

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету

ФІТ

Підпис

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Відмовостійкі вбудовані системи на програмованій логіці

Назва дисципліни

Призначення Робочої програми

Для освітніх програм різних спеціальностей

Рівень вищої освіти

Третій (освітньо-науковий)

Мова навчання

Українська

Обсяг дисципліни, кредитів ЄКТС

8

Статус дисципліни

Вибіркова

Факультет

Інформаційних технологій

Кафедра

Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Форма здобуття освіти	Обсяг дисципліни		Кількість годин						Форма семестрового контролю
			Аудиторні заняття					Самостійна робота (в т.ч. ІРС)	Залік
	Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття		
Д	8	240	82	32	32	18		158	+

Робоча програма складена на основі освітніх програм підготовки магістра та стандарту вищої освіти спеціальності.

Робоча програма складена

Підпис

д-р. техн. наук, професор Сергій ЛИСЕНКО

Науковий ступінь, вчене звання, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Схвалена на засіданні кафедри

Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Назва

Протокол від 18.08 2025 № 1.

Зав. кафедри

Назва

Ольга ПАВЛОВА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Хмельницький 2025

3. Пояснювальна записка

Дисципліна «Відмовостійкі вбудовані системи на програмованій логіці» є вибірковою і викладається для здобувачів третього (доктор філософії) рівня вищої освіти денної форми навчання спеціальностей галузі інформаційних технологій. При викладанні дисципліни використовуються активні і творчі форми проведення занять, зокрема, методи проблемного навчання.

Мета дисципліни. Ознайомити студентів з теорією відмовостійкості, застосованої до вбудованих систем в наукових дослідженнях і експериментах; надати глибокі знання щодо виявлення вразливостей надійності у вбудованих системах, які необхідні для подальшої наукової та професійної діяльності; ознайомити студентів з теорією проектування відмовостійких вбудованих систем на програмованій логіці, синтезу вбудованих процесорів та ядер, застосування методів відмовостійкості, синтез відмовостійких мереж на чипі, що використовується при розв'язуванні наукових задач; виробити у студентів вміння використовувати набуті знання; навчити здійснювати планування та постановку експерименту і обробку його результатів; підготувати студентів до провадження дослідницької та/або інноваційної діяльності в галузі інформаційних технологій; ознайомити студентів з основами академічної доброчесності при застосуванні відомих методів синтезу відмовостійких систем.

Предмет дисципліни. Відмовостійкі вбудовані системи на програмованій логіці.

Завдання дисципліни. Опанування методами синтезу відмовостійких вбудованих систем на програмованій логіці, проектування, синтез та програмування систем на програмованій логіці, оцінка надійності вбудованих систем, відмовостійкі мережеві системи, мережі на чипі.

Результати навчання. Після вивчення дисципліни «Відмовостійкі вбудовані системи на програмованій логіці» докторант має досягти таких результатів навчання: синтезувати вбудовані системи на програмованій логіці для різних сфер застосування; програмувати вбудовані системи та оцінювати надійність та відмовостійкість таких систем; проводити дослідження складних міждисциплінарних проблем різної природи на основі системного аналізу, формалізація системних задач, що мають суперечливі цілі та невизначеності; застосовувати методологію наукових досліджень складних міждисциплінарних проблем різної природи, методів формалізації системних завдань, що вирішуються засобами вбудованих систем на програмованій логіці; використовувати теоретичні поняття та факти для розв'язання конкретних задач; знання, розуміння та володіння методами забезпечення відмовостійкі вбудованих систем та якісного аналізу результатів їх застосування.

4. Структура залікових кредитів дисципліни

Назва теми	Кількість годин відведених на:			
	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні роботи	СРС
Тема 1. Синтез та програмування систем на програмованій логіці	16	16	8	78
Тема 2. Синтез та програмування відмовостійких вбудованих систем	16	16	8	78
Підсумкове заняття		2		2
Години	32	34	16	158
Разом	240 (8.0 кредитів)			

5. Програма навчальної дисципліни

5.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
Тема 1. Синтез та програмування систем на програмованій логіці		
1	Лекція 1. Основи синтезу вбудованих систем [1,7-12]	2
2	Лекція 2. Системи на програмованій логіці [1,3,5,6, 8]	2
3	Лекція 3. SystemC та основи програмування апаратного/програмних систем [2,3]	2
4	Лекція 4. Апаратне програмне забезпечення вбудованих систем [1,7-12].	2
5	Лекція 5. Синтез вбудованих процесорів та ядер. [1,7-12]	2
6	Лекція 6. Синтез вбудованих систем на базі ARM Cortex. Програмування систем на базі ARM Cortex [1,7-12]	2
7	Лекція 8. Методи розробки ОС та систем реального часу на програмованій логіці [3-7]	2
8	Лекція 9. Особливості мереж на мікросхемах та вбудованих SoC. Побудова вбудованої програмно-апаратної системи на прикладі цифрової камери [1,2,6,7,10].	2
Тема 2. Синтез та програмування відмовостійких вбудованих систем		
9	Лекція 11. Основи відмовостійкості вбудованих систем [2,6,7,10].	2
10	Лекція 12. Виявлення помилок у вбудованих системах та їх відновлення [1,5,8]	2
11	Лекція 13. Оцінка надійності вбудованих систем: моделі надійності вбудованих систем [2,6,8].	2
12	Лекція 14. Експериментальна оцінка відмовостійкості вбудованих систем [2,6,7,10].	2
13	Лекція 15. Методи забезпечення відмовостійкості: кодування, відновлення за контрольними точками [1,2,6,7,10].	2
14	Лекція 16. Відмовостійкість програмних систем [2,6,7,10].	2
15	Лекція 17. Приклад побудови відмовостійких вбудованих систем [2,6,7,8].	2
16	Лекція 18. Відмовостійкі мережеві системи. Мережі на чипі [2,4,6,7,10].	2
	Разом за семестр	32

5.2 Зміст практичних занять

№ п/п	Теми практичних робіт	Кількість годин
1	Практична робота №1. SystemC як засіб програмування апаратного/програмних систем. [2,3]	2
2	Практична робота №2. Проектування моделей вбудованих систем засобами SystemC. [2,3].	2
3	Практична робота №3. Верифікація моделей вбудованих систем засобами SystemC [2,3]	2
4	Практична робота №4. Розробка відмостіжких вбудованих систем. засобами SystemC [2,3].	2
5	Практична робота №5. Вбудовані системи на основі FPGA [1,6,10].	2
6	Практична робота №6. Синтез вбудованих систем на основі Altera Cyclone V5 [1,6,10].	2
7	Практична робота №7. Розробка програмно-апаратних вбудованих рішень засобами Altera Cyclone V5 на прикладі системи обробки зображень в реальному часі. [1,6,10].	2
8	Практична робота №8. Розробка програмно-апаратних вбудованих рішень засобами із застосуванням FPGASoC на основі ARM порцесора [1,6,10].	2
Разом за семестр		16

5.3 Зміст лабораторних занять

№ п/п	Теми лабораторних робіт	Кількість годин
1	Лабораторна робота №1. SystemC як засіб програмування апаратного/програмних систем. [2,3]	4
2	Лабораторна робота №2. Проектування моделей вбудованих систем засобами SystemC. [2,3].	4
3	Лабораторна робота №3. Верифікація моделей вбудованих систем засобами SystemC [2,3]	4
4	Лабораторна робота №4. Розробка відмостіжких вбудованих систем. засобами SystemC [2,3].	4
5	Лабораторна робота №5. Вбудовані системи на основі FPGA [1,6,10].	4
6	Лабораторна робота №6. Синтез вбудованих систем на основі Altera Cyclone V5 [1,6,10].	4
7	Лабораторна робота №7. Розробка програмно-апаратних вбудованих рішень засобами Altera Cyclone V5 на прикладі системи обробки зображень в реальному часі. [1,6,10].	4
8	Лабораторна робота №8. Розробка програмно-апаратних вбудованих рішень засобами із застосуванням FPGASoC на основі ARM порцесора [1,6,10].	4
9	Узагальнююче заняття	2
Всього		34

5.3 Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи здобувача вищої освіти

Самостійна робота студентів усіх форм здобуття освіти полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації, підготовці до практичних занять, контрольних робіт, підготовці до виконання і захисту лабораторних робіт, тестування. Крім цього до послуг студентів сторінка навчальної дисципліни у Модульному середовищі для навчання, де розміщені Робоча програма дисципліни та необхідні документи з її навчально-методичного забезпечення.

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
1-2	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР1 та ПЗ1. Підготовка до захисту ЛР1.	18
3-4	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР2 та ПЗ2. Підготовка до захисту ЛР2.	18
5-6	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР3 та ПЗ3. Підготовка до захисту ЛР3.	18
7-8	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР4 та ПЗ4. Підготовка до захисту ЛР4.	18
9-10	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР5 та ПЗ5. Підготовка до захисту ЛР5.	18
11-12	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР6 та ПЗ6. Підготовка до захисту ЛР6.	18
13-14	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР7 та ПЗ7. Підготовка до захисту ЛР7.	18
15-16	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ЛР8 та ПЗ8. Підготовка до захисту ЛР8.	18
17	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до ПЗ9 та тестування.	14
Разом 1-й семестр:		158

Примітки: ЛР – лабораторна робота, ПЗ– практичне заняття.

6. Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій та методів навчання, зокрема: лекції (з використанням методів візуалізації, проблемного й інтерактивного навчання, мотиваційних прийомів, інформаційно-комунікаційних технологій); практичні заняття (з використанням інструктування, демонстрування, розв'язування типових і прикладних задач, аналізу кейсів, ситуаційних завдань, елементів дискусії тощо); самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання практичних робіт, поточного

та підсумкового контролю, виконання індивідуальних та домашніх завдань), з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та технологій дистанційного навчання.

7. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час аудиторних практичних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком освітнього процесу, в т.ч. з використанням Модульного середовища для навчання. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- тестовий контроль засвоєння теоретичного та практичного матеріалу з теми;
- оцінювання контрольних робіт (практичних завдань за темами).
- оцінювання результатів захисту лабораторних робіт;
- оцінювання результатів роботи на практичних заняттях;
- тестовий контроль теоретичного матеріалу з розділу;
- оцінювання контрольних робіт.

При виведенні підсумкової семестрової оцінки враховуються результати як поточного контролю, так і підсумкового контролю, який проводиться з усього матеріалу дисципліни за білетами, попередньо розробленими і затвердженими на засіданні кафедри. Здобувач вищої освіти, який набрав з будь-якого виду навчальної роботи, суму балів нижчу за 60 відсотків від максимального балу, **не допускається** до семестрового контролю, поки не виконає обсяг роботи, передбачений Робочою програмою. Здобувач вищої освіти, який набрав позитивний середньозважений бал (60 відсотків і більше від максимального балу) з усіх видів поточного контролю і не склав іспит, вважається таким, який **має** академічну заборгованість. Ліквідація академічної заборгованості із семестрового контролю здійснюється у період екзаменаційної сесії або за графіком, встановленим деканатом відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ».

8. Політика дисципліни

Політика навчальної дисципліни загалом визначається системою вимог до здобувача вищої освіти, що передбачені чинними положеннями Університету про організацію і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу. Зокрема, проходження інструктажу з техніки безпеки; відвідування занять з дисципліни є обов'язковим. За об'єктивних причин (підтверджених документально) теоретичне навчання за погодженням із лектором може відбуватись в он-лайн режимі. Успішне опанування дисципліни і формування фахових компетентностей і програмних результатів навчання передбачає необхідність підготовки до практичних занять (вивчення теоретичного матеріалу з теми), активно працювати на занятті, коректно виконувати практичні завдання з проєктування та програмування роботизованих систем, брати участь у дискусіях щодо прийнятих рішень при виконанні здобувачами задач; необхідність підготовки до лабораторних занять (вивчення теоретичного матеріалу з теми роботи, попередню підготовку протоколу роботи, підготовку до усного опитування для допуску до заняття (наведені у Методичних рекомендаціях до лабораторних занять)), якісно підготувати звіт, захистити результати виконаної роботи.

Здобувачі вищої освіти мають дотримуватися встановлених термінів виконання всіх видів навчальної роботи відповідно до робочої програми навчальної дисципліни. Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. Пропущене практичне або лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється за результатами опитування під час практичних занять, тестування та контрольної роботи.

Здобувач вищої освіти, виконуючи самостійну роботу або індивідуальну роботу з дисципліни, має дотримуватися політики доброчесності (заборонені списування, плагіат (в т.ч. із використанням мобільних девайсів)). У разі виявлення порушення політики академічної доброчесності в будь-яких видах навчальної роботи здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати завдання з відповідної теми (виду роботи), що передбачені робочою програмою. Будь-які форми порушення академічної доброчесності **не допускаються**.

У межах вивчення навчальної дисципліни здобувачам вищої освіти передбачено визнання і зарахування результатів навчання, набутих шляхом неформальної освіти, що розміщені на доступних платформах (<https://www.edx.org/learn/robotics/columbia-university-robotics>), які сприяють формуванню компетентностей і поглибленню результатів навчання, визначених робочою програмою дисципліни, або забезпечують вивчення відповідної теми та/або виду робіт з програми навчальної дисципліни (детальніше у Положенні про порядок визнання та зарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ).

9. Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». При поточному оцінюванні виконаної здобувачем роботи з кожної структурної одиниці і отриманих ним результатів викладач виставляє йому певну кількість балів із встановлених Робочою програмою для цього виду роботи. При цьому кожна структурна одиниця навчальної роботи може бути зарахована, якщо здобувач набрав не менше 60 відсотків (мінімальний рівень для позитивної оцінки) від максимально можливої суми балів, призначеної структурній одиниці.

При оцінюванні результатів навчання здобувачів вищої освіти з будь-якого виду навчальної роботи (структурної одиниці) рекомендується використовувати наведені нижче узагальнені критерії:

Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти

Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей	Узагальнений зміст критерія оцінювання
Відмінно (високий)	Здобувач вищої освіти глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає логічний виклад відповіді мовою викладання (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними приладами та інструментами, прикладними програмами. Здобувач не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки, демонструє практичні навички з вирішення фахових завдань. При відповіді допустив дві–три несуттєві <i>похибки</i> .
Добре (середній)	Здобувач вищої освіти виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання правил, закономірностей тощо. Відповідь здобувача вищої освіти будується на основі самостійного мислення. Здобувач вищої освіти у відповіді допустив дві–три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно (достатній)	Здобувач вищої освіти виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь здобувача вищої освіти будується на рівні репродуктивного мислення, здобувач вищої освіти має слабкі знання структури навчальної дисципліни, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно (недостатній)	Здобувач вищої освіти виявив 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 здобувачеві вищої освіти, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення навчальної дисципліни.

Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів *денної* форми здобуття освіти у семестрі

Аудиторна робота								Контрольні заходи			Семестровий контроль
Лабораторні заняття №:								Практичні заняття №:			Залік
1*	2	3	4	5	6	7	8	1-2	3-5	6-8	
Кількість балів за кожний вид навчальної роботи (мінімум-максимум)											
6-10	6-10	6-10	6-10	6-10	6-10	6-10	6-10	3-5	3-5	3-5	За рейтингом
48-80								9-15			60-100**

Примітки: *За набрану з будь-якого виду навчальної роботи з дисципліни кількість балів, нижче встановленого мінімуму, здобувач отримує незадовільну оцінку і має її перездати у встановлений викладачем (деканом) термін. Інституційна оцінка встановлюється відповідно до таблиці «Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС».

Оцінювання результатів захисту лабораторної роботи

Виконана й оформлена відповідно до встановлених Методичними рекомендаціями вимог лабораторна робота комплексно оцінюється викладачем при її захисті з урахуванням таких критеріїв: самостійність та правильність виконання; повнота відповіді та знання робототехніки; наявність програмного забезпечення для робототехнічних засобів та дотримання вимог при оформленні звіту.

Результат виконання і захисту здобувачем вищої освіти кожної лабораторної роботи оцінюється відповідно до таблиці Критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти.

У випадку виявлення здобувачем рівня знань, нижчого ніж 60 відсотків від максимального балу, встановленого Робочою програмою для кожної структурної одиниці, лабораторна робота йому *не зараховується* і для її захисту він

має детальніше опрацювати матеріал з теми роботи, методику її виконання, виправити грубі помилки та повторно вийти на її захист у призначений для цього викладачем час.

Оцінювання результатів тестового контролю

Кожний з тестів, передбачених Робочою програмою, складається із 25 тестових завдань, кожне з яких є рівнозначним.

Відповідно до таблиці структурування видів робіт за тестовий контроль здобувач залежно від кількості правильних відповідей може отримати від 3 до 5 балів.

Розподіл балів в залежності від наданих правильних відповідей на тестові завдання

Кількість правильних відповідей	1-13	14-17	19-20	21-25
Відсоток правильних відповідей	0-59	60-72	73-82	83-100
Кількість балів	-	3	4	5

На тестування відводиться 40 хвилин. Студент проходить тестування в он-лайн режимі у Модульному середовищі для навчання. Також, студент може проходити тестування письмово, записуючи правильні відповіді у талоні відповідей. При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну *наступного* контролю.

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення».

Семестровий залік виставляється на останньому занятті за умови якщо загальна сума балів, яку накопичив здобувач з дисципліни (іншого освітнього компонента) за результатами *поточного* контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «*зараховано*», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення. Присутність здобувача у цьому випадку не є обов'язковою.

Таблиця – Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Рейтингова шкала балів	Інституційна оцінка (рівень досягнення здобувачем вищої освіти запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни)	
		Залік	Іспит/диференційований залік
A	90-100	Зараховано	<i>Відмінно/Excellent</i> – високий рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни, що свідчить про безумовну готовність здобувача до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
B	83-89		<i>Добре/Good</i> – середній (максимально достатній) рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
C	73-82		<i>Задовільно/Satisfactory</i> – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни
D	66-72		
E	60-65		
FX	40-59	Незараховано	<i>Незадовільно/Fail</i> – Низка запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни відсутня. Рівень набутих результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
F	0-39		<i>Незадовільно/Fail</i> – Результати навчання відсутні

10. Питання для самоконтролю результатів навчання

1. Основи синтезу вбудованих систем
2. Системи на програмованій логіці
3. SystemC та основи програмування апаратного/програмних систем
4. Апаратне програмне забезпечення вбудованих систем
5. Синтез вбудованих процесорів
6. Синтез вбудованих ядер
7. . Синтез вбудованих систем на базі ARM Cortex
8. . Програмування систем на базі ARM Cortex
9. Методи розробки ОС на програмованій логіці
10. Методи розробки систем реального часу на програмованій логіці
11. Особливості мереж на мікросхемах та вбудованих SoC
12. Побудова вбудованої програмно-апаратної системи на прикладі цифрової камери
13. Основи відмовостійкості вбудованих систем

14. Виявлення помилок у вбудованих системах
15. Відновлення вбудованих системах
16. Оцінка надійності вбудованих систем
17. моделі надійності вбудованих систем
18. оцінка відмовостійкості вбудованих систем
19. Методи відмовостійкості: кодування
20. Методи відмовостійкості: відновлення за контрольними точками
21. Відмовостійкість програмних систем
22. Приклад побудови відмовостійких вбудованих систем
23. Відмовостійкі мережеві системи.
24. Мережі на чипі

11. Навчально-методичне забезпечення

Освітній процес з дисципліни «Напрямки досліджень та розвитку комп'ютерної інженерії» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою. Зокрема, викладачами кафедри підготовлені і видані такі роботи:

1. Відмовостійкі вбудовані системи на програмованій логіці: методичні вказівки до виконання лабораторних робіт / С. М. Лисенко. – Хмельницький : ХНУ, 2025. – 183 с.

12. Матеріально-технічне та програмне забезпечення дисципліни (за потреби)

Інформаційна та комп'ютерна підтримка: ПК, планшет, смартфон або інший мобільний пристрій, проектор. Програмне забезпечення: програми Microsoft Office або аналогічні, доступ до мережі Інтернет, робота з презентаціями.

Вивчення навчальної дисципліни не потребує використання спеціального програмного прикладного забезпечення, крім загальнонавчаних програм і операційних систем.

13. Рекомендована література:

1. Лисенко Сергій, Атаманюк Ольга, Бохонько Олександр. Метод побудови апаратної архітектури для система комп'ютерного зору на основі FPGA. Вісник ХНУ. №2, 2023 (319). С. 360-368. DOI: <https://www.doi.org/10.31891/2307-5732-2023-319-1-360-368>.
2. LYSENKO, S., & SHPULIAR, Y. (2024). METHOD FOR CREATING SVM CLASSIFIER FOR DATA ANALYSIS ON FPGA. *Computer Systems and Information Technologies*, (2), 75–81. <https://doi.org/10.31891/csit-2024-2-10>
3. Ігнат'єв, О. В. (2024). Система на кристалі для виконання спеціалізованих обчислень.
4. Vovchaliuk, S., Kolomoets, B., Kolomoets, V., Garashchenko, Y. (2024). Розвиток моделі та структури керуючих пристроїв з паралельною архітектурою. Системи управління, навігації та зв'язку. Збірник наукових праць, 2(76), 64-66.
5. Штаненко, С. С., Самохвалов, Ю. Я., Толюпа, С. В. (2023). Методичний підхід до відновлення правильного функціонування вбудованих систем на рівні програмованої елементної бази. Системи і технології зв'язку, інформатизації та кібербезпеки.
6. Boutros, A., & Betz, V. (2021). FPGA architecture: Principles and progression. *IEEE Circuits and Systems Magazine*, 21(2), 4-29.
7. Elsaid, K., El-Kharashi, M. W., & Safar, M. (2024). An optimized FPGA architecture for machine learning applications. *AEU-International Journal of Electronics and Communications*, 174, 155011.
8. Titarenko, L., Kharchenko, V., Puidenko, V., Perepelitsyn, A., & Barkalov, A. (2024). Hardware-Based Implementation of Algorithms for Data Replacement in Cache Memory of Processor Cores. *Computers*, 13(7), 166.
9. Intel Cyclone FPGA series. <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/programmable/cyclone-series.html>.
10. Intel Cyclone V Device Handbook, <https://www.intel.com/content/dam/www/programmable/us/en/pdfs/literature/hb/cyclone-iv/cyclone5-handbook.pdf>.
11. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: http://lib.khmnu.edu.ua/asp/php_f/plage_lib.php.
12. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua>.

14. Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=6854>
2. Електронна бібліотека ХНУ. URL: <http://library.khmnu.edu.ua/>
3. Інституційний репозитарій ХНУ. URL : <https://elar.khmnu.edu.ua/home>

ВІДМОВОСТІЙКІ ВБУДОВАНІ СИСТЕМИ НА ПРОГРАМОВАНІЙ ЛОГІЦІ

Тип дисципліни	Вибіркова
Рівень вищої освіти	третій (освітньо-науковий)
Мова викладання	Українська
Семестр	—
Кількість призначених кредитів ЄКТС	8,0
Форми здобуття освіти, для яких викладається дисципліна	Очна (денна)

Результати навчання. Після вивчення дисципліни «Відмовостійкі вбудовані системи на програмованій логіці» докторант має досягти таких результатів навчання: синтезувати вбудовані системи на програмованій логіці для різних сфер застосування; програмувати вбудовані системи та оцінювати надійність та відмовостійкість таких систем; проводити дослідження складних міждисциплінарних проблем різної природи на основі системного аналізу, формалізація системних задач, що мають суперечливі цілі та невизначеності; застосовувати методологію наукових досліджень складних міждисциплінарних проблем різної природи, методів формалізації системних завдань, що вирішуються засобами вбудованих систем на програмованій логіці; використовувати теоретичні поняття та факти для розв’язання конкретних задач; знання, розуміння та володіння методами забезпечення відмовостійкі вбудованих систем та якісного аналізу результатів їх застосування.

Зміст навчальної дисципліни. Основи синтезу вбудованих систем. Системи на програмованій логіці. SystemC та основи програмування апаратного/програмних систем. Апаратне програмне забезпечення вбудованих систем. Синтез вбудованих процесорів та ядер. Синтез вбудованих систем на базі ARM Cortex. Програмування систем на базі ARM Cortex. Методи розробки ОС та систем реального часу на програмованій логіці. Особливості мереж на мікросхемах та вбудованих SoC. Побудова вбудованої програмно-апаратної системи на прикладі цифрової камери. Синтез та програмування відмовостійких вбудованих систем. Основи відмовостійкі вбудованих систем. Виявлення помилок у вбудованих системах та їх відновлення. Оцінка надійності вбудованих систем: моделі надійності вбудованих систем. Експериментальна оцінка відмовостійкості вбудованих систем. Методи забезпечення відмовостійкості: кодування, відновлення за контрольними точками. Відмовостійкість програмних систем. Приклад побудови відмовостійких вбудованих систем. Відмовостійкі мережеві системи. Мережі на чипі.

Запланована навчальна діяльність: Мінімальний обсяг навчальних занять в одному кредиті ЄКТС навчальної дисципліни для *третього* (освітньо-наукового) рівня вищої освіти за денною формою здобуття освіти становить 8 годин на 1 кредит ЄКТС.

Форми (методи) навчання: лекції (з використанням методів візуалізації, проблемного й інтерактивного навчання, мотиваційних прийомів, інформаційно-комунікаційних технологій); практичні заняття (з використанням інструктування, демонстрування, розв’язування типових і прикладних задач, аналізу кейсів, ситуаційних завдань, елементів дискусії тощо); самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання практичних робіт, поточного та підсумкового контролю, виконання індивідуальних та домашніх завдань), з використанням інформаційно-комп’ютерних технологій та технологій дистанційного навчання.

Форми оцінювання результатів навчання: оцінювання практичних, лабораторних; тестування.

Вид семестрового контролю: залік.

Навчальні ресурси:

1. Лисенко Сергій, Атаманюк Ольга, Бохонько Олександр. Метод побудови апаратної архітектури для система комп’ютерного зору на основі FPGA. Вісник ХНУ. №2, 2023 (319). С. 360-368. DOI: <https://www.doi.org/10.31891/2307-5732-2023-319-1-360-368>.
2. LYSENKO, S., & SHPULIAR, Y. (2024). METHOD FOR CREATING SVM CLASSIFIER FOR DATA ANALYSIS ON FPGA. Computer Systems and Information Technologies, (2), 75–81. <https://doi.org/10.31891/csit-2024-2-10>
3. Ігнат’єв, О. В. (2024). Система на кристалі для виконання спеціалізованих обчислень.
4. Bovchaliuk, S., Kolomoets, B., Kolomoets, V., Garashchenko, Y. (2024). Розвиток моделі та структури керуючих пристроїв з паралельною архітектурою. Системи управління, навігації та зв’язку. Збірник наукових праць, 2(76), 64-66.
5. Штаненко, С. С., Самохвалов, Ю. Я., Толюпа, С. В. (2023). Методичний підхід до відновлення правильного функціонування вбудованих систем на рівні програмованої елементної бази. Системи і технології зв’язку, інформатизації та кібербезпеки.
6. Boutros, A., & Betz, V. (2021). FPGA architecture: Principles and progression. *IEEE Circuits and Systems Magazine*, 21(2), 4-29.
7. Elsaid, K., El-Kharashi, M. W., & Safar, M. (2024). An optimized FPGA architecture for machine learning applications. *AEU-International Journal of Electronics and Communications*, 174, 155011.
8. Titarenko, L., Kharchenko, V., Puidenko, V., Perepelitsyn, A., & Barkalov, A. (2024). Hardware-Based Implementation of Algorithms for Data Replacement in Cache Memory of Processor Cores. *Computers*, 13(7), 166.
9. Intel Cyclone FPGA series. <https://www.intel.com/content/www/us/en/products/programmable/cyclone-series.html>.
10. Intel Cyclone V Device Handbook, <https://www.intel.com/content/dam/www/programmable/us/en/pdfs/literature/hb/cyclone-iv/cyclone5-handbook.pdf>.

11. Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу: http://lib.khmnu.edu.ua/asp/php_fpage_lib.php.
12. Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua>.
- 13.

Викладач: д-р. техн. наук, професор Лисенко С.М.