



Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»



Приладобудівний
факультет

ОСНОВИ ТЕОРІЇ НАДІЙНОСТІ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Спеціальність	G7 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка
Освітня програма	Комп'ютерно – інтегровані системи та технології в приладобудуванні
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	2 кр.(60 год)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік/ поточний контроль, МКР
Розклад занять	Згідно з розкладом на сайті http://roz.kpi.ua/
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., професор Аврутов Вадим Вікторович, v.avrutov@kpi.ua Практичні: д.т.н., професор Аврутов Вадим Вікторович, v.avrutov@kpi.ua
Розміщення курсу	https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=5849 https://do.ipk.kpi.ua/user/view.php?id=27527&course=4824

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Основи теорії надійності» орієнтована на вивчення основних положень теорії надійності, здобуття навичок практичних розрахунків показників надійності на етапах розробки, проектування, виготовлення та експлуатації приладів і систем.

Знання, які отримують студенти під час вивчення дисципліни, можуть використовуватися у подальшому для аналізу статистичної інформації про відмови технічних систем; виконання усіх етапів статистичного дослідження; класифікації типових задач теорії надійності; побудови відповідних математичних моделей, оцінки параметрів; прогнозування надійності, аналізування отриманих результатів.

Метою освоєння дисципліни «Основи теорії надійності» є:

- Формування базового уявлення, первинних знань, вмінь та навичок з математичної теорії надійності як наукової та прикладної дисципліни;
- Виробити навички математичного дослідження, дати необхідні знання з методології оцінки надійності технічних систем та вміння застосовувати отримані знання до розв'язування задач оцінки показників надійності, оптимізації структури профілактичного обслуговування, планування необхідної кількості резервних елементів.

Предмет навчальної дисципліни: методи складання структурних схем розрахунку надійності і розрахунку показників надійності та аналіз характеристик контролепридатності і формування вимог до засобів контролю і діагностування.

Метою навчальної дисципліни «Основи теорії надійності» є формування у студентів компетентностей:

- здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- здатність генерувати нові ідеї (креативність).
- здатність проектувати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання

інформації, здійснювати захист прав інтелектуальної власності на нові проектні та інженерні рішення.

- здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності систем і процесів керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.
- здатність застосовувати сучасні методи теорії автоматичного керування для розроблення автоматизованих систем управління технологічними процесами та об'єктами.
- мати спеціальні знання зі створення та впровадження високонадійних систем автоматизації та їх прикладного програмного забезпечення, для реалізації функцій управління та опрацювання інформації на основі сучасних положень теорії надійності, функціональної безпеки програмних та технічних засобів, та зменшення ризиків в складних системах.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі **результати навчання**:

- створювати високонадійні системи автоматизації з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки програмних та технічних засобів
- застосовувати сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, кіберфізичних виробництв.
- створювати та впроваджувати високонадійні системи автоматизації та їх прикладне програмне забезпечення для реалізації функцій управління та опрацювання інформації на основі сучасних положень теорії надійності, функціональної безпеки програмних та технічних засобів, та зменшення ризиків в складних системах.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Вивчення кредитного модуля базується на знаннях, отриманих на першому (бакалаврському) рівні вищої освіти.

У подальшому знання та вміння, одержані при вивченні цієї дисципліни, використовуються у спеціальних і професійно-орієнтованих дисциплінах, а також при роботі за темою магістерської дисертації.

3. Зміст навчальної дисципліни

Лекційний курс розрахований на вивчення підходів та принципів прогнозування та розрахунку надійності автоматизованих систем.

Навчальна дисципліна складається з 4-х розділів. В першому розділі розглядаються основні показники надійності приладів і систем. У другому розділі викладаються статистичні моделі надійності виробів. Третій розділ присвячений методам підвищення надійності систем та системам з резервуванням. Четвертий розділ присвячений розгляду сучасних методів підвищення надійності приладів та систем.

Розділ 1. Основні положення теорії надійності.

1.1 Поняття надійності технічної системи. Поняття відмови, класифікація відмов. Відновлені та невідновлені системи. Складові надійності. Граничний стан та ресурс системи.

Розділ 2. Показники надійності невідновлених та відновлених систем.

2.1 Показники (критерії) надійності невідновлених систем. Ймовірність відмови та ймовірність безвідмовної роботи. Ймовірнісне і статистичне визначення критеріїв. Частота відмови. Інтенсивність відмови. Рівняння зв'язку основних показників надійності.

2.2 Середній час напрацювання до відмови. Таблиця зв'язку основних показників надійності. Показники надійності відновлених систем. Основні закони розподілу часу безвідмовної роботи систем. Статичні моделі надійності.

Розділ 3. Методи підвищення надійності систем. Системи з резервуванням.

3.1. Структура системи. Розрахунок надійності основної системи (з послідовним сполученням елементів). Системи з резервуванням. Розрахунок надійності системи з навантаженим резервуванням (з паралельним сполученням елементів). Надійність системи з ненавантаженим резервуванням. Надійність системи з полегшеним резервуванням. Надійність системи з ковзним

резервуванням. Мажоритарні системи. Надійність системи з відновлюванням. Порівняльний аналіз способів резервування.

Розділ 4. Сучасні методи підвищення надійності приладів та систем. Системи контролю та діагностики. Побудова діагностичних тестів.

4.1 Алгоритм діагностування. Основні види пошуку відмов елементів.

4.2 Аналіз об'єкту діагностування. Класифікація моделей технічних систем. Функціональна модель об'єкту діагностики. Побудова таблиці функції пошкоджень або таблиці стану (булевої матриці). Визначення діагностичного тесту. Тести для перевірки працездатності та локалізації несправностей. Мінімальні тести. Побудова всіх елементарних діагностичних тестів. Умовні та безумовні діагностичні тести.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Аврутов, В. В. Надійність і діагностика приладів і систем [Електронний ресурс] : підручник для здобувачів ступеня магістра за спец. 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка / В. В. Аврутов, Н. І. Бурау, Г. А. Богдан ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Електронні текстові дані (1 файл: 2,68 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2024. – 190 с. | <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/70975>

Допоміжна література

1. ДСТУ 3004-95. Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними. – К.: Держстандарт України, 1995. – 123 с. 21.
2. ДСТУ 3433-96. Надійність техніки. Моделі відмов. Основні положення. – К.: Держстандарт України, 1998. – 42 с. 22.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни

Основні форми навчання – лекції, практичні заняття, та самостійна робота студентів.

Застосовується стратегія активного і колективного навчання, яка визначається інформаційно комунікаційною технологією, що забезпечує проблемно-дослідницький характер процесу навчання та активізацію самостійної роботи студентів (електронні презентації для лекційних занять, використання аудіо- та відеопідтримки навчальних занять тощо).

Лекційний курс розрахований на поглиблене вивчення принципів оцінки та розрахунку надійності технічних систем.

Лекційні заняття

Розділ 1.

Тема 1.

Лекція 1. Вступ. Зміст курсу, його зв'язок зі спеціальними та загально інженерними дисциплінами. Поняття надійності технічної системи. Поняття відмови, класифікація відмов. Відновлені та невідновлені системи. Складові надійності. Граничний стан та ресурс системи. Роль математичного моделювання при функціональному діагностуванні об'єктів. [1].

В лекції розглянуті: зміст курсу, його зв'язок зі спеціальними та загально інженерними дисциплінами. Поняття надійності технічної системи. Поняття відмови, класифікація відмов. Відновлені та невідновлені системи. Складові надійності. Граничний стан та ресурс системи. Роль математичного моделювання при функціональному діагностуванні об'єктів.

Розділ 2.

Тема 2.1.

Лекція 2. Показники (критерії) надійності невідновлених систем. Ймовірність відмови та ймовірність безвідмовної роботи. Ймовірнісне і статистичне визначення критеріїв. Частота відмови. Інтенсивність відмови. Рівняння зв'язку основних показників надійності. [1]

В лекції розглянуто Показники (критерії) надійності невідновлених систем. Ймовірність відмови та ймовірність безвідмовної роботи. Ймовірнісне і статистичне визначення критеріїв. Частота відмови. Інтенсивність відмови. Рівняння зв'язку основних показників надійності.

Розділ 2.

Тема 2.2.

Лекція 3. Середній час напрацювання до відмови. Таблиця зв'язку основних показників надійності.. [1]

В лекції розглянуто показник середній час напрацювання до відмови. Таблиця зв'язку основних показників надійності..

Розділ 2.

Тема 2.2.

Лекція 4. Показники надійності відновлених систем. [1]

В лекції розглянуті показники надійності відновлених систем. Основні закони розподілу часу безвідмовної роботи систем.

Розділ 2.

Тема 2.2.

Лекція 5 Основні закони розподілу часу безвідмовної роботи систем. Статистичні моделі надійності. [1]

В лекції розглянуто Основні закони розподілу часу безвідмовної роботи систем. Статичні моделі надійності.

Розділ 3.

Тема 3.1

Лекція 6. Структура системи. Розрахунок надійності основної системи (з послідовним сполученням елементів). Системи з резервуванням. [1]

В лекції розглянуті структура системи. Розрахунок надійності основної системи (з послідовним сполученням елементів). Системи з резервуванням.

Розділ 3.

Тема 3.1.

Лекція 7. Розрахунок надійності системи з навантаженим резервуванням (з паралельним сполученням елементів). [1]

В лекції розглянуто розрахунок надійності з навантаженим резервуванням (з паралельним сполученням елементів).

Розділ 4.

Лекція 8. Системи контролю та діагностики. Постановка задач технічної діагностики. Алгоритм діагностування. Основні види пошуку відмов елементів. Аналіз об'єкту діагностування. Класифікація моделей технічних систем. Функціональна модель об'єкту діагностики. Побудова таблиці функції пошкоджень або таблиці стану (булевої матриці). Визначення діагностичного тесту.

В лекції розглянуто Методи вимірювання діагностичних параметрів Основні види випробувань та діагностичних процедур оцінки якості технологічного обладнання. Алгоритм діагностування. Основні види пошуку відмов елементів. В лекції розглянуто Аналіз об'єкту діагностування. Класифікація моделей технічних систем. Функціональна модель об'єкту діагностики. Побудова таблиці функції пошкоджень або таблиці стану (булевої матриці). Визначення діагностичного тесту.

Практичні заняття

На **практичних заняттях** відбувається закріплення лекційного матеріалу та розглядаються питання розрахунку надійності автоматизованих систем.

№ з/п	Назва теми заняття
1	Математичні основи надійності. [1]
2	Показники надійності невідновлюваних систем.[1]
3	Показники надійності відновлюваних систем [1]
4	Розрахунок показників надійності неремонтованих систем. Нерезервовані системи (послідовне та паралельне з'єднання елементів) [1]
5	Проведення МКР
6	Побудова таблиць стану. Визначення та побудова діагностичного тесту [1]
7	Визначення діагностичних тестів.

Індивідуальні завдання

Мета індивідуальних завдань - виявлення засвоєння студентами матеріалу, що викладається, а також якості проведення лекційних та практичних занять.

В семестрі при вивченні дисципліни студенти виконують модульну контрольну роботу (МКР). При виконанні завдання студент використовує практично всі основні методи розрахунків нерезервованих і резервованих систем. Мета МКР – визначити ступінь засвоєння студентами навчального матеріалу і закріпити на практиці знання, здобуті при вивченні дисципліни.

3. Самостійна робота студента

У відповідності до робочого навчального плану передбачено 30 годин самостійної роботи студентів, з яких 4 години - на підготовку до заліку і 26 годин на підготовку до аудиторних занять, опрацювання матеріалів лекцій, самостійний розв'язок додаткових задач та ознайомлення із навчальною літературою відповідно до структури дисципліни. Робота направлена на засвоєння та поглиблення вивченого матеріалу та на підготовку до занять та семестрового контролю. Самостійна робота студентів передбачає:

- закріплення знань, отриманих під час вивчення дисципліни;
- здобуття навичок самостійного вивчення матеріалу.

Політика та контроль

4. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Перед студентом ставляться наступні вимоги:

- **правила відвідування занять:**
 - у режимі очного навчання заняття відбуваються в аудиторії згідно розкладу занять;
 - у режимі дистанційного навчання заняття відбуваються у вигляді онлайн-конференції у програмі Zoot - посилання на конференцію видається на початку семестру.
- **правила поведінки на заняттях:**
 - забороняється займатися будь-якою діяльністю, яка прямо не стосується дисципліни або може зашкодити здоров'ю;
 - дозволяється використання засобів зв'язку лише для пошуку необхідної для виконання завдань інформації в інтернеті;
 - забороняється будь-яким чином зривати проведення занять.
- **правила захисту практичних робіт:**
 - захист практичної роботи проходить під час проведення практичних роботи, а у випадку дистанційного навчання – у режимі онлайн-конференції на платформі Zoot, викладач індивідуально задає запитання, на які пропонується відповісти усно або, у випадку асинхронного навчання робота розміщується на платформі «Сікорський» та оцінюється викладачем згідно вимог, без захисту;
 - у окремих випадках допускається можливість захисту під час проведення консультацій.

- **правила виконання МКР:**
 - МКР виконується під час проведення практичної роботи, у випадку асинхронного навчання робота розміщується на платформі «Сікорський» та оцінюється викладачем згідно вимог;
 - захист роботи не передбачено.
- **правила призначення заохочувальних та штрафних балів:**
 - докладна інформація із приводу штрафних та заохочувальних балів наведена у п.8 «Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання»;
 - максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів визначається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського.
- **політика дедлайнів та перескладань:**
 - перескладання будь-яких контрольних заходів передбачено тільки за наявності документально підтверджених вагомих причин відсутності на занятті;
 - перескладань для підвищення балів не передбачено.
- **політика округлення рейтингових балів:**
 - округлення рейтингового балу відбувається до цілого числа за правилами округлення.
- **політика оцінювання контрольних заходів:**
 - оцінювання контрольних заходів відбувається відповідно до Положення про систему оцінювання результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, Положення про поточний, календарний та семестровий контроль результатів навчання в КПІ ім. Ігоря Сікорського, а також інших Положень та рекомендацій, які діють в КПІ ім. Ігоря Сікорського;
 - нижня межа позитивного оцінювання кожного контрольного заходу має бути не менше 60% від балів, визначених для цього контрольного заходу;
 - негативний результат оцінюється в 0 балів.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі КПІ ім. Ігоря Сікорського. Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Оскарження результатів контрольних заходів

- Студенти мають право підняти будь-яке питання, яке стосується процедури проведення або оцінювання контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто комісією.

5. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

Поточний контроль

Назва контрольного заходу	Кількість	Ваговий бал	Усього
Виконання завдань на практичних заняттях (відповідно до п.5 «Методика опанування навчальної дисципліни силабусу»)	5	15	75
Виконання модульної контрольної роботи	1	25	25
Усього			100

Виконання завдань на практичних заняттях, кожне заняття оцінюється в 15 балів:

- активна робота протягом практичного заняття, правильне вирішення завдання, вільне володіння матеріалом – 13-15 балів;
- вирішення завдання з незначними помилками – 10-12 балів
- вирішення завдання з помилками (правильно вирішено не менше 60% завдання) – 8-9 балів;

- не вирішене завдання, або вирішення містить суттєві помилки (правильно вирішено менше 60% завдання) і невірний кінцевий результат – 0 балів.

Модульна контрольна робота (МКР).

- роботу виконано правильно, є повні викладення з поясненням – 21-25 балів;
- роботу виконано без помилок з незначними недоліками/обмеженим поясненням – 16-20 балів;
- роботу виконано з певними помилками (правильно виконано не менше 60% завдання) – 12-15-балів;
- роботу не зараховано (завдання не виконане або є грубі помилки, правильно виконано менше 60% завдання) – 0 балів.

Максимальна сума рейтингових балів студента за семестр становить 100 балів. Додаткові заохочувальні бали: 1 бал за активну участь у дискусіях на практичних заняттях; до 5 балів за доповідь на конференції по тематиці дисципліни (усього не більше 10 балів).

Календарний контроль

Для отримання «зараховано» з першої проміжної атестації (7 тиждень) студент матиме не менш ніж 8 балів (за умови, якщо на початок 7 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 20 балів).

Для отримання «зараховано» з другої проміжної атестації (13 тиждень) студент матиме не менш 21 балів (за умови, якщо на початок 13 тижня згідно з календарним планом «ідеальний» студент має отримати 60 балів).

Семестровий контроль

Студент отримує позитивну залікову оцінку, якщо його підсумковий рейтинг за семестр не менше 60 балів та він виконав умови допуску до семестрового контролю: отримав позитивні оцінки за виконання РР та МКР.

Студент, який у семестрі отримав більше 60 балів, за бажанням може взяти участь у заліковій контрольній роботі. У цьому разі бали, отримані ним протягом семестру, скасовуються.

Якщо студент виконав умови допуску до семестрового контролю, але набрав суму балів меншу за 60 балів, студент обов'язково виконує залікову контрольну роботу. У цьому разі бали, отримані ним протягом семестру, скасовуються.

Критерії оцінювання залікової контрольної роботи

Залікова контрольна робота оцінюється із 100 балів. Контрольне завдання цієї роботи складається з трьох задач.

2 задачі оцінюються по 33 бали за такими критеріями:

- повне безпомилкове розв'язання завдання (не менше 95% потрібної інформації), зроблено повне обґрунтування, пояснення та висновки – 33-31 балів;
- повне розв'язання завдання з незначними помилками (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності), є достатнє пояснення/обґрунтування – 30...25 балів;
- завдання виконано за правильною методикою розрахунку, але з помилками (не менше 60% завдання виконано вірно), часткове (обмежене) пояснення/обґрунтування – 24...20 балів;
- завдання не виконано/ завдання виконано з суттєвими помилками (вірно виконано менше 60% завдання) – 0 балів.

1 задача оцінюється в 34 бали за такими критеріями:

- повне безпомилкове розв'язання завдання (не менше 95% потрібної інформації), зроблено повне обґрунтування, пояснення та висновки – 34-32 балів;
- повне розв'язання завдання з незначними помилками (не менше 75% потрібної інформації, або незначні неточності), є достатнє пояснення/обґрунтування – 31...26 балів;
- завдання виконано за правильною методикою розрахунку, але з помилками (не менше 60% завдання виконано вірно), часткове (обмежене) пояснення/обґрунтування – 25...20 балів;
- завдання не виконано/ завдання виконано з суттєвими помилками (вірно виконано менше 60% завдання) – 0 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

<i>Кількість балів</i>	<i>Оцінка</i>
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

6. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

У рамках опанування дисципліни «Основи теорії надійності» допускається можливість зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено	доцент кафедри АСНК, к.т.н., Богдан Галина Анатоліївна доцент кафедри ВП, к.т.н., доц. Клочко Тетяна Реджинальдівна, професор кафедри КІОНС, д.т.н., проф. Аврутов Вадим Вікторович
Ухвалено	кафедрою комп'ютерно-інтегрованих технологій виробництва приладів(протокол №); кафедрою автоматизації та систем неруйнівного контролю (протокол № 20 від 17.06.25); кафедрою комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем (протокол №).
Погоджено	Методичною комісією приладобудівного факультету (протокол №7 від 25.06.2025 року)