

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**

(найменування центрального органу виконавчої влади у сфері освіти і науки)

**Національний університет «Запорізька політехніка»**

(повне найменування закладу вищої освіти)

Кафедра Електропривода та автоматизації промислових установок

(найменування кафедри, яка відповідає за дисципліну)



**“ЗАТВЕРДЖУЮ”**

Ректор (перший проректор)

*[Signature]*  
18.06.2020 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ППВ05    Методи надійності технічних систем

(код і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 173 Авіоніка,

(код і назва спеціальності)

освітня програма (спеціалізація) Електротехнічні комплекси та системи літальних апаратів  
(назва спеціалізації)

інститут, факультет Фізико-технічний інститут, Електротехнічний факультет  
(назва інституту, факультету)

мова навчання українська

Робоча програма Методи надійності технічних систем для студентів  
(назва навчальної дисципліни)

спеціальності 173 – Авіоніка

освітня програма (спеціалізація) Електротехнічні комплекси та системи літальних апаратів

(назва освітньої програми (спеціалізації))

„25” серпня 2020 року -     с.


Розробники: Зіновкін В.В., професор кафедри електропривода і автоматизації  
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

промислових установок, д.т.н., професор

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри Електропривода і автоматизації промислових установок

Протокол від “25” серпня 2020 року № 1

Завідувач кафедри Електропривода і автоматизації промислових установок  
(найменування кафедри)

«25» серпня 2020 року  ( Пирожок А.В. )  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією ЕТФ     факультету  
Електротехнічний  
(найменування факультету)

Протокол від “17” вересня 2020 року № 1

«17» вересня 2020 року Голова  ( Антонов М.Л. )  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми\*

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

«   »     20     року Керівник групи     (     )  
(підпис) (прізвище та ініціали)

\*Якщо дисципліна викладається невипусковою кафедрою

## Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (напрямок підготовки), освітній ступінь	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів 4	Галузь знань: <b>173 - «Авіоніка»</b> (шифр і назва)  )	Нормативна (за вибором)	
Модулів –	Напрямок підготовки: <b>141 -</b> <b>«Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка»</b>  _____ (код і назва)	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів – 2		4-й	4-й
Індивідуальне науково дослідне завдання _____ (назва)		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин -		8-й	8-й
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 42 самостійної роботи студента - 76	Освітній ступінь:	<b>Лекції</b>	
		26 год.	4 год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		год.	год.
		<b>Лабораторні</b>	
		26 год.	6 год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		76 год.	110 год.
<b>Індивідуальні завдання:</b>			
год.			
Вид контролю:			

### Примітка.

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання –  $42/76+2$  екз. = 120 (Кр.ECTS - 4)

для заочної форми навчання –  $8/110+2$  екз.= 120 (Кр.ECTS - 4)

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета** викладання дисципліни «Методи надійності технічних систем» є надати здобувачам вищої освіти та базову науково-технічну підготовку для подальшого вивчення спеціальних дисциплін за освітньою програмою спеціальності: 173 - Авіоніка, освітньої програми: - Електротехнічні комплекси та системи літальних апаратів.

**Завдання** вивчення дисципліни полягає у тому, щоб студент засвоїв фундаментальні теоретичні основи, що описують різноманітні фізичні процеси, які мають місце в складних технічних системах літальних апаратів та мікропроцесорних і програмних засобах керування для забезпечення надійного функціонування у відповідних умовах.

**Дисципліна** «Методи надійності технічних систем» базується на теоретичних та практичних матеріалах, що отримані при вивченні дисциплін: фізика, хімія, вища математика, теоретичні основи електротехніки, технічна механіка, обчислювальна техніка та програмування, електромеханічні системи і теорія автоматизованого керування.

Отримання знань з дисципліни «Методи надійності технічних систем», здійснюється шляхом лекцій в поєднанні з лабораторними роботами, виконання студентами розрахунково-графічних і самостійних завдань відповідно до навчального плану, а також при роботі над дипломним проектом на здобуття освітнього ступеня «бакалавр» та магістерською роботою.

**У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен** отримати знання відповідно до наступних **загальних компетентностей**:

- ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- ЗК2. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації;
- ЗК3. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми;
- ЗК5. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;

**та фахових компетентностей**:

-ФК1. Здатність здійснювати професійну діяльність у сфері авіоніки автономно і відповідально, дотримуючись законодавчої та нормативно-правової бази, а також державних та міжнародних вимог;

-ФК2. Здатність використовувати основи електроніки, схемотехніки при розв'язанні практичних завдань авіоніки;

-ФК4. Здатність до аналізу та синтезу систем керування літальних апаратів;

-ФК9. Здатність оцінювати технічні і економічні характеристики систем та пристроїв авіоніки;

-ФК10. Здатність обґрунтовувати прийняті рішення, ефективно працювати автономно та у складі колективу;

-ФК16. Здатність аналізувати фізичні процеси, що відбуваються в технічних системах при нормованих рівнях навантаження виконавчих механізмів певного об'єкта

**Очікувані програмні результати** навчання полягають в наступному:

РН1. Адаптуватися до змін технологій професійної діяльності, прогнозувати їх вплив на кінцевий результат;

РН4. Розуміти стан і перспективи розвитку предметної області;

РН11. Розробляти технічні вимоги до систем та пристроїв авіоніки; здійснювати проектування систем та пристроїв авіоніки з урахуванням вимог замовника та нормативно-технічної документації;

РН14. Застосовувати сучасні інформаційні технології для забезпечення функціонування літальних апаратів та наземних комплексів;

PH18. Забезпечувати технологічність виготовлення систем авіоніки сучасними конструкторськими, в тому числі автоматизованими та експериментальними, засобами;

PH19. Оцінювати технічні і економічні характеристики прийнятих рішень для забезпечення ефективності та високої якості розробок;

PH23. Чітко представляти фізичні процеси, що відбуваються в технічних системах при нормованих рівнях навантаження виконавчих механізмів певного об'єкта, та передбачати до яких наслідків може призвести їх порушення.

- мати уяву: про характерні риси складних електро-механічних систем, що використовуються в літальних апаратах та їх взаємодії із різними зовнішніми факторами за допомогою мікропроцесорних та програмних засобів автоматизації, живлення виконавчих механізмів і керуючих пристроїв, електромеханічних систем і спеціалізованих електроприводів;

- чітко представляти фізичні процеси, що відбуваються в технічних системах при нормованих рівнях навантаження виконавчих механізмів певного об'єкта, та передбачати до яких наслідків може призвести їх порушення;

- володіти методами розробки технічних вимог і технічного завдання для розробки і використання мікропроцесорних і програмних засобів керування технологічними процесами, що відбуваються в певній технічній системі;

- мати чітке представлення взаємодії між виконавчими механізмами, системами керування режимами їх навантаження та можливі аварійні ситуації;

- володіти методами діагностики та автоматизованого аналізу поточного технічного стану складних технічних систем і об'єктів;

- оцінювати спроможність вибору приводів відповідно до пред'явлених вимог та якісних показників навантаження в умовах різних видів роботи;

- володіти методами аналізу автоматизованих систем і електроприводів;

- використовувати сучасні інформаційні технології при модернізації окремих технічних систем різного технічного призначення та практичного використання з метою підвищення надійності і техніко-економічних показників;

- на підставі володіння сучасними методами і методологічними науковими підходами наукового дослідження передбачати нові розробки більш ефективних і надійних технічних систем і технологій функціонування шляхом впровадження нових автоматизованих та програмних засобів керування з метою оптимізації енергетичних матеріалів.

## **2 Програма навчальної дисципліни**

**Змістовий модуль 1.** Принципові основи функціонування та випробування технічних систем та об'єктів.

**Тема 1.** Вступна лекція. Визначальні положення та умови роботи електротехнічних систем загального та спеціального призначення.

**Тема 2.** Статичні і динамічні режими та відповідні параметри випробування («холостого ходу», «короткого замикання», «навантаження»).

**Тема 3.** Методи та схеми випробування електротехнічних об'єктів на стадіях проектування, розробки, здавання та умовах експлуатації.

**Змістовий модуль 2.** Методи визначення поточного технічного стану електротехнічних об'єктів.

**Тема 1.** Методологічні основи і методи дослідження визначальних показників функціональної надійності.

**Тема 2.** Фізико-математичні методи визначення надійності в залежності від умов експлуатації об'єктів.

**Тема 3.** Експериментальні і теоретичні методи аналізу поточного технічного стану складних об'єктів і систем.

**Тема 4.** Методи оптимізації і техніко-економічної ефективності об'єктів різного технічного призначення. Висновки.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	ус бо го	у тому числі					ус бо го	у тому числі				
		л	п	ла б	інд	с.р .		л	п	ла б	інд	с.р .
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
<b>Модуль 1</b>												
<b>Змістовий модуль 1. Методи надійності технічних систем та їх призначення.</b>												
Тема 1. Вступна лекція. Режими роботи технічних систем загального та спеціального призначення при різних умовах експлуатації.		2		4		6		1				10
Тема 2. Визначальні вимоги до забезпечення надійності технічних систем та літальних об'єктів.		2		4		14				1		22
Тема 3. Методи випробування технічних систем в статичних і динамічних режимах.		2		5		15		1		1		17
Разом за змістовним модулем 1		6		13		35		2		2		49

<b>Змістовий модуль 2. Методи оцінювання поточного стану технічних систем та об'єктів.</b>												
Тема 1. Методологічні основи надійної роботи складних технічних систем та об'єктів.		2		4		9		1		1		15
Тема 2. Спеціалізовані пристрої та методи аналізу функціональної надійності та реєстрації визначальних параметрів. Фізико-математичні методи дослідження надійності в залежності від умов експлуатації об'єктів.		2		5		11		1		1		16
Тема 3. Методи аналізу поточного технічного стану технічних систем загального і спеціального призначення.		2		4		10				1		15
Тема 4. Методи оптимізації і техніко-економічної ефективності технічних систем та приклади визначення теоретичних та практичних термінів надійності. Висновки.		2		4		11				1		15
Разом за змістовним модулем 2		8		17		41		2		4		61
<b>Усього годин</b>		14		30		76		4		6		110

**5. Теми семінарських занять**  
(у випадку необхідності. Програмою не передбачено)

№	Назва теми	Кількість
---	------------	-----------

з/п		годин
1	Принципові основи технічної діагностики та автоматизованого контролю за параметрами навантаження технічних систем в залежності від умов експлуатації.	4
2	Фізико-математичні методи визначення показників надійності і лінеаризації отриманих залежностей.	6
3	Експериментальні методи дослідження електромагнітних та електромеханічних параметрів складних технічних систем та об'єктів.	4

### 6. Теми практичних занять

(У випадку необхідності. Програмою не передбачено)

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Приклад розрахунку надійності складних технічних систем та об'єктів	2
2	Дослідження напрацювання електромеханічної системи до параметричної відмови	2
3	Приведення зовнішніх параметрів навантаження до внутрішніх з метою оцінювання початкових пошкоджень у технічному обладнанні та багато параметричних об'єктів	6

### 7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Складання схеми випробування технічних систем на термін надійності в аварійних режимах та навантаження.	12
1	Дослідження та аналіз інтенсивності відмов, ймовірності безвідмовної роботи і середнього терміну наробки до відмови. (ЛЗ.1).	4
2	Моделювання електромагнітних та електромеханічних процесів у виконавчих механізмах технічної системи при різних режимах навантаження і умовах експлуатації.	2
2	Визначення умовної ймовірності безвідмовної роботи електромеханічної системи в певні терміни часу та середнє квадратичне відхилення (ЛЗ.2,3.3).	4
3	Виконати дослідження не відновлюваної електромеханічної системи по результатам експериментального дослідження в умовах реальної експлуатації (ЛЗ. 4).	4
4	Розрахування середньої наробки до відмови конкретної технічної системи в цілому (ЛЗ.5)	2
5	Визначити середній час відновлення технічної системи	



	по групах елементів та імовірність безвідмовної роботи. (ЛЗ. 6-8).	2
	Разом	30

### **8. Самостійна робота**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Теоретичні основи надійності складних технічних систем, вимог нормативно-технічної документації і державних стандартів до умов експлуатації та номінальних параметрів навантаження.	23
2	Інженерні розрахунки показників надійності технічних систем та їх використання в промисловості.	9
3	Теоретичні основи і інженерні методи розрахунків термінів безвідмовної роботи в складних технічних об'єктах.	12
4	Опанування практичними навиками практичного використання сучасних мікропроцесорних і програмних засобів автоматизованого аналізу поточного технічного стану багато параметричних об'єктів.	8
5	Освоєння інженерного розрахунку безвідмовної роботи багатопараметричних технічних систем, що складаються із множини виконавчих і керуючих пристроїв на підставі математичного закону розподілу Релея та закону Вейбулла.	12
6	Теоретичне і практичне тлумачення функції та коефіцієнта готовності технічної системи по показникам інтенсивності відмов, середнього часу відновлення та ін.	12
	Разом	76

### **9. Індивідуальні завдання**

**(використовуються у випадках відпрацювання заборгованостей)**

Індивідуальні завдання виконуються у особливих випадках відповідно до поставленої мети навчального процесу, рішенням ректорату, методичного відділу, деканату на підставі розділів 6 і 8 (теми практичних і самостійних занять, відповідно).

Кожна тема дисципліни потребує додаткового опрацювання студентами під час самостійної роботи. Метою самостійної роботи є - активізація засвоєння студентами теоретичних знань; набуття вмінь та навичок самостійного використання отриманих знань на практиці; вміння проведення аналізу і успішного використання знань у подальшій науковій та практичній роботі. Самостійна робота повинна мати творчий характер, розвивати творчі навички до аналітичного аналізу взаємних зв'язків між сукупністю

визначальних електромагнітних та електромеханічних параметрів, сприяти дотриманню директивних та номінальних навантажень в певних умовах експлуатації, або режимів шляхом опрацювання теоретичного матеріалу з використанням літературних джерел та конспекту лекцій. Особливу увагу слід приділяти наступним питанням:

1. Методам випробування, діагностики, оптимізації та експлуатації електротехнічного обладнання та складних і багато параметричних об'єктів.

2. Взаємним зв'язкам між визначальними показниками надійності і діагностики електромеханічних систем та складних багатопараметричних об'єктів в залежності від характерних рис навантаження і умов експлуатації.

3. Питанням ймовірності і статистичного аналізу отриманих результатів експериментального дослідження і систематизації відповідно до законів Гауса, Вейбула, Пуасона та ін.

4. Взаємні зв'язки між зовнішніми показниками навантаження і умов експлуатації, внутрішніми електромагнітними і електромеханічними параметрами, конструктивними і електрофізичними характеристиками матеріалів із яких виготовлені вузли і деталі.

5. Питанням контролю поточного технічного стану об'єктів в процесі змінних навантажень і зовнішніх завадах.

6. Програмним методам аналізу і систематизації характерних рис навантаження та динаміки електромагнітних параметрів, що відображають наявність змін в конструкції об'єкта, що досліджується.

7. Вимоги державних стандартів до методів дослідження і термінології надійності обладнання.

8. Тлумачення ймовірності визначальних показників надійності відновлювальних та не відновлювальних об'єктів.

9. Основні методологічні підходи та правила складання відповідних схем і програм проведення експериментів вимірювання електромагнітних та електромеханічних параметрів багато параметричних об'єктів з метою оцінки поточного стану.

10. Побудови відповідних графічних залежностей, що отримані експериментально та при науковому дослідженні відповідних параметрів електромеханічних систем та складних об'єктів.

## **10. Методи навчання**

Під час викладання курсу використовуються такі методи навчання:

- лекція та аудиторні заняття, що представляють собою оповідну форми розкриття теоретичних основ навчального матеріалу з використанням певних схем, математичних і комп'ютерних моделей, алгоритмів і програмних засобів;

- пояснення окремих визначальних положень з метою розкриття суті певного фізичного явища, закону, процесу з відповідними математичними залежностями між визначальними параметрами;

- бесіда – для усвідомлення певного процесу за допомогою діалогу і використання класичних законів, для розкриття та більш ґрунтовного засвоєння практичного використання нових явищ, понять, процесів;

- ілюстрація – для розкриття сутті предмету, що досліджується, і певних процесів через їх символічне зображення (малюнки, схеми, графіки);
- практична робота – для використання набутих знань у розв’язанні практичних завдань та інженерних рішень;
- аналітичний метод – смислового представлення певного процесу, шляхом розбиття на низку менш складних частин з метою усвідомлення і вивчення суттєвих ознак системи в цілому;
- індуктивний метод – для вивчення явищ від одиничного до загального;
- дедуктивний метод – для вивчення навчального матеріалу від загального до окремого, одиничного;
- проблемний виклад матеріалу – для створення й розв’язання проблемної ситуації.

## **11. Очікувані результати навчання з дисципліни**

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

- мати уяву: про особливості різних механізмів; про будову електромеханічних систем для різних призначень, про основи математичного моделювання, послідовність фізичних процесів, що відбуваються в обладнанні;
- знати: методики випробувань певного технічного обладнання на відповідність вимог Державних стандартів та нормативно-технічної документації; технологій визначення якісних показників роботи відповідно до виробничих умов; методики роботи мікропроцесорних і програмних засобів автоматизації;
- вміти: комплексно обґрунтувати та вибирати обладнання для різних виробничих механізмів; проектувати відповідно до різних умов роботи; використовувати інформаційні технології при проектуванні і модернізації обладнання загального та спеціального призначення.

Контроль засвоєння студентами основного теоретичного і практичного матеріалу здійснюється в навчальному процесі шляхом поточного атестаційного аналізу викладачами в процесі спілкування зі студентами при виконанні лабораторних та лекційних занять, підсумкового контролю, ректорських контрольних робіт та ін.

На рубіжні контрольні завдання виносяться питання відповідно до певного розділу «4. Структура навчальної дисципліни».

На вивчення навчальної дисципліни відводиться 120 годин, що становить 4 кредити ЄКТС.

## **12. Засоби оцінювання**

Оцінювання рівня засвоєння знань оцінюється за наступним:

- Захисту звітів з виконаних лабораторних робіт – після виконання роботи;
- Захисту робіт відповідно до самостійної роботи або завдання;
- Рубіжного контролю після кожного напів семестру;
- Екзамену або диференційного заліку під час екзаменаційної сесії;

- Спілкування зі студентами під час виконання лабораторних робіт, наукового дослідження, складання доповіді або конкурсної студентської наукової роботи, виступів з доповідями на науково-технічних семінарах кафедри, факультету, інституту та ін..

### 13. Критерії оцінювання

Кожний змістовний модуль 2 семестру (**екзамен (Диф.залік)**) оцінюється за 100-бальною системою академічних успіхів студента здійснюється за такими критеріями та у відповідності до такої методики.

#### Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота									Сума
Змістовий модуль №1					Змістовий модуль № 2				
T1	T2	T3	T4	T5	T1	T2	T3	T4	
10	15	15	10		10	10	15	15	100

T1, T2 ... T9 – теми змістових модулів.

#### Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
85-89	<b>B</b>	добре	
75-84	<b>C</b>		
70-74	<b>D</b>	задовільно	
60-69	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	<b>F</b>	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Відповідно до норм, що приведені вище, оцінка знань визначається підсумковою модульною системою яка складається із першого (РК-1) та другого (РК-1) рубіжного контролю за 100-бальною шкалою.

Якщо студентом відпрацьований перший контроль (РК-1) із оцінкою в межах 60-100 балів, йому присвоюється 3 кредити, тобто 50% виконання навчального навантаження.

Відповідно до приведенного вище оцінювання знань, отримання балів визначається підсумкова оцінка другого рубіжного контролю (РК-2) за 100-бальною шкалою.

Якщо студентом відпрацьований другий модуль з оцінкою в межах 60-100 балів, йому присвоюється ще 3 кредита і з врахуванням 3 кредитів РК-1, йому присвоюється 6,0 кредитів, тобто 100% виконання навчального навантаження дисципліни.

У цьому випадку студент звільнюється від складання екзамену з дисципліни ОЕП, а загальна оцінка за знання курсу визначається як середнє від результатів РК-1 і РК-2.

Студенти, які отримали “незадовільно” з одного РК (РК-1 чи РК-2), складають екзамен з відповідної частини курсу під час підсумкового РК. Ця оцінка і оцінка позитивного РК, як середньозважена, і є екзаменаційною оцінкою.

Оцінка “незадовільно” (менш 60 балів) в одному з РК-1 або РК-2 може враховуватись при визначенні загальної лише у випадках, коли вона становить не менш ніж 35 балів і є достатньою для забезпечення загальної задовільної оцінки. Окремого рішення не перекладати цей РК не потрібно.

#### **14. Методичне забезпечення**

З метою активізації засвоєння студентами теоретичних знань, набуття навичок використання отриманих знань, самостійного творчого аналізу і успішного використання в подальшій роботі на кафедрі використовуються спеціалізовані лабораторії, які оснащені відповідними сучасним обладнанням, пристроями, макетами, комп'ютерами в поєднанні з програмними і мікропроцесорними засобами автоматизації складних електромеханічних систем.

Тому дисципліна «Випробування технічних систем» у достатній мірі забезпечена спеціалізованими стендами інофірми SIMENS та ін. яке використовується для більш ретельного засвоєння теоретичного матеріалу шляхом експериментального дослідження.

У фондах університетської бібліотеки та на кафедрі ЕПА у достатній кількості є навчально-методична і довідкова література,

Навчальний процес забезпечується достатньо кваліфікованими викладачами та обслуговуючим технічним персоналом.

#### **15. Рекомендована література**

##### **Базова**

1.Надійність техніки. Терміни та визначення: ДСТУ 2860—94. – К.: Держстандарт України, 1994. — 91 с.

2.Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения. ГОСТ 27.002 – 89. – М.: Издательство стандартов, 1989. – 20 с.

3.Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними ДСТУ 3004-95. – К.: Держстандарт України, 1995. – 123 с.

5.Зіновкін В.В. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія надійності і діагностики та ефективність електромеханічних систем», (частина 1: Надійність і діагностика електромеханічних систем) Текст / В.В.Зіновкін // -Запоріжжя. ЗНТУ.- 2018. - 77 с.

6.Зіновкін В.В. Конспект лекцій з дисципліни «Теорія надійності і діагностики та ефективність електромеханічних систем», (частина 2.: Методологічні основи досягнення оптимальних показників надійності електромеханічних систем). Текст / В.В.Зіновкін // -Запоріжжя. ЗНТУ.- 2018. - 85 с.

7.Зіновкін, В.В. Різкозмінні навантаження та їх вплив на електротехнічне обладнання і методи дослідження:навчальний посібник. Текст / В.В.Зіновкін // -Запоріжжя –ЗНТУ. - 2017.- 374с.

8.Зіновкін В.В. Влияние нестационарных электромагнитных процесов на электромеханические параметры синхронного электропривода. Текст / В.В.Зіновкін, Н.Л.Антонов, Ю.А.Крисан // Електротехніка і електромеханіка. №2. – 2017. – с.6 – 17.

9. Методичні вказівки до виконання лабораторних і самостійних занять з дисципліни: «Теорія надійності і діагностики та ефективність електромеханічних систем». спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» освітньої програми 14 «Електрична інженерія» спеціалізація «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод»/ Укл. В.В. Зіновкін. - Запоріжжя. ЗНТУ, 2018. - 37 с.

### Допоміжна

1.Козлов В. А. Справочник по расчету надежности аппаратуры радиоэлектроники и автоматики. Текст / В. А.Козлов, И. А.Ушаков // – М.: Советское радио, 1985. – 462 с.

2.Надежность и эффективность в технике. Справочник. Текст / Ред. сов. В.С. Авдудевский, Б.В. Гнеденко и др. Текст / Математические методы в теории надежности и эффективности.Под ред. Б.В. Гнеденко. // - М.: Машиностроение, 1987. т.2– 280 с.

3.Рудзит Я. А. Основы метрологии, точность и надёжность в приборостроении. Текст / Я. А. Рудзит, В. Н. Плуталов // – М.: Машиностроение, 1991. – 303 с.

4.Володарський Є. Т. Статистична обробка даних: Навчальний посібник. Текст / Є. Т. Володарський, Л. О.Кошева // – К.: НАНУ, 2008. – 308 с.

5.Химельблау Д. Анализ процессов статистическими методами. Текст / Д.Химельблау // М.: Мир. 1973. – 957 с.

6.Хикс Ч.Р. Основные принципы планирования эксперимента. Текст / Ч.Р. Хикс //М.: Мир. 1989. – 405 с.

7.Федоров В.В. Теория оптимального эксперимента. Текст / В.В.Федоров // М.: Наука, 1997. – 311с.

8.Солодовников В.В. Статистическая динамика линейных систем автоматического управления. Текст / В.В.Солодовников // М.: Физматгиз, 1998. -656 с.

9. Барлоу Р., Прошан Ф. Математическая теория надежности. Текст / Д.Химельблау // М.: Советское радио.1997, - 488с.

10.Клейнен Дж. Статистические методы в имитационном моделировании. Текст /Р. Барлоу,Ф.Прошан // М.: Статистика, 1987. – 351с.

## **16. Інформаційні ресурси**

- 1.klk.univd.edu ua
- 2.leg.co.ua
- 3.lich.zntu. edu ua
- 4.minregion.gov.ua