

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Запорізький національний технічний університет

### **МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

до самостійної роботи студентів з вивчення дисципліни  
“Надійність технологічних систем” для студентів  
спеціальності 133 “Галузеве машинобудування” за  
освітньою програмою “Металорізальні верстати та  
системи” денної та заочної форм навчання

Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з вивчення дисципліни “Надійність технологічних систем” для студентів спеціальності 133 “Галузеве машинобудування” за освітньою програмою “Металорізальні верстати та системи” денної та заочної форм навчання /Укл. В.В. Солоха. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – с. 10

Укладач: В.В. Солоха, доцент, к.т.н.

Рецензенти: В.В. Циганов, професор, дт.н.

Відповідальний  
за випуск М.В. Фролов, доцент, к.т.н..

Розглянуто та затверджено  
на засіданні кафедри “Металорізальні  
верстати та інструмент”

Протокол № 4 .  
від “ 15 “ листопада 2018

Рекомендовано до видання навчально-  
методичною комісією машинобудівного  
факультету

Протокол № 4  
від “ 21 “ грудня 2018

**ЗМІСТ**

Вступ	4
1. Мета і задачі дисципліни, її місце в учбовому процесі	5
2. Робоча програма дисципліни	6
3. Рекомендована література	10

## ВСТУП

Дисципліна “Надійність технологічних систем” є нормативною дисципліною підготовки магістрів для студентів спеціальності 133 “Галузеве машинобудування” за освітньою програмою “Металорізальні верстати та системи”.

Час, відведений навчальним планом для аудиторних занять, не дає можливості в повному обсязі викласти матеріал, передбачений навчальною програмою дисципліни. Тому в навчальному плані передбачені години для самостійної роботи студентів, коли вони мають поглиблювати свої знання з дисципліни, та й матеріал, що читається на лекціях, та вивчається та практичних заняттях потребує подальшого закріплення, шляхом самостійної роботи студента.

Згідно навчального плану спеціальності вивчення дисципліни “Надійність технологічних систем” здійснюється протягом 10 семестру: - 120 годин (4 кредити), в тому числі – 28 (6) лекції, 14 (2) – практичних занять, 78 (112) - самостійна робота. Значення в дужках для заочної форми навчання. По закінченню 10 семестру передбачено залік з дисципліни.

Метою цих методичних рекомендацій є:

- ознайомлення студента з повним обсягом навчального матеріалу, передбаченого навчальною програмою дисципліни, в тому числі і передбаченою для самостійної підготовки;
  - наведення переліку необхідної літератури з кожної теми;
  - надання методичних рекомендацій та контрольних запитань для самостійної перевірки знань;
- **ОЗНАЙОМЛЕННЯ СТУДЕНТА З ЗАХОДАМИ КОНТРОЛЮ ЗАСВОЄННЯ НАВЧАЛЬНОГО МАТЕРІАЛУ В УМОВАХ КРЕДИТНО-МОДУЛЬНОЇ СИСТЕМИ.**

# 1. МЕТА І ЗАДАЧІ ДИСЦИПЛІНИ, ЇЇ МІСЦЕ В УЧБОВОМУ ПРОЦЕСІ

## 1.1. Мета викладання дисципліни

Метою викладання дисципліни є вивчення різних аспектів надійності верстатів; встановлення основних понять та показників надійності, що визначають рівень надійності роботи верстата; вплив різних елементів “життєвого” циклу на параметричну надійність технологічного обладнання.

## 1.2. Задачі вивчення дисципліни

Завдання вивчення дисципліни – дати студентам знання, сформувані вміння та навички, які перелічені далі.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен отримати

**загальні компетентності:** здатність виявляти, ставити і вирішувати проблеми; здатність приймати обґрунтовані рішення; здатність оцінювати і підтримувати якість роботи технологічного обладнання.

**фахові компетентності:** здатність вирішувати перспективні завдання сучасного виробництва, спрямовані на задоволення потреб споживачів; здатність визначати техніко-економічну ефективність машин, процесів, устаткування й організації галузевого машинобудування та їхніх складників на основі застосування аналітичних методів і методів комп’ютерного моделювання; здатність використовувати знання в розв’язуванні завдань підвищення якості продукції та її контролювання.

## 1.3. Перелік дисциплін, засвоєння яких необхідно для вивчення дисципліни

Для глибокого та всебічного засвоєння дисципліни “Надійність технологічних систем” студент повинен мати знання з таких дисциплін:

- теорії різання,
- металообробного обладнання,
- технології машинобудування,
- трибології,
- економіки машинобудування,
- математичної статистики.

## 2 РОБОЧА ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ

В кожній темі зазначені лекційні години. Орієнтовна кількість годин на самостійну роботу студента для вивчення кожної теми наведені в розділі 3.

### 2.1 Назва та зміст тем дисципліни, методичні вказівки до їх вивчення

#### 2.1.1. Змістовий модуль 1. Проблеми якості та надійності машин

##### Тема 1. Якість та надійність машин - 2 год.

Філософські питання надійності. Економічні аспекти надійності. Показники “ціни” надійності. Області станів виробу

##### Тема 2. Основні поняття надійності – 6 год.

Основні терміни і визначення по надійності. Показники для оцінки безвідмовності виробу. Вибір показників безвідмовності. Показники для оцінки довговічності виробу. Показники довговічності.

##### Методичні вказівки

Слід звернути увагу на абсолютну і відносну втрату якості. Розглянути складові економічної ефективності експлуатації машин та шляхи її забезпечення. Порівняти область працездатності та область станів і її зміни протягом експлуатації.

Розуміти відмінності між напрацюванням на відмову та ресурсом роботи виробу. Приділити увагу показникам оцінки безвідмовності виробу: функції густини розподілу та інтенсивності відмов; оцінці імовірності безвідмовної роботи системи елементів; показникам довговічності машини.

[1] с.19-25, 37-41; [2] с.31-37, 209-217; [3] с. 14 – 16, с. 65 - 72

##### Питання для самоперевірки

1. Які складові економічної ефективності машини в експлуатації?
2. Яка тривалість економічно доцільної експлуатації машини?
3. Як оцінюється імовірність безвідмовної роботи?
4. Як оцінюється імовірність безвідмовної роботи системи з  $n$  послідовних елементів?
5. Як визначається коефіцієнт довговічності?

#### 2.1.2. Змістовий модуль 2. Відмови машин.

##### Тема 3. Класифікація відмов – 4 год.

Відмови випадкові й систематичні. Поступові (зносіві) і раптові відмови. Відмови функціонування і параметричні відмови. Фактичні і потенційні відмови. Припустимі і неприпустимі відмови.

### **Методичні вказівки**

З'ясувати відмінності між відмовами випадковими і систематичними, відмовами параметричними і функціонування, припустимими та не припустимими відмовами. Звернути увагу на ознаки та природу виникнення відмов поступових (зносових) і раптових.

[1] с.58-62; [2]/ с.38-44

### **Питання для самоперевірки**

1. Які основні ознаки виникнення поступової відмови виробу?
2. Що є ознакою раптової відмови?
3. В чому полягають відмінності між параметричними відмовами та відмовами функціонування?

### **2.1.3. Змістовий модуль 3. Забезпечення надійності елементів механічних систем.**

#### **Тема 4. Забезпечення надійності напрямних ковзання – 4 год.**

Характеристики умов роботи напрямних ковзання. Розрахунок напрямних ковзання за видом тертя. Знос жорстко зв'язаних сполучень. Забезпечення працездатності напрямних. Матеріали напрямних. Мащення напрямних.

#### **Тема 5. Напрявні кочення верстатів – 2 год.**

Характеристики умов роботи напрямних кочення. Довговічність напрямних кочення. Тертя в напрямних кочення. Попередній натяг в напрямних кочення.

#### **Тема 6. Довговічність кулькових гвинтових передач – 2 год.**

Ресурс роботи передачі. Статична вантажопідйомність. Допустима частота обертання ходового гвинта. Значення параметру  $d \cdot n$ . Температурні деформації ходового гвинта. Точність позиціонування кулькової гвинтової передачі.

### **Методичні вказівки**

З'ясувати основні причини відмов напрямних ковзання, напрямних кочення та кулькових гвинтових передач, залежність довговічності напрямних різних типів та гвинтових передач від конструктивних особливостей, умов роботи та експлуатації.

[4] с.118-139, 194-199, 436 - 437; [2] с.328-332, [1] с. 308-323

### **Питання для самоперевірки**

1. Які основні причини відмов напрямних ковзання, напрямних кочення?

2. Як залежить величина критичної швидкості в напрямних ковзання від геометричних параметрів напрямних?
3. Які основні шляхи зниження зношування напрямних ковзання?
4. Які чинники впливають на довговічність напрямних кочення?
5. Як впливає попередній натяг в кульковій гвинтовій передачі на її довговічність?

#### **2.1.4. Змістовий модуль 4. Роль технології в забезпеченні надійності машин**

#### **Тема 7. Роль технології в забезпеченні надійності машин – 4 год.**

Зв'язок параметрів технологічного процесу з показниками надійності виробів. Залишкові й побічні явища технологічних процесів.

#### **Тема 8. Закони розподілу термінів служби – 2 год.**

Періоди роботи виробу за час його експлуатації, експоненціальний закон розподілу. Нормальний закон розподілу та області його застосування. Логарифмічно нормальний закон розподілу. Особливості застосування розподілу Вейбула.

#### **Методичні вказівки**

Звернути увагу на вплив параметрів технологічного процесу на надійність виробів. Вивчити вплив залишкових явищ на працездатність.

Приділити увагу періодам експлуатації виробів, та оцінці безвідмовності виробу за різних законів розподілу, яким підлягає напрацювання до відмови різних деталей.

[3] с.16 - 27; [1] с.156-164; [2] - 125-128, 433-440; [6] 31 - 36

#### **Питання для самоперевірки**

1. Як параметри технологічного процесу впливають на експлуатаційні властивості виробу?
2. В чому полягає вплив залишкових явищ технологічного процесу на властивості виробу?
3. Якими періодами характеризується час експлуатації виробу?
4. Безвідмовність яких виробів можна характеризувати експоненціальним законом розподілу?
5. Що собою являє нормальний закон розподілу?

#### **2.2. Перелік практичних занять**

На практичних заняттях розглядаються такі питання:



визначення показників технологічної надійності за параметрами точності токарного автомата –6 год.

розрахунок довговічності напрямних кочення верстатів – 6 год.

вибір параметрів напрямних верстата, що забезпечують високі експлуатаційні показники та високу довговічність –2 год.

### **Методичні вказівки**

Для підготовки до виконання практичних робіт слід користуватися навчальними посібниками [2, 7, 8]. Слід враховувати багатоваріантність умов роботи верстатних вузлів та деталей.

### **2.3. Контрольні питання**

Для підготовки до поточного та підсумкового контролю знань – заліку з дисципліни студент може перевірити свою готовність, відповідаючи на наведені далі питання, що охоплюють основні положення дисципліни “Надійність технологічних систем”.

1. Які складові економічної ефективності машини в експлуатації?
2. Яка тривалість економічно доцільної експлуатації машини?
3. Як оцінюється імовірність безвідмовної роботи?
4. Як оцінюється імовірність безвідмовної роботи системи з  $n$  послідовних елементів?
5. Як визначається коефіцієнт довговічності?
6. Які основні ознаки виникнення поступової відмови виробу?
7. Що є ознакою раптової відмови?
8. В чому полягають відмінності між параметричними відмовами та відмовами функціонування?
9. Які основні причини відмов напрямних ковзання, напрямних кочення?
10. Як залежить величина критичної швидкості в напрямних ковзання від геометричних параметрів напрямних?
11. Які основні шляхи зниження зношування напрямних ковзання?
12. Які чинники впливають на довговічність напрямних кочення?
13. Як впливає попередній натяг в кульковій гвинтовій передачі на її довговічність?
14. Як параметри технологічного процесу впливають на експлуатаційні властивості виробу?
15. В чому полягає вплив залишкових явищ технологічного процесу на властивості виробу?
16. Якими періодами характеризується час експлуатації виробу?

17. Безвідмовність яких виробів можна характеризувати експоненціальним законом розподілу?

18. Що собою являє нормальний закон розподілу?

### **3 РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

#### **3.1 Основна література**

1. Проников А.С. Параметрическая надежность машин. - М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2002, -559 с.
2. Проников А.С. Надежность машин. М.: Машиностроение, 1978, -592с.
3. Решетов Д.Н., Иванов А.С., Фадеев В.З. Надежность машин.: М.: Высшая школа, 1987, - 235 с.
4. Детали и механизмы металлорежущих станков / под ред. Д.Н. Решетова. М.: Машиностроение, 1972. Т. I. - 664 с.

#### **3.2 Додаткова література**

5. Болотин В.В. Ресурс машин и конструкций. –М.: Машиностроение, 1990, -448 с.
6. Дальский А. М. Технологическое обеспечение надежности высокоточных деталей машин.- М.: Машиностроение, 1975. - 223 с.
7. Технологическая надежность станков. Под ред. А.С. Проникова. М.: Машиностроение, 1971. – 344 с.

#### **3.3 Інформаційні ресурси**

8. ТНК. General catalog. Linear motion systems. Catalog No. 500-1E. – 1901 p.
9. Precision Machine Components NSK Linear Guides Ball Screws Monocarriers. Cat. No E3162c 2013. – 553 p.
10. Rexroth. Шариковые направляющие RRS 82 201/2000-10

#### **3.4 Навчально-методична література**

1. Методичні вказівки до проведення практичних занять з дисципліни “Надійність технологічних систем” для студентів спеціальності 133 “Галузеве машинобудування” за освітньою програмою “Металорізальні верстати та системи” денної та заочної форм навчання /Укл. В.В. Солоха. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – с. 30

2. Тексти (конспект) лекцій з дисципліни “Надійність технологічних систем” для студентів спеціальності 133 “Галузеве машинобудування” за освітньою програмою “Металорізальні верстати та системи” /Укл. В.В. Солоха. - Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. - с. 84