**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**АЕРОКОСМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

**КАФЕДРАКОМПЮТЕРИЗОВАНИХ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ТА ТЕХНОЛОГІЙ**

**РОЗШИРЕНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ**

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".**

**Лекція № 1**

**Тема лекції: Теорія надійності технічних систем, як предмет вивчення. Основні терміни та визначення теорії надійності технічних систем.**

**План лекції**

1. Історичні аспекти виникнення та розвитку теорії надійності, як самостійної галузі науки.
2. Актуальність проблеми надійності, контролю та діагностування технічних об’єктів взагалі та особливо для об’єктів авіаційної галузі.
3. Основні цілі і задачі теорії надійності і технічної діагностики.
4. Мета, предмет і задачі навчальної дисципліни. Загальна направленість дисципліни та її зв’язок з іншими профілюючими дисциплінами спеціальності.

**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.

**Лекція №2**

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

**План лекції**

1. Надійність, як комплексна властивість технічних об’єктів.
2. Складові надійності. Безвідмовність, довговічність, збережуваність, ремонтопридатність.
3. Поняття надійності, що стосуються тривалості та обсягу роботи.
4. Поняття експлуатації, якості та ефективності об’єктів.

**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.

**Лекція №3**

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

План

1. Класифікація відмов об’єктів за різними ознаками. Раптові та поступові відмови. Залежні та незалежні відмови. Деградаційні відмови об’єктів. Відмови типу збій, аварія, тощо. Конструкційні, виробничі та експлуатаційні відмови.
2. Критерії відмов об’єктів. Формулювання критеріїв відмови для складних та простих 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. ДСТУ 2860 – 94 Надійність техніки. Терміни та визначення; Чин. від 01.01.96. – К.: Держстандарт України, 1996. – 50 с.

**Лекція №4**

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

**План лекції**

1. Випадкові величини та їх класифікація.
2. Поняття ймовірності випадкової величини
3. Випадкова подія, її ймовірність; класифікація випадкових подій
4. Правила додавання ймовірності подій. Умовні та безумовні ймовірності. Властивості умовних ймовірностей.

**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.

**Лекція №5.**

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

**План лекції**

1. Основні аксіоми та теореми теорії ймовірності, що використовуються у теорії надійності.
2. Ймовірнісний опис випадкових величин. Фізичний зміст функції та щільності розподілу випадкової величини.
3. Основні види розподілів випадкових величин, що застосовуються в теорії надійності.
4. Математична статистика та її застосування в теорії надійності. Обробка статистичних даних про відмови елементів 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.

**Лекція №6.**

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

**План лекції**

1. Класифікація показників надійності.
2. Фізичний зміст показників безвідмовності: імовірність безвідмовної роботи за час t, середній наробіток до відмови, середній наробіток між відмовами, частота відмов, параметр потоку відмов, інтенсивності відмов.
3. Моделювання різних ділянок кривої інтенсивності відмов за допомогою різних законів розподілу випадкових величин – експоненціального (показового), нормального, розподілу Вейбулла.

**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.

**Лекція №7**

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

**План лекції**

1. Фізичний зміст показників довговічності технічних систем: технічний ресурс, термін служби.
2. Фізичний зміст показників збережуваності: середній термін збережуваності, гама-відсотковий термін збережуваності.
3. Показники ремонтопридатності: імовірність відновлення працездатного стану, середня тривалість відновлення працездатного стану, інтенсивність відновлення працездатного стану.
4. Фізичний зміст комплексних показників надійності технічних систем: коефіцієнт готовності, коефіцієнт неготовності, стаціонарний коефіцієнт готовності, нестаціонарний коефіцієнт готовності, коефіцієнт оперативної готовності, коефіцієнт технічного використання.

**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.

**Лекція 8**

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

**План лекції**

1. Визначення основних показників надійності технічних систем за результатами обробки статистичних даних про відмови.
2. Побудова гістограм статистичної функції розподілу випадкової величини та щільності розподілу випадкової величини.
3. Визначення показників безвідмовності: ймовірності безвідмовної роботи та ймовірність відмови технічної системи за час *t*, інтенсивності відмов, середнього часу безвідмовної роботи, тощо.
4. Точність та достовірність обробки статистичних даних та визначення показників надійності технічних систем. Перевірка гіпотез про різні закони розподілу випадкових величин.

**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.

**Лекція №9**

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

**План лекції**

1. Моделі відмов технічних систем – вибір моделі та вимоги до моделі відмов.
2. Імовірнісні та імовірнісно - фізичні моделі відмов.
3. Експоненціальний закон надійності технічних систем.
4. Аналітичний (класичний) метод: суть методу, вихідні дані, припущення та обмеження, очікувані результати.

**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.

**Лекція №10**

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

**План лекції**

1. Інженерний аналіз технічної системи. Формалізація процесу функціонування систем.
2. Структурно-функціональні схеми надійності систем.
3. Формулювання критерію відмови. Припущення та обмеження.
4. Послідовне, паралельне та змішане з’єднання елементів у систему.
5. Визначення показників безвідмовності технічних систем – ймовірностей безвідмовної роботи та відмови за час *t*, інтенсивності відмов, середнього напрацювання до відмови.

**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.

**Лекція №11**

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

**План лекції**

1. Резервування та його види. Основний та резервний елементи. Види резервування.
2. Розрахунок надійності резервованих систем при різних видах резерву.
3. Розрахунок надійності систем, що мають структуру типу “К з N”.

**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.

**Лекція №12**

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

**План лекції**

1. Основні положення логіко-ймовірнісного методу (ЛВМ) визначення надійності технічних систем. Застосування ЛВМ для простих технічних систем.
2. Варіації ЛВМ – метод дерева відмов (FTA).
3. Марковські моделі надійності технічних систем – суть методу, вихідні дані, графи станів, припущення та обмеження, очікувані результати.
4. імовірнісно-фізичного методу визначення надійності технічних систем. Вихідні дані, припущення та обмеження, очікувані результати.

**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.

**Лекція №13**

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

**План лекції**

1. Аналіз основних термінів та визначень теорії надійності стосовно конкретного об’єкту дослідження.
2. Загальна характеристика впливу ССА на рівні безпеки та регулярності польотів на аеродромах ЦА. Актуальність визначення показників надійності ССА та її підсистем на етапах проектування, сертифікації та експлуатації.
3. Склад та структура ССА та її підсистем різних категорій.
4. Вимоги національних нормативних документів та Стандартів і Рекомендованої практики ІСАО щодо складу, конфігурації та кількості аеродромних вогнів у різних підсистемах ССА різних типів та категорій.
5. Формулювання критерію відмови ССА різних категорій та різних класів. Розробка та аналіз надійнісно-функціональних схем ССА І-ІІІ категорій.

**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.

**Лекція №14**

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

**План лекції**

1. Формулювання вихідних даних.
2. Обґрунтування номенклатури показників надійності ССА та її підсистем для різних умов експлуатації.
3. Припущення і обмеження.
4. Алгоритм визначення показників надійності ССА та її підсистем.
5. Визначення одиничних та комплексних показників надійності підсистеми ССА.

**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.

**Лекція №15**

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

**План лекції**

1. Мета і основні задачі технічного діагностування. Засіб, система та алгоритм технічного діагностування.
2. Діагностична ознака (параметр). Класифікація видів діагностування. Тестове і функціональне діагностування.
3. Вибір та обґрунтування визначальних параметрів об’єкту контролю, контрольованого сигналу, діагностичної ознаки, (параметру).
4. Основні терміни та визначення в галузі контролю і діагностування технічних систем. Мета і основні задачі технічного контролю. Контролепридатність технічних об’єктів.
5. Прогнозування технічного стану об’єктів.

**Література**

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

**Лекція №16**

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

**План лекції**

1. Мета та основні задачі технічної експертизи, етапи її проведення, оцінка результатів.
2. Прогнозування виду технічного стану об’єкта за результатами технічної експертизи.
3. Алгоритм прогнозування виду технічного стану об’єкта – аеродромних вогнів, кабельних ліній, регуляторів яскравості.

**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.

**Лекція №17**

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

**План лекції**

1. Види контролю та діагностування аеродромних вогнів.
2. Методи та засоби контролю та діагностування елементів обладнання ССА – аеродромних вогнів, кабелю, регуляторів яскравості.
3. Види систем автоматизованого контролю аеродромних вогнів ССА, їх переваги та недоліки.

**Література**

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

На всі лекції з переліку розроблено презентаційний матеріал, який демонструється аудиторії під час навчального процесу в рамках лекційної начитки протягом навчального семестру.