

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки (№ 503)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

А. В. Шостак

(ініціали та прізвище)

« 30 » серпня 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Надійність і відмовостійкість комп'ютерних систем
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 "Інформаційні технології"
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 123 "Комп'ютерна інженерія"
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: Системне програмування
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2024 рік

Робоча програма Надійність і відмовостійкість комп'ютерних систем

(назва дисципліни)

Розробник: Харченко В. С., завідувач кафедри, д.т.н., професор

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри _____

комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 30 » 08 2024 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

В. С. Харченко

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4,5	Галузь знань <u>12 "Інформаційні технології"</u> (шифр та найменування) Спеціальність <u>123 "Комп'ютерна інженерія"</u> (код та найменування) Освітня програма <u>Системне програмування</u> (найменування) Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Цикл професійної підготовки
Кількість модулів – 2		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 4		2024/2025
Індивідуальне завдання: <u>1</u>		Семестр
Загальна кількість годин: 64/135		<u>7-й</u>
		Лекції*
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4,44		<u>32</u> години
		Практичні, семінарські*
	Лабораторні*	
	<u>32</u> години	
	Самостійна робота	
	71 година	
	Вид контролю	
	іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 64/71.

*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: оволодіння методами і навичками оцінювання і забезпечення надійності і відмовостійкості апаратних, програмних засобів і комп'ютерних систем (КС).

Завдання:

- вивчити основні поняття і показники надійності, відмовостійкості, живучості та безпеки комп'ютерних систем;
- вивчити методи і засоби оцінювання надійності та безпеки апаратних і програмних компонентів і комп'ютерних систем в цілому;
- вивчити методи і засоби забезпечення надійності та безпеки комп'ютерних систем;
- оволодіти навичками розрахунку показників і розроблення засобів забезпечення виконання вимог до надійності при створенні комп'ютерних систем.

Компетентності, які набуваються:

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.
- ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК5. Здатність спілкуватися іноземною мовою.
- ЗК10. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.
- ФК1. Здатність застосовувати законодавчу та нормативноправову базу, а також державні та міжнародні вимоги, практики і стандарти з метою здійснення професійної діяльності в галузі комп'ютерної інженерії.
- ФК4. Здатність забезпечувати захист інформації, що обробляється в комп'ютерних та кіберфізичних системах та мережах з метою реалізації встановленої політики інформаційної безпеки.
- ФК6. Здатність проєктувати, впроваджувати та обслуговувати комп'ютерні системи та мережі різного виду та призначення.
- ФК7. Здатність використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень, брати участь в модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності.
- ФК11. Здатність оформляти отримані робочі результати у вигляді презентацій, науково-технічних звітів.
- ФК14. Здатність проєктувати системи та їхні компоненти з урахуванням усіх аспектів їх життєвого циклу та поставленої задачі, включаючи створення, налаштування, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію.

– ФК15. Здатність аргументувати вибір методів розв’язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення.

– ФК18. Здатність аналізувати, оцінювати та забезпечувати надійність системного програмного забезпечення впродовж розроблення, тестування та використання.

Очікувані результати навчання:

– ПРН1. Знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп’ютерних засобів, систем та мереж.

– ПРН2. Мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп’ютерних системах.

– ПРН3. Знати новітні технології в галузі комп’ютерної інженерії.

– ПРН4. Знати та розуміти вплив технічних рішень в суспільному, економічному, соціальному і екологічному контексті.

– ПРН5. Мати знання основ економіки та управління проектами.

– ПРН7. Вміти розв’язувати задачі аналізу та синтезу засобів, характерних для спеціальності.

– ПРН8. Вміти системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування нових ідей.

– ПРН9. Вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп’ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності.

– ПРН14. Вміти поєднувати теорію і практику, а також приймати рішення та виробляти стратегію діяльності для вирішення завдань спеціальності з урахуванням загальнолюдських цінностей, суспільних, державних та виробничих інтересів.

– ПРН16. Вміти оцінювати отримані результати та аргументовано захищати прийняті рішення.

– ПРН19. Здатність адаптуватись до нових ситуацій, обґрунтовувати, приймати та реалізовувати у межах компетенції рішення.

– ПРН20. Усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань, удосконалення креативного мислення.

– ПРН24. Вміти аналізувати, оцінювати та забезпечувати надійність системного програмного забезпечення впродовж розроблення, тестування та використання.

Пререквізити – "Вища математика", "Дискретна математика", "Технології програмування", "Фізика", "Архітектура комп’ютерів", "Комп’ютерна схемотехніка", "Моделі і структури даних".

Кореквізити – "Кваліфікаційна робота бакалавра".

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Основи теорії надійності КС

Змістовний модуль 1. Основні поняття та показники надійності та відмовостійкості КС.

Тема 1. Загальна характеристика дисципліни. Базові поняття теорії надійності та безпеки КС.

Предмет, мета вивчення і задачі дисципліни. Її місце в освітній програмі і важливість для безпеки і оборони. Структура і зміст дисципліни, а також методичні рекомендації по її вивченню. Місце дисципліни в навчальному процесі. Вимоги до знань і умінь студентів. Характеристика рекомендованих під час вивчення дисципліни україномовних і англomовних джерел інформації. Стани (справний, несправний; працездатне, непрацездатний; граничний і небезпечний) і події (несправність, пошкодження, відмова; класифікація відмов, відтворення та ремонт; схема станів і подій-переходів). Властивості (системний аналіз властивостей; надійність та її складові: безвідмовність, ремонтпридатність, довговічність і збереженість; відмовостійкість і готовність; живучість і безпечність). Системи і елементи в теорії надійності і безпечності КС (поняття системи і елемента, класифікація та характеристика основних типів систем). Ключові стандарти та вимоги.

Тема 2. Показники надійності та безпеки КС.

Загальна характеристика показників надійності комп'ютерних систем (поняття і класифікація). Одиничні показники надійності (показники безвідмовності, загальний закон надійності, експоненціальний закон; показники ремонтпридатності, довговічності і збереженості). Закони розподілу випадкових величин в надійності. Комплексні показники надійності (коефіцієнти готовності, оперативної готовності та технічного використання). Загальна характеристика показників відмовостійкості (класифікація, спеціальні показники). Загальна характеристика показників живучості та безпечності, класифікація, порівняння з показниками надійності. Огляд моделей надійності і безпечності на базі блок-діаграм, графів, дерев, таблиць.

Змістовний модуль 2. Оцінювання надійності КС.

Тема 3. Оцінювання надійності невідновлюваних КС.

Класифікація методів забезпечення надійності, огляд методів забезпечення надійності при розробці, виробництві і експлуатації. Особливості забезпечення надійності апаратних і програмних засобів. Оцінювання надійності нерезервованих невідновлювальних КС (структурна схема надійності, урахування режимів роботи і умов експлуатації, послідовність розрахунку безвідмовності). Оцінювання надійності невідновлювальних резервованих КС. Методи резервування (основні поняття теорії резервування, класифікація методів резервування; паралельне резервування, мажоритарне резервування, резервування заміщенням). Оцінювання надійності КС з послідовно-паралельним з'єднанням елементів. Надійність мажоритарних КС з одно- і багаторівневою структурою. Особливості оцінювання адаптивних КС.

Надійність систем при резервуванні заміщенням (врахування режимів роботи резерву; ковзне резервування). Порівняльний аналіз безвідмовності резервованих КС.

Тема 4. Оцінювання надійності відновлюваних КС.

Оцінювання надійності відновлюваних нерезервованих КС (основні співвідношення для розрахунку безвідмовності, ремонтпридатності і готовності). Оцінювання надійності відновлюваних резервованих КС (особливості та принципи оцінювання, поняття про марковські випадкові процеси в інженерії надійності; методика оцінки надійності: аналіз станів, граф переходів, рівняння Колмогорова-Чепмена в диференціальному і алгебраїчному вигляді, розрахунок показників готовності і оперативної готовності. Використання інструментальних засобів для оцінювання відновлюваних резервованих КС.

Модуль 2. Методи забезпечення надійності та відмовостійкості КС

Змістовний модуль 3. Методи діагностування та оцінювання програмних засобів КС.

Тема 1. Методи діагностування апаратних і програмних засобів КС.

Основні поняття технічної діагностики КС (об'єкти, процеси, засоби і системи контролю і діагностування; достовірність контролю і достовірність функціонування, контролепридатність; логічна модель і помилки контролю і діагностування). Структурна організація систем контролю і діагностування (структурні схеми робочого, тестового і комбінованого контролю і діагностування; основні елементи структур - перетворювачі вхідних впливів і вихідних реакцій, формувач очікуваних реакцій, блок аналізу, генератор тестових впливів). Показники ефективності систем контролю і діагностування (показники повноти і достовірності контролю, глибина діагностування; оперативність контролю і діагностування; складність і ефективність засобів контролю і діагностування). Класифікація методів контролю і діагностування (ознаки класифікації, загальна характеристика методів робочого і тестового контролю) КС. Методи робочого контролю і діагностування (контроль дублюванням, мажоритарний контроль, контроль за модулем, програмно-логічні методи контролю, оцінка характеристик). Методи тестового контролю і діагностування (метод таблиць несправностей, метод активізації шляхів, методики отримання тестів перевірки працездатності і пошуку дефектів, псевдовипадкове тестування, сигнатурний аналіз, вбудовані засоби тестування, принципи апаратно-програмної реалізації систем тестового діагностування).

Тема 2. Методи оцінювання і забезпечення надійності програмних засобів.

Особливості оцінювання надійності програмних засобів КС (поняття надійності програмних засобів, класифікація та аналіз дефектів, показники надійності програмних засобів). Моделі якості та їх еволюція. Огляд та вимоги стандартів ІЕС25010 та інш. Класифікація моделей надійності програмних засобів, метричні та імовірнісні методи (метрики Холстеда, моделі Желінські-Моранді, Муси та ін.). Вибір і верифікація моделей надійності (матриця

припущень, процедури вибору і комплексування моделей). Застосування методик і інструментальних засобів. Методи забезпечення надійності програмних засобів на різних етапах життєвого циклу. N-версійне програмування і багатOVERсійні системи.

Змістовний модуль 4. Методи оцінювання та забезпечення та відмовостійкості КС.

Тема 3. Методи оцінювання безпеки КС.

Особливості оцінювання функційної безпечності КС. Огляд та вимоги стандартів ІЕС61508, ІЕС26262, ІЕС15408 та інш. Класифікація і огляд методів оцінювання. Аналіз сутності та приклади застосування методів ХМЕСА, ХТА, ХІТ, ХВД. Особливості оцінювання функційної безпечності КС з використанням марковських випадкових процесів. Урахування фактору кібербезпеки при оцінюванні готовності і функційної безпечності та економічні наслідки критичних відмов.

Тема 4. Методи забезпечення відмовостійкості КС.

Загальна послідовність та зміст етапів забезпечення надійності та функціональної безпеки при створенні та використанні КС. Поняття про оптимальне резервування та обмеження при проєктуванні надійних і відмовостійких і відмовобезпечних КС. Аналіз і синтез КС з оптимальним резервуванням. Принципи одиничної відмови, незалежності, диверсності та їх впровадження. Методи і технології створення відмовостійких смарт-систем, засобів штучного інтелекту та зеленої ІТ-інженерії. Перспективні технології забезпечення надійності та функціональної безпеки КС. Підведення підсумків лекційної частини дисципліни.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин			
	Усього	У тому числі		
		л	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5
Модуль 1				
Змістовий модуль 1. Основні поняття та показники надійності та відмовостійкості КС.				
Тема 1. Загальна характеристика. Базові поняття теорії надійності та безпеки КС.	4	2		2
Тема 2. Показники надійності та безпеки КС.	10	4		6
Разом за змістовим модулем 1	14	6		8

Змістовий модуль 2. Оцінювання надійності КС.				
Тема 3. Оцінювання надійності невідновлюваних КС.	26	8	8	10
Тема 4. Оцінювання надійності відновлюваних КС.	20	2	4	14
Разом за змістовим модулем 2	46	10	12	24
Усього годин у модулі 1	60	16	12	32
Модуль 2				
Змістовий модуль 3. Методи діагностування та оцінювання програмних засобів КС.				
Тема 1. Методи діагностування апаратних і програмних засобів ІУС.	15	4	4	7
Тема 2. Методи оцінювання і забезпечення надійності програмних засобів.	16	4	4	8
Разом за змістовим модулем 3	31	8	8	15
Змістовий модуль 4. Методи оцінювання та забезпечення та відмовобезпеки КС.				
Тема 3. Методи оцінювання безпеки КС.	19	4	4	11
Тема 4. Методи забезпечення відмовостійкості КС.	25	4	8	13
Разом за змістовим модулем 4	44	8	12	24
Усього годин у модулі 2	75	16	20	39
Усього годин по дисципліні	135	32	32	71

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Не передбачено</i>	
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Не передбачено</i>	
	Разом	

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Розрахунок і дослідження надійності (безвідмовності і збереженості) промислових комп'ютерів з урахуванням режимів роботи і умов експлуатації.	4
2	Дослідження методів резервування і розрахунок надійності невідновлювальних КС.	4
3	Дослідження надійності відновлюваних КС з використанням апарату марковських випадкових процесів.	4
4	Розроблення тестів для контролю і діагностування цифрових схем КС.	4
5	Дослідження моделей надійності програмних засобів	4
6	Розроблення і дослідження методів оцінки функційної безпечності компонентів КС.	4
7	Сучасні методи та засоби забезпечення надійності та відмовостійкості КС.	8
	Разом	32

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Показники надійності (довговічності і збереженості). Ризики критичних відмов та методи його визначення.	6
2	Принципи програмно-апаратної реалізації відновлювальних пристроїв для різних методів резервування комп'ютерних систем.	9
3	Інструментальні засоби оцінювання надійності та безпеки комп'ютерних систем.	10
4	Методи он-лайн контролю та реконфігурації мікропроцесорних систем.	8

5	Моделі зростання надійності (SRGM) програмних засобів.	10
6	Оцінка надійності і безпечності з використанням різних типів дерев відмов і атак.	8
7	Розрахунково-графічна робота: Розрахунок готовності та оптимальне резервування компонентів комп'ютерних систем.	6
8	Типові архітектури та технології проектування відмовостійких і відмовобезпечних комп'ютерних систем.	14
	Разом	71

9. Індивідуальні завдання

Розрахунково-графічне завдання за індивідуальним варіантом. Тема «Розрахунок готовності та оптимальне резервування компонентів ІУС» (за темою 4, змістовного модуля 4, модуля 2; 6 годин самостійної роботи)

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, лабораторних занять, семінарів, консультацій, а також самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою, а також за виконаними і поточними проектами. Лекції за темами 3, 4 модулю 2 викладаються англійською мовою. На лекціях використовуються методи кейс-аналізу критичних відмов і аварій та спільного обговорення їх причин і наслідків та генерування креативних рішень. Підготовка і презентація доповідей за темою на лабораторній роботі 7 також можуть готуватися студентами англійською мовою.

11. Методи контролю

Проведення вибіркового контролю впродовж лекцій, поточного контролю знань за лабораторними роботами, розрахунково-графічною роботою, письмового модульного контролю, підсумковий контроль у вигляді екзамену.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовий модуль 1,2			

Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	3	0...15
Модульний контроль	0...25	1	0...25
Змістовий модуль 3,4			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	3	0...15
Виступ з доповіддю та захист звіту на лабораторному занятті 7 (підготовка презентації, звіту, доповіді)	0...10	1	0...10
Виконання і захист розрахунково-графічного завдання	0...10	1	0...10
Модульний контроль	0...25	1	0...25
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль у вигляді іспиту проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається із двох теоретичних та одного практичного запитання, максимальна кількість балів за кожне теоретичне запитання, складає 34 балів, а за практичне – 32 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- знати основні поняття і показники надійності, відмовостійкості, живучості та безпеки комп'ютерних систем;
- знати методи і засоби оцінювання надійності та безпеки апаратних і програмних компонентів і комп'ютерних систем в цілому;
- знати методи і засоби забезпечення надійності та безпеки комп'ютерних систем на різних етапах життєвого циклу.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- уміти аналізувати вимоги до надійності, виходячи з вимог стандартів та технічних завдань на розроблення системи;
- уміти розраховувати показники надійності і функціональної безпеки системи, базуючись на електричних схемах і програмному забезпеченні систем з використанням відповідних методів і засобів оцінювання;
- уміти приймати рішення щодо забезпечення вимог до надійності шляхом прийняття відповідних проєктних рішень, вибору елементної бази, видів резервування, методів контролю і діагностування;
- уміти презентувати запропоновані рішення, базуючись на сучасних методах забезпечення надійності та відмовостійкості.

Необхідний обсяг навичок для одержання позитивної оцінки:

– мати навички аналізу технічного завдання на розроблення системи, її програмних, апаратних компонентів за розділом вимоги до надійності і безпеки;

– мати навички оцінювання виконання вимог технічного завдання, базуючись на програмно-технічній документації та визначення варіантів підвищення надійності і безпеки з урахуванням обмежень на використання системи.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60 – 74). Показати мінімум знань та умінь. Показати позитивні результати по лабораторним роботам 1 – 5, розрахунково-графічному завданню.

Знати основні поняття і показники надійності та безпеки комп'ютерних систем; методи оцінювання надійності апаратних і програмних компонентів і комп'ютерних систем в цілому; методи забезпечення надійності комп'ютерних систем на різних етапах життєвого циклу.

Вміти аналізувати вимоги до надійності, виходячи з вимог технічних завдань на розроблення системи; розраховувати показники надійності, базуючись на електричних схемах і програмному забезпеченні систем з використанням відповідних методів оцінювання; вибирати елементну базу, методи і об'єм резервування відповідно до вимог.

Добре (75 – 89). Твердо знати мінімум. Показати позитивні результати по лабораторним роботам 1 – 5 (не нижче 3), отримати бали по розрахунково-графічному завданню (не нижче 5).

Знати основні поняття і показники надійності, відмовостійкості, живучості та безпеки комп'ютерних систем; методи оцінювання надійності апаратних і програмних компонентів і комп'ютерних систем в цілому; методи забезпечення надійності комп'ютерних систем на різних етапах життєвого циклу.

Вміти аналізувати вимоги до надійності, виходячи з вимог технічних завдань на розроблення системи; розраховувати показники надійності і функціональної безпеки системи, базуючись на електричних схемах і програмному забезпеченні систем з використанням відповідних методів оцінювання; вибирати елементну базу, методи і об'єм резервування відповідно до вимог.

Відмінно (90 – 100). Здати всі лабораторні роботи з оцінкою «добре» або «відмінно». Виконати у повному обсязі розрахунково-графічне завдання або його ускладнений варіант.

Знати основні поняття і показники надійності, відмовостійкості, живучості та безпеки комп'ютерних систем; методи і засоби оцінювання надійності та безпеки апаратних і програмних компонентів і комп'ютерних систем в цілому; методи і засоби забезпечення надійності та безпеки комп'ютерних систем на різних етапах життєвого циклу; перспективні напрями розвитку та впровадження засобів забезпечення відмовостійкості та безпеки.

Вміти аналізувати вимоги до надійності, виходячи з вимог стандартів та технічних завдань на розроблення КС; розраховувати показники надійності і функціональної безпеки системи, базуючись на електричних схемах і програмному забезпеченні КС з використанням відповідних методів і засобів оцінювання; приймати рішення щодо забезпечення вимог до надійності шляхом прийняття відповідних проєктних рішень, вибору елементної бази, видів резервування, методів контролю і діагностування.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Сторінка дисципліни у системі дистанційного навчання «Ментор» [Ел. ресурс]. URL: <https://mentor.khai.edu/enrol/index.php?id=3712>

14. Рекомендована література

Базова

1. Гавриленко В.В., Серебряков Р.А. Основи надійності комп'ютеризованих систем. Навчальний посібник. К.: НТУ, 2018. 214 с.
2. Заміховський Л.М., Калявін В.П. Основи теорії надійності і технічної діагностики систем: Навчальний посібник. Івано-Франківськ: Вид-во “Полум’я”, 2019. 360 с.
3. Надійність електроенергетичних систем. Навч. посіб. КПІ ім. Ігоря Сікорського; уклад.: С.В. Казанський. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. – 67 с. <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/10751b4d-b45f-4d73-98b6-501cc3e7e56f/content>
4. Харченко В.С., Вдовіченко О.О., Ключніков І.М. Надійність та відмовостійкість комп'ютерних систем. Посібник до лабораторних робіт. Харків: ХАІ, 2022. 98 с.
5. Основи діагностики цифрових систем. Підручник/ За ред. Харченка В.С., Ілюшка В.М. Харків: Міністерство освіти та науки, 2007. 360 с.
6. Основи надійності цифрових систем. Підручник/ За ред. Харченка В.С., Жихарева В.Я. Харків: Міністерство освіти та науки, 2006. 342 с.
7. Відмовобезпечні інформаційно-керуючі системи на програмованій логіці/За ред. Харченко В.С., Скляра В.В. НАКУ «ХАІ», НВП «Радій», 2013. 291 с.

Допоміжна

1. Аналіз, синтез і проектування цифрових систем керування: навч. посібник / С. М. Єсаулов, О. Ф. Бабічева; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2018. 150 с.
2. Методи та технології забезпечення якості та безпеки інтелектуальних систем : кол. монографія / за заг. ред. В. С. Харченка, О. І. Морозової. Міністерство освіти і науки України, Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «ХАІ». Київ : Видавництво «Юстон», 2023. 302 с.
URL: <https://dspace.library.khai.edu/xmlui/handle/123456789/5307>
3. Харченко В.С., Скляр В.В., Конорєв Б.М. та ін Оцінка та забезпечення якості програмних засобів космічних систем. Національне космічне агентство України, НАКУ «ХАІ», Сертцентр АСУ, 2013. 294 с.
4. Методи системного аналізу у комп'ютерній інженерії та радіoeлектроніці: підручник / За ред. С.Ю. Даншиної, В.С. Харченка. Х.: Нац. аерокосм. ун «Харк. авіац. ін-т», 2013. 312 с.
5. Видання ХАІ з проектів MASTAC (2009-2010), SAFEGUARD (2011-2013), GREENCO (2014-2015), SEREIN (2015-2018), ALIOT (2019), ECHO (2022), WILDCAT (2024).
6. Кустов В.Ф. Основи теорії надійності та функційної безпечності систем залізничної автоматики: Навчальний посібник. Харків: УкрДАЗТ, 2008. 218 с.
7. Fesenko H., Illiashenko O., Kharchenko V. et.al. Flying Sensor and Edge Network-Based Advanced Air Mobility Systems: Reliability Analysis and Applications for Urban Monitoring. Drones. 2023. Vol. 7, no. 7, article no. 409. P. 1–27. DOI: 10.3390/drones7070409 URL: <https://doi.org/10.3390/drones7070409>

15. Інформаційні ресурси

1. Бабчук С.М. Надійність комп'ютерних систем і мереж, 2017 [Електрон. ресурс]. URL: <http://194.44.112.13/chytalna/5417/index.html#p=1>.
2. Вишнівський В.В. Основи надійності та діагностики телекомунікаційних систем, 2016 [Електрон. ресурс]. URL: http://www.dut.edu.ua/uploads/l_1092_31009342.pdf
3. The First 50 Years of Software Reliability Engineering: A History of SRE with First Person Accounts James J. Cusick, PMP, New York, 2017 [Електрон. ресурс]. URL: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1902/1902.06140.pdf/>
4. Operating System Reliability from the Quality of Experience Viewpoint: An Exploratory Study [Електрон. ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/236332149_Operating_System_Reliability_from_the_Quality_of_Experience_Viewpoint_An_Exploratory_Study
5. Advances in System Reliability Engineering [Електрон. ресурс]. URL: <https://www.elsevier.com/books/advances-in-system-reliability-engineering/ram/978-0-12-815906-4>
6. Safety Assessment for Facilities and Activities. IAEA Safety Standards, 2017. [Електрон. ресурс]. URL: <https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/Pub1714web-7976998.pdf>

7. Joint safety and security modeling for risk assessment in cyber physical systems, 2018. [Електрон. ресурс]. URL: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01318118/document>
8. Systems-Theoretic Safety Assessment of Robotic Telesurgical Systems, 2016. [Електрон. ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/275588035_Systems-Theoretic_Safety_Assessment_of_Robotic_Telesurgical_Systems/download.
9. ISO 13849-1:2023. Safety of machinery. Safety-related parts of control systems. Part 1: General principles for design [Електрон. ресурс]. URL: <https://www.iso.org/standard/73481.html>.
10. ДСТУ 2860-94. Надійність техніки. Терміни та визначення. [Електрон. ресурс]. URL: https://dnaop.com/html/2273/doc-ДСТУ_2860-94.
11. ДСТУ 2863-94. Надійність техніки. Програма забезпечення надійності. Загальні вимоги. [Електрон. ресурс]. – Режим доступа: https://dnaop.com/html/43857/doc-ДСТУ_2863-94.
12. ДСТУ 2389-94. Технічне діагностування та контроль технічного стану. Терміни та визначення. [Електрон. ресурс]. URL: https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjfodWqkrmCAxWLcvEDHTjVAugQFnoECBYQAQ&url=http%3A%2F%2Favionics.nau.edu.ua%2Ffiles%2Fdoc%2F%25D0%25A2%25D0%25B5%25D1%2580%25D0%25BC%25D0%25B8%25D0%25BD%25D1%258B%2520%25D0%25B8%25D0%25B7%2520%25D0%2594%25D0%25A1%25D0%25A2%25D0%25A3%25202389-94.doc&usg=AOvVaw1YV_iRGpe3yjBABcERMpEr&opi=89978449
13. Функційна безпека. Частина 6. Життєвий цикл інформаційної та функціональної безпеки [Електрон. ресурс]. URL: <https://tk185.appau.org.ua/61508/publications-iec-61508/funktsiina-bezpeka-chastyna-6-zhyttievnyi-tsykl-informatsiinoi-ta-funktsionalnoi-bezpeky/>