілактичного технічного обслуговування;
- покращення коригувального технічного обслуговування;
- оптимізації вартості технічного обслуговування.

9.4 Демонстрування виробу і експлуатаційні дані

Дані, пов'язані з ремонтпридатністю, можна отримати досліджуванням на макетах, прототипах чи під час виготовлення виробу в дійсному чи змодельованому середовищі або використовуючи дані,

отримані під час експлуатування виробу (наприклад, інформація надана центром підтримки, ремонтним центром або з експлуатування). Методи, використані для вибору операції технічного обслуговування, дані, контрольні або технічні записи методів потрібно описувати. Рівень навичок персоналу технічного обслуговування та його навчання також необхідно вказувати. Розділи 5 і 6 містять інформацію про деякі методи перевіряння ремонтпридатності. Зворотний зв'язок демонстрування та експлуатування — первинні засоби підтримування технічних дій під час експлуатування та процедур технічного обслуговування виробу, які дають змогу виявити дефекти у виробі, як, наприклад низький рівень ремонтпридатності та недоліки в системі технічного обслуговування.

9.5 Процедури аналізування

9.5.1 Загальна інформація

Під час подавання даних, пов'язаних із ремонтпридатністю стосовно проведення випробовувань (тобто визначання кількісного рівня) використані процедури аналізування треба описувати. Важливі питання охоплюють:

- редагування даних;
- аналізування розподілу;
- параметричні обчислювання.

9.5.2 Редагування даних

Потрібно описувати дії, спрямовані на забезпечення точності, повноти й вірогідності даних. Якщо проведено будь-яке редагування, необхідно вказати використовувані правила та причини цієї діяльності.

9.5.3 Аналізування статистичного розподілу

Якщо необхідно провести статистичне аналізування даних, треба визначити вид розподілу. Вид розподілу потрібно описувати із зазначенням причин його вибору. Загальні методи охоплюють метод A^5 , метод Колмогорова–Смірнова та наочні випробовування. У додатку Б наведено докладнішу інформацію щодо цих методів.

9.5.4 Параметричні обчислювання

Необхідно вказувати підставу проведення обчислювання всіх поданих параметрів ремонтпридатності. Якщо відібрані параметри потрібно обчислити за інтегральним або дискретним способом, то застосований метод має бути докладний. Якщо використовують математичні моделі ремонтпридатності, то їх треба повністю описувати. Додаток Б містить настанови з обчислювання арифметичних і геометричних значень, границі довірчих інтервалів, а також відсотків для логарифмічного нормального, нормального та багатомодульного розподілу, що їх найчастіше використовують під час визначання показників ремонтпридатності. Для інших типів розподілу відповідну інформацію можна знайти в підручниках зі статистики. Для деталей, які зношуються чи ламаються, доречно використовувати розподіл Вейбула (ІЕС 61649). Для відновлених систем з непостійною інтенсивністю можна використовувати модель ступеневої залежності (ІЕС 61710).

9.6 Подавання даних

9.6.1 Загальна інформація

Дані технічного обслуговування зазвичай подають для:

- коригувальних дій,
- профілактичних дій,
- удосконалення.

Крім того, дані технічного обслуговування повинні містити необхідну другорядну інформацію.

Дані, пов'язані з ремонтпридатністю, зазвичай виражені параметрами, які визначено в ІЕС 60050(191). Використовувані терміни, не використані у згаданому вище документі, треба визначати як частину подавання даних.

9.6.2 Поточне технічне обслуговування

Час поточного технічного обслуговування зазвичай виражають як активний час ремонту, що охоплює кілька піделементів. Таблиця 2 надає типову форму подавання даних про завдання поточного ремонту. У формі зазначають одиницю несправності (одиниця під розглядом), типи несправностей (помилки), технічні засоби для проведення технічного обслуговування, необхідну кількість персоналу

та тривалість простою. Таку інформацію застосовують під час удосконалювання та випробовування виробів.

Статистичні або прогнозовані дані можна подавати на основі досвіду, вираженого як середнє значення або середнє значення, а не як дані окремого виробу. Таблиця 3 ілюструє можливу форму подавання даних із цих джерел з отриманими в підсумку (усередненими) дослідними даними. У цій формі показано середній час поточного ремонту для кожного вузла виробу й кожної складальної одиниці зі стандартними відхилами. Якщо потрібно, відібране замість стандартного відхилу можна показувати у відсотках, наприклад 95 %.

Інші параметри, використовувані для характеризування аспектів поточного технічного обслуговування, охоплюють таке:

- автоматичне виявлення несправностей (під час експлуатування виробу);
- автоматичне виявлення несправностей під час ремонту;
- автоматичне чи ручне виявлення несправностей з установленням точних причин;
- ефективність автоматичних або ручних процедур ремонту;
- час ремонту.

Середні значення цих параметрів можна отримати із статистичних або прогнозованих джерел і після оброблення дослідних даних.

9.6.3 Профілактичне технічне обслуговування

Подавання даних профілактичного технічного обслуговування вимагає, щоб тривалість виконання процедур була ототожнена з їх періодичністю. Таблиця 4 ілюструє форму, у якій ці дані можна подавати. Тривалість зазвичай відображають як активний час профілактичного технічного обслуговування. За необхідності можна додавати досліджений неоперативний час простою профілактичного технічного обслуговування. Для спрощення планування технічного обслуговування бажано оцінити трудомісткість технічного обслуговування для кожної процедури. Як доповнення до докладної інформації треба узагальнити звід запобіжних заходів профілактичного технічного обслуговування.

9.6.4 Удосконалювання

Удосконалюють для покращення якості виробу, підвищення його надійності чи ремонтпридатності. Їх можна виконати на будь-якій стадії життєвого циклу виробу, якщо це економічно вигідно, а за умови терміновості їх зазвичай впроваджують протягом планованого технічного обслуговування або, за можливості, поточного технічного обслуговування. Важливо забезпечити точні й сучасні системи контролювання удосконаленого виробу, а також переконатися, щоб запасні частини та документація були доступними для обслуговування й ремонту зміненого виробу.

Рішення про проведення удосконалювання складників за причин їх низької надійності чи ремонтпридатності ухвалюють на підставі аналізу даних технічного обслуговування цих складників. У рішенні зазначають дату, починаючи з якої у виробі встановлюють удосконалені складники.

9.6.5 Дані технічного обслуговування

Дані стосовно технічного обслуговування можуть бути необхідні для того, щоб сприяти розплануванню обслуговування виробу користувачем. Головні елементи даних треба супроводжувати рекомендаціями щодо аспектів технічного обслуговування, вимог до навчання персоналу, необхідного спеціального інструменту чи іншого допоміжного обладнання, а також застосування технічної документації. Крім того, вимоги до профілактичного технічного обслуговування треба докладно описати для визначення:

- основних завдань профілактичного технічного обслуговування;
- вимог до особистих навичок і допоміжного обладнання;
- їх вплив на час простою і трудомісткість робіт в людино-годинах.

Подальшу додаткову інформацію щодо технічного обслуговування щодо трудомісткості робіт, використовування і доставляння запасних частин тощо можна додавати за необхідності. Докладнішу інформацію з підтримки технічного обслуговування див. у ІЕС 60300-3-14.

Таблиця 2 — Форма короткого запису даних про завдання поточного ремонту

Номер завдання	Позначення складника	Похибка	Спеціалісти	Кількість людей	Тривалість поточного ремонту складових частин (год)					
					Діагностування	Технічне затримування	Ремонт	Остаточне перевіряння	Повне перевіряння	Люд.-год
1	LRA-1	CR-1		1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,5	0,5
2	LRA-1	C-24		2	0,7	0,2	0,2	0,2	1,3	2,6
3	LRA-5									

LRA — складальна одиниця.

Таблиця 3 — Форма короткого запису тривалості поточного ремонту

Позначення складника	Тривалість діагностування		Технічне затримування		Тривалість ремонту		Тривалість остаточного перевіряння		Загальна тривалість	
	середня	стандартний відхил	середня	стандартний відхил	середня	стандартний відхил	середня	стандартний відхил	середня	стандартний відхил
LRA-1	0,2	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,1	0,05	0,5	0,05
LRA-5	0,7	0,1	0,2	0,05	0,2	0,05	0,2	0,05	1,3	0,09

LRA — складальна одиниця.

Таблиця 4 — Форма короткого запису профілактичного технічного обслуговування

Номер завдання	Позначення складника	Опис завдань	Визначення частоти завдань	Процедура завдань (див. примітку)	Необхідна кількість людей	Люд.-год	Тривалість поточного технічного обслуговування
1	LRA-1	Очищення повітряного фільтра (Частина № 627)	Кожні 500 год	A-1	1	0,50	0,5
2	LRA-1	Замінювання щіток (Частина № 123)	Кожні 2000 год	A-2	2	1,5	0,75
3							

LRA — складальна одиниця.

Примітка. Посилання на докладний опис порядку виконання завдань профілактичного технічного обслуговування.

ДОДАТОК А
(обов'язковий)

ПРОЦЕДУРИ ПІДТВЕРДЖУВАННЯ РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ

A.1 Методи підтвердження ремонтпридатності

Методи випробувань, які застосовують під час підтвердження ремонтпридатності, залежать від характеристик, які або точно визначені, або мають певне значення для потенційного споживача (користувача) виробу.

Рекомендовані статистичні методи перевіряння ремонтпридатності наведено в таблиці А.1, де X позначає заданий показник і номер дослідного методу, що стосується опису дослідного методу, наведеного в додатку Б.

Таблиця А.1 — Методи випробовувань

Метод випробовувань	Контрольований показник	Припущення	Фіксовані чи послідовні	Рекомендований обсяг вибірки (приблизний)
1	Середній	Логарифмічний нормальний розподіл оцінки істинної дисперсії для початкового значення X	Фіксовані	30
2	Середній	Оцінка істинної дисперсії початкового значення X	Фіксовані	30
3	Середній	Немає	Фіксовані	50
4	Відсоток	Логарифмічний нормальний розподіл оцінки істинної дисперсії для початкового значення X	Фіксовані	20
5	Див. примітку	Логарифмічний нормальний розподіл	Фіксовані	20
6	Див. примітку	Немає	Фіксовані	Немає
7	Див. примітку	Немає	Послідовні	Немає

Примітка. Відсоток тривалості технічного обслуговування перевищує задане значення.

А.2 Методи вибирання цілей

Під час підтвердження ремонтпридатності завдання профілактичного та поточного технічного обслуговування треба подавати окремо.

Кожен тип завдань профілактичного технічного обслуговування потрібно відбирати в порядку зниження значимості по відношенню до попереднього.

$$\frac{t_p}{MDT_p}$$

де t_p — середнє значення тривалості профілактичного технічного обслуговування;

MDT_p — середнє значення тривалості повного простою внаслідок проведення профілактичного технічного обслуговування.

Завдання профілактичного технічного обслуговування необхідно обирати за одним з наступних підходів, але беручи до уваги той, який більш практичний стосовно доступного періоду підтвердження:

— природні недоліки, тобто очікувані, такі, які виникають у реальних або змодельованих умовах експлуатування;

— симулювання пошкоджень, тобто створення пошкоджень у виробі навмисно, і проведення спостережень за послідовним виконанням технічного обслуговування.

Зразок для підтвердження має складатися принаймні з n кількості окремих завдань, які використовуватимуть у наведених нижче обчисленнях:

$$n = \sum_i n_i;$$

$$n_i = n \frac{\lambda_i}{\sum_i \lambda_i},$$

де n_i — кількість завдань, розподілених між складниками з нормою невдачі помилки λ_i ;

n — рівний або більший обсяг вибірки, ніж рекомендований у таблиці А.1.

А.3 Методи моделювання помилки

Умови технічного обслуговування, зумовлені моделюванням пошкоджень, має бути подано у проєкті у вигляді чинників технічного обслуговування, таких як характерні ознаки та необхідні процедури ремонту. У випадку з електронними виробами пошкодження, які усуваються під час технічного обслуговування, може бути спричинено:

- внутрішнім роз'єднанням;
- заземленням;
- заміною справної частини виробу, електричного кола, або складання виробу з ідентичних деталей іншого виробу з відповідним типом помилки;
- вилученням плати модульної конструкції або дротяного з'єднання;
- вставленням додаткових частин типу шунта, які складно виявити, для симулювання недопустимих умов експлуатування;
- навмисним розбалансуванням (некоаксиальність);
- використанням холодного паяння, що зумовлює виникнення помилки.

Примітка. Досвід показує, що досить важко симулювати помилки, використовуючи холодне паяння, тому рекомендовано відбирати модулі з відмовами, які самоусуваються, з виробничої лінії для проведення перевіряння з підтвердження ремонтпридатності.

У випадку з механічними виробами помилки для розгляду завдань профілактичного технічного обслуговування можуть виникати через:

- заміну робочої частини або агрегата з ідентичного виробу, що має відповідний тип помилки;
- навмисне розбалансування (некоаксиальність);
- блокування робочого механізму;
- послаблення відповідного елемента;
- роз'єднання джерела енергії;
- роз'єднання відповідного зв'язку.

У роботі з програмним забезпеченням виробів помилки для коригування під час профілактичного технічного обслуговування можуть виникати внаслідок:

- уведення дефектного коду;
- переміщення основного коду;
- зміни скерованості команди;
- зміни індексу похибки лічильника;
- навмисного нез'єднання однакових блоків;
- неправильної адресації результатів;
- уведення неправильного коду, що не спричинить очевидну помилку;
- заміни змінної величину на сталу.

А.4 Вибір персоналу

Спеціалісти та контролювальний персонал, залучений до підтвердження ремонтпридатності, повинні мати досвід роботи у сфері технічного обслуговування та відповідного рівня навички, освіти, специфічний досвід роботи з виробом. Можлива процедура — відбирання персоналу споживачем (користувачем), згідно з умовами контракту.

До обов'язків групи підтвердження ремонтпридатності має входити виконання технічного обслуговування та нагляд за його проведенням, оцінювання даних, контролювання підготовки випробувань, огляд та досліджування результатів випробувань і готування звітів про випробування.

ДОДАТОК В
(обов'язковий)

ДОСЛІДНИЦЬКІ МЕТОДИ ПІДТВЕРДЖУВАННЯ РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ

В.1 Загальна інформація

У додатку В визначено статистичні методи випробування, застосовні для перевірки виконання кількісних вимог до ремонтпридатності згідно з розділом 8. Їх можна застосовувати до усіх методів

підтвердження ремонтпридатності, за умови, якщо процедури технічного обслуговування статистично незалежні. Умови випробувань повинні бути ідентичними фактичним умовам експлуатування.

В.2 Метод випробування 1

Назва випробування:	Перевіряння на засобах, наприклад МАСМТ
Припущення:	Активний час поточного технічного обслуговування АСМТ можна описувати логарифмічним нормальним розподілом. Логарифмічна дисперсія АСМТ, значення $\tilde{\sigma}^2$ відомо з попередньої інформації.
Перевірені гіпотези:	Нульова гіпотеза H_0 : значення $\mu = \mu_0$ Альтернативна гіпотеза H_1 : значення $\mu > \mu_0$
Ймовірність прийняття P_a :	$P_a = 1 - \beta$ для $\mu = \mu_0$; $P_a = 1 - \alpha$ для $\mu = \mu_1$, $\alpha = 1$ тип ризику, $\beta = 2$ тип ризику; $\mu > \mu_0$
Обсяг вибірки n :	$n = \frac{(u_{1-\alpha}\mu_0 + u_{1-\beta}\mu_1)^2}{(\mu_1 - \mu_0)} \cdot (e^{\tilde{\sigma}^2} - 1),$ де $\tilde{\sigma}^2$ — попередня оцінка логарифмічної дисперсії активного коригувального часу технічного обслуговування і $u_{1-\alpha}$, $u_{1-\beta}$ — застандартовані середньоарифметичні відхили; μ_0 — мінімально прийнятне середнє значення заходів щодо ремонтпридатності, наприклад МАСМТ; μ_1 — засіб відмови МАСМТ. Примітка. Величини μ_0 і μ_1 зазначають у контракті або вказують згідно з вимогами споживача (користувача). Мінімальний обсяг вибірки: 30.
Опис процедури:	з випадково відібраного зразка протягом часу активного коригування n технічного обслуговування x_1, x_2, \dots, x_n обчислюють середнє значення $\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$ і вибіркoву дисперсію: $s^2 = \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n x_i^2 - n \cdot \bar{x}^2 \right).$ Приймають H_0 , якщо: $\bar{x} \leq \mu_0 + u_{1-\alpha} \frac{s}{\sqrt{n}}.$ За іншої умови H_0 відхиляють.

В.3 Метод випробування 2

Назва випробування:	Перевіряння на засобах, наприклад МАСМТ
Припущення:	Ніякого конкретного припущення щодо розподілу оперативних коригувальних часів технічного обслуговування АСМТ не зроблено. Дисперсія АСМТ $\tilde{\sigma}^2$ відомо з попередньої інформації.
Перевірені гіпотези:	Див. метод випробування 1.
Ймовірність прийняття P_a :	Див. метод випробування 1.
Обсяг вибірки n :	$n = \tilde{\sigma}^2 \left(\frac{u_{1-\alpha} + u_{1-\beta}}{\mu_1 - \mu_0} \right)^2,$ де $\tilde{\sigma}^2$ — попередня оцінка дисперсії оперативного коригувального часу технічного обслуговування і $u_{1-\alpha}$, $u_{1-\beta}$ — застандартовані середньоарифметичні відхили.

Мінімальний обсяг вибірки: 30.

Опис процедури: Див. метод випробовування 1.

В.4 Метод випробовування 3

Назва випробовування: **Перевіряння на засобах, наприклад МАСМТ**

Припущення: Немає.

Перевірені гіпотези: Див. метод випробовування 1.

Імовірність прийняття P_a : Див. метод випробовування 1.

Обсяг вибірки n :
$$n = \tilde{\sigma}^2 \left(\frac{u_{1-\alpha} + u_{1-\beta}}{\mu_1 - \mu_0} \right)^2,$$

де $\tilde{\sigma}^2$ — дисперсія зразка оперативного коригувального часу технічного обслуговування і $u_{1-\alpha}$, $u_{1-\beta}$ — застандартовані середньоарифметичні відхили.
Мінімальний обсяг вибірки: 50.

Процедура вирішення: Див. метод випробовування 1.

В.5 Метод випробовування 4

Назва випробовування: **Перевіряння на відсоток**

Припущення: АСМТ відповідно описано логарифмічним нормальним розподілом і значення $\tilde{\sigma}^2$ відоме з попередньої інформації.

Перевірені гіпотези: Нульова гіпотеза H_0 : $x_p \leq T_0$
Альтернативна гіпотеза H_1 : $x_p > T_1$
 x_p — відсоток порядку p величини X ;
 T_0 — зазначений час, що розподіляє функції приймання і відхилення перевіреного відсотку часу.

Імовірність прийняття P_a : $P_a = 1 - \alpha$ для $x_p = T_0$,
 $P_a = \beta$ для $x_p = T_1$.
 $\alpha = 1$ тип ризику, $\beta = 2$ тип ризику; $T_1 > T_0$.

Обсяг вибірки n :
$$n = \left(1 + \frac{u_p^2}{2} \right) \tilde{\sigma}^2 \left(\frac{u_{1-\alpha} + u_{1-\beta}}{I_n T_1 - I_n T_0} \right)^2$$
 (округлюють до наступного цілого числа),

де $\tilde{\sigma}^2$ — попередня оцінка різниці оперативних коригувальних годин технічного обслуговування і $u_{1-\alpha}$, $u_{1-\beta}$ — застандартовані середньоарифметичні відхили.

Мінімальний обсяг вибірки: 20 (приблизно).

Опис процедури: з випадкового зразка n часу оперативного коригувального технічного обслуговування x_1, x_2, \dots, x_n обчислюють значення зразків $I_n \cdot x_i$,

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_n x_i$$

і вибіркочну дисперсію

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n (I_n x_i)^2 - n \bar{y}^2 \right),$$

тоді обчислюють:

$$U = \ln T_0 + u_{1-\alpha} \cdot s \left(\frac{1}{n} + \frac{u_p^2}{2(n-1)} \right)^{\frac{1}{2}}.$$

H_0 приймають, якщо:

$$\bar{y} + u_p s \leq U.$$

За іншої умови H_0 відхиляють.

В.6 Метод випробування 5

Назва випробування:	Розподіл АСМТ по зазначеній величині
Припущення:	АСМТ відповідно описано логарифмічною нормальною дисперсією.
Перевірені гіпотези:	Нульова гіпотеза H_0 : $P_r(X > T) \leq p_0.$ Альтернативна гіпотеза H_1 : $P_r(X > T) > p_0,$ де $P_r(X > T)$ — імовірністю того, що випадкова змінна величина X більша за час T .
Імовірність прийняття, P_a :	$P_a = 1 - \beta$ для $P_r(X > T) = p_0$, $P_a = \beta$ для $P_r(X > T) = p_1$, $\alpha = 1$ тип ризику, $\beta = 2$ тип ризику; $p_1 > p_2$.
Обсяг вибірки n :	$n = \left(1 + \frac{k^2}{2}\right) \cdot \left(\frac{u_{1-\alpha} + u_{1-\beta}}{u_{1-p_0} - u_{1-p_1}}\right)^2$ (округлюють до найближчого цілого числа), де $\frac{u_{1-\alpha} \cdot u_{1-p_1} + u_{1-\beta} \cdot u_{1-p_0}}{u_{1-\alpha} + u_{1-\beta}}$ і $u_{1-\alpha} \cdot u_{1-\beta} \cdot u_{1-p_0} \cdot u_{1-p_1}$ — застандартовані середньоарифметичні відхили. Мінімальний обсяг вибірки: 20.
Опис процедури:	з випадкового зразка n часу оперативного коригувального технічного обслуговування x_1, x_2, \dots, x_n обчислюють значення зразків $I_n \cdot x_i$, $\bar{y} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_n \cdot x_i$ і вибіркочну дисперсію $s^2 = \frac{1}{n-1} \left(\sum_{i=1}^n (I_n \cdot x_i)^2 - n\bar{y}^2 \right).$ H_0 приймають, якщо: $\bar{y} + ks \leq T.$ За іншої умови H_0 відхиляють.

В.7 Метод випробування 6

Назва випробування:	Розподіл АСМТ по зазначеній величині
Припущення:	Немає.
Перевірені гіпотези:	Див. метод випробування 5.
Імовірність прийняття P_a :	Див. метод випробування 5.
Обсяг вибірки n і приймальне число c :	n і c визначають розв'язуванням наступних рівнянь, n — найменше число, що задовольняє умови: $\sum_{w=0}^c \binom{n}{w} p_1^w (1-p_0)^{n-w} \geq 1-\alpha,$ $\sum_{w=0}^c \binom{n}{w} p_1^w (1-p_1)^{n-w} \leq \beta.$

Рівняння можна вирішити:
 — використовуючи приблизне середньоарифметичне для $0,2 < p_0 < 0,8$;
 — використовуючи апроксимацію Пуассона до $p_0 < 0,2$ (див. таблицю В.2);
 — використовуючи комп'ютер.

Опис процедури: з випадкового зразка n часу оперативного коригувального технічного обслуговування x_1, x_2, \dots, x_n обчислюють значення таких спостережень, які перевищують визначений час T . Це число називають r .
 H_0 приймають, якщо $r \leq c$.
 Відхиляють, якщо $r > c$.

В.8 Метод випробовування 7

Назва випробовування:

Розподіл АСМТ по зазначеній величині

Припущення: Немає.

Перевірені гіпотези: Див. метод випробовування 5.

Імовірність прийняття P_a : Див. метод випробовування 5.

Обсяг вибірки n і приймальне число c : n і c визначають розв'язуванням наступних рівнянь, n — найменше число, що задовольняє умови:

$$\sum_{w=0}^c \binom{n}{w} p_1^w (1-p_0)^{n-w} \geq 1-\alpha,$$

$$\sum_{w=0}^c \binom{n}{w} p_1^w (1-p_1)^{n-w} \leq \beta.$$

Рівняння можна вирішити:
 — використовуючи приблизне середньоарифметичне для $0,2 < p_0 < 0,8$;
 — використовуючи апроксимацію Пуассона до $p_0 < 0,2$ (див. таблицю В.2);
 — використовуючи комп'ютер.

Опис процедури: з випадкового зразка n часу оперативного коригувального технічного обслуговування x_1, x_2, \dots, x_n обчислюють значення таких спостережень, які перевищують визначений час T . Це число називають r .
 H_0 приймають, якщо $r \leq c$.
 Відхиляють, якщо $r > c$.

В.9 Метод випробовування 8

Назва випробовування:

Розподіл АСМТ по зазначеній величині

Припущення: Немає.

Перевірені гіпотези: Див. метод випробовування 5.

Імовірність прийняття P_a : Див. метод випробовування 5.

Обсяг вибірки: Це випробування послідовне, тобто немає фіксованого обсягу вибірки для випробовування.

Опис процедури: Обрані випадково зразки виробів для оперативного коригувального технічного обслуговування x_1, x_2, \dots, x_n взяті до того часу, поки рішення прийняття чи відхилення буде прийнято. Кількість оперативного коригувального обслуговування, що перевищують зазначений час T , підраховують. Цю кількість називають d_N для перших N спостережень. Після кожного спостереження d_N порівнюють із прийнятим числом a_N і числом відхиленням r_N (див. таблицю В.2):

$$a_N = -b_1 + kN,$$

$$r_N = b_2 + kN,$$

де

$$b_1 = \frac{I_n \frac{1-\alpha}{\beta}}{\ln \frac{p_1}{p_0} + I_n \frac{1-p_0}{1-p_1}},$$

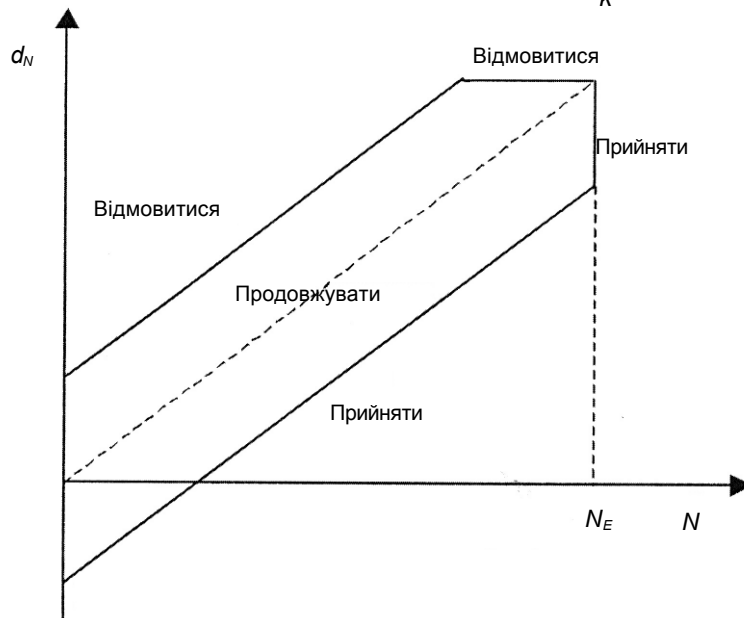
$$b_2 = \frac{I_n \frac{1-\beta}{\alpha}}{\ln \frac{p_1}{p_0} + I_n \frac{1-p_0}{1-p_1}},$$

$$k = \frac{\ln \frac{1-p_0}{1-p_1}}{\ln \frac{p_1}{p_0} + I_n \frac{1-p_0}{1-p_1}}.$$

H_0 приймають, якщо $d_N < a_N$;

H_0 відхиляють, якщо $d_N > r_N$. Якщо $r_N > d_N > a_N$, випробування продовжують з $(N + 1)$ кількістю спостережень (див. графік В.1 і ІЕС 60300-3-5 для пояснення послідовних випробувальних планів). Величина округлення випробування має бути:

$$N_E \geq \frac{3b_1}{k}.$$



Графік В.1 — Метод випробування 8. Послідовність випробувального плану

Таблиця В.1 — Метод випробування 7. Прийняті та відхилені числа

Кількість спостережень, N	Номер прийняття, a_N	Номер відхилення, r_N	Кількість спостережень, N	Номер прийняття, a_N	Номер відхилення, r_N	Кількість спостережень, N	Номер прийняття, a_N	Номер відхилення, r_N
3		3	37	4	9	73	10	15
6		3	42	4	9	78	10	15
7		4	43	5	10	79	11	16
12		4	48	5	10	84	11	16
13	0	5	49	6	11	85	12	17
18	0	5	54	6	11	90	12	17
19	1	6	55	7	12	91	13	17
24	1	6	60	7	12	96	13	17
25	2	7	61	8	13	97	14	17
30	2	7	66	8	13	99	14	17
31	3	8	67	9	14	100	16	17
36	3	8	72	9	14			

Таблиця В.2 — План вибіркового контролю для визначених величин $p_0, p_1, \alpha, \beta, (p_0 < 0,2)$

$k = \frac{p_1}{p_0}$	$\alpha = 0,05$						$\alpha = 0,10$						$\alpha = 0,20$					
	$\beta = 0,05$		$\beta = 0,10$		$\beta = 0,20$		$\beta = 0,05$		$\beta = 0,10$		$\beta = 0,20$		$\beta = 0,05$		$\beta = 0,10$		$\beta = 0,20$	
	c	D	c	D	c	D	c	D	c	D	c	D	c	D	c	D	c	D
1,5	66	54,1	54	43,3	39	30,2	51	43,0	40	33,0	29	23,2	36	31,8	27	23,5	17	14,4
2,0	22	15,7	18	12,4	14	9,25	17	12,8	14	10,3	10	7,02	12	9,91	9	7,29	6	4,73
2,5	13	8,46	10	6,17	8	4,70	10	7,02	8	5,43	6	3,90	7	5,58	5	3,84	3	2,30
3,0	9	5,43	7	3,98	6	3,29	7	4,66	5	3,15	4	2,43	4	3,09	3	2,30	2	1,54
4,0	6	3,29	5	2,51	4	1,97	4	2,43	3	1,75	2	1,10	3	2,30	2	1,54	1	0,824
5,0	4	1,97	3	1,37	3	1,37	3	1,75	2	1,10	2	1,10	2	1,54	1	0,824	1	0,824
10,0	2	0,818	2	0,818	1	0,353	1	0,532	1	0,532	1	0,532	1	0,824	1	0,824	0	0,227

Для визначення обсягу вибірки n для заданих p_0, p_1, α, β необхідно розділити відповідну величину D на p_0 і використати найбільше ціле число, але не менше ніж коефіцієнт.

Наприклад, $p_0 = 0,05, p_1 = 0,20, \alpha = 0,10, \beta = 0,05$ і $k = \frac{0,20}{0,05} = 4$, тоді $n = \frac{D}{0,05} = \frac{2,43}{0,05} = 48$.

ДОДАТОК С
(обов'язковий)**АНАЛІЗУВАННЯ ЗІСТАВНИХ ДАНИХ РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ****С.1 Загальна інформація**

У розділі 9 коротко описано аспекти аналізування даних, що стосуються ремонтпридатності, які можна отримати з відповідних джерел (наприклад, накопичених джерел, контрольних випробувань або випробувань для проектування, виготовлення, збирання експлуатаційних даних), і ті, які потрібно використовувати для підтвердження/визначення ремонтпридатності. Один з важливих пунктів цього аналізування — визначання розподілу даних. У додатку В наведено найчастіше використовуваний метод визначання розподілу — метод Колмогорова–Смірнова (також відомий як d -тест). Цей тест підходить для всіх типів даних і для всіх форм розподілу. За умови застосування інших методів (критерій χ^2 -квадрат, графічні методи) необхідно користуватися відповідними підручниками із статистичних методів.

С.2 Критерій перевіряння статистичної гіпотези методом Колмогорова–Смірнова**С.2.1 Розподіл, використовуваний у ремонтпридатності**

Зазвичай в ремонтпридатності використовують такий розподіл:

- логарифмічний нормальний розподіл,
- багатомодальний розподіл (в окремих випадках).

У більшості випадків логарифмічний нормальний розподіл є найкращою використовуваною моделлю; однак, у деяких випадках, нормальний розподіл можна використовувати як приблизний. Багатомодальний розподіл у деяких випадках є ефективним поданням вибірових даних з більш ніж одним чинником залежності часу (механізми несправності, типи технічного обслуговування тощо).

Процедури, застосовані для вибору відповідної моделі розподілу не є темою розгляду додатка В. У таких випадках читач повинен користуватися статистичними підручниками.

С.2.2 Тест Колмогорова–Смірнова для критерію перевіряння статистичних гіпотез

Тест Колмогорова–Смірнова чи d -тест проводять за допомогою підготовки ймовірного теоретичного розподілу (наприклад, логарифмічного нормального розподілу), використовуючи отримані дані для оцінювання параметрів (наприклад, середній і стандартний відхил). Навколо цього теоретичного розподілу побудовано границі з плюсом чи мінусом d одиниць імовірності. У таблиці В.1 наведено обмежений набір d відібраних значень на основі обсягу вибірки даних і рівня значення (α), для якого проводять випробування. Отриманий розподіл даних потім наносять на графік. Якщо отримана функція проходить поза межами в будь-якій точці, то ймовірний теоретичний розподіл несумісний з даними. І навпаки, якщо отримана функція завжди залишається в межах, гіпотеза щодо основного розподілу є правильною.

Таблиця С.1 — Граничні дані d

Обсяг вибірки	Рівень значення (α)			
	0,15	0,10	0,05	0,01
5	0,474	0,510	0,565	0,669
10	0,342	0,368	0,410	0,490
15	0,283	0,304	0,338	0,404
20	0,246	0,264	0,294	0,356
30	0,20	0,22	0,24	0,29
40	0,18	0,19	0,21	0,25
50	0,16	0,17	0,19	0,23
>50	1,14	1,22	1,36	1,63

Примітка. Вказані значення d основані на повній специфікації ймовірного розподілу. Якщо вибіркові дані використовують для оцінки параметра(-ів), необхідно помножити занесені в таблицю значення d на 0,80 для перевірки показників функції і на 0,67 для перевірки нормального розподілу.

БІБЛІОГРАФІЯ

- IEC 60300-1 Dependability management — Part 1: Dependability management systems
IEC 60300-2 Dependability management — Part 2: Guidelines for dependability management
IEC 60706-6 Guide on maintainability of equipment — Part 6: Section 9: Statistical methods in maintainability evaluation
RADC-TR-69-356 Maintainability Prediction and Demonstration Techniques. Vol. II, January 1970: Maintainability Demonstration. Grafton H. Griswold etc.

НАЦІОНАЛЬНЕ ПОЯСНЕННЯ

- IEC 60300-1 Керування надійністю. Частина 1. Системи керування надійністю
IEC 60300-2 Керування надійністю. Частина 2. Керівні настанови щодо керування загальною надійністю
IEC 60706-6 Електроустаткування. Наставови з ремонтпридатності. Частина 6. Розділ 9. Статистичні методи оцінювання ремонтпридатності
RADC-TR-69-356 Прогнозування технічного обслуговування і демонстраційної техніки. Том II, січень 1970 року: Демонстрація технічного обслуговування. Графтон Г. Грісволд та ін.

Код УКНД 03.120.01; 21.020

Ключові слова: технічне обслуговування, ремонт, ремонтпридатність, механізм і з'єднання, технічне обслуговування, критичне значення, план вибіркового контролю, тест Колмогорова–Смірнова.

Редактор **В. Халімон**
Технічний редактор **О. Касіч**
Коректор **І. Копацька**
Верстальник **В. Перекрест**

Підписано до друку 25.10.2010. Формат 60×84 1/8.
Ум. друк. арк. 3,25. Обл.-вид. арк. 1,93. Зам. Ціна договірна.

Виконавець
Державне підприємство «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (ДП «УкрНДНЦ»)
вул. Святошинська, 2, м. Київ, 03115
Свідоцтво про внесення видавця видавничої продукції до Державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції від 14.01.2006, серія ДК, № 1647