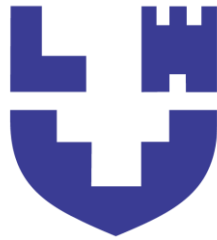


**Міністерство освіти і науки України
Луцький національний технічний університет**



НАДІЙНІСТЬ ТА ДІАГНОСТУВАННЯ СИСТЕМ КЕРУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ АПАРАТАМИ

Методичні вказівки до виконання самостійної роботи
для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
освітньої програми «Системи керування безпілотними апаратами»
галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка
денної та заочної форм навчання

Луцьк 2025

УДК 621.396
НГ40

До друку

Голова вченої ради факультету комп'ютерних та інформаційних технологій _____ І. С. Кондіус

Електронна копія друкованого видання передана для внесення в репозитарій ЛНТУ

Директор бібліотеки _____ Н. П. Поліщук

Затверджено вченою радою факультету комп'ютерних та інформаційних технологій ЛНТУ, протокол № __ від «__» _____ 2025 року.

Розглянуто і схвалено на засіданні кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій ЛНТУ, протокол № _ від «__» _____ 2025 року.

Завідувач кафедри АКІТ _____ О. Ю. Повстяной

Укладач: _____ Л. О. Гуменюк, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій ЛНТУ.

Рецензент: _____ Р. Г. Редько, кандидат технічних наук, доцент, завідувач кафедри прикладної механіки та мехароніки ЛНТУ.

Відповідальний за випуск: _____ О. Ю. Повстяной, доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій ЛНТУ.

Надійність та діагностування систем керування безпілотними апаратами:
40 Методичні вказівки до виконання самостійної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Системи керування безпілотними апаратами» галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка денної та заочної форм навчання / уклад. Л. О. Гуменюк. Луцьк: ЛНТУ, 2025. 15 с.

Видання містить питання для самостійного вивчення, завдання для самостійної роботи студентів, питання для самоперевірки та перелік посилань для вивчення дисципліни. Методичні вказівки укладено в результаті опрацювання опублікованих джерел [1-10].

ЗМІСТ

1	Загальні положення щодо самостійної роботи студентів	4
2	Виконання самостійної роботи студентів	6
3	Запитання для самоперевірки	8
4	Комплексне практичне індивідуальне завдання/індивідуальне завдання (курсова робота)	10
5	Консультації і контакти із науково-педагогічним працівником	12
	Перелік посилань	13

1 ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ ЩОДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Метою вивчення дисципліни «Надійність та діагностування систем керування безпілотними апаратами» є вивчення кількісних показників надійності елементів і систем, вміння користуватися аналітичними та експериментальними методами оцінювання надійності та її підвищення на етапі проектування системи.

Серед задач надійності, що повинен вміти розв'язувати студент, є такі: складання структурної схеми надійності системи, класифікація її відмов, вибір необхідних для системи показників надійності, вибір методу розрахунку показників надійності, вибір закону розподілу наробітку до відмови, вибір плану випробувань на надійність, вибір методу підвищення надійності системи, формування системи діагностування та методики діагностування.

Вивчення курсу повинно супроводжуватися виконанням практичних робіт та самостійною роботою.

Самостійна робота студентів займає до 50 % загального обсягу навчального часу студента, відведеного для вивчення дисципліни, а також включає підготовку до заліку з дисципліни.

Головне завдання самостійної роботи студентів з дисципліни «Надійність та діагностування систем керування безпілотними апаратами» – це опанування знань в області надійності та довговічності обладнання систем автоматизації, що не ввійшли до переліку лекційних питань, шляхом особистого пошуку інформації, формування активного інтересу до творчого підходу у навчальній роботі.

Самостійна робота студентів ставить за мету:

- розвиток творчих здібностей та активізацію розумової діяльності студентів;

- формування у студентів потреби неперервного самостійного поповнення знань;
- здобуття студентом глибокої системи знань.

Завданням самостійної роботи студентів є наступне:

- навчити студентів самостійно працювати над літературою;
- творчо сприймати навчальний матеріал і його осмислювати;
- набути навички щоденної самостійної роботи в одержанні та узагальненні знань, вмінь.

Зміст самостійної роботи студентів з дисципліни визначається навчальною програмою дисципліни та робочою навчальною програмою вивчення дисципліни.

На самостійну роботу винесено:

- підготовку до лекцій;
- частину теоретичного матеріалу, менш складного за змістом;
- підготовку до практичних занять;
- виконання індивідуальної роботи.

Викладач може видавати студентам різні види завдань самостійної роботи:

- опрацювання інформації, отриманої безпосередньо на обов'язкових навчальних заняттях;
- роботу з відповідними підручниками та особистим конспектом лекцій;
- самостійне вивчення окремих тем або питань;
- роботу з довідковою літературою;
- написання рефератів;
- творчі завдання (доповіді, проекти, огляди, тощо);
- виконання підготовчої роботи до практичних занять;
- виконання індивідуальних графічних, розрахункових завдань;
- виконання курсових робіт (проектів);
- підготовку письмових відповідей на проблемні питання;

- виготовлення наочності;
- складання картотеки літератури за змістом наступної фахової діяльності.

Успішне виконання завдання самостійної роботи можливе за умов наявності у студентів певних навичок:

- вміння працювати з книгою (складати план, конспект, реферат);
- проводити аналіз навчального матеріалу (складати різні види таблиць, проводити їх аналіз);
- навичок роботи з ПЕОМ та програмним забезпеченням.

Виконання завдань з самостійної роботи контролюється після закінчення логічно завершеної частини лекцій та практичних занять з дисципліни, і її результати враховуються при виставленні підсумкової оцінки.

Навчальний матеріал навчальної дисципліни, передбачений робочим навчальним планом для засвоєння студентами у процесі самостійної роботи, вноситься на підсумковий семестровий контроль (екзамен або залік).

2 ВИКОНАННЯ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Тема 1. Основні положення теорії надійності

Питання: Система показників надійності. Показники безвідмовності. Показники довговічності. Показники ремонтпридатності. Показники збережуваності. Комплексні показники надійності.

Процеси, які виникають при експлуатації технологічних систем. Фізична сутність відмов технічних виробів.

Визначення моделі відмов і моделі надійності. Вимоги до моделей відмов.

Завдання для СРС: Види комплексних показників надійності та їх застосування. Пошук даних про показники надійності елементів систем керування.

Література: [1-12].

Тема 2. Методи забезпечення надійності

Питання: Методи забезпечення надійності невідновлюваних об'єктів. Методи забезпечення надійності відновлюваних об'єктів.

Завдання для СРС: Коригування схеми автоматизації з урахуванням результатів розрахунку надійності її елементів.

Література: [1-12].

Тема 3. Системи з резервуванням

Питання: Резервування в технічних системах і його види. Структурні резервованих невідновлювальних систем за відомими характеристиками елементів. Показники ефективності резервування, способи їх визначення. Аналіз надійності резервованих систем.

Завдання для СРС: Приклади застосування різних видів резервування у схемах автоматизації.

Література: [1-12].

Тема 4. Розрахунки структурної надійності систем

Питання: Постановка задачі синтезу резервованої системи з оптимальним або заданим рівнем надійності: критерії оптимальності, управління, зв'язку, обмеження. Оптимізаційні задачі профілактичного обслуговування технічних систем.

Завдання для СРС: Коригування схеми автоматизації з урахуванням результатів розрахунку надійності її елементів.

Література: [1-12].

Тема 5. Основні поняття технічної діагностики

Питання: Основні поняття, визначення та складові об'єкта діагностування. Тести і алгоритми технічного діагностування. Побудова

логічної моделі об'єкту діагностування. Побудова таблиць функцій несправностей. Організація діагностування і оцінка технічного стану об'єкта. Системи контролю. Методи діагностування систем автоматизації, управління і програмно-технічних засобів. Основні положення прогнозування стану працездатності технологічного обладнання.

Завдання для СРС: Опис конкретної системи діагностування, її структури, призначення та методики діагностування. Методики випробувань, рекомендовані діючими ДСТУ.

Література: [1-12].

3 ЗАПИТАННЯ ДЛЯ САМОПЕРЕВІРКИ

Тема 1.

1. У чому полягає поняття надійності як властивості об'єкта?
2. Назвіть і дайте визначення основних станів і подій, за якими характеризують надійність.
3. Які спільні та відмінні ознаки станів справності та працездатності об'єкта?
4. За яких умов настає граничний стан об'єкта?
5. Якими можуть бути об'єкти за спроможністю до відновлення працездатного стану?
6. Якими можуть бути відмови за типами і природою походження?
7. Назвіть основні ознаки класифікації відмов.
8. Наведіть можливі стани об'єкта, які утворюють повну групу подій.

Тема 2.

1. Якими показниками визначається надійність нерезервованих відновлюваних об'єктів?
2. Як визначають імовірність безвідмовної роботи системи, що складається з невідновлюваних елементів?

3. Як визначають середній наробіток до відмови системи, що складається із невідновлюваних елементів?

Тема 3.

1. Наведіть види резервування.
2. Як визначають потрібну кратність резервування?
3. Наведіть переваги та недоліки двох способів резервування.
4. У чому полягає суть логіко-аналітичного методу?

Тема 4.

1. Які види резервування технічних систем застосовують на підприємствах?
2. Як впливає кратність резервування на технічні характеристики систем та їх надійність?
3. Назвіть основну відмінність у порядку розрахунку показників безвідмовності послідовних і паралельних систем?
4. Опишіть порядок розрахунку комбінованих систем, які мають ділянки з послідовним і паралельним з'єднанням елементів.
5. Як розраховують імовірність безвідмовної роботи систем при резервуванні елементами, що працюють у полегшеному режимі?

Тема 5.

1. Від чого залежить модель несправностей?
2. Що називають тестом діагностування?
3. Що називають алгоритмом технічного діагностування?
4. Що є найбільш поширеною формою математичної моделі об'єкта діагностування?
5. Як класифікують засоби технічного діагностування?
6. Які основні завдання технічного діагностування?
7. Яка основна мета впровадження технічного діагностування?

8. Які є методи проведення технічного діагностування?
9. Які рішення приймаються за результатами діагностування?
10. Які завдання вирішуються при створенні діагностичної системи для конкретного об'єкту?

4 КОМПЛЕКСНЕ ПРАКТИЧНЕ ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ/ІНДИВІДУАЛЬНЕ ЗАВДАННЯ (КУРСОВА РОБОТА)

Виконання КПЗ/ІЗ є одним із обов'язкових складових модулів залікового кредиту з дисципліни «Надійність та діагностування систем керування безпілотними апаратами».

У якості комплексного практичного індивідуального завдання студенти виконують курсову роботу

КПЗ/ІЗ виконується самостійно кожним студентом.

При виконанні КПЗ/ІЗ здобувачі вищої освіти повинні показати:

- уміння виконати розрахунок надійності заданої структурної схеми;
- уміння дослідити систему з точки зору підвищення її надійності;
- дати рекомендації по модернізації системи.

Зміст КПЗ/ІЗ:

Завдання на курсову роботу містить в якості вихідних даних структурну схему надійності технічної системи (ТС) та інтенсивність відмов її елементів.

Індивідуальні завдання для виконання курсової роботи містяться в методичних вказівках [3].

За структурною схемою надійності технічної системи відповідно до варіанта завдання, необхідного значення ймовірності безвідмовної роботи системи і значень інтенсивностей відмов її елементів потрібно:

- 1) побудувати графік зміни ймовірності безвідмовної роботи системи від часу напрацювання в діапазоні зниження ймовірності до рівня 0,1-0,2;
- 2) визначити γ -процентне напрацювання технічної системи;

3) забезпечити збільшення γ -процентного напрацювання не менше, ніж у 1,5 рази за рахунок:

- а) підвищення надійності елементів;
- б) структурного резервування елементів системи.

За першим варіантом модернізації необхідно визначити інтенсивності відмов елементів, що входять в даний квазіелемент, при яких при незмінній структурі квазіелемента забезпечувалося б необхідне значення $P'(T_\gamma')$. Для знайденого рішення слід виконати перевірочний розрахунок ймовірності безвідмовної роботи системи за час T_γ' .

За другим методом надійність обраного квазіелемента можна підвищити за рахунок резервування без зміни надійності складових елементів. При цьому, враховуючи структуру модернізованого квазіелемента, потрібно вибрати, які його складові елементи і як слід резервувати для досягнення найбільшого ефекту. Як тільки необхідне значення $P'(T_\gamma')$ буде забезпечено, виявиться реалізованим другий метод підвищення надійності системи. Для знайденого рішення також необхідно провести перевірку ймовірності безвідмовної роботи системи за час T_γ' . Модернізовану структуру з резервуванням слід привести в пояснювальній записці.

Для побудови залежностей ймовірностей безвідмовної роботи від часу для модернізованої системи за першим і другим методом доповнити раніше складену таблицю відповідними рядками.

Графіки цих залежностей слід зобразити спільно з кривою $P(t)$ вихідної системи.

Отримане сімейство кривих дозволяє провести порівняння двох варіантів модернізації, яке слід навести як висновок до роботи.

Курсова робота містить пояснювальну записку (5-7 сторінок формату А4), яка включає розрахункові матеріали, структурну схему надійності та її перетворення у процесі згортки та графіки залежностей ймовірностей безвідмовної роботи від часу для базової та модернізованої систем. Інші

графічні матеріали приводять в записці у відповідності з обсягом виконаної роботи.

Пояснювальна записка повинна бути оформлена відповідно до СТП КрПІ 3.1-92 «Текстові документи. Вимоги до оформлення». Всі дії та використання розрахункових співвідношенні повинні бути пояснені і обгрунтовані. Для цитованої інформації (формули, числові значення констант) необхідно вказати джерело запозичення.

Для виконання курсової роботи студентам слід керуватись методичними вказівками [3] та джерелами [1-13].

Форми захисту КПЗ/ІЗ: курсова робота оцінюється за 100-бальною шкалою. Робота оцінюється в межах поточного контролю. Захист роботи виконується у вигляді співбесіди.

5 КОНСУЛЬТАЦІЇ І КОНТАКТИ ІЗ НАУКОВО-ПЕДАГОГІЧНИМ ПРАЦІВНИКОМ

Спілкування з викладачем проводиться на лекційних заняттях, практичних заняттях, консультаціях, через корпоративний месенджер Slack або електронною поштою.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Надійність та діагностування систем керування безпілотними апаратами: конспект лекцій для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Системи керування безпілотними апаратами» галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка денної та заочної форм навчання / уклад. Л. О. Гуменюк. Луцьк: ЛНТУ, 2024. 71 с.

2. Надійність та діагностування систем автоматизації: методичні вказівки до практичних занять для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Системи керування безпілотними апаратами» галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка денної та заочної форм навчання / уклад. Л. О. Гуменюк. Луцьк: ЛНТУ, 2024. 54 с.

3. Надійність та діагностування систем автоматизації: методичні вказівки до виконання курсової роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Системи керування безпілотними апаратами» галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка денної та заочної форм навчання / уклад. Л. О. Гуменюк. Луцьк: ЛНТУ, 2024. 44 с.

4. Основи надійності та діагностики інформаційних систем: навч. посіб. / В. В. Вишнівський та ін. Київ: ННІТ ДУТ, 2020. 184 с.

5. Павлюк О. М., Медиковський М. О., Лиса Н. К., Ізонін І. В. Основи теорії надійності технічних систем: навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2021. 208 с.

6. Яковина В. С., Сенів М. М. Основи теорії надійності програмних систем: навчальний посібник. Львів: Видавництво Львівської політехніки,

2020. 248 с.

7. Інженерія надійності програмного забезпечення. Матеріали лекцій: навч. посіб. / укл.: Ю. Г. Добровольський. Чернівці: ЧНУ ім. Ю.Федьковича, 2022. 126 с.

8. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення. [Чинний від 1996-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 1994.

9. ДСТУ 2861-94. Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні положення. [Чинний від 1997-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 1994.

10. ДСТУ 2862-94. Надійність техніки. Методи розрахунку показників надійності. Загальні вимоги [Чинний від 1997-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 1994.

11. ДСТУ 2864-94 Надійність техніки. Експериментальне оцінювання та контроль надійності. Основні положення. [Чинний від 1997-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 1994.

12. ДСТУ 3004-95. Надійність техніки. Методи оцінки показників надійності за експериментальними даними. [Чинний від 1996-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП «УкрНДНЦ», 1995.

Надійність та діагностування систем керування безпілотними апаратами:
Методичні вказівки до виконання самостійної роботи для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти освітньої програми «Системи керування безпілотними апаратами» галузі знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації спеціальності 174 Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка денної та заочної форм навчання / уклад. Л. О. Гуменюк. Луцьк: ЛНТУ, 2025. 15 с.

Комп'ютерний набір

Л. О. Гуменюк

Редактор

Л. О. Гуменюк

Підп. до друку «__» 2025 р. Папір офс.
Гарнітура Таймс. Ум. друк. арк. 3,6. Обл.-вид. арк. 4,1.
Тираж 30 прим.

Відділ іміджу та промоції
Луцького національного технічного університету
43018 м. Луцьк, вул. Львівська, 75
Друк – ВІП ЛНТУ

