

Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

Дзюба Л. Ф., Кусій М. І., Меньшикова О.В.

Надійність технічних систем і техногенний ризик

Навчальний посібник

Львів 2018

УДК 681.518

Рецензенти:

д. т. н., професор Гуліда Е. М., Львівський державний університет безпеки життєдіяльності

д. т. н., професор Пасіка В. Р., Національний університет «Львівська політехніка»

Дзюба Л.Ф. Надійність технічних систем і техногенний ризик : навчальний посібник / Л. Ф. Дзюба, М. І. Кусій, О. В. Меньшикова. – Львів: Вид-цтво ЛДУ БЖД, 2017. - 192 с.

У навчальному посібнику розглянуті основні положення надійності технічних систем і техногенного ризику, деградаційні процеси елементів технічних систем, які є чинниками їх відмов. Відповідно до сучасних міжнародних стандартів подані методи аналізування та оцінювання техногенного ризику.

Навчальний посібник призначений для студентів спеціальності «Цивільна безпека» та може бути корисним для вивчення дисциплін, пов'язаних з надійністю машин.

ЗМІСТ

	Стор.
Передмова	7
РОЗДІЛ 1. ОСНОВНІ ПОНЯТТЯ ТЕОРІЇ НАДІЙНОСТІ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ.....	8
1.1. Завдання та розвиток науки про надійність технічних систем.....	8
1.2. Об'єкти та стани об'єктів у теорії надійності.....	12
1.3. Причини виникнення та класифікація відмов.....	15
1.4. Властивості об'єктів в аспекті надійності.....	17
1.5. Випадковий характер параметрів надійності	19
Контрольні питання.....	30
РОЗДІЛ 2. ПОКАЗНИКИ НАДІЙНОСТІ.....	32
2.1. Види показників надійності.....	32
2.2. Показники безвідмовності. Основне рівняння надійності.....	34
2.3. Показники довговічності.....	40
2.4. Показники ремонтпридатності та збережуваності.....	41
2.5. Особливості показників надійності відновлюваних виробів. Функція відновлення та параметр потоку відмов.....	42
2.6. Комплексні показники надійності.....	48
Контрольні питання.....	50
РОЗДІЛ 3. ЗАКОНИ РОЗПОДІЛУ НАПРАЦЮВАННЯ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ.....	51
3.1. Експоненціальний закон розподілу напрацювання технічних систем у період нормальної експлуатації.....	51
3.2. Нормальний закон розподілу напрацювання в період деградаційних відмов технічних систем.....	54
3.3. Композиція нормальних законів розподілу.....	61
3.4. Логарифмічно-нормальний закон розподілу напрацювання технічних систем.....	62
3.5. Розподіл Вейбулла напрацювання технічних систем до відмови.....	65
3.6. Графічне визначення параметрів розподілу Вейбулла за результатами	

випробувань.....	67
3.7. Дифузійний монотонний (<i>DM</i>) закон розподілу напрацювання технічних систем.....	69
3.8. Дифузійний немонотонний (<i>DN</i>) закон розподілу напрацювання технічних систем.....	74
Контрольні питання.....	75
РОЗДІЛ 4. РАЦІОНАЛЬНИЙ ВИБІР ТЕОРЕТИЧНОГО ЗАКОНУ РОЗПОДІЛУ НАПРАЦЮВАННЯ ЗА ЕМПІРИЧНИМИ ДАНИМИ ПРО НАДІЙНІСТЬ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ.....	77
4.1. Графічний метод визначення теоретичного закону розподілу.....	77
4.2. Вирівнювання емпіричного розподілу.....	79
4.3. Критерії узгодженості теоретичного та емпіричного законів розподілу.....	83
Контрольні питання.....	85
РОЗДІЛ 5. НАДІЙНІСТЬ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ З ПОСЛІДОВНОЮ ТА ПАРАЛЕЛЬНОЮ СТРУКТУРОЮ.....	86
5.1. Структурні схеми надійності технічних систем.....	86
5.2. Надійність систем з послідовною структурою в період раптових відмов.....	89
5.3. Надійність систем з послідовною структурою в період деградаційних відмов.....	93
5.4. Надійність систем з паралельною структурою.....	94
Контрольні питання.....	96
РОЗДІЛ 6. ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ НАДІЙНОСТІ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ	97
6.1. Види резервування в технічних системах.....	97
6.2. Надійність технічної системи у разі сталого резервування.....	99
6.3. Надійність технічних систем у разі заміщувального резервування.....	102
6.4. Надійність дубльованих елементів.....	103
6.5. Ефективність різних видів резервування технічних систем.....	103
Контрольні питання.....	105

РОЗДІЛ 7. НАДІЙНІСТЬ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ЗА КРИТЕРІЄМ МІЦНОСТІ.....	106
7.1. Ймовірність відмови технічної системи за критерієм міцності	106
7.2. Надійність технічної системи з послідовною структурою за нормального розподілу навантаження та несної здатності елементів.....	112
7.3. Статистичне моделювання ймовірності ненастання граничного стану конструкції.....	117
Контрольні питання.....	122
РОЗДІЛ 8. ДЕГРАДАЦІЙНІ ПРОЦЕСИ В ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ....	123
8.1. Фізична природа руйнувань матеріалів при повторно-змінних навантаженнях.....	123
8.2. Цикли зміни напружень та їх характеристики.....	125
8.3. Крива витривалості. Границя витривалості.....	127
8.4. Різновиди діаграм втоми металів.....	129
8.5. Вплив конструктивно-технологічних чинників на величину границі витривалості.....	133
8.6. Види тертя та класифікація процесів зношування.....	135
8.7. Основні показники зношування.....	143
8.8. Розрахунок ймовірності безвідмовної роботи за критерієм зносостійкості.....	146
Контрольні питання.....	147
РОЗДІЛ 9. ОЦІНЮВАННЯ БЕЗПЕЧНОСТІ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ.....	149
9.1. Поняття ризику.....	149
9.2. Допустимі ризики.....	151
9.3. Техногенний ризик.....	153
9.4. Порядок виконання аналізу небезпеки й оцінювання ризику.....	160
Контрольні питання.....	164
РОЗДІЛ 10. МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКУ.....	165
10.1. Загальне оцінювання ризику.....	165

10.2. Методи загальної оцінки ризику.....	167
10.3. Метод попереднього аналізу небезпечних чинників (РНА).....	171
10.4. Метод HAZOP.....	173
10.5. Методи аналізу видів і наслідків відмов (FMEA) і аналізу видів, наслідків і критичності відмов (FMESA).....	176
10.6. Метод аналізу «дерева відмов» (FTA).....	181
10.7. Метод аналізу дерева подій (ETA).....	184
10.8. Приклади побудови дерева відмов.....	187
Контрольні питання.....	194
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ.....	196
ДОДАТКИ.....	199