

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

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова НМК



(підпис)

Д.М. Крицький

(ініціали та прізвище)

«31» серпня 2021 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**
Компонентно-орієнтоване проектування

(назва навчальної дисципліни)

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

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

Освітня програма: Комп'ютерні системи та мережі

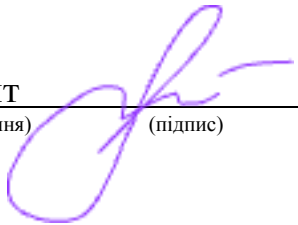
Освітня програма: Системне програмування

Освітня програма: Програмовні мобільні системи та Інтернет речей
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

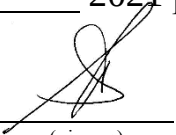
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2021 рік

Розробник: Куланов В.О., доцент, к.т.н., доцент
(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 2021 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор  В. С. Харченко
(науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (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	Галузь знань <u>12 "Інформаційні технології"</u> (шифр та найменування) Спеціальність <u>123 "Комп'ютерна інженерія"</u> (код та найменування) Освітня програма <u>Комп'ютерні системи та мережі</u> <u>Системне програмування</u> <u>Програмовні мобільні системи та Інтернет речей</u> (найменування) Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)	Вибіркова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістових модулів – 2		2021/2022
Індивідуальне завдання <u>немає</u>		Семестр
Загальна кількість годин: 48/120		5-й
		Лекції ¹⁾
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи студента – 3		<u>32</u> годин
		Практичні, семінарські¹⁾
		<u>16</u> годин
		Лабораторні ¹⁾
	<u>0</u> годин	
	Самостійна робота	
	<u>72</u> години	
	Вид контролю	
	залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 48/72

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета: оволодіння навичками розробки комп'ютерних систем на кристалі з використанням компонентно-орієнтованого підходу, пошуку проектних помилок та вміння діагностувати розроблені апаратні рішення.

Завдання: ознайомитися з існуючими засобами автоматизованого компонентно-орієнтованого проектування цифрових систем, загальними принципами організації зв'язку між компонентами, вміння розробляти та впроваджувати системи класу System-on-Chip, а також:

- придбання знань про засоби і основні принципи побудови комп'ютерних систем з використанням компонентно-орієнтованої парадигми;
- придбання знань про сучасні архітектури систем класу System-on-Chip;
- придбання знань про архітектуру процесорного ядра Nios II;
- придбання знань щодо створення компонентно-орієнтованих проектних рішень на ПЛІС з використанням мови опису апаратури VHDL;
- придбання знань щодо тестування проектних рішень класу System-on-Chip.

Компетентності, які набуваються:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу;
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;
- вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми;
- здатність використовувати засоби і системи автоматизації проектування до розроблення компонентів комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем тощо;
- здатність проектувати, впроваджувати та обслуговувати комп'ютерні системи та мережі різного виду та призначення;
- здатність системно адмініструвати, використовувати, адаптувати та експлуатувати наявні інформаційні технології та системи.

Очікувані результати навчання:

- знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії;
- вміти системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування нових ідей.

Пререквізити - "Технології програмування", "Комп'ютерна електроніка", "Комп'ютерна схемотехніка".

Кореквізити - "Мікроконтролери", "Периферійні пристрої".

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Системи на кристалі (SoC) - загальні принципи побудови та парадигма.

ТЕМА 1. Процес проектування комп'ютерних систем. Історія розвитку. Методи та засоби проектування.

Предмет, ціль вивчення й завдання дисципліни. Структура, зміст дисципліни й методичні рекомендації з її вивчення. Місце дисципліни в навчальному процесі. Характеристика рекомендованих під час вивчення дисципліни джерел інформації. Загальні відомості про процес проектування комп'ютерних та цифрових систем на ПЛІС. Методи та засоби проектування.

ТЕМА 2. Компонентно-орієнтована парадигма проектування систем на мікросхемах програмованої логіки.

Історія розвитку систем на кристалі (SoC). Компонентно-орієнтована парадигма розробки систем на кристалі. Рівень інтеграції ресурсів ПЛІС. Поняття одиниці інтелектуальної власності (Intellectual Property, IP). IP-ядра, як основні будівельні цеглини для проектування систем на кристалі. Класифікація IP ядер.

ТЕМА 3. Загальні відомості о процесі проектування систем на кристалі. Основні етапи розробки проектів на ПЛІС з використанням компонентно-орієнтованого підходу.

Процес проектування цифрових систем на мікросхемах програмованої логіки з використанням одиниць інтелектуальної власності (IP ядер). Стратегія проектування. Основні етапи розробки проектів на ПЛІС з використанням компонентно-орієнтованого підходу. Вибір елементної бази та САПР. Специфікація проекту. Розробка загальної структури проекту та компонентів системи (IP). Генерація проекту. Верифікація проекту. Визначення часових характеристик проекту. Розробка програмного забезпечення. Організація проектних експериментів.

ТЕМА 4. Засоби автоматизованого проектування цифрових систем. Загальний підхід розробки проектів на ПЛІС в середовищі QSys пакету Quartus II Web Edition.

Системи автоматизованого проектування для розробки проектів на ПЛІС з використанням компонентів та фірми розробники САПР. Загальний підхід розробки проектів на ПЛІС в середовищі QSys пакету проектування Quartus II Web Edition. QSys – використання бібліотечних компонентів. Поняття MASTER і SLAVE компоненти, основні відмінності та принципи побудови. Редактор компонентів (Component Editor).

Змістовний модуль 2. Проектування, розроблення та інтеграція компонентів SoC.

ТЕМА 5. Організація зв'язку між компонентами системи. Інтерфейс Avalon. Операції на шині Avalon. Особливості використання інтерфейсу Avalon.

Загальний принцип організації зв'язку між компонентами при побудові систем на кристалі. Інтерфейс Avalon, загальні принципи архітектури Avalon. Програмна генерація та модуль шини Avalon. Основні сигнали модуля шини Avalon для Master і Slave портів. Поняття цикл шини. Операції на шині Avalon. Синхронізація шини. Передача даних по шині. Передача даних потоком по шині. Операції читання MASTER і SLAVE компонентів. Операції запису Master і Slave компонентів. Динамічне встановлення розмірів шини. Вирівнювання шини. Особливості підключення до зовнішніх пристроїв.

ТЕМА 6. Побудова систем на кристалі з використанням процесорного ядра NIOS II. Інструментальні засоби розробки програмного забезпечення для NIOS II.

Побудова систем на кристалі з використанням процесорного ядра NIOS II в середовищі QSys пакету проектування Quartus II Web Edition. Периферійні модулі для побудування NIOS-систем. Розподілення адресів та векторів переривання. Архітектура процесорного ядра NIOS II. Середовище розробки програмного забезпечення для NIOS II систем – NIOS II IDE. Процес написання керуючої програми в середовищі NIOS II IDE. Мови та особливості програмування для NIOS II систем. Мова асемблера та C. Бібліотеки програмування.

ТЕМА 7. Моделювання та верифікація систем на кристалі в середовищі ModelSim-Altera 6.3 при використанні компонентно-орієнтованого підходу до проектування.

Інструментальні засоби моделювання систем на кристалі. ModelSim-Altera Edition як засіб моделювання систем, розроблених в середовищі QSys пакету проектування Quartus II Web Edition. Генерація mfr файла. Моделювання NIOS II систем. Розробка TestBench модулів.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовий модуль 1. Системи на кристалі (SoC) - загальні принципи побудови та парадигма.					
Тема 1. Процес проектування комп'ютерних систем. Історія розвитку. Методи та засоби проектування.	6	2			4
Тема 2. Компонентно-орієнтована парадигма проектування систем на мікросхемах програмованої логіки.	11	3			8
Тема 3. Загальні відомості о процесі проектування систем на кристалі. Основні етапи розробки проектів на ПЛІС з використанням компонентно-орієнтованого підходу.	15	3			12
Тема 4. Засоби автоматизованого проектування цифрових систем. Загальний підхід розробки проектів на ПЛІС в середовище QSys пакету Quartus II Web Edition.	28	4		4	20
Разом за змістовим модулем 1	60	12		4	44
Змістовий модуль 1. Проектування, розроблення та інтеграція компонентів SoC.					
Тема 5. Організація зв'язку між компонентами системи. Інтерфейс Avalon. Операції на шині Avalon. Особливості використання інтерфейсу Avalon.	16	6		4	6
Тема 6. Побудова систем на кристалі з використанням процесорного ядра NIOS II. Інструментальні засоби розробки програмного забезпечення для NIOS II.	23	7		4	12
Тема 7. Моделювання та верифікація систем на кристалі в середовищі ModelSim-Altera 6.3 при використанні компонентно-орієнтованого підходу до проектування.	21	7		4	10
Разом за змістовим модулем 1	60	20		12	28
Усього годин за дисципліною	120	32		16	72

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	Розробка загальної структури SoC-компонента.	2
2	Розробка деталізованої структури SoC-компонента.	4
3	Інтеграція компонента до складу SoC Intel Altera - Nios II	2
4	Розроблення програмного забезпечення для Nios II SoC (Intel Altera, DE-2 Board)	4
5	Тестування системи та організація натурних експериментів за допомогою макетної плати Altera DE-2 Board	4
	Разом	16

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Парадигма компонентно-орієнтованого підходу.	20
2	Мова UML для опису системи класу System-on-Chip	15
3	Аналіз існуючих IP-ядер	15
4	Основні етапи та сучасні засоби розробки систем класу System-on-Chip	22
	Разом	72

9. Індивідуальні завдання

Не передбачено

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, консультацій, а також самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, підсумковий контроль у вигляді заліку.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист лабораторних робіт	3...5	4	12...20
Модульний контроль	10...15	1	10...15
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	5	0...5
Виконання і захист лабораторних робіт	3...5	4	12...20
Модульний контроль	10...15	1	10...15
Виконання і захист РГР (РР, РК)	16...20	1	16...20
Усього за семестр			60...100

Контроль знань при проведенні занять оцінюється за такими шкалами.

Активність на лекції під час відповідей на питання:

- відповідь на питання та участь в обговореннях - 2 бали;
- присутність на лекції - 1 бал;
- відсутність на лекції - 0 балів,

Виконання і захист лабораторних робіт:

- при виконанні всіх вимог та повні відповіді на поставлені запитання - 4 бали;
- неповні відповіді на питання при захисті результатів роботи - 3 бали;
- неповні відповіді на питання за змістом і результатами роботи - 2 бали;
- результати роботи викладено не повному об'ємі та надано неповні відповіді на питання по роботі - 1 бал;
- якщо робота не виконана і не захищена - 0 балів.

На модульний контроль (всього 15 балів) виносяться всі пройдені за контрольований період теми, які включаються в варіанти завдань, що містять по 3 питання (по всім темам та видам занять). Максимальна кількість балів за кожне питання - 5.

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

Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- знати базові поняття та особливості архітектури систем класу "System-on-Chip";
- знати сучасні методи, засоби та мови опису апаратури, які використовуються в процесі проектування систем класу "System-on-Chip";
- знати особливості побудови та взаємодії компонентів в рамках систем класу "System-on-Chip";
- знати сучасні процесорні ядра, що входять до складу систем класу "System-on-Chip";
- знати особливості функціонування та використання програмовної логіки для побудови та прототипування комп'ютерних систем класу "System-on-Chip".

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- вміти аналізувати завдання, які потрібно вирішувати в процесі розроблення систем класу "System-on-Chip";
- вміти проводити декомпозицію системи (яка проектується) на окремі складові компоненти;
- вміти визначати спосіб імплементації алгоритмів (програмна або апаратна інтерпретація) в складі компонентів, що проектуються
- вміти використовувати сучасні програмно-технічні засоби розроблення та прототипування комп'ютерних систем;
- вміти розробляти та інтегрувати компоненти до складу систем класу "System-on-Chip" з використанням мови опису апаратури VHDL, пакету QSys (Quartus II, Altera-Intel);
- вміти проводити заходи щодо прототипування та тестування технічних рішень.

Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Виконати та захистити 75% лабораторних робіт та пройти 100% тестових завдань. Вміти аналізувати вимоги щодо проектування систем класу "System-on-Chip". Вміти чітко визначати складові елементи та архітектуру системи класу "System-on-Chip", яка проектується. Володіти знаннями в галузі існуючих методів, програмно-технічних засобів які використовуються в процесі проектування комп'ютерних систем. Вміти описувати компоненти системи з використанням мови опису апаратури VHDL. Знати загальні відомості щодо побудови систем класу "System-on-Chip": інтерфейси взаємодії компонентів, процесорні ядра, особливості побудови підсистем переривання тощо.

Добре (75-89). Володіти необхідним мінімумом знань в галузі проектування комп'ютерних систем достатніми для самостійного розв'язання задач середньої складності. Виконати та захистити 85% лабораторних робіт та пройти 100% тестових завдань. Вільно володіти програмно-технічними та

інструментальними засобами розроблення систем класу "System-on-Chip" на прикладі процесорного ядра Nios II та елементної бази ПЛІС від компанії Intel-Altera. Вміти реалізовувати та інтегрувати власні компоненти до складу обчислювальних систем класу "System-On-Chip" Розв'язувати завдання на високому рівні з використанням сучасних підходів до проектування та рекомендацій - UML-нотація, CI/CD-процес розроблення, методологія тестування систем.

Відмінно (90-100). Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконало володіти темами та вміти застосовувати на практиці отриманні знання. Допомогати одногрупникам в процесі оволодіння знаннями в рамках дисципліни. Вміти працювати в команді в рамках Code Review процесів.

13. Методичне забезпечення

1. Куланов В.О. Конспект лекцій (в електронному вигляді).
2. Куланов В.О. Лабораторні роботи (в електронному вигляді).
3. Куланов В.О. Методичні вказівки та приклади виконання лабораторних робіт (у вигляді відеороликів).
4. Дистанційний курс в системі дистанційного навчання Ментор, розташований за посиланням: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=3730>.

14. Рекомендована література

Базова

1. Quartus II Version 8.1 Handbook. Volume 4: QSys. Reference Manual. Altera Corporation, 2008.
2. Quartus II Version 8.1 Handbook. Volume 5: Embedded Peripherals. Reference Manual. Altera Corporation, 2008.
3. Nios II Processor Reference Handbook. Reference Manual. Altera Corporation, 2017.
4. Avalon Interface Specifications. Reference Manual. Altera Corporation, 2017.
5. Simulating Nios II Embedded Processor Designs. Application Note 351. Altera Corporation, 2017
6. Грушвицкий Р.И., Мурсаев А.Х., Угрюмов Е.П. Проектирование систем на микросхемах программируемой логики. – СПб.: БХВ-Петербург, 2002. 608 с.
7. Суворова Е.А., Шейнин Ю.Е. Проектирование цифровых систем на VHDL. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. 576 с.
8. Бибило П.Н. Синтез логических схем с использованием языка VHDL. – М.: Солон-Р, 2002. 384 с.
9. Стешенко В.Б. ПЛИС фирмы ALTERA: проектирование устройств обработки сигналов. – М.: ДОДЭКА, 2000. 128 с.

Допоміжна

1. Ганнет Дж., Домич А., Катевенис М., и др. Электроника СБИС. Проектирование микроструктур. М.: Мир, 1989.
2. Yalamanchili S. Introductory VHDL: From Simulation to Synthesis. Prentice-Hall, 2001, 401 p.
3. Хоровиц, Хилл Искусство схемотехники, 2 том. – Мир. 2003, стр.: 704.
4. Угрюмов Е.П. Цифровая схемотехника. - СПб: BHV - Санкт-Петербург, 2000 г, 528 стр.

15. Інформаційні ресурси

1. System Design Journal, SDJ. [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <http://systemdesign.altera.com/>
2. Stack Overflow на русском – сайт вопросов и ответов для программистов. – [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <http://ru.stackoverflow.com>
3. Altera Training Courses – [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <https://www.altera.com/support/training/overview.html>
4. eLearning Portal – [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <https://elearn.csn.khai.edu>
5. ci.csn.khai.edu - [Ел. ресурс]. – Режим доступу: <https://ci.csn.khai.edu>