

Декан Факультету Інформаційних Технологій З. Говорушенко Т.О.
 05 _____ 2024 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Робоче діагностування безпечних інформаційно-керуючих систем

Статус дисципліни: вибіркова
 Факультет – Інформаційних технологій
 Кафедра – Комп’ютерної інженерії та інформаційних систем

| Форма здобуття освіти | Курс | Семестр | Загальне навантаження | | Кількість годин | | | | | | Курсовий проєкт | Курсова робота | Форма семестрового контролю | |
|-----------------------|------|---------|-----------------------|--------|-------------------|--------|--------------------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------|----------------|-----------------------------|-------|
| | | | Кредити ЕКТС | Години | Аудиторні заняття | | | | Індивідуальна робота студента | Самостійна робота, в т.ч. ІРС | | | Залік | Іспит |
| | | | | | Разом | Лекції | Лабораторні роботи | Практичні заняття | | | | | | |
| ОД | 1 | 2 | 8 | 240 | 90 | 36 | 36 | 18 | | 150 | | | + | |

Програма складена _____ Нічепоруком А.О.
Підпис Ініціали, прізвище викладача(ів)

Схвалена на засіданні кафедри комп’ютерної інженерії та інформаційних систем

Протокол № 2 від 30 08 2024 р.

В.о. зав. кафедри комп’ютерної інженерії та інформаційних систем _____ Засорнова І.О.
Підпис Ініціали, прізвище

Робоча програма розглянута та схвалена Вченою радою факультету інформаційних технологій

Голова Вченої ради _____ Говорушенко Т.О.
Підпис Ініціали, прізвище

Хмельницький 2024

ВСТУП

Мета викладання дисципліни. Дисципліна "*Робоче діагностування безпечних інформаційно-керуючих систем*" відноситься до вибіркового циклу дисциплін і вивчає методологію проведення робочого діагностування безпечних інформаційно-керуючих систем.

Метою дисципліни є: 1) ознайомити студентів із основною термінологією, що використовується при проведенні робочого діагностування безпечних інформаційно-керуючих систем; 2) надати глибокі знання методів проведення діагностування безпечних інформаційно-керуючих систем, які необхідні для подальшої наукової та професійної діяльності; 3) виробити у студентів вміння використовувати набуті знання; 4) навчити проводити контроль наближених обчислень за модулем, за спрощенням операцій, логарифмічний контроль та контроль за сегментами.

Предмет дисципліни. Методологія проведення робочого діагностування інформаційно-керуючих систем.

Завдання дисципліни. Надати студентам знання і практичні навички по робочому діагностуванню безпечних інформаційно-керуючих систем, які необхідні для подальшої наукової та професійної діяльності.

Після вивчення дисципліни "Робоче діагностування безпечних інформаційно-керуючих систем" студент має досягти таких результатів навчання:

- розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі, інформаційні процеси, технології, методи, способи, інструментальні засоби та системи для проведення робочого діагностування безпечних інформаційно-керуючих систем;
- вміти системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування принципово нових ідей;
- ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди;
- ефективно поєднувати теорію і практику, задля вирішення науково-прикладних завдань в галузі комп'ютерної інженерії та інформаційних технологій з урахуванням загальнолюдських цінностей, суспільних, державних та виробничих інтересів.

РОБОЧЕ ДІАГНОСТУВАННЯ БЕЗПЕЧНИХ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧИХ СИСТЕМ

| | |
|---|------------|
| Тип дисципліни | Вибіркова |
| Мова викладання | Українська |
| Семестр | 2 |
| Кількість встановлених кредитів ЄКТС | 8,0 |
| Форми здобуття освіти | Очна денна |

Результати навчання. Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: вміло опрацьовувати точні та наближені дані, проводити їх вертикальну обробку, реалізовувати контроль наближених обчислень за модулем, за спрощенням операцій, логарифмічний контроль, контроль за нерівністю та за сегментами.

Зміст навчальної дисципліни. Етапи розвитку робочого діагностування. Компонентне робоче діагностування інформаційно-керуючих систем. Числовий контроль за модулем. Модель вертикального додавання. Операції впорядкування одиниць. Операції ділення кількості одиниць. Операція вертикального додавання. Достовірність методів робочого діагностування. Оцінювання можливостей підвищення достовірності методів робочого діагностування. Скорочення арифметичних операцій. Контроль надлишковості арифметичних операцій. Контроль за спрощеною операцією. Логарифмічний контроль. Контроль за нерівністю. Контроль за сегментами. Контролепридатність цифрових компонентів систем критичного застосування. Ресурси проектування та робочого діагностування безпечних інформаційно-керуючих систем та їх компонентів.

Запланована навчальна діяльність: лекції - 36 год., практичні заняття – 18 год., лабораторні заняття – 36 год., самостійна робота - 150 год.; разом – 240 год.

Методи навчання: методи проблемного викладання, словесні, наочні (лекції); пояснювально-ілюстративні, дослідницькі, частково-пошукові, проблемного викладання (лабораторні та практичні заняття), проблемного викладання, практичні, дослідницькі, частково-пошукові (самостійна робота: індивідуальні завдання).

Форми оцінювання результатів навчання: захист лабораторних та практичних робіт, тестування, контрольна робота.

Вид семестрового контролю: залік.

Навчальні ресурси:

1. J. Davis Modern System Administration: Managing Reliable and Sustainable Systems, O'Reilly Media; 1st edition, 2022 – 325 p.
2. L. Xing Reliability and Resilience in the Internet of Things (Advances in Reliability Science), Elsevier; 1st edition, 2024 – 374 p.
3. M. Elattar Reliable Communications within Cyber-Physical Systems Using the Internet (RC4CPS), Springer Vieweg, 2019 – 208 p.
4. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: http://lib.khmnmu.edu.ua/asp/php_f/p1age_lib.php.
5. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnmu.edu.ua> .

Викладач: к.т.н., доцент Нічепорук А.О.

2. Структура залікових кредитів дисципліни

| Назва теми | Кількість годин, відведених на: | | | |
|--|---------------------------------|--------------------|------------------|-------------------|
| | лекції | лабораторні роботи | практичні роботи | самостійну роботу |
| Тема 1. <i>Вступ до діагностування інформаційно-керуючих систем</i> | 4 | | | 16 |
| Тема 2. <i>Математичні моделі цифрових пристроїв як об'єктів діагностування</i> | 4 | | 4 | 16 |
| Тема 3. <i>Прогнозування технічного стану інформаційної системи</i> | 4 | 8 | | 16 |
| Тема 4. <i>Контролепридатність цифрових компонентів систем критичного застосування</i> | 4 | | | 17 |
| Тема 5. <i>Побудова експертних систем для діагностування безпечних інформаційно-керуючих систем</i> | 4 | 8 | | 17 |
| Тема 6. <i>Схеми вбудованого контролю. Методи та пристрої для виконання вертикальних арифметичних операцій</i> | 4 | | | 17 |
| Тема 7. <i>Тестове комбіноване діагностування обчислювальних пристроїв та його методологія</i> | 4 | 8 | 4 | 17 |
| Тема 8. <i>Побудова тестів для схем із пам'яттю</i> | 4 | | 4 | 17 |
| Тема 9. <i>Поняття про JTAG-тестування компонентів інформаційних-керуючих систем</i> | 4 | 8 | 4 | 17 |
| Тема 10. <i>Підсумкове заняття</i> | | 4 | 2 | |
| Разом за семестр: | 36 | 36 | 18 | 150 |

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

3.1 Зміст лекційного курсу

| Номер лекції | Перелік змістових модулів, тем лекцій, їх анотації | Кількість годин |
|--------------|---|-----------------|
| 1 | Лекція 1. Вступ до діагностування інформаційно-керуючих систем Вступ. Основні поняття та визначення. Принципи опису надійності інформаційних систем. Резервування елементів системи. Робоче діагностування. Літ.: [1-13] | 4 |
| 2 | Лекція 2. Математичні моделі цифрових пристроїв як об'єктів діагностування Математичні моделі цифрових пристроїв як об'єктів діагностування. Структурна, вентиляна та автоматна моделі цифрових пристроїв. Літ.: [1-3,10-12] | 4 |
| 3 | Лекція 3. Прогнозування технічного стану інформаційної системи Технічний стан інформаційної системи. Прогнозування технічного стану інформаційної системи. Достовірність методів робочого діагностування. Літ.: [1,2,9,11] | 4 |
| 4 | Лекція 4. Контролепридатність цифрових компонентів систем критичного застосування Структурна, функціональна та двоережимна моделі контролепридатності цифрових компонентів. Методи вирівнювання контролепридатності нормального та аварійного режимів. Виявлення та усунення потенційно небезпечних точок цифрових компонентів. Літ.: [1,2,9,11] | 4 |
| 5 | Лекція 5. Побудова експертних систем для діагностування безпечних інформаційно-керуючих систем Використання експертних систем для діагностування інформаційно-керуючих систем. Нейронечітка база знань в системі діагностування. Літ.: [1,2,8,10] | 4 |
| 6 | Лекція 6. Схеми вбудованого контролю. Методи та пристрої для виконання вертикальних арифметичних операцій Схеми вбудованого контролю. Методи та пристрої для виконання вертикальних арифметичних операцій Літ.: [1,2,6-12] | 4 |
| 7 | Лекція 7. Тестове комбіноване діагностування обчислювальних пристроїв та його методологія Принцип синтезу математичної моделі структури інформаційно-керуючої системи. Принцип покомпонентно-структурного тестування інтегральних схем підвищеного ступеня інтеграції. Літ.: [1,2,6-12] | 4 |

| | | |
|---|---|----|
| 8 | Лекція 8. Побудова тестів для схем із пам'яттю Вирішення задачі призначення сигналів цифрової схеми. Дерево значень сигналів Літ.: [1,2,6-12] | 4 |
| 9 | Лекція 9. Поняття про JTAG-тестування компонентів інформаційних-керуючих систем Поняття про JTAG-тестування компонентів інформаційних-керуючих систем. Тест з'єднань. Стандарт IEEE1149.1. Літ.: [1,2,6-12] | 4 |
| | Разом за семестр: | 36 |

3.2 Зміст лабораторних занять

| № п/п | Тема лабораторного заняття | Кількість годин |
|----------|---|--------------------|
| 1 | Лабораторне заняття 1. Контролепридатність цифрових компонентів систем критичного застосування Літ.: [1,2,6-13] | 8 |
| 2 | Лабораторне заняття 2. Проектування та розробка експертної системи для діагностування безпечних інформаційно-керуючих систем Літ.: [1,2,6-13] | 8 |
| 3 | Лабораторне заняття 3. Побудова схеми числового контролю по модулю для базових операцій Літ.: [1,2,6-13] | 8 |
| 4 | Лабораторне заняття 4. JTAG-тестування компонентів інформаційних-керуючих систем Літ.: [1,2,6-13] | 8 |
| 5 | Підсумкове заняття | 4 |
| | Разом за семестр: | 36 |

3.3 Зміст практичних занять

| № п/п | Тема практичного заняття | Кількість годин |
|-------|--|-----------------|
| 1 | Практичне заняття 1. Моделі цифрових пристроїв. Структурно-логічні моделі. Літ.: [1,2,6-13] | 4 |
| 2 | Практичне заняття 2. Прогнозування технічного стану інформаційного об'єкта. Метод екстраполяційних поліномів. Літ.: [1,2,6-13] | 4 |
| 3 | Практичне заняття 3. Розроблення тестів для схем із пам'яттю в інформаційно-керуючих системах Літ.: [1,2,6-13] | 4 |
| 4 | Практичне заняття 4. Аналіз тестопридатності цифрових схем. Метод CAMELOT Літ.: [1,2,6-13] | 4 |
| 5 | Підсумкове заняття | 2 |
| | Разом за семестр: | 18 |

3.4 Зміст самостійної (індивідуальної) роботи

Об'єм самостійної роботи з дисципліни становить 54 годин. Він включає опрацювання лекційного матеріалу, підготовку до виконання лабораторних робіт і їх захисту, підготовку до поточного контролю.

Керівництво самостійною роботою здійснює викладач згідно з розкладом консультацій в позаурочний час.

| Номер тижня | Вид самостійної роботи | К-ть годин |
|-------------|--|------------|
| 1-2 | Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №1 | 16 |
| 3-4 | Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи №1 та практичної роботи №1 | 16 |
| 5-6 | Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №2 | 16 |
| 7-8 | Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи №2 | 17 |
| 9-10 | Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №3 | 17 |
| 11-12 | Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи №3 та практичної роботи №2 | 17 |
| 13-14 | Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №4 та практичної роботи №3 | 17 |
| 15-16 | Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи №4 та практичної роботи №4 | 17 |
| 17-18 | Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до контрольної роботи | 17 |
| | Разом за семестр: | 150 |

4. МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних методів. Зокрема, лекції проводяться в основному словесними методами з використанням інформаційних технологій, а також, з використанням методів проблемного навчання. Лабораторні заняття проводяться з використанням інформаційних технологій, майстер-класів, практикумів і мають за мету – набуття студентами практичних навичок.

5. МЕТОДИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль здійснюється під час лабораторних та практичних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою дисципліни. Семестровий контроль проводиться у формі заліку. При цьому при виведенні остаточної оцінки враховуються результати поточного контролю.

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за *чотирибальною* шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих позитивно з врахуванням коефіцієнта вагомості. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих її видів робіт.

При оцінюванні знань студентів використовуються різні засоби контролю, зокрема: письмова контрольна робота, усне опитування перед допуском до виконання лабораторної роботи – здійснюється на її початку; засвоєння теоретичного матеріалу з тем перевіряється під час проведення практичних та лабораторних занять; якість виконання, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом захисту лабораторних робіт та оцінювання практичних робіт згідно з робочою програмою дисципліни.

Письмова контрольна робота проводиться на останньому практичному занятті і включає два теоретичні питання та три задачі.

Пропущене лабораторне заняття студент повинен відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін з реєстрацією у відповідному журналі кафедри.

При оцінюванні знань студентів викладач керується такими критеріями.

Оцінку „відмінно”, за шкалою ECTS – А (див. шкалу оцінок), отримує студент за глибоке і повне опанування змісту навчального матеріалу, в якому він легко орієнтується, понятійного апарату, за уміння зв'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає грамотний, логічний виклад відповіді (як в усній, так і в письмовій формі), якісне зовнішнє оформлення. Студент повинен набути практичних навичок із проведення робочого діагностування для інформаційно-керуючих систем. Оцінка "відмінно" виставляється студенту, який глибоко засвоїв відомі методи та засоби проведення робочого діагностування безпечних інформаційно-керуючих систем та продемонстрував вміння самостійно опанувати нові підходи до проведення діагностування.

Оцінку „добре”, за шкалою ECTS – В, отримує студент за повне засвоєння навчального матеріалу, володіння понятійним апаратом, орієнтування в вивченому матеріалі, свідоме використання знань для вирішення практичних завдань, грамотний виклад відповіді, але у змісті і формі відповіді мали місце окремі неточності (похибки), нечіткі формулювання закономірностей тощо. Відповідь студента повинна будуватись на основі самостійного мислення.

Оцінку „добре”, за шкалою ECTS – С, отримує студент за правильну відповідь з однією суттєвою помилкою.

Оцінки „задовільно”, за шкалою ECTS – D, заслуговує студент, який виявив знання основного навчально-програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, що справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь студента будується на рівні репродуктивного мислення, студент слабо знає структуру курсу, допускає помилки у відповіді, засвоїв і набув практичних навичок у проведенні робочого діагностування для інформаційно-керуючих систем. Вагається при відповіді на видозмінене запитання, разом з тим студент володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.

Оцінки „задовільно”, за шкалою ECTS – E, заслуговує студент за неповне опанування програмного матеріалу, але отримані знання і набуті практичні навички із робочого діагностування безпечних інформаційно-керуючих систем.

Оцінка „незадовільно”, за шкалою ECTS – FX, виставляється, коли студент має розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка "незадовільно" виставляється студенту, який не може продовжити навчання без додаткових знань з курсу.

Оцінка „незадовільно”, за шкалою ECTS – F, виставляється студенту за повне незнання і нерозуміння навчального матеріалу або відмову від відповіді і передбачає повторне навчання студента з дисципліни.

Кожний вид роботи оцінюється за чотирибальною шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів робіт.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів у семестрі за ваговими коефіцієнтами

| Аудиторна робота | | Самостійна, індивідуальна робота | Підсумковий контроль (залік) |
|--------------------|------------------|----------------------------------|------------------------------|
| Лабораторні роботи | Практичні роботи | Контрольна робота | Залік |
| №1-4 | №1-4 | 1 | |
| ВК: 0,5 | 0,3 | 0,2 | |

Примітка: ВК – ваговий коефіцієнт.

Якщо студент отримав негативну оцінку, то він має перездати її в установленому порядку.

Підсумкова семестрова оцінка за національною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення усіх оцінок до електронного журналу. Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені у наступній таблиці.

Для переходу від вітчизняної оцінки до оцінки за шкалою ECTS необхідно знайти середньоарифметичну оцінку за вітчизняною шкалою, помножити її на відповідний ваговий коефіцієнт i , додавши всі складові, отримуємо суму балів, які визначають конкретну оцінку ECTS.

Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

| Оцінка ECTS | Бали | Вітчизняна оцінка | |
|-------------|------------|-------------------|--|
| A | 4,75-5,00 | 5 | ВІДМІННО – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків |
| B | 4,25-4,74 | 4 | ДОБРЕ – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками |
| C | 3,75-4,24 | 4 | ДОБРЕ – в загальному правильна відповідь з однією суттєвою помилкою |
| D | 3,25-3,74 | 3 | ЗАДОВІЛЬНО – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією |
| E | 3,00-3,24 | 3 | ЗАДОВІЛЬНО – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання |
| FX | 2,00 -2,99 | 2 | НЕЗАДОВІЛЬНО – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни |
| F | 0,00-1, 99 | 2 | НЕЗАДОВІЛЬНО – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни |

7. ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ СТУДЕНТІВ

1. Тестове діагностування. Види тестового діагностування.
2. Тестове комбіноване діагностування. Основні принципи.
3. Основні задачі тестового комбінованого діагностування.
4. Стратегії тестового комбінованого діагностування.
5. Методи діагностування мікропроцесорів та мікропроцесорних пристроїв.
6. Контроль та діагностування обчислювальних систем. Ядро. Типи ядра.
7. Надійність інформаційних систем, як сукупності функцій. Надійність ІС з врахуванням взаємозв'язків.
8. Метод контролю працездатності об'єкту за сукупністю діагностичних ознак.
9. Метод контролю працездатності об'єкту за узагальненою діагностичною ознакою.
10. Контроль робоздатності за часовою характеристикою.
11. Метод екстраполяційних поліномів/
12. Аналітичне прогнозування.
13. Метод регресійного аналізу.
14. Ймовірнісне прогнозування.
15. Статистична класифікація.
16. Вплив надійності на показники безпеки.
17. Контролепридатність FPGA-проектів за розсіюванню потужністю.
18. FPGA-проект; загальний сигнал; прихована несправність.
19. Методи та пристрої для виконання вертикальних арифметичних операцій.
20. Методи проектування пристроїв для упорядкування та ділення кількості одиниць.
21. Оцінювання можливостей підвищення достовірності методів робочого діагностування.
22. Логарифмічний контроль.
23. Ресурси проектування та робочого діагностування безпечних інформаційно-керуючих систем та їх компонентів.
24. Математичні моделі мікропроцесорних пристроїв та систем як об'єктів діагностування.
25. Основні принципи моделювання мікропроцесорних пристроїв.
26. Покомпонентно-структурна модель мікропроцесорних пристроїв та її переваги у порівнянні з функційною та алгоритмічною моделями.
27. Узагальнена рівнева модель мікропроцесорних пристроїв та систем.
28. Принципи інтелектуалізації моделювання мікропроцесорних пристроїв.
29. Мікропроцесор як об'єкт функціонального контролю.
30. Модель мікропроцесора з точки зору функціонального контролю.
31. Числовий контроль за модулем.
32. Модель вертикального додавання.
33. Операції впорядкування одиниць.
34. Операції ділення кількості одиниць.
35. Операція вертикального додавання.
36. Достовірність методів робочого діагностування.
37. Схеми вбудованого контролю.
38. Проблема розділення в самоадаптивних експертних системах.
39. Системи прийняття рішення по максимальній імовірності.
40. Системи прийняття рішення по найменшій відстані.
41. Прогнозування технічного стану вузлів.
42. Моделі, що описують статичний стан цифрових пристроїв.
43. Модель вентильного рівня.
44. Структурна та автоматна моделі. Недоліки вентильної, структурної та автоматної моделей.
45. Контроль. Види технічного контролю.

46. Діагностування обчислювальних пристроїв та систем. Види діагностування.
47. Дефекти. Типи дефектів.
48. Несправності. Типи несправностей.
49. Моделі статичних та динамічних несправностей.
50. Тестове діагностування. Види тестового діагностування.
51. Тестове комбіноване діагностування. Основні принципи.
52. Основні задачі тестового комбінованого діагностування.
53. Стратегії тестового комбінованого діагностування.
54. Методи діагностування мікропроцесорів та мікропроцесорних пристроїв.
55. Контроль та діагностування обчислювальних систем. Ядро. Типи ядра.

8. МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Навчальний процес з дисципліни забезпечений необхідними навчально-методичними розробками в модульному середовищі.

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. J. Davis Modern System Administration: Managing Reliable and Sustainable Systems, O'Reilly Media; 1st edition, 2022 – 325 p.
2. Xing L. Reliability and Resilience in the Internet of Things (Advances in Reliability Science), Elsevier; 1st edition, 2024 – 374 p.
3. M. Elattar Reliable Communications within Cyber-Physical Systems Using the Internet (RC4CPS), Springer Vieweg, 2019 – 208 p.
4. Салогуб М. В. Надійність, діагностика та експлуатація комп'ютерних систем та мереж: підручник / М. В. Салогуб. – К.: ДКПІ, 2016. – 151 с.
5. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: http://lib.khmnu.edu.ua/asp/php/f/page_lib.php.
6. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua>.
7. Nakamura S. Reliability Modeling with Computer and Maintenance Applications / S. Nakamura: World Scientific Publishing Company, 2017. – 396p.
8. Dhillon B.S. Computer System Reliability: Safety and Usability / B.S. Dhillon. CRC Press: 1 edition, 2013. – 249 p.
9. A. Kumar, M. Ram The Handbook of Reliability, Maintenance, and System Safety through Mathematical Modeling, Elsevier Science, 2021 – 520 p.
10. E. Djambazova Achieving System Reliability Using Reliability Adjustment, Proceedings of CompSysTech '22: Proceedings of the 23rd International Conference on Computer Systems and Technologies, 2022, pp 64-68
11. Trivedi K.S. Probability and Statistics with Reliability, Queuing, and Computer Science Applications / K.S. Trivedi. – Wiley, 2016. – 880 p.
12. Ram M. Reliability Engineering: Methods and Applications (Advanced Research in Reliability and System Assurance Engineering) / M. Ram. – CRC Press, 2019. – 458 p.
13. Birman K.P. Guide to Reliable Distributed Systems: Building High-Assurance Applications and Cloud-Hosted Services (Texts in Computer Science) / K.P. Birman. – Springer, 2012. – 754 p.