МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І.І. МЕЧНИКОВА
Кафедра математичного забезпечення комп'ютерних систем

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Проректор з науково-педагогічної роботи
_____
"_____" _____ 20___ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ОК11 «Діагностика та надійність апаратно-програмних комплексів»
(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти *Другий (магістерський)*

Галузь знань *12 – Інформаційні технології*

Спеціальність *123 – Комп'ютерна інженерія*
(код і назва спеціальності)

Освітньо-професійна програма *Комп'ютерна інженерія*
(назва ОПП/ОНП)

ОНУ – 2024

Робоча програма навчальної дисципліни «Діагностика та надійність апаратно-програмних комплексів». – Одеса: ОНУ, 2024. – 13 с.

Розробник:
Нєнов О. Л., канд. техн. наук, доцент кафедри МЗКС

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри математичного забезпечення комп'ютерних систем

Протокол № 1 від. "28" 08 2024 р.

Завідувач кафедри _____ (Євгеній МАЛАХОВ)
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено із гарантом ОПП «Комп'ютерна інженерія»

_____ (Юрій ГУНЧЕНКО)
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) з ІТ спеціальностей факультету МФІТ

Протокол № 1 від. "30" 08 2024 р.

Голова НМК _____ (Лариса МАРТИНОВИЧ)
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри _____

Протокол № ___ від. "____"_____20__ р.

Завідувач кафедри _____ (_____)
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри _____

Протокол № ___ від. "____"_____20__ р.

Завідувач кафедри _____ (_____)
(підпис) (Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

1. Опис навчальної дисципліни

<table>
<tr><td rowspan="2">Найменування показників</td><td rowspan="2">Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти</td><td colspan="2">Характеристика навчальної дисципліни</td></tr>
<tr><td>денна форма навчання</td><td>заочна форма навчання</td></tr>
<tr><td rowspan="16">Загальна кількість:

кредитів – 4

годин – 120

змістових модулів – 4

ІНДЗ* – _____
(вид завдання)</td><td rowspan="16">Галузь знань
12 – Інформаційні технології
(шифр і назва)

Спеціальність
123 – Комп’ютерна інженерія
(шифр і назва)

Рівень вищої освіти:
Другий (магістерський)</td><td colspan="2">Обов’язкова</td></tr>
<tr><td colspan="2">Рік підготовки:</td></tr>
<tr><td>2</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Семестр</td></tr>
<tr><td>3</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Лекції</td></tr>
<tr><td>20 год.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Практичні, семінарські</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Лабораторні</td></tr>
<tr><td>20 год.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Самостійна робота</td></tr>
<tr><td>80 год.</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="2">Індивідуальне завдання:
—</td></tr>
<tr><td colspan="2">Форма підсумкового контролю:
іспит</td></tr>
</table>

* – за наявності

2. Мета дисципліни

Метою вивчення дисципліни є формування у магістрантів системних знань із теорії надійності та методів її застосування для апаратно-програмних комплексів; оволодінні підходами до аналізу, розрахунку, підвищення та забезпечення надійності комп'ютерних систем і їх компонентів; набутті навичок діагностики відмов та збоїв, використання методів контролю і резервування, а також ознайомленні з сучасними тенденціями й актуальними проблемами надійності в інформаційних технологіях.

Завдання:

- засвоїти основні поняття, показники та методи оцінювання надійності апаратно-програмних комплексів;
- навчитися виконувати розрахунки показників надійності та аналізувати відмови елементів і підсистем апаратно-програмних комплексів;
- опанувати методи підвищення надійності, резервування, контролю та діагностики компонентів і програмного забезпечення комп'ютерних систем;
- набути практичних навичок використання інструментів діагностики, тестування та профілактики комп'ютерних систем.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей:**

1) загальних:

ЗК3. Здатність проводити дослідження на відповідному рівні.

ЗК6. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК8. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

2) фахових:

СК1. Здатність до визначення технічних характеристик, конструктивних особливостей, застосування і експлуатації програмних, програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем та мереж різного призначення.

СК3. Здатність проектувати комп'ютерні системи та мережі з урахуванням цілей, обмежень, технічних, економічних та правових аспектів.

СК4. Здатність будувати та досліджувати моделі комп'ютерних систем та мереж.

СК8. Здатність забезпечувати якість продуктів і сервісів інформаційних технологій на протязі їх життєвого циклу.

СК10. Здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем, мереж та їхніх компонентів.

СК14. Здатність досліджувати, проектувати та моделювати елементи кіберфізичних систем з використанням сучасних науково-технічних методів.

Програмні результати навчання:

РН1. Застосовувати загальні підходи пізнання, методи математики, природничих та інженерних наук до розв'язання складних задач комп'ютерної інженерії..

РН3. Будувати та досліджувати моделі комп'ютерних систем і мереж, оцінювати їх адекватність, визначати межі застосовності.

РН5. Розробляти і реалізовувати проекти у сфері комп'ютерної інженерії та дотичні до неї міждисциплінарні проєкти з урахуванням інженерних, соціальних, економічних, правових та інших аспектів.

РН8. Застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення складних задач комп'ютерної інженерії та дотичних проблем.

РН11. Приймати ефективні рішення з питань розроблення, впровадження та експлуатації комп'ютерних систем і мереж, аналізувати альтернативи, оцінювати ризики та імовірні наслідки рішень.

РН14 Планувати і виконувати наукові дослідження в сфері комп'ютерної інженерії, формулювати і перевіряти гіпотези, обирати методики та інструменти, аналізувати результати, обґрунтовувати висновки.

РН15. Застосовувати сучасні науково-технічні методи досліджування, проектування та моделювання елементів кіберфізичних систем.

Очікувані результати навчання. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

***знати**: основні поняття та показники надійності апаратних і програмних засобів, методи їх розрахунку та оцінювання; принципи побудови відмовостійких систем, методи підвищення надійності; методи діагностики та контролю технічних і програмних засобів комп'ютерних систем; сучасні підходи до забезпечення надійності програмного забезпечення; вплив об'єктивних і суб'єктивних факторів на надійність комп'ютерних систем;*

***вміти**: аналізувати надійність апаратно-програмних комплексів і прогнозувати їх працездатність; будувати та досліджувати моделі відмов і відновлення комп'ютерних систем; застосовувати методи діагностики, тестування та профілактики для підвищення відмовостійкості; розробляти рішення щодо резервування й оптимізації надійності систем; оцінювати ефективність обраних методів забезпечення надійності та формулювати рекомендації для практичного використання апаратно-програмних комплексів.*

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Теоретичні основи надійності апаратно-програмних комплексів.

Тема 1. Показники надійності.

1.1. Функції надійності, ненадійності, розподілу часу безвідмовної роботи, інтенсивності відмов.

1.2. Наробіток на відмову. Ефективна інтенсивність відмов. Гарантований технічний ресурс.

1.3. Функції ремонту та готовності, інтенсивність ремонту. Коефіцієнт готовності.

Література: [1, 2, 5].

Тема 2. Експериментальне визначення показників надійності.

2.1. Види випробувань. Плани випробувань. Теоретичні функції надійності.

2.2. Метод максимуму правдоподібності.

2.3. Метод зворотних рангів.

Література: [1, 3, 6, 7].

Тема 3. Прикладні аспекти розрахунку та забезпечення надійності апаратних засобів.

3.1. Дані про надійність.
3.2. Надійність великих інтегральних мікросхем.
3.3. Розрахунок надійності компонентів з поступовими відмовами.
3.4. Повний розрахунок надійності.
3.5. Автоматизовані системи розрахунку надійності.

Література: [1, 4, 6, 8].

Змістовий модуль 2. Забезпечення надійності апаратно-програмних комплексів.

Тема 4. Показники та загальні методи підвищення надійності.

4.1. Вибір показників надійності.
4.2. Методи підвищення надійності.

Література: [1, 2, 4].

Тема 5. Резервування як засіб забезпечення надійності.

5.1. Резервування без відновлення.
5.2. Резервування з відновленням.

Література: [1, 2, 4].

Тема 6. Оптимізація роботи комп'ютерних систем.

6.1. Тренування елементів і систем.
6.2. Оптимальна надійність.

Література: [1, 4].

Змістовий модуль 3. Надійність та діагностика пристроїв комп'ютерних систем.

Тема 7. Контроль і діагностика компонентів центрального процесора.

7.1. Основні поняття та визначення.
7.2. Контроль арифметичних пристроїв.
7.3. Контроль пристроїв управління.
7.4. Контроль мікропрограмних блоків управління.

Література: [1, 3, 10].

Тема 8. Контроль та діагностика пристроїв пам'яті та каналів зв'язку.

8.1. Методи введення надмірності та базові коди контролю.
8.2. Підвищення надійності за допомогою кодів контролю.
8.3. Резервування пристроїв оперативної та постійної пам'яті.

Література: [1, 3, 10].

Тема 9. Надійність та діагностика накопичувачів на жорстких магнітних дисках (НЖМД).

9.1. Дані про надійність НЖМД.
9.2. RAID-системи НЖМД.
9.3. Приклади серверів з тисячами НЖМД.

Література: [1, 3, 10].

Змістовий модуль 4. Надійність та контроль комп'ютерів і комп'ютерних систем.

Тема 10. Приклади комп'ютерних систем підвищеної надійності.

10.1. Методи забезпечення підвищеної надійності.
10.2. Відмовостійкі компютери.

10.3. Авіаційні комп'ютерні системи.
10.4. Системи типу «тандем».
10.5. Комп'ютерні системи космічних об'єктів.

Література: [1, 3, 4, 10].

Тема 11. Діагностика комп'ютерів і комп'ютерних систем.

11.1. Програмна, апаратна та програмно-апаратна діагностика.
11.2. Генерування тестів методом активізації одномірного шляху. Сигнатурний аналіз.
11.3. Побудова пристроїв із самодіагностикою. Діагностика персональних комп'ютерів.
11.4. Профілактика комп'ютерів і комп'ютерних систем. Заміна блоків, які вичерпали свій технічний ресурс.

Література: [1, 4, 7].

Тема 12. Надійність комп'ютерного програмного забезпечення.

12.1. Застосування програм, стійких до збоїв.
12.2. Вплив на надійність засобів охолодження, електроживлення.
12.3. Урахування і оцінка людського фактору.

Література: [1, 3, 10].

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма									
	Усього	у тому числі				Усього	у тому числі			
		л	п	лаб	ср		л	п	лаб	ср
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**
Змістовий модуль 1. Теоретичні основи надійності апаратно-програмних комплексів										
Тема 1.	11	1		4	6					
Тема 2.	8	2			6					
Тема 3.	8	2			6					
Змістовий модуль 2. Забезпечення надійності апаратно-програмних комплексів										
Тема 4.	14	2		4	8					
Тема 5.	10	2			8					
Тема 6.	10	2			8					
Змістовий модуль 3. Надійність та діагностика пристроїв комп'ютерних систем										
Тема 7.	10	2		4	4					
Тема 8.	6	2			4					
Тема 9.	13	1		4	8					
Змістовий модуль 4. Надійність та контроль комп'ютерів і комп'ютерних систем										
Тема 10.	11	1		4	6					
Тема 11.	10	2			8					
Тема 12.	9	1			8					
Всього годин	**120**	**20**		**20**	**80**					

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені

6. Теми практичних занять

Практичні заняття не передбачені

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	Аналіз надійності апаратних елементів і систем програмно-апаратних комплексів за результатами випробувань.	4	
2	Оцінка надійності систем з незалежними елементами та резервуванням.	4	
3	Діагностика і тренування компонентів комп’ютерів.	4	
4	Тестування зовнішніх накопичувачів інформації. Оптимальна надійність резервованих комп’ютерних систем.	4	
5	Профілактика комп’ютерів і комп’ютерних систем.	4	
	Разом	**20**	

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	Методи прогнозування надійності програмного забезпечення.	20	
2	Діагностичні тести та верифікація складних апаратно-програмних систем.	18	
3	Методи виявлення та локалізації відмов у розподілених і мережевих системах.	16	
4	Практичні підходи до підвищення відмовостійкості та живучості комп’ютерних мереж.	14	
5	Програмно-апаратні засоби діагностики та моніторингу вбудованих систем.	12	
	Разом	**80**	

9. Методи навчання

Лекційні заняття з використанням мультимедійних презентацій – подання теоретичного матеріалу, ілюстрація прикладів, візуалізація моделей надійності та діагностики.

Лабораторні роботи в комп’ютерному класі – практичне відпрацювання методів розрахунку показників надійності, моделювання процесів відмов, застосування програмних засобів діагностики.

Самостійна робота студентів – опрацювання теоретичних джерел, розв’язання задач, підготовка міні-звітів і презентацій, виконання індивідуальних завдань з аналізу надійності та відмовостійкості систем.

10. Методи контролю

Поточний контроль – виконання лабораторних робіт, перевірка звітів, усне опитування під час занять.

Модульний контроль – дві контрольні роботи, що включають тестові завдання і розрахункові задачі, спрямовані на перевірку засвоєння теоретичного матеріалу та практичних навичок.

Підсумковий контроль – іспит, який містить тестові питання, теоретичні завдання та задачі, що в комплексі оцінюють рівень знань, умінь і здатність застосовувати їх для аналізу надійності та діагностики програмно-апаратних комплексів.

10.1. Критерії оцінювання на підсумковому контролі

1. Високий рівень (90–100 балів, оцінка «відмінно»)

Студент глибоко знає теоретичний матеріал, вільно володіє поняттями та методами діагностики і аналізу надійності. Уміє аргументовано пояснювати рішення, правильно застосовує математичний апарат. Виконує всі задачі, включаючи підвищеної складності, без помилок або з незначними неточностями.

2. Досить високий рівень (75–89 балів, оцінка «добре»)

Знання в основному повні, але допускаються незначні похибки у визначеннях або поясненнях. Завдання виконує правильно, але можливі окремі неточності в розрахунках або логіці викладу. Показує вміння застосовувати вивчений матеріал для розв’язання практичних задач.

3. Достатній рівень (60–74 бали, оцінка «задовільно»)

Студент знає основний матеріал, але знання фрагментарні. Може виконати типові задачі за зразком, але має труднощі з поясненням або застосуванням методів. Допускає помилки у термінології чи розрахунках, однак загальна логіка рішення зберігається.

4. Недостатній рівень (35–59 балів, оцінка «незадовільно з можливістю перескладання»)

Знання поверхові, значна кількість помилок у визначеннях та поясненнях. Більшість задач виконано неправильно або неповністю. Студент не демонструє здатності застосовувати матеріал на практиці.

5. Критичний рівень (0–34 бали, оцінка «незадовільно»)

Відсутнє розуміння основних понять дисципліни. Завдання не виконані або виконані з грубими помилками. Студент не здатен аргументувати відповіді.

11. Питання до контролю

11.1. Питання до модульної контрольної роботи №1

1. Що таке надійність технічної системи?
2. Які основні показники надійності використовуються в теорії?
3. Що означає поняття «інтенсивність відмов»?
4. Які етапи включає процес діагностики технічних систем?
5. У чому полягає різниця між відмовою і несправністю?
6. Які існують види відмов технічних систем?
7. Який показник характеризує здатність системи виконувати задані функції в умовах експлуатації?
8. Яке призначення моделей надійності?
9. Які види діагностики застосовуються у комп'ютерних системах?
10. Що означає термін «середній час безвідмовної роботи»?
11. Які методи застосовуються для статистичної оцінки надійності?
12. У чому суть параметричного методу оцінювання надійності?
13. Які розподіли часу безвідмовної роботи найчастіше використовуються?
14. Що таке довірчий інтервал для імовірності безвідмовної роботи?
15. Який метод оцінки надійності базується на аналізі структурної схеми системи?
16. Як визначається напрацювання на відмову методом зворотних рангів?
17. Які переваги і недоліки має імітаційне моделювання у дослідженні надійності?
18. Що означає експлуатаційна інтенсивність відмов?
19. Які фактори впливають на вибір методу оцінки надійності?
20. Яке значення мають експериментальні дані для перевірки адекватності моделей надійності?

11.2. Питання до модульної контрольної роботи №2

21. Які основні фактори впливають на надійність великих інтегральних схем?
22. У чому полягає суть методу контролю арифметичних пристроїв?
23. Які особливості має контроль пристроїв управління?
24. Як здійснюється контроль мікропрограмних блоків управління?
25. Які методи застосовуються для контролю пристроїв пам'яті?
26. Чим відрізняються коди з перевіркою на парність від коду Хеммінга?
27. Які коди застосовуються для підвищення виходу придатних мікросхем пам'яті?
28. Як забезпечується надійність пристроїв пам'яті за рахунок часової надмірності?
29. У чому полягає принцип резервування пристроїв постійної пам'яті?
30. Яке призначення автоматизованих систем розрахунку надійності пристроїв?
31. Який показник надійності характеризує середній час безвідмовної роботи системи?
32. Що є основним призначенням резервування у комп'ютерних системах?

33. Який різновид резервування передбачає наявність резервних елементів, що автоматично замінюють відмовлені без відновлення?
34. Яка особливість резервування з відновленням?
35. Який метод підвищення надійності полягає у попередньому навантаженні компонентів перед експлуатацією?
36. Що означає «оптимальна надійність»?
37. Який показник надійності використовується для оцінки готовності системи до роботи в будь-який момент часу?
38. Який підхід до підвищення надійності найчастіше застосовується у багатопроцесорних системах?
39. Що є головним недоліком резервування як методу підвищення надійності?
40. Який метод найчастіше застосовується для оцінки надійності складних комп'ютерних систем?

11.3. Питання до підсумкового контролю

1. Поняття надійності програмно-апаратної системи та її основні показники.
2. Відмова і несправність системи, їх відмінності та взаємозв'язок.
3. Види відмов програмно-апаратних систем.
4. Середній час безвідмовної роботи та методи його визначення.
5. Види діагностики, що застосовуються у комп'ютерних системах.
6. Параметричний метод оцінювання надійності та його застосування.
7. Розподіли часу безвідмовної роботи, що найчастіше застосовуються на практиці.
8. Метод зворотних рангів для визначення напрацювання на відмову.
9. Переваги та недоліки імітаційного моделювання у дослідженні надійності.
10. Значення експериментальних даних для перевірки адекватності моделей надійності.
11. Фактори, що впливають на надійність великих інтегральних схем.
12. Контроль арифметичних пристроїв у комп'ютерних системах.
13. Код з перевіркою на парність та код Хеммінга, їх відмінності та призначення.
14. Методи підвищення надійності пристроїв пам'яті.
15. Принципи резервування пристроїв постійної пам'яті.
16. Методи діагностики компонентів і підсистем у комп'ютерних системах і програмно-апаратних комплексах.
17. Особливості резервування комп'ютерних систем з відновленням.
18. Метод тренування елементів і систем програмно-апаратних комплексів для підвищення їх надійності.
19. Поняття оптимальної надійності та його практичне застосування.
20. Показник готовності системи до роботи в будь-який момент часу.

11.4. Приклади задач до підсумкового контролю

1. Під час випробувань 1000 пристроїв протягом 60 діб відмовили 15. Визначити середній наробіток на відмову методом зворотних рангів та параметричним

методом для експоненційного розподілу. Оцінити ймовірність безвідмовної роботи одного пристрою протягом 90 діб.

2. Система складається з 5 незалежних пристроїв, кожен з яких має інтенсивність відмови $\lambda = 2 \cdot 10^{-5}$ 1/год. Визначити середній час безвідмовної роботи системи, якщо відмова будь-якого пристрою призводить до відмови системи. Розрахувати показник готовності системи при умові, що середній час ремонту одного пристрою становить 20 год.
3. Для комп'ютера, що містить 10^7 елементів, оцінити середній наробіток на відмову при рівні інтеграції ІМС $i = 4$. Відомо, що ІМС i-го рівня містить 10^i елементів, експлуатаційна інтенсивність відмов ІМС визначається за формулою $\lambda = 10^{-6} \cdot Ц$ (де $Ц$ – кількість елементів в ІМС). На одній платі розміщується не більше 50 ІМС. Урахувати вплив інтенсивності відмов з'єднувачів із середнім наробітком на відмову $2 \cdot 10^5$ год.
4. Комп'ютерна система складається з $n = 6$ процесорів (CPU). Відмова системи настає при виході з ладу 2 і більше CPU. Інтенсивність відмови одного процесора $\lambda = 10^{-4}$ 1/год. Побудувати функцію надійності системи та оцінити ймовірність її безвідмовної роботи протягом 2000 год.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота														Сума
Змістовий модуль №1			Змістовий модуль № 2			МК 1	Змістовий модуль №3			Змістовий модуль № 4			МК 2	
Т1	Т2	Т3	Т4	Т5	Т6		Т7	Т8	Т9	Т11	Т12	Т13		
6	6	6	6	6	6	14	6	6	6	6	6	6	14	100

Т1, Т2 ... – теми змістових модулів,
МК1, МК2 – модульні контрольні роботи.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Загальна сума балів	Оцінка ECTS	Національна шкала	
90 — 100	A – «відмінно»	5 «відмінно»	«зараховано»
85 — 89	B – «дуже добре»	4 «добре»	
75 — 84	C – «добре»		
70 — 74	D – «задовільно»	3 «задовільно»	
60 — 69	E – «допустимо»		
35 — 59	F – «незадовільно з можливістю повторного складання»	2 «незадовільно»	«не зараховано»
0 — 34	FX – «незадовільно з обов'язковим повторним курсом»		

			а лі к »

13. Навчально-методичне забезпечення

Конспект лекцій та методичні матеріали в електронному виді, нормативні документи, презентаційні матеріали: https://pub.onu.edu.ua/fakultet-matematyky-fizyky-ta-informatsiinykh-tekhnolohii/64-osvitnii-riven-mahistr/spetsialnist-123-kompiuterna-inzheneriia

14. Рекомендована література

14.1. Основна література

1. Надійність комп'ютерних систем : навч. посіб. / В. Тарасенко та ін. Київ : "Корнійчук", 2007. 256 с.
2. Основи надійності об’єктів системотехніки: навч. посіб. / В. Д. Черв’яков, А. В. Павлов, О. Ю. Журавльов. Суми : Сумський державний університет, 2011. 245 с.
3. Надійність комп’ютерних систем : методичні вказівки / уклад. Д. Гуменний. Київ : КНУБА, 2024. 52 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://repositary.knuba.edu.ua/server/api/core/bitstreams/79d8ef5c-81cc-4a65-963b-d86963e87a32/content
4. Електронний підручник з дисципліни: Надійність, діагностика та експлуатація комп’ютерних систем та мереж / М. В. Салогуб, 2016. 151 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://mishchyk.wordpress.com/wp-content/uploads/2020/03/nadiynist.pdf
5. ДСТУ 2860-94 Надійність техніки Терміни та визначення.
6. ДСТУ 2861-94 Надійність техніки. Аналіз надійності. Основні поняття.
7. ДСТУ 2604-94 Засоби обчислювальної техніки, відмовостійкість і живучість. Методи випробувань.
8. ДСТУ 2506-94 Засоби обчислювальної техніки, відмовостійкість і живучість. Загальні технічні вимоги.
9. ДСТУ 2862-94 Надійність техніки. Методи розрахунку показників надійності. Загальні вимоги.
10. N. Schneidewind, “Tutorial on Hardware and Software Reliability, Maintainability, and Availability”, J. Aerosp. Comput., Inf., Communication, т. 7, № 4, с. 134–150, квіт. 2010. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://doi.org/10.2514/1.36017

14.2. Допоміжна література

11. Василевський О. М., Поджаренко В. О. Нормування показників надійності технічних засобів : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2010. 129 с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://learn.ztu.edu.ua/pluginfile.php/321060/mod_resource/content/1/%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B0%202%20%D0%9E%D0%A2%D0%9D.pdf.
12. Додонов О.Г., Кузнєцова М.Г., Горбачик О.С. Живучість складних систем: аналіз та моделювання. К. : НТУУ КПІ, 2009. 264 с.
13. Локазюк В. М., Савченко Ю. Г. Надійність, контроль, діагностика та модернізація ПК. Навчальний посібник. Київ : Вид. центр «Академія», 2004. 376 с.
14. Колибін Ю. М., Домнін Ф. А. Контроль та діагностика комп’ютерних систем. Навчальний посібник. Харків : ХВУ, 2000. 274 с.
15. Бабчук С.М. Надійність комп’ютерних систем і мереж: конспект лекцій. Івано-Франківськ: ІФНТНГ, 2017. 83 с.
16. ДСТУ 2470-94 Надійність техніки. Системи технологічні. Терміни та визначення.
17. ДСТУ 2668-94 Безвідмовність обслуговування та готовність. Терміни та визначення.

18. Martorell S., Guedes Soares C., Barnett J. (eds.) “Safety, Reliability and Risk Analysis: Theory, Methods and Applications” Proceedings of the European Safety and Reliability Conference, ESREL, 2008. CRC Press/Balkema, 2009. 3512 p.

15. Електронні інформаційні ресурси

1. Awesome Site Reliability Engineering. Site Reliability Engineering Resources. URL: https://sre.xyz/.