

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ  
ДО САМОСТІЙНИХ І КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ З КУРСУ:  
“НАДІЙНІСТЬ ТА СТАБІЛЬНІСТЬ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ СИСТЕМИ”  
ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ  
7.090202-“ТЕХНОЛОГІЯ МАШИНОБУДУВАННЯ”  
ДЕННОЇ ТА ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

Кременчук, 2002

Методичні вказівки до самостійних і контрольних робіт з курсу: "Надійність та стабільність технологічних систем" для спеціальності 7.090202 "Технологія мавшинобудування"

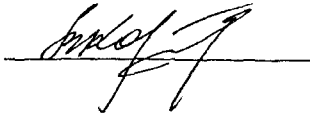
Укладачі: Саленко Олександр Федорович, доцент  
Савелов Дмитро Володимирович, асистент

Кафедра КМТО

Затверджено методичною радою університету

Протокол № 1 від 30.09 2002 р.

Голова методради



В.В. Костін



## ВСТУП

Одним з пріоритетних напрямів розвитку промисловості України є раціональне та високоефективне використання потенціалу промислового обладнання, науково обґрунтованих підходів до проблеми доцільної експлуатації. Створення нових видів обладнання, використання нових різальних матеріалів, альтернативна організація виробництва значно підвищують продуктивність праці. Одночасно з цим, ускладнення обладнання, підвищення вимог до готового виробу вимагає від розробників технології обов'язкового врахування питань надійності та стабільності технологічних процесів.

Таким чином, приділення постійної уваги питанням вивчення та прогнозування надійності функціонування та взаємодії складових частин верстатних систем, що працюють здебільшого в автоматичному режимі, створення підходів та принципів можливого впливу на технологічну систему та прогнозування її поведінки в різних умовах є провідним напрямом удосконалення технологій на сучасному етапі.

Дисципліна “Надійність та стабільність технологічної системи” є спеціальною учбовою дисципліною в системі підготовки спеціалістів за фахом 7.090202 “Технологія машинобудування” і ставить своєю метою довести до студентів базові знання із питань технологічного та конструкційного забезпечення надійності промислового обладнання, технологій та устаткування на основі формування комплексного системного підходу до розробки і проєтування технологій з урахуванням основних положень надійності. При цьому використовується апарат теорій ймовірності, математичної статистики, теорії оптимізації та управління якістю виробленої продукції, функціонально-вартісного аналізу.

При викладанні дисципліни розглядаються питання прогнозування ймовірного стану складної технічної системи, окремі елементи якої володіють характеристиками ймовірної працеспроможності та надійності. Подаються методики визначення ступіня працеспроможності, оцінки межового стану обладнання, підходи та принципи створення нових технологій з урахуванням вимог надійності. Також розкриваються фізичні основи протікаючих при експлуатації виробів процесів.

## 1. ЗАГАЛЬНІ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

### 1.1. Мета і завдання дисципліни, її місце у навчальному процесі

**Зміст навчальної дисципліни:** доведення до студентів системи комплексу знань з теорії надійності стосовно технологічного процесу виготовлення елементів вузлів та механізмів загальномашинобудівного профілю.

**Мета навчальної дисципліни:** довести до студентів базові знання із питань технологічного та конструкційного забезпечення надійності промислового обладнання, технологій та устаткування на основі формування комплексного системного підходу до розробки і проєтування технологій з урахуванням основних положень надійності. При цьому використовується апарат теорій ймовірності, математичної статистики, теорії оптимізації та управління якістю виробленої продукції, функціонально-вартісного аналізу. Поставлена мета досягається підготовкою спеціалістів, спроможних вирішити такі задачі:

- розробляти нові технологічні процеси з урахуванням надійності та стабільності їх протікання у часі;
- вміти складати та аналізувати структурні та надійнісні схеми, виконувати основні розрахунки характеристик надійності технологічних систем;
- проводити дослідження діючих верстатних систем та комплексів з метою прогнозування її функціональної спроможності та попередження аварій;
- забезпечення якості випущеної продукції за допомогою керованого впливу на технологічну систему.

**Значення та місце дисципліни у навчальному процесі:** Значення та місце дисципліни у навчальному процесі: дана дисципліна базується на знаннях вищої математики, інтегрального та диференційного числення, механіки руйнування твердого тіла та тріщиноутворення, опору матеріалів, теорії автоматичного керування, а також практичних навичках виконання вимірів та зняття робочих характеристик на діючому обладнанні. В свою чергу курс “Надійність та стабільність технологічних процесів” доповнює уяву студентів з комплексних технологічних процесів, типових та групових технологій та ін.

**Види занять з дисципліни:** для спеціальності 7.090202 “Технологія машинобудування” програмою передбачено проведення лекцій та практичних занять.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен *знати*:

- основні характеристики надійності верстатного обладнання та технологічних процесів як складних багаторівневих та багатоелементних систем;
- фізичну сутність взаємодії між елементами, призначення та особливості різних методів забезпечення та підвищення надійності;
- забезпечення безпеки при роботі обладнання;
- математичні основи теорії надійності, методи аналізу та дослідження діючих технологічних процесів та обладнання;

*вміти*:

- виконувати розрахунки характеристик надійності технологічних процесів, верстатних систем і їх компонентів на базі складання та аналізу структурних і надійнісних схем;
- визначати коефіцієнти використання та готовності обладнання і технології, розробляти керований вплив на технологічну систему з метою забезпечення заданої якості продукції, розробляти нові види обладнання та технологій із використанням передового світового досвіду;
- оцінювати безпеку праці та екологічну безпеку технологій.

Висвітлювальний курс також органічно пов'язаний з іншими курсами інженерного напрямку, що забезпечує комплексну підготовку висококваліфікованих спеціалістів для народного господарства України.

## **1.2. Самостійна робота**

Значну частину курсу “Надійність та стабільність технологічної системи” студенти вивчають самостійно. Приступаючи до вивчення курсу, преш за все необхідно ознайомитися з програмою, її змістом, обсягом кожної теми і послідовно включених до неї питань. Обов'язково необхідно усвідомити значення і зв'язок даної дисципліни в системі комплексу підготовки спеціаліста – інженера-механіка або інженера-технолога.

Для кращого засвоєння матеріалу студент повинен вести конспект, до якого заносити формулювання основних положень та понять, значення нових та незнайомих термінів та назв, розкривати сутність методів та методик.

Після вивчення теми необхідно відповісти на питання для самоконтролю, не користаючися конспектом або підручником.

Основні форми самостійної роботи студентів з курсу:

- перегляд конспектів лекцій;
- вивчення основної та допоміжної літератури, написання конспектів;
- розв'язання персональних завдань та задач з динамічного моделювання процесів, що протікають на різних видах технологічного обладнання;
- написання рефератів з використанням матеріалів періодичних видань, підручників та монографій.

### *1.3. Лекції*

Лекції для студентів стаціонарного відділення спеціальності 7.090202 читаються викладачем протягом семестру. Лекційний курс побудовано так, щоб студенти охопили певне коло питань, пов'язаних із забезпеченням надійності та стабільності технологічних процесів за допомогою конструкторських або технологічних засобів. При цьому надається фізика процесу зносу та втомленого руйнування елементів промислового обладнання, ріжучого інструмента, тощо, основні положення математичного опису, результати досліджень різних фахівців, наводяться висновки проведених досліджень, у тому числі і автором даного курсу.

Відповідно до плану заочного навчання з даної дисципліни передбачені лекції, які викладаються у період установчих або лабораторно-екзаменаційних сесій. Вони мають більш стислий характер, однак, як і для стаціонарного навчання, розкривають практично всі питання, що охоплює даний курс. Установчі лекції читаються студентам перед початком вивчення курсу. Їх мета - полегшити засвоєння матеріалу. На установчих лекціях подається систематизація по кожному розділу, пояснюються окремі теоретичні положення і при цьому зосереджується погляд на розрахунках і відповідях на питання контрольних завдань.

Оглядові лекції читаються студентам у період заліково-екзаменаційної сесії. На цих лекціях уточнюються окремі найбільш складні питання курсу, узагальнюється матеріал, вивчений студентами самостійно на протязі семестру, дається огляд літератури по даній дисципліні.

Загальний обсяг лекцій визначається навчальним планом.

### *1.4. Консультації*

Якщо при вивченні курсу, написанні реферату або виконанні контрольної роботи виникають труднощі, студентам необхідно звернутися до викладача за консультацією, який веде курс або до рецензента

контрольної роботи. На консультаціях студенти також обговорюють отримані в при роботі над контрольним завданням результати, корегують обрані напрямки і методи розв'язання поставлених задач.

### ***1.5. Практичні заняття***

На практичних заняттях студенти закріплюють отримані при вивченні лекційного курсу знання, одночасно поглиблюючи та конкретизуючи їх. Практики мають величезне значення для набуття цілісної уяви з викладених питань, навичок практичної реалізації отриманих знань. Окрім того, на практиках, як правило, знімаються питання, що виникають при самостійній роботі студента та пов'язані із засвоєнням даного курсу. Тематика практичних занять відповідає загальній концепції дисципліни.

Практичне заняття складається з двох частин: теоретичної підготовчої, протягом якої за завданням викладача студенти конкретизують поставлені задачі, задають запитання та обговорюють відповіді на них, готують необхідні матеріали для виконання роботи; практичної – коли поставлені задачі розв'язуються студентами за допомогою різних засобів – підручників, довідників, використовуючи при цьому калькулятори або персональні комп'ютери. В кінці заняття підводяться підсумки – викладачем подаються відповіді на запитання, обговорюються результати розрахунків, формулюється резюме.

### ***1.6. Екзамен (залік)***

До складання екзамену (заліку) допускаються студенти, які виконали контрольне завдання (роботу) і не мають академічної заборгованості за минулу залікова-екзаменаційну сесію. При складанні екзамену (заліку) подається залікова контрольна робота або реферат.

## 2.1. Зміст лекційного курсу

### Розділ 1. Вступ до надійності складних систем

#### Тема 1. Основні поняття та визначення.

Технологічна система як об'єкт розгляду. Промислове обладнання як підсистема технологічного комплексу, що формує показники якості виробів. Елементи складної системи, їх взаємозв'язок та взаємодія. Основні визначення та терміни надійності.

#### Тема 2. Технологічний процес з точки зору надійності.

Обладнання, інформація, людина та навколишнє середовище – як єдиний технологічний простір. Забезпечення питань екології технологічних процесів.

#### Тема 3. Властивості складних систем.

Розгляд елементів складних систем з підходів ієрархічності. Вхідні та вихідні параметри елементів та системи в цілому. Взаємодія елементів між собою. Типи стукрут складних систем.

### Розділ 2. Фізичні аспекти забезпечення надійності при виробництві

#### Тема 1. Аналіз закономірностей, що описують явища змін в матеріалі та у вироблених деталях.

Закони стану матеріалу, закони старіння. Основні аспекти розгляду поверхневого шару. Значення явищ, що протікають на поверхнях твердих тіл при руйнуванні та старінні матеріалу. Будова поверхневого шару. Класифікація процесів старіння. Основні методи пошкодження матеріалу вироблених деталей. Вплив параметрів мікро- та макрогеометрії, характеристик енергетичного стану на надійність роботи деталі у вузлі механізму.

#### Тема 2. Типові закономірності протікання процесів старіння з плином часу.

Класифікація часових характеристик старіння, основні приклади значених явищ. Сутність стохастичної природи явищ.

### Розділ 3. Моделювання відмов

#### Тема 1. Зміна вихідних параметрів технологічної системи.

Аналіз процесу формування закону зміни вихідного параметра. Зв'язок між ступенем пошкодження та вихідним параметром виробу. Формування закону зміни вихідного параметра з плином часу.

#### Тема 2. Поступові та раптові відмови.



Модель формування поступової відмови конкретного виробу. Формування закону порушення технологічного процесу. Модель поступової відмови з двома межами. Моделі раптових відмов. Ймовірність виникнення раптової відмови. Одночасний прояв поступової та раптової відмов. Випадковий потік відмов.

Тема 3. Межовий стан промислового обладнання.

Загальна схема втрати об'єктом своєї працеспроможності. Оцінка межового стану технологічного обладнання, при якому настає відмова та порушення технологічного циклу. Критерії межових станів.

Розділ 4. Розрахунок надійності технологічних систем

Тема 1. Схемна надійність системи

Поняття про схемну надійність. Розрахунок надійності системи за надійністю окремих її елементів. Резервування ненадійних елементів. Навантажене і ненавантажене резервування. Резервування систем: загальне та роздільне. Метод побудови та аналізу структурних схем. Оптимізація структури за критерієм надійності. Розрахунок надійності за допомогою алгебри логіки.

Тема 2. Параметрична надійність системи.

Формування показників якості виробу на основі параметрів надійності та стабільності технологічного процесу. Прогнозування надійності з урахуванням контролю.

Розділ 5. Забезпечення надійності та стабільності технологічних процесів та управління якістю продукції

Тема 1. Управління якістю продукції

Загальні положення системи управління якістю виробленої продукції. Сім інструментів якості в японській економіці. Принципи Демінга. Принципи Тагучі. Подальший розвиток теорії управління якістю продукції в сучасних умовах.

Тема 2. Питання екологічної безпеки технологічних процесів та промислового обладнання.

Причини виникнення шкідливостей при роботі обладнання. Класифікація шкідливостей. Оцінка ступеня шкідливості різних груп технологічного обладнання. Методи запобігання забруднення навколишнього середовища. Захист довкілля та обслуговуючого персоналу.

## *2.2. Перелік тем практичних занять*

Тема 1. Побудова структурних схем складних систем, їхній аналіз та визначення показників функціональної та параметричної надійності.

За завданням викладача виконується побудова структурних схем технологічного процесу з обов'язковим розглядом фізичної сутності протікаючих в системі явищ. Далі визначається ймовірність безвідмовної роботи, і, на основі аналізу взаємодії, встановлюється надійність роботи системи в цілому. Встановлюються “вузькі місця” системи та намічаються напрями їх подолання.

Тема 2. Відмови систем як стохастичні явища. Апарат теорії ймовірностей при визначенні раптових відмов. Криві розподілу ймовірностей відмов.

Розглядається реальна технологічна система, надійність роботи якої необхідно визначити. На основі заданих викладачем статистичної виборки контрольних вимірів та вимог до готової деталі встановлюються оцінки надійності даної технології. Постулюються моделі процесу, обираються криві розподілу ймовірності прояву відмови.

Тема 3. Проява поступових відмов. Визначення параметричної надійності системи за допомогою емпіричних залежностей процесів старіння.

Розглядається елемент технологічної системи – допоміжний пристрій, верстат, тощо та аналізуються процеси старіння, які можуть привести до виникнення параметричної відмови. Встановлюються параметри межового стану обладнання, призначається календар обслуговування обладнання.

Тема 4. Прогнозування надійності роботи промислового технологічного обладнання при одночасному прояві раптових та поступових відмов.

Розглядається задача встановлення ймовірності безвідмовної роботи верстата при одночасному прояві поступових та раптових відмов. Аналіз здійснюється на основі статистичної інформації.

Тема 5. Основні принципи теорії управління якістю продукції. Робота з “7-ма інструментами якості”

Вивчаються принципи та підходи до управління якістю продукції. Розглядаються виробничі ситуації, на прикладах ілюструється

використання 7 інструментів “якост”, які широко використовуються у японській економіці.

Тема 6. Дослідження технологічної системи та одиниці промислового обладнання за допомогою персональної ЕОМ

Робота виконується з використанням засобів обчислювальної техніки. За заданими викладачем статистичними виборками виконуються обчислення, на основі яких встановлюють прийнятність технологічного налагодження системи чи її неприйнятність.

Тема 7. Основи експериментальних досліджень технологічного обладнання та діючої технології. Використання системного підходу до питань надійності. Регресійний та дисперсійний аналіз. Робота у оболонці STATGRAPHICS.

Робота здійснюється на персональних комп'ютерах з використанням програмного забезпечення STATGRAPHICS та MathCAD.

#### *2.4. Теми та завдання для самостійної роботи студентів*

Тема 1. Схемна та системна надійність

Схема та системна надійність технологічних процесів та діючого промислового обладнання. Складання розрахункових схем.

Оптимізація структури: принципи та підходи до задач оптимізації.

Тема 2. Принципи оптимізації за критерієм надійності

Оптимізація структури технологічного процесу, реалізованого в автоматичному режимі. Забезпечення надійності експлуатації промислового обладнання. Принципи введення дблюючих та резервуючих ланок.

Тема 3. Прогнозування показників надійності при роботі окремих технологічних систем

Система прогнозування надійності технічних систем та технологічних процесів. загальні принципи створення систем та технологій с точки зору надійності. Робота з пакетом прикладних програм.

#### Тема 4. Екобезпека з позицій надійності

Екологічна безпека технологічних процесів. Класифікація шкідливих факторів. Ліквідація дії шкідливих факторів на підприємстві. Надійність та стабільність технологічних процесів у аспекті екологічної безпеки.

#### Тема 5. Принципи управління якістю продукції

Використання “7 інструментів якості” на підприємствах України. Особливості роботи системи управління якістю та надійністю технологічних процесів у сучасних умовах. Задачі інженера та науковця з питань забезпечення якості виготовлення деталей на верстатному обладнанні.

### 3. ЗАВДАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ СТУДЕНТАМИ ЗАОЧНОГО ВІДДІЛЕННЯ

Контрольна робота для студентів заочної форми навчання дозволяє привити практичні навички у розв’язанні реальних задач та поглибити знання з окремих теоретичних питань. Контрольна робота виконується у зошиті або на аркушах ф.А4 в обсязі 15...20 аркушів.

Робота містить два теоретичних питання (з переліку питань для самоконтролю) та одне розрахункове завдання. Сутність завдання полягає у розв’язанні задачі, умови яких подано нижче.

Вибір завдання для виконання контрольної роботи здійснюється за двома останніми цифрами номера залікової книжки. Номер завдання відповідає сумі цих цифр. Наприклад, номер 99321 – сума останніх цифр (і номер завдання) – 3 (2+1). Питання вибираються із переліку питань для самоконтролю. Розрахункові схеми подано на рис.

Таблиця 1

#### Завдання до контрольної роботи студентів заочного відділення

Номер варіанта	Теоретичні питання	Задача
01	Питання 1.25	Задача № 1
02	Питання 12.18	Задача № 2
03	Питання 3.5	Задача № 1
04	Питання 32.12	Задача № 1
05	Питання 11.22	Задача № 2
06	Питання 7.28	Задача № 2
07	Питання 14.8	Задача № 1
08	Питання 2.9	Задача № 1
09	Питання 10.30	Задача № 2
10	Питання 4.31	Задача № 1

№	питання (с. 2)	задача № 2
12	Питання 17,29	Задача № 1
13	Питання 19,30	Задача № 2
14	Питання 14,31	Задача № 2
15	Питання 15,21	Задача № 2
16	Питання 10,26	Задача № 1
17	Питання 22,27	Задача № 2
18	Питання 4,20	Задача № 1
19	Питання 3,19	Задача № 2
20	Питання 2,19	Задача № 1

### Задача №1

Оцінити ймовірність безвідмовної роботи налагодженого верстата при фрезеруванні лінійного розміру  $L^{+A}$ , якщо відомі такі параметри (рис. 1):

- швидкість протікання процесу розналагодження  $\gamma_{cp}$ , обумовлена зносом інструмента, становить статистичну вибірку  $GAMA1$ ;
- початкова помилка встановлення верхівки інструмента становить вибірку  $a_0$ ;
- час роботи верстата дорівнює  $T$ .

Для вибору даних за останньою цифрою залікової книжки користуватися табл. 2. Розрахунок  $\sigma_a$ ,  $\sigma_\gamma$  а,  $\gamma_{cp}$  виконати самостійно.

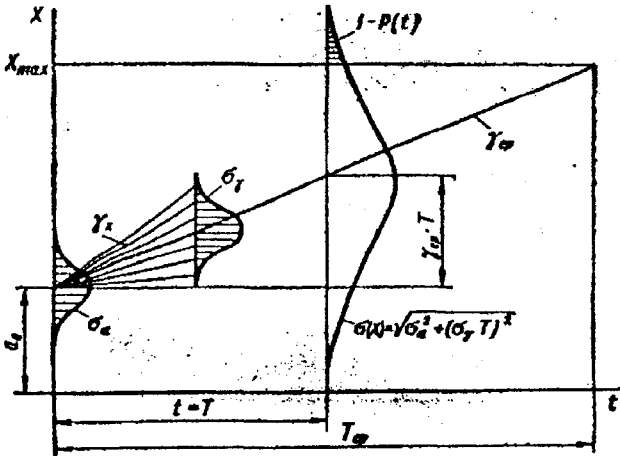


Рис. 1. Схема формування поступової відмови з однією межею

## Дані для задачі №1

Варіант	Розмір L, мм	+A, мм	Час T, хв	ГАМА1, мкм/час	а <sub>н</sub> , мкм
1	120	0.15	30	80, 50, 45, 90, 45, 45, 50, 40, 65, 65, 90, 90	30, 45, 10, 20, 25, 20, 20, 30, 40, 30, 15, 20, 20, 35
2	250	0.12	18	90, 60, 55, 90, 65, 65, 50, 40, 65, 65, 90, 90	20, 45, 10, 20, 25, 20, 20, 30, 20, 30, 50, 20, 20, 35
3	230	0.21	45	80, 60, 45, 90, 50, 45, 50, 60, 95, 95, 90, 90	40, 45, 10, 20, 25, 20, 20, 10, 40, 30, 15, 20, 20, 35
4	140	0.25	22	100, 50, 45, 90, 45, 40, 50, 60, 65, 70, 90, 90	80, 45, 10, 20, 25, 20, 20, 90, 40, 30, 50, 20, 20, 35
5	180	0.1	28	80, 50, 60, 90, 70, 70, 50, 60, 65, 65, 90, 90	30, 45, 10, 20, 25, 20, 20, 20, 40, 30, 15, 20, 20, 35
6	210	0.45	13	80, 80, 45, 90, 45, 45, 50, 60, 65, 100, 90, 100	30, 45, 60, 20, 75, 20, 20, 30, 40, 30, 95, 60, 20, 35
7	240	0.12	19	80, 50, 65, 90, 45, 45, 30, 40, 35, 65, 90, 90	30, 45, 10, 20, 25, 20, 20, 20, 40, 30, 15, 20, 20, 35
8	230	0.18	22	80, 50, 45, 90, 45, 45, 50, 80, 65, 95, 90, 90	30, 45, 10, 20, 25, 20, 20, 70, 40, 30, 30, 20, 20, 90
9	160	0.21	29	70, 60, 70, 90, 45, 45, 50, 40, 65, 65, 90, 90	80, 45, 10, 20, 25, 20, 20, 40, 40, 30, 40, 20, 20, 65
10	100	0.27	50	40, 40, 45, 90, 45, 45, 50, 40, 65, 65, 90, 90	70, 45, 10, 20, 25, 20, 20, 90, 40, 30, 50, 20, 20, 35

## Задача №2

Оцінити ймовірність безвідмовної роботи налагодженого верстата при розточуванні отвору діаметром  $D^{+A}_B$ , якщо відомі такі параметри (рис. 2):

- швидкість протікання процесу розналагодження  $\gamma_{cp}$ , обумовлена зносом інструмента, тепловими деформаціями верстатної системи та ін. становить статистичну вибірку ГАМА2;
- початкова помилка встановлення верхівки інструмента становить вибірку  $a_0$ ;
- час роботи верстата дорівнює T.

Для вибору даних за останньою цифрою залікової книжки користуватися табл. 3. Розрахунок  $\sigma_a$ ,  $\sigma_\gamma$ ,  $a$ ,  $\gamma_{cp}$  виконати самостійно.

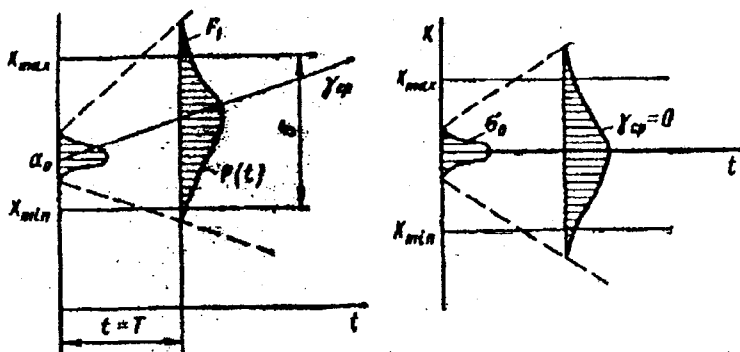


Рис. 2. Модель втрати працеспроможності з двома межами

Таблиця 3

Дані для задачі №2

Варіант	Розмір D, мм	+A, мм	- B, мм	Час T, хв	GAMA2, мкм/час	а <sub>п</sub> , мкм
1	52	0.018	0.018	30	10, 12, 10, 9, 14, 14, 12, 14, 16, 13, 12, 16	3. 5. 7. 8. 3. 5. 3, 3, 7. 5, 10. 11. 6. 4. 5, 5
2	45	0.012	0.00	18	10. 8, 10, 9, 14, 9, 12, 14, 15, 9, 12, 16	3. 5. 7. 8. 3. 5. 3, 3, 7. 2, 1. 5. 6. 4. 5, 3
3	60	0.015	0.00	45	18. 12, 11, 16, 14, 10, 17, 14, 15, 9, 12, 16	8. 5. 7. 8. 3. 5. 3, 3, 8. 2. 5. 5. 6. 4. 5, 3
4	104	0.005	0.005	22	10, 11, 10, 9, 14, 9, 13, 15, 15, 19, 12, 12	3. 12. 7. 8. 5, 5, 3, 3. 11. 2. 3. 5. 6. 4. 5, 10
5	48	0.00	0.01	28	14, 8, 10, 9, 14, 9, 12, 16, 15, 19, 12, 10	5. 5. 7. 8. 5. 5. 3, 3, 7. 2. 4. 5. 6. 4. 5, 3
6	84	0.045	0.00	13	11, 18, 12, 15, 14, 9, 12, 13, 15, 9, 12, 15	8. 5. 7. 8. 6. 5, 6, 3, 7. 2, 2. 5. 6. 4. 5, 9
7	76	0.67	0.00	19	11, 14, 10, 9, 14, 9, 12, 15, 15, 9, 12, 16	4. 5. 7. 8. 3. 5. 6, 6, 7. 6, 3. 5. 6. 4. 5, 6
8	72	0.08	0.00	22	10, 12, 10, 9, 14, 9, 12, 14, 15, 11, 12, 16	3. 5. 7. 8. 3. 5. 3, 3, 7. 3, 7. 5. 6. 4. 5, 3
9	96	0.03	0.03	29	6, 8, 10, 7, 8, 9, 12, 12, 8, 9, 12, 10	11. 9. 7. 8. 6. 5. 8, 10. 7. 5. 9. 5. 6. 4. 5, 11
10	88	0.021	0.00	50	10. 8, 10, 9, 14, 9, 12, 14, 14, 10, 12, 10	7. 5. 7. 8. 3. 5. 9. 9, 7. 2. 4. 5. 6. 4. 5, 3

#### 4. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Що відносять до основних понять та показників надійності обладнання і технології? Дати визначення, розкрити зміст та сутність.
2. Показники безвідмовності, довговічності обладнання та шляхи досягнення їх заданих рівнів.
3. Класифікація відмов обладнання. Параметричні та функціональні відмови. Економічні показники надійності.
4. Фізика відмов. Причини втрати обладнанням роботоспроможності.
5. Відмова машини чи обладнання як результат дії енергетичних факторів.
6. Допустима ймовірність безвідмовної роботи як міра оцінки наслідків відмови.
7. Математична модель надійності технологічного процесу, машини, системи чи виробу. Як забезпечується надійність роботи виробу технологічними та конструктивними засобами?
8. Основні закономірності, які описують зміни в матеріалах, що призводять до відмови.
9. Закони стану матеріалу та закони старіння.
10. Поверхневий шар матеріалу та його характеристики. Вплив стану поверхневого шару на довговічність та безвідмовність обладнання.
11. Підвищення надійності функціонування обладнання за рахунок системи планово-попереджувальних ремонтів.
12. Схеми втрати роботоспроможності машини при поступовій та раптовій відмові. Наслідки втрати працеспроможності обладнання для технологічного процесу.
13. Основні типи структур складних систем. Надійність складних систем.
14. Розрахунок схемної надійності складної системи за надійністю її елементів.
15. Принципи дублювання та резервування ненадійних елементів складних систем.
16. Загальне та розподілене резервування. Формули для визначення схемної надійності
17. Метод побудови та аналізу структурних схем для розрахунку схемної надійності складної системи.
18. Загальна схема розрахунку машини на надійність. Особливості складання розрахункових схем.
19. Характеристика та властивості елементів складної системи. Параметри елементів системи.
20. Надійність складних систем. Основні посилки розрахунку схемної надійності складної системи.



21. Аналіз процесу формування закону зміни вихідного параметру. Зв'язок між ступенем пошкодження та вихідним параметром виробу.
22. Модель формування поступової відмови конкретного виробу. Модель поступових відмов з двома межами. Модель раптових відмов.
23. Резервування ненадійних елементів. Навантажене та ненавантажене резервування.
24. Метод побудови та аналізу структурних схем. Оптимізація структури по критеріям надійності. Розрахунки надійності за допомогою алгебри логіки.
25. Обладнання, інформація, людина та навколишнє середовище – компоненти складної системи. Новітні технології розробки та дослідження систем.
26. Класифікація часових характеристик старіння. Багатостадійні процеси, сутність стохастичної природи явищ старіння.
27. Оцінка межового стану виробу, критерій та регламентація межового стану.
28. Ймовірність виникнення раптової відмови. Одночасна проява поступової та раптової відмови.
29. Оптимізація структури по критеріям надійності. Економічні критерії.
30. Розгляд елементів складних систем. Вхідні та вихідні параметри елементів. Взаємодія елементів поміж собою. Типи структур складних систем.
31. Основні визначення та терміни надійності. Технологічна система з точки зору надійності.
32. Формування показників надійності та стабільності системи. Прогнозування надійності з урахуванням контролю.

#### РЕКОМЕНДОВАНА ЛИТЕРАТУРА

1. Проников А.С. Надежность машин. – М.: Машиностроение, 1978. – 592 с.
2. Григорьян Г.Д. Элементы надежности технологических систем и машин. – К.: Вища школа, 1984. – 215 с.
3. Дружинин Г.В. Надежность систем автоматики. – М.: Энергия, 1967. – 528 с.
4. Войнов К.Н. прогнозирование надежности механических систем. – М.: Машиностроение, 1978. – 208 с.
5. Фейгенбаум Р. Контроль качества продукции. – М.: Экономика. – 1986. – 471 с.
6. Волкевич Л.И. Надежность автоматических линий. – М.: Машиностроение, 1969. – 327 с.
7. Барлоу Р., Прошан Ф. Математическая теория надежности / пер. с англ. под ред. Гнеденко М. – М.: Советское радио. – 1969, - 468 с.
8. Основы надежности машины / В.Е Канарчук и др. – К.: наукова думка. – 1982. – 248 с.
9. Надежность и долговечность машин. / Костецкий Б.И., Косовский И.Г. и др. – К.: Тэхника, 1975. – 408 с.

Методичні вказівки до самостійних і контрольних робіт з курсу: “Надійність та стабільність технологічних систем” для спеціальності 7.090202 “Технологія машинобудування”

Укладачі: Саленко О.Ф., канд. техн. наук доцент  
Савелов Д.В., асистент

Відповідальний за випуск, проф., д.т.н. Маслов О.Г.

Видавничий відділ КДПУ.

Тираж 50 екз.

Кременчук, 2002