**АЕРОКОСМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**КАФЕДРАКОМПЮТЕРИЗОВАНИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

**Методичні рекомендації з підготовки студентів до практичних (семінарських) занять**

з дисципліни «Надійність контроль та діагностування технічних систем»

спеціальністю 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»

Укладач: канд. техн. наук,
доцент Світлана ДЕВ’ЯТКІНА

Конспект лекцій розглянутий та схвалений на засіданні кафедри комп’ютеризованих електротехнічних систем та технологій

Протокол № \_\_\_\_ від «\_\_\_»\_\_\_\_\_20\_\_р.

Завідувач кафедри КЕСТ: докт. техн. наук, професор Володимир КВАСНІКОВ

КИЇВ

**Модуль №1 "Надійність, контроль та діагностування технічних систем".**

**Практичне заняття № 1**

**Тема: Основні терміни та визначення теорії надійності технічних систем. Поняття надійності технічних об’єктів.**

**Методичні рекомендації з підготовки студентів до практичного заняття**

Ознайомитися з основним змістом ДСТУ 2860 – 94 Надійність техніки. Терміни та визначення. Проаналізувати основні терміни та їх визначення, що застосовуються в теорії надійності. Вміти навести приклади застосування загальних термінів до конкретних технічних систем різного призначення.

**Література**

1. Основи теорії надійності технічних систем/ О.М. Павлюк,
М.О. Медиковський, Н.К. Лиса, І.В. Ізонін – Львів: Львівська політехніка, 2021 – 208 с.
2. ДСТУ 2860 – 94 Надійність техніки. Терміни та визначення; Чин. від 01.01.96. – К.: Держстандарт України, 1996. – 50 с.

**Практичне заняття №2**

**Тема: Класифікація відмов об’єктів. Критеріїв відмов складних та простих технічних систем**

**Методичні рекомендації з підготовки студентів до практичного заняття**

Ознайомитися з класифікацією відмов технічних об'єктів (систем) за допомогою лекційного матеріалу (слайди 20-22) та змісту ДСТУ 2860-94 та вміти наводити приклади можливих відмов реальних технічних систем (об'єктів) для кожного типу відмови.

**Література**

1. Основи теорії надійності технічних систем/ О.М. Павлюк,
М.О. Медиковський, Н.К. Лиса, І.В. Ізонін – Львів: Львівська політехніка, 2021 – 208 с.
2. ДСТУ 2860 – 94 Надійність техніки. Терміни та визначення; Чин. від 01.01.96. – К.: Держстандарт України, 1996. – 50 с.

**Практичне заняття №3**

**Тема: Математичні основи теорії надійності технічних систем. Поняття ймовірності випадкової події**

**Методичні рекомендації з підготовки студентів до практичного заняття**

Ознайомитися з різними типами розподілу випадкових величин, що використовуються в теорії надійності. Знати аналітичні закони зміни функції розподілу та щільності розподілу випадкових величин. Вміти побудувати графіки функції та щільності розподілу основних законів випадкових величин (нормальний, експоненціальний, розподіл Вейбула, розподіл Пуассона, біноміальний розподіл) в програмі Excel.

**Література**

1. Основи теорії надійності технічних систем/ О.М. Павлюк,
М.О. Медиковський, Н.К. Лиса, І.В. Ізонін – Львів: Львівська політехніка, 2021 – 208 с.
2. Васильків І.М. Основи теорії ймовірностей і математичної статистики : навч. посібник. –Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – 184 с.

**Практичне заняття №4.**

**Тема: Математичні основи теорії надійності технічних систем. Основні теореми теорії ймовірностей. Основи математичної статистики.**

**Методичні рекомендації з підготовки студентів до практичного заняття**

Згадати основні поняття теорії ймовірностей: випадкова величина, ймовірність випадкової величини, залежні/незалежні події, види розподілу випадкових величин. Подивитись відео матеріали про метод Монте Карло.

Ознайомитись з і змістом ДСТУ 2864 про експериментальне оцінювання та контроль надійності технічних систем.

**Література**

1. Основи теорії надійності технічних систем/ О.М. Павлюк,
М.О. Медиковський, Н.К. Лиса, І.В. Ізонін – Львів: Львівська політехніка, 2021 – 208 с.
2. Васильків І.М. Основи теорії ймовірностей і математичної статистики : навч. посібник. –Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – 184 с.
3. ДСТУ 2864 - Надійність техніки. Експериментальне оцінювання та контроль надійності. Основні положення; чин. від 01.01.1997 – К.: Держстандарт України, 1996. – 33с.

**Практичне заняття №5.**

**Тема: Показники надійності технічних систем: показники безвідмовності**

**Методичні рекомендації з підготовки студентів до практичного заняття**

Підготуватися к вирішенню задач на визначення ймовірностей окремих випадкових подій, сумісних та несумісних, залежних та незалежних.

Ознайомитись зі змістом ДСТУ 3433-96 щодо моделей відмов.

**Література**

1. Основи теорії надійності технічних систем/ О.М. Павлюк,
М.О. Медиковський, Н.К. Лиса, І.В. Ізонін – Львів: Львівська політехніка, 2021 – 208 с.
2. Васильків І.М. Основи теорії ймовірностей і математичної статистики : навч. посібник. –Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – 184 с.
3. ДСТУ 3433-96 Надійність техніки. Моделі відмов. Основні положення; Чин. від 01.01.1999. К.: Держстандарт України, 1997. – 46 с.

**Практичне заняття №6**

**Тема: Показники надійності технічних систем: показники довговічності, ремонтопридатності та збережуваності. Комплексні показники надійності технічних систем.**

**Методичні рекомендації з підготовки студентів до практичного заняття**

Розробити технічне завдання для визначення показників надійності підсистеми світлосигнальної системи аеродрому.

На підставі завдання на курсову роботу (див. Методичні вказівки) розробити технічне завдання для визначення показників надійності певної підсистеми світлосигнальної системи аеродрому, відповідно до обраного варіанту.

Технічне завдання повинно мати:

1. Назву роботи
2. Мета роботи

2. Об'єкт дослідження

3. Предмет дослідження

4. Основні задачі, що будуть вирішуватися в роботі

5. Основні технічні вимоги, яким має відповідати робота

**Література**

1. Основи теорії надійності технічних систем/ О.М. Павлюк,
М.О. Медиковський, Н.К. Лиса, І.В. Ізонін – Львів: Львівська політехніка, 2021 – 208 с.
2. Методичні рекомендації з виконання курсової роботи по дисципліні «Надійність, контроль та діагностування технічних систем»

**Практичне заняття№ 7**

**Тема: Обробка статистичних даних про відмови технічних систем**

**Методичні рекомендації з підготовки студентів до практичного заняття**

Обробити статистичний дані про відмови технічних об’єктів та перевірити гіпотезу про експоненціальний закон розподілу випадкової величини, якою є час напрацювання до відмови технічних об’єктів.

Ознайомитись зі змістом ДСТУ 2864 щодо експериментального оцінювання і контроля надійності.

**Література**

1. 1. Основи теорії надійності технічних систем/ О.М. Павлюк,
М.О. Медиковський, Н.К. Лиса, І.В. Ізонін – Львів: Львівська політехніка, 2021 – 208 с.
2. Васильків І.М. Основи теорії ймовірностей і математичної статистики : навч. посібник. –Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – 184 с.
3. ДСТУ 2864 - Надійність техніки. Експериментальне оцінювання та контроль надійності. Основні положення; чин. від 01.01.1997 – К.: Держстандарт України, 1996. – 33с.

**Практичне заняття №8**

**Тема: Методи визначення надійності технічних систем – класичний (аналітичний) метод.**

**Методичні рекомендації з підготовки студентів до практичного заняття**

Ознайомитися з суттю класичного методу визначення показників надійності технічних систем. Вивчити вимоги державних стандартів щодо аналізу надійності та методів розрахунку показників надійності технічних систем.

**Література**

1. 1. Основи теорії надійності технічних систем/ О.М. Павлюк,
М.О. Медиковський, Н.К. Лиса, І.В. Ізонін – Львів: Львівська політехніка, 2021 – 208 с.
2. Васильків І.М. Основи теорії ймовірностей і математичної статистики : навч. посібник. –Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – 184 с.
3. ДСТУ 2861 – 94 Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення; Чин. від 01.01.97. – К.: Держстандарт України, 1996. – 39с.
4. ДСТУ 2862-94 Надійність техніки. Методи розрахунку показників надійності. Загальні вимоги. чин. від 01.01.1997 - К.: Держстандарт України, 1994. – 24 с.

**Практичне заняття №9**

**Тема: Аналітичний метод визначення надійності технічних систем. Послідовне, паралельне та змішане з’єднання елементів у систему.**

**Методичні рекомендації з підготовки студентів до практичного заняття**

Повторити навчальний матеріал стосовно теорем додавання та множення ймовірностей.

**Література**

1. 1. Основи теорії надійності технічних систем/ О.М. Павлюк,
М.О. Медиковський, Н.К. Лиса, І.В. Ізонін – Львів: Львівська політехніка, 2021 – 208 с.
2. Васильків І.М. Основи теорії ймовірностей і математичної статистики : навч. посібник. –Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – 184 с.
3. ДСТУ 2861 – 94 Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення; Чин. від 01.01.97. – К.: Держстандарт України, 1996. – 39с.

**Практичне заняття №10**

**Тема: Методи розрахунку надійності резервованих систем.**

**Методичні рекомендації з підготовки студентів до практичного заняття**

Повторити навчальний матеріал стосовно біноміального розподілу випадкової величини.

**Література**

1. 1. Основи теорії надійності технічних систем/ О.М. Павлюк,
М.О. Медиковський, Н.К. Лиса, І.В. Ізонін – Львів: Львівська політехніка, 2021 – 208 с.
2. Васильків І.М. Основи теорії ймовірностей і математичної статистики : навч. посібник. –Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – 184 с.

**Практичне заняття №11**

**Тема:** **Методи визначення надійності технічних систем: логіко-ймовірнісний метод, Марковські моделі надійності технічних систем, ймовірнісно-фізичні моделі надійності технічних систем**

**Методичні рекомендації з підготовки студентів до практичного заняття**

Повторити навчальний матеріал стосовно логіко-ймовірнісного методу визначення надійності технічних систем, Марковських моделей надійності та ймовірнісно-фізичних методів.

**Література**

1. 1. Основи теорії надійності технічних систем/ О.М. Павлюк,
М.О. Медиковський, Н.К. Лиса, І.В. Ізонін – Львів: Львівська політехніка, 2021 – 208 с.
2. Васильків І.М. Основи теорії ймовірностей і математичної статистики : навч. посібник. –Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – 184 с.
3. ДСТУ 2861 – 94 Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення; Чин. від 01.01.97. – К.: Держстандарт України, 1996. – 39с.
4. ДСТУ 2862-94 Надійність техніки. Методи розрахунку показників надійності. Загальні вимоги. чин. від 01.01.1997 - К.: Держстандарт України, 1994. – 24 с.

**Практичне заняття №12**

**Тема: Визначення надійності складних технічних систем на прикладі світлосигнальних систем аеродромів (ССА) та їх підсистем. Критерії відмови ССА та її підсистем.**

**Методичні рекомендації з підготовки студентів до практичного заняття**

Підготуватися до проведення інженерного аналізу складної технічної системи на прикладі підсистеми світлосигнальної системи аеродрому. За результати аналізу скласти звіт, який має містити принаймні наступну інформацію:

1. Призначення підсистеми та її роль у забезпеченні технологічних процесів на аеродромі.
2. Склад, структуру, конфігурацію елементів підсистеми.
3. Склад та структуру системи електропостачання підсистеми.
4. Критерії відмови підсистеми.

Для проведення аналізу використовувати вимоги Стандартів та рекомендованої практики ІСАО (Додаток 14 до Конвеції...Т.1 Аеродроми) та вітчизняних нормативно-технічних документів (Наказ Державіаслужби №1841).
Найменування підсистеми можна обрати відповідно до номеру варіанту курсової роботи.

**Література**

1. ДСТУ 3589 – 97. Системи та комплекси авіаційного обладнання. Надійність та експлуатація. Терміни та визначення; Чин. від 01.07.1998, №441. К.: Держстандарт України, 1997. – 31 с.
2. Дев’яткіна C.C. Основні проблеми надійності світлосигнальних систем аеродромів/ С.С. Дев’яткіна// Вісник НАУ. – 2001. – №2. – С. 121-125.

**Практичне заняття №13**

**Тема: Аналітичний метод визначення показників надійності ССА та її підсистем.**

**Методичні рекомендації з підготовки студентів до практичного заняття**

Ознайомитися зі змістом методичної розробки щодо визначення показників надійності світлосигнальних систем аеродромів.

**Література**

1. ДСТУ 3589 – 97. Системи та комплекси авіаційного обладнання. Надійність та експлуатація. Терміни та визначення; Чин. від 01.07.1998, №441. К.: Держстандарт України, 1997. – 31 с.
2. Дев’яткіна C.C. Методика визначення показників надійності категорованих світлосигнальних систем аеродромів/ С.С. Дев’яткіна// Вісник НАУ. – 2002. – №1. – С. 193-197.
3. Дев’яткіна C.C. Надійність системи електропостачання світлосигнальної системи аеродрому/ С.С. Дев’яткіна// Матеріали XIV Міжнар. наук-практ. конф. «Інтегровані робото - технічні комплекси», 18-19 травня 2021 - К, 2021.- C. 131 – 133.

**Практичне заняття №14**

**Тема: Основи технічного контролю та діагностування технічних систем. Основні терміни та визначення.**

**Методичні рекомендації з підготовки студентів до практичного заняття**

Ознайомитися зі змістом ДСТУ щодо програми забезпечення надійності, а також, повторити лекційний матеріал стосовно контролю та діагностуванню технічних систем.

**Література**

1. ДСТУ 2863—94. Надійність техніки. Програма забезпечення надійності. Загальні вимоги; чин. від 01.01.1997. – К.: Держстандарт України, 1996. – 44 с.

**Практичне заняття №15**

**Тема: Технічна експертиза обладнання технічних систем.**

**Методичні рекомендації з підготовки студентів до практичного заняття**

Повторити лекційний матеріал стосовно технічної експертизи обладнання технічних систем – мета та основні задачі, які вирішуються в рамках технічної експертизи обладнання технічних систем.

**Література**

1. ДСТУ 2863—94. Надійність техніки. Програма забезпечення надійності. Загальні вимоги; чин. від 01.01.1997. – К.: Держстандарт України, 1996. – 44 с.
2. Азарсков В.М., Дев’яткіна C.C. Надійність світлосигнальної системи аеродрому та безпека польотів на етапі візуального пілотування у складних метеоумовах/ В.М. Азарсков, С.С. Дев’яткіна// Вісник НАУ. - 2001. – №4. – С. 12-14.

**Практичне заняття №16**

**Тема: Контроль та діагностування елементів технологічного обладнання ССА та її підсистем. Автоматизація контролю та діагностування аеродромних вогнів.**

**Методичні рекомендації з підготовки студентів до практичного заняття**

Ознайомитися з вимогами Стандарті та Рекомендованої практики ІСАО щодо необхідності контролю та діагностування світлосигнальних систем аеродромів.

**Література**

1. ДСТУ 2863—94. Надійність техніки. Програма забезпечення надійності. Загальні вимоги; чин. від 01.01.1997. – К.: Держстандарт України, 1996. – 44 с.
2. Додаток 14 до Конвенції про Міжнародну цивільну авіацію. Том 1. Аеродроми.

**Практичне заняття №17**

**Тема: Контроль та діагностування елементів технологічного обладнання ССА та її підсистем. Автоматизація контролю та діагностування аеродромних вогнів.**

**Методичні рекомендації з підготовки студентів до практичного заняття**

Підготуватися до модульної контрольної роботи з першого модуля «Надійність, контроль та діагностування технічних систем».

**Література**

1. Основи теорії надійності технічних систем/ О.М. Павлюк,
М.О. Медиковський, Н.К. Лиса, І.В. Ізонін – Львів: Львівська політехніка, 2021 – 208 с.

2. Васильків І.М. Основи теорії ймовірностей і математичної статистики : навч. посібник. –Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – 184 с.

3. Дев’яткіна C.C. Надійність системи електропостачання світлосигнальної системи аеродрому/ С.С. Дев’яткіна// Матеріали XIV Міжнар. наук-практ. конф. «Інтегровані робото - технічні комплекси», 18-19 травня 2021 - К, 2021.- C. 131 – 133.

4. ДСТУ 2860 – 94 Надійність техніки. Терміни та визначення; Чин. від 01.01.96. – К.: Держстандарт України, 1996. – 50 с.

5 ДСТУ 2862-94 Надійність техніки. Методи розрахунку показників надійності. Загальні вимоги. чин. від 01.01.1997 - К.: Держстандарт України, 1994. – 24 с.

6. ДСТУ 2861 – 94 Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення; Чин. від 01.01.97. – К.: Держстандарт України, 1996. – 39с.

7 ДСТУ 2863—94. Надійність техніки. Програма забезпечення надійності. Загальні вимоги; чин. від 01.01.1997. – К.: Держстандарт України, 1996. – 44 с.

8. ДСТУ 2864 - Надійність техніки. Експериментальне оцінювання та контроль надійності.