

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
“УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ”  
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА КОМП’ЮТЕРНИХ СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

**Декан інженерно-технічного  
факультету**

**доц. Туряниця І.І.**

**“31” \_\_\_\_\_ 2021 р.**



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**ДОСЛІДЖЕННЯ І ПРОЕКТУВАННЯ КОМП’ЮТЕРНИХ  
СИСТЕМ ТА МЕРЕЖ**

**Рівень вищої освіти – другий (магістр)**

**Галузь знань – 12 – інформаційні технології**

**Спеціальність – 123 – комп’ютерна інженерія**

**Освітня програма – «комп’ютерні системи та мережі»**

**Статус дисципліни – обов’язкова**

**Мова навчання – українська**

**Ужгород 2021**

Робоча програма навчальної дисципліни «Дослідження і проектування комп'ютерних систем та мереж» для здобувачів вищої освіти галузі знань 12 – «Інформаційні технології» спеціальності 123 – «Комп'ютерна інженерія» освітньої програми «Комп'ютерні системи та мережі»

„17” травня 2021 року – 27с.

Розробники: Ваврук Є.Я., к.т.н, доцент кафедри комп'ютерних систем та мереж,  
Тютюнникова Г.С., старший викладач кафедри комп'ютерних систем та мереж


Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних систем та мереж

протокол № 11 від «20» травня 2021 р.

Завідувач кафедри  доц. Горват П.П.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією інженерно-технічного факультету

протокол № 4 від «24» травня 20 21 р.

Голова науково-методичної комісії  доц. Гапак О.М.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

## 1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом	
	денна форма навчання	
Кількість кредитів ЄКТС – 6	Рік підготовки:	
Загальна кількість годин – 210	1-й	
Кількість модулів – 4	Семестр	
	1-й	2-й
Тижневих годин для денної форми навчання:  аудиторних – 2,8 години  самостійної роботи студента – 2,2 години	Лекції	
	30 год	14 год
	Практичні (семінарські)	
	–	–
Вид підсумкового контролю: екзамен	Лабораторні	
	18 год	10 год
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота	
	72 год	36 год
	Індивідуальна робота	
	–	30 год

## 2. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета викладання дисципліни – подати основні знання і прищепити основні вміння в галузі проектування і дослідження комп'ютерних систем та мереж різного призначення, апаратних і програмних засобів спеціалізованих та універсальних вузлів різного призначення та створених на їх основі комп'ютерних систем та мереж.

В результаті вивчення дисципліни, фахівець повинен:

Знати: основні напрямки та методи прийняття рішень, проектування і дослідження комп'ютерних систем та мереж, механізми реалізації функцій комп'ютерними апаратними засобами, принципи, інструменти і методики проектування апаратних та програмних засобів систем та мереж, засоби автоматизації виконання проектних робіт, способи, засоби верифікації функціонування і засоби визначення та обчислення основних параметрів систем і мереж та їх вузлів,

Вміти: приймати рішення в умовах багатокритеріальності, класифікувати задачі проектування, розробляти технічні завдання, методики проведення досліджень та вибирати оптимальні варіанти реалізації завдання на всіх етапах життєвого циклу систем, знаходити відповідні проекту аналогії, обрати програмно-апаратні засоби, аналізувати і об'єктивно оцінити отримані результати при проектуванні і дослідженні.

Відповідно до освітньої програми «Комп'ютерні системи та мережі», вивчення дисципліни сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких компетентностей:

- інтегральна (здатність розв'язувати складні задачі і проблеми у певній галузі професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог);

- загальні (ЗК1-здатність до адаптації та дій в новій ситуації, ЗК2-здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу; ЗК3-здатність проводити дослідження на відповідному рівні; ЗК4-здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; ЗК5- здатність генерувати нові ідеї (креативність); ЗК6-здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми ;ЗК7-здатність приймати обґрунтовані рішення;

- фахові (СК1-здатність до визначення технічних характеристик, конструктивних особливостей, застосування і експлуатації програмних, програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем та мереж різного призначення; СК2 - здатність розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення, компоненти комп'ютерних систем та мереж, інтернет додатків, кіберфізичних систем з використанням сучасних методів і мов програмування, а також засобів і систем автоматизації проектування; СК3-здатність проектувати комп'ютерні системи та мережі з урахуванням цілей, обмежень, технічних, економічних та правових аспектів; СК4-здатність будувати та досліджувати моделі комп'ютерних систем та мереж; СК5- здатність будувати архітектуру та створювати системне і прикладне програмне забезпечення

комп'ютерних систем та мереж; СК9- здатність представляти результати власних досліджень та/або розробок у вигляді презентацій, науково-технічних звітів, статей і доповідей на науково-технічних конференціях ; СК10 -здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних систем, мереж та їхніх компонентів; СК11- здатність обирати ефективні методи розв'язування складних задач комп'ютерної інженерії, критично оцінювати отримані результати та аргументувати прийняті рішення).

### 3. ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вивчення даної дисципліни базується на знанні студентами курсу (ОК33) «Технології проектування комп'ютерних систем», (ОК13) «Комп'ютерна схемотехніка», (ОК25) «Комп'ютерні системи».

### 4. ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Комп'ютерні системи та мережі», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити досягнення здобувачами вищої освіти таких програмних результатів навчання (ПРН):

<b>Програмні результати навчання</b>	<b>Шифр ПРН</b>
Застосовувати загальні підходи пізнання, методи математики, природничих та інженерних наук до розв'язання складних задач комп'ютерної інженерії.	ПРН1
Знаходити необхідні дані, аналізувати та оцінювати їх.	ПРН2
Будувати та досліджувати моделі комп'ютерних систем і мереж, оцінювати їх адекватність, визначати межі застосовності.	ПРН3
Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерної інженерії, необхідні для професійної діяльності, оригінального мислення та проведення досліджень, критичного осмислення проблем інформаційних технологій та на межі галузей знань.	ПРН4
Аналізувати проблематику, ідентифікувати та формулювати конкретні проблеми, що потребують вирішення, обирати ефективні методи їх вирішення	ПРН6
Вирішувати задачі аналізу та синтезу комп'ютерних систем та мереж.	ПРН7
Застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення складних задач комп'ютерної	ПРН8

інженерії та дотичних проблем.	
Здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії, аналізувати та оцінювати цю інформацію.	ПРН10
Приймати ефективні рішення з питань розроблення, впровадження та експлуатації комп'ютерних систем і мереж, аналізувати альтернативи, оцінювати ризики та імовірні наслідки рішень.	ПРН11
Зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію з питань інформаційних технологій і дотичних міжгалузевих питань до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються.	ПРН13

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «Дослідження і проектування комп'ютерних систем та мереж»:

<b>Очікувані результати навчання з дисципліни</b>	<b>Шифр ПРН</b>
Розуміння наукових та математичних положень, що лежать в основі організації засобів розв'язання складних задач комп'ютерної інженерії .	ПРН1
Вміння застосовувати математичні методи описання і проектування комп'ютерних систем; проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах.	ПРН2
Вміння побудувати моделі комп'ютерних систем і мереж, виконати їх оцінку та визначення межі застосовності.	ПРН3
Вміння застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, вміння оригінально мислити та проводити дослідження, критично осмислювати проблеми інформаційних технологій .	ПРН4
Знання, які потрібно для аналізу та формулювання конкретних проблем, а також вміння обирати ефективні методи для їх вирішення.	ПРН6
Розв'язування задач аналізу та синтезу комп'ютерних систем та мереж.	ПРН7
Вирішення складних задач комп'ютерної інженерії за допомогою застосування знань технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж	ПРН8
Вміння знаходити інформацію для розв'язання задач комп'ютерної інженерії, вміння аналізувати та оцінювати її.	ПРН10
Розробка, впровадження та експлуатація комп'ютерних систем і	ПРН11

мереж, вміння аналізувати альтернативи, оцінювати ризики та імовірні наслідки рішень.	
Вміння зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію з питань інформаційних технологій.	ПРН13

## **5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ**

Робоча програма з дисципліни «Дослідження і проектування комп'ютерних систем та мереж», що читається на першому курсі (магістр) для студентів ІТФ спеціальності КСМ складається зі змістових модулів. Кожний змістовий модуль складається з декількох тем (Т1, Т2 і т.д.).

Перший модуль складається з двох змістових модулів, кожен з яких включає по дві теми (Т1-Т2). Другий модуль містить два змістових по одній темі (Т1), а третій модуль включає два змістових, в кожному з яких по дві теми (Т1-Т2).

Використовуються методи усного контролю та письмового контролю. Поточний контроль передбачає: опитування студентів під час захисту лабораторних робіт та опитування на лекціях; контрольні роботи, індивідуальні, самостійні та тестові завдання. Підсумковий контроль передбачає екзамен у першому семестрі, залік — у другому семестрі.

Для контролю знань розроблено: перелік теоретичних питань та типових завдань (наведено в додатку); завдання для самостійної роботи, зі змістом яких студенти ознайомлюються на початку семестру.

Оцінка ECTS, яку студент отримує після вивчення кредитного модуля дисципліни, визначається відповідно до рейтингу студента. Рейтинг студента з кредитного модуля складається з балів, що він отримує протягом семестру за такі види робіт:

1. Модульна контрольна робота (МКР) тривалістю по 2 акад. години. Максимальна кількість балів за МКР – 50 балів.

2. Виконання лабораторних робіт.

Протягом вивчення дисципліни в 9-ому семестрі студенти виконують по 3 лабораторні роботи у першому та другому модулі (максимальна кількість балів – 40). В 10-му семестрі навчання заплановано один модуль, де також студенти виконують 3 лабораторні роботи (максимальна кількість балів – 40).

Бали із індивідуальної та самостійної роботи студентів нараховуються за: підготовку рефератів, модернізацію завдань, за творчий підхід до виконання завдань, виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів з дисципліни: 0-10 балів за кожен модуль.

Кожний модуль оцінюється максимально в 100 балів. В кінці дисципліни виводиться рейтинговий бал, який визначається як середнє арифметичне балів з двох модулів.

Необхідною умовою допуску до іспиту є відсутність заборгованостей з лабораторних робіт та зарахування контрольних робіт. У кінці вивчення

дисципліни виводиться рейтинговий бал, який визначається як середньоарифметичне балів отриманих за кожний модуль.

Розподіл балів, які отримують студенти за модуль приведені в таблицях.

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне тестування (опитування)				Самостійна робота	Письмова контрольна робота	Сума
Змістовий модуль 1		Змістовий модуль 2		10	50	100
T1	T2	T1	T2			
8	12	10	10			

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне тестування (опитування)		Самостійна робота	Письмова контрольна робота	Сума
Змістовий модуль 3	Змістовий модуль 4	10	50	100
T1	T1			
22	18			

В 10-му семестрі навчання заплановано один модуль та курсовий проект. Розподіл балів, які отримують студенти за модуль приведено в наступній таблиці:

### Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 3)

Поточне тестування (опитування)				Самостійна робота	Письмова контрольна робота	Сума
Змістовий модуль 5		Змістовий модуль 6		10	50	100
T1	T2	T1	T2			
12	10	8	10			

## Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Практичні (семінарські) заняття	-	-	-	-	-	-
Лабораторні заняття (допуск, виконання та захист)	3	40	3	40	3	40
Комп'ютерне тестування при тематичному оцінюванні	-	-	-	-	-	-
Письмове тестування при тематичному оцінюванні	1	10	1	10	1	10
Модульна контрольна робота	1	50	1	50	1	50
Разом		100		100		100

### Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Модульна контрольна робота містить чотири завдання. Перші два завдання включають теоретичний матеріал і, в залежності від відповіді студента на питання, вони оцінюються від 0 до 20 балів за кожне питання. Наступні два завдання – це практична частина, за допомогою, якої можна дізнатись про засвоєння матеріалу. Третє завдання цієї частини оцінюється від 0 до 10 балів, а четверте – від 0 до 20 балів. Максимальна кількість балів за модульну контрольну роботу дорівнює 50 балів.

### Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

До складання екзамену допускаються лише студенти, які мають рейтинговий бал не менше 35. Екзамен з навчальної дисципліни студент може не скласти, якщо він склав усі модулі та його влаштовує рейтингова оцінка.

Студенти, які мають рейтинговий бал від 35 до 59 екзамен складають обов'язково. Студент може підвищити на екзамені оцінку, при цьому рейтингова оцінка не може бути зменшена.

За результатами виконання студентом навчальної програми впродовж семестру рекомендується виставляти заліки та екзамени без додаткового опитування за такою шкалою:

### Шкала оцінювання вузу (ECTS та національна)

<b>Сумарні бали</b>	<b>Оцінка ECTS</b>	<b>Екзамен (диф. залік)</b>	<b>Залік</b>
90 – 100	A	Відмінно	Зараховано
82 – 89	B	Добре	
74 – 81	C		
64 – 73	D	Задовільно	
60 – 63	E		
35 – 59	FX	Незадовільно з можливістю повторного складання	Незараховано з можливістю повторного складання
1 – 34	F	Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	Незараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

## **6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **6.1 Зміст навчальної дисципліни**

#### **I СЕМЕСТР**

##### **Змістовий модуль № 1. Основи проектування комп'ютерних систем**

###### **Тема 1. Загальні поняття про проектування КСМ**

Система та її елементи. Принципи проектування складних об'єктів. Недоліки традиційних методів проектування. Нові методи проектування. Сутність структурного підходу. Порядок виконання проекту

###### **Тема 2. Процедура проектування комп'ютерних систем на базі НВІС**

Послідовність проектування. Експертні правила проектування. НВІС і програмована елементна база. Синтез і імплементація VHDL моделей проектів засобами САПР Xilinx WebPack. Прототипні плати для ПЛІС фірми Xilinx.

##### **Змістовий модуль № 2. Проектування на ПЛІС**

###### **Тема 1. Архітектура ПЛІС**

Блок вводу/виводу. Конфігуровальний логічний блок. Блокова пам'ять і помножувач. Тактування синхронної машини. Менеджер тактових сигналів. Внутрішня комутація. Процедура конфігурування ПЛІС.

###### **Тема 2. Проекти на ПЛІС**

Функційна таблиця. Мультиплексор. Комбінаційний операційний пристрій. Заціпка. Регістр зсуву. Апаратне множення. Регістровий файл. Пам'ять даних. Автомат. Двохнаправлена шина. Шина LVDS. DLL/DCM тактування.

##### **Змістовий модуль № 3. Розробка операційних пристроїв системи**

###### **Тема 1. Софтконтролери**

Розробка мікроконтролера з архітектурою Xess Gnome на основі VHDL моделі. Розробка мікроконтролера з архітектурою MIPS на основі VHDL моделі. Розробка мікроконтролера з архітектурою Xilinx PicoBlaze на основі VHDL моделі. Емуляція синтезованих проектів софтконтролера засобами прототипної плати.

##### **Змістовий модуль № 4. Проектування та дослідження комп'ютерних систем**

###### **Тема 1. Проектування та дослідження комп'ютерних систем промислового застосування**

Схема системи. Вимоги до системи. Характеристики послідовних інтерфейсів. Характеристики контролерів. Характеристики перетворювачів інтерфейсів і прийомопередавачів. Розробка алгоритмів роботи вузлів системи. Обчислення і дослідження часових параметрів системи. Технологія налаштування адресації контролерів Ethernet і CAN. Організація завантаження пам'яті мікроконтролера

## II СЕМЕСТР

### Змістовий модуль № 5. Проектування і дослідження комп'ютерних мереж

#### Тема 1. Проектування і дослідження кіберфізичних систем та мереж

Загальне поняття про кіберфізичну систему (КФС). Складові кіберфізичної системи. Проблеми створення кіберфізичних систем. Апаратно-програмна платформа для створення прикладних кіберфізичних систем.

#### Тема 2. Системна модель системи безпеки кіберфізичної системи

Підхід до створення комплексної системи безпеки КФС. Технології захисту інформації у КФС.

### Змістовний модуль № 6. Методи прийняття рішень при проектуванні та дослідженні комп'ютерних системах та мереж

#### Тема 1. Загальні аспекти та механізми прийняття рішень

Концепція прийняття рішень. Класифікація задач прийняття рішень в умовах визначеності, ризику, невизначеності. Вибір і нетривіальність задач прийняття рішень. Некритеріальне структурування альтернатив.

#### Тема 2. Моделі та методи прийняття рішень за умов багатокритеріальності. Метод аналітичної ієрархії.

Емпіричні методи прийняття рішень експертами. Експертне оцінювання. Метод парних порівнянь у МАІ. Міра узгодженості. Вектор пріоритетів. Адекватність моделі, отриманої методом МАІ. Рекомендації до побудови ієрархій

### 6.2 Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Усього	у тому числі				
лекції		практичні	лабораторні	індивідуальна робота	самостійна робота	
1	2	3	4	5	6	7
<b>Модуль 1</b>						
<b>Змістовий модуль № 1. Основи проектування комп'ютерних систем</b>						
<b>Тема 1. Загальні поняття про проектування КСМ</b> Система та її елементи. Принципи проектування складних об'єктів. Недоліки традиційних методів проектування. Нові методи	10	4				6

проектування. Сутність структурного підходу. Порядок виконання проекту.						
<b>Тема 2. Процедура проектування комп'ютерних систем на базі НВІС</b> Послідовність проектування. Експертні правила проектування. НВІС і програмована елементна база. Синтез і імплементування VHDL моделей проектів засобами САПР Xilinx WebPack. Прототипні плати для ПЛІС фірми Xilinx.		8				8
Разом за змістовим модулем 1	26	12				14
<b>Змістовий модуль № 2. Проектування на ПЛІС</b>						
<b>Тема 1. Архітектура ПЛІС</b> Блок вводу/виводу. Конфігурувальний логічний блок. Блокова пам'ять і помножувач. Тактування синхронної машини. Менеджер тактових сигналів. Внутрішня комутація. Процедура конфігурування ПЛІС.	22	6		4		12
<b>Тема 2. Проекти на ПЛІС</b> Функційна таблиця. Мультиплексор. Комбінаційний операційний пристрій. Заціпка. Регістр зсуву. Апаратне множення. Регістровий файл. Пам'ять даних. Автомат. Двохнаправлена шина. Шина LVDS. DLL/DCM тактування.	34	6		4	10	14
Разом за змістовим модулем 2	46	12		8	10	26
<b>Модуль 2</b>						
<b>Змістовий модуль № 3. Розробка операційних пристроїв системи</b>						
<b>Тема 1. Софтверні контролери</b> Розробка мікроконтролера з архітектурою Xess Gnome на основі VHDL моделі. Розробка мікроконтролера з архітектурою MIPS на основі VHDL моделі. Розробка мікроконтролера з архітектурою Xilinx PicoBlaze на основі VHDL моделі. Емуляція синтезованих проектів софтверного контролера засобами прототипної плати.	54	8		6	20	20
Разом за змістовим модулем 3	54	8		6	20	20

<b>Змістовий модуль № 4. Проектування та дослідження комп'ютерних систем</b>						
<b>Тема 1. Проектування та дослідження комп'ютерних систем промислового застосування</b> Схема системи. Вимоги до системи. Характеристики послідовних інтерфейсів. Характеристики контролерів. Характеристики перетворювачів інтерфейсів і прийомопередавачів. Розробка алгоритмів роботи вузлів системи. Обчислення і дослідження часових параметрів системи. Технологія налаштування адресації контролерів Ethernet і CAN. Організація завантаження пам'яті мікроконтролера	24	8		4		12
Разом за змістовим модулем 4	24	8		4		12
<b>Модуль 3</b>						
<b>Змістовий модуль № 5. Проектування і дослідження комп'ютерних мереж</b>						
<b>Тема 1. Проектування і дослідження кіберфізичних систем та мереж</b> Загальне поняття про кіберфізичну систему (КФС). Складові кіберфізичної системи. Проблеми створення кіберфізичних систем. Апаратно-програмна платформа для створення прикладних кіберфізичних систем.	14	4		4		6
<b>Тема 2. Системна модель системи безпеки кіберфізичної системи</b> Підхід до створення комплексної системи безпеки КФС. Технології захисту інформації у КФС.	12	2		4		6
Разом за змістовим модулем 5	26	6		8		12
<b>Змістовий модуль № 6. Методи прийняття рішень при проектуванні та дослідженні комп'ютерних системах та мереж</b>						
<b>Тема 1. Загальні аспекти та механізми прийняття рішень</b> Концепція прийняття рішень. Класифікація задач прийняття рішень в умовах визначеності, ризику, невизначеності. Вибір і нетривіальність задач прийняття рішень. Некритеріальне структурування альтернатив.	16	4				12

<b>Тема 2. Моделі та методи прийняття рішень за умов багатокритеріальності. Метод аналітичної ієрархії.</b> Емпіричні методи прийняття рішень експертами. Експертне оцінювання. Метод парних порівнянь у МАІ. Міра узгодженості. Вектор пріоритетів. Адекватність моделі, отриманої методом МАІ. Рекомендації до побудови ієрархій.	18	4		2		12
Разом за змістовим модулем б	34	8		2		24
<b>Всього</b>	<b>210</b>	<b>44</b>		<b>28</b>	<b>30</b>	<b>108</b>

### 6.3. Теми семінарських занять

Не передбачено навчальним планом.

### 6.4 Теми практичних занять

Не передбачено навчальним планом.

### 6.5. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Техніка безпеки. Опис пристрою з використанням часових діаграм його роботи	2
2	VHDL модель операційного автомата та її синтез в ПЛІС	4
3	VHDL модель керуючого автомата та її синтез в ПЛІС	2
4	VHDL модель пам'яті даних та її синтез в ПЛІС	2
5	Синтез в ПЛІС VHDL моделей двохнаправленої і LVDS шин	4
6	Імплементування і дослідження VHDL моделі софтверної машини з архітектурою MIPS	2
7	Моделювання роботи КС промислового призначення	4
8	Моделювання роботи давачів кіберфізичної системи	4
9	Моделювання роботи кіберфізичної системи	4
	<b>Разом</b>	<b>28</b>

## 6.6 Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Характеристики КС на базі НВІС	10
2	Розробка мікроконтролера з архітектурою Xilinx PicoBlaze на основі VHDL моделі	16
3	Організація КС з двонаправленими шинами	8
4	Обчислення часових параметрів Ethernet і CAN інтерфейсів	12
5	Вивчення засобів проектування на НВІС	18
6	Поглиблене вивчення розділу «Проектування КФС»	20
7	Прийняття рішень при проектуванні КСМ в умовах невизначеності	12
8	Детальне вивчення особливостей функціонування КС на протязі їх життєвого циклу.	12
	<b>Разом</b>	<b>108</b>

## 6.7 Індивідуальні завдання

Курсовий проект на тему «Розробка VHDL моделі комп'ютера»  
(планування розподілу індивідуальної роботи на курсове проектування)

№ п/п	Зміст індивідуальної роботи (курсний проект)	Кількість годин
1	Опрацювання вихідних даних на проектування комп'ютера з базовою архітектурою MIPS	2
2	Розробка архітектури комп'ютера і тестової програми	5
3	Розробка структури комп'ютера	5
4	Розробка VHDL моделі процесора з архітектурою MIPS	4
5	Розробка VHDL моделі програмної пам'яті і пам'яті даних	3
6	Розробка VHDL моделей і підсистем введення/виведення і переривання	3
7	Імплементування до ПЛІС та верифікація проекту	3
8	Оформлення матеріалів курсового проекту та його захист на комісії	5
	<b>Разом</b>	<b>30</b>

## **7. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА**

Використовуються традиційні методи навчання: лекції, лабораторні заняття, самостійна та індивідуальна робота студентів, консультації.

Лабораторні роботи виконуються на персональних комп'ютерах із встановленою операційною системою Windows, Linux.

Програмне забезпечення: САПР Xilinx WebPack. SystemC.

## **8. РЕКОМЕНДОВАНІ ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА**

### **Базова**

1. Дослідження і проектування комп'ютерних систем і мереж. Конспект лекцій. Частина І. Електронний документ (pdf-файл). 126 с.
2. Дослідження і проектування комп'ютерних систем і мереж. Конспект лекцій. Частина 2. Електронний документ (pdf-файл). 126 с.
3. David A. Patterson, John L. Hennessy. Computer Organization and Design. THE HARDWARE/SOFTWARE INTERFACE. / Elsevier Inc. 2005.684 p.
4. Information technology. Security techniques. Evaluation criteria for IT security. Parts 1, 2, 3: ISO/IEC 15408-1, 2, 3. – [Approved 2008-2009]. – Switzerland: ISO copyright office, 2008– 2009. – 456 p.
5. Мельник А.О. Кіберфізичні системи: багаторівнева організація та проектування / А.О.Мельник – Львів: Магнолія – 2006, 2020. – 238 с.
6. Файзільбуг Л.С. Теорія прийняття рішень / Л.С.Файзільбуг, О.А.Жуковська, В.С. Якимчук. – Київ: Освіта України, 2018. – 246 с.
7. Николайчук Я.М. Проектування спеціалізованих комп'ютерних систем / Навчальний посібник / Я.М. Николайчук, Н.Я. Возна, І.Р.Пітух – Тернопіль: ТЗОВ "Тернограф". 2010. – 392с.

### **Додаткова**

1. Сергиенко А.М. VHDL для проектирования вычислительных устройств / А.М. Сергиенко – Киев, ЧП «Корнейчук», ООО «ТИД «ДС», 2003. – 208 с.
2. Зотов В.Ю. Проектирование цифровых устройств на основе ПЛИС фирмы XILINX в САПР WebPack ISE / В.Ю. Зотов – М.: Горячая линия – Телеком. 2003. – 624 с.
3. Зотов В.Ю. Проектирование встраиваемых микропроцессорных систем на основе ПЛИС фирмы XILINX / В.Ю. Зотов – М.: Горячая линия – Телеком. 2006. – 520 с.
4. Ashenden P. The Designer's Guide to VHDL. Morgan Kaufman Publishers, Inc. San Francisco, CA. – 1996. – 688 p.
5. Letychevskiy O., Odarushchenko O., Peschanenko V., Kharchenko V., Volkov V. Modeling Method for Development of Digital System Algorithms Based on Programmable Logic Devices. Cybernetics and Systems Analysis. 2020. 56:710–717. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10559-020-00289-8>.

## Перелік питань до модульного контролю

### Модуль 1 Змістовий модуль 1

#### Тема 1.

1. За якими ознаками відрізняються *Підсистеми* і *Компоненти* системи.
2. Середовищами передачі даних в комп'ютерних мережах є...
3. Охарактеризуйте види документації, що використовуються при проектуванні КСМ.
4. Наведіть та охарактеризуйте вимоги, які необхідно використовувати при проектуванні КСМ.
5. Наведіть та охарактеризуйте етапи проектування КМ.
6. До основних мережних рішень належать...
7. Засоби проектування КСМ повинні бути...
8. Наведіть та охарактеризуйте принципи, що використовуються при проектуванні КСМ.
9. Які процедури використовуються при виконанні параметричного синтезу у проектуванні КСМ?
10. Наведіть основні розділи ТЗ на проектування КСМ.
11. Наведіть та охарактеризуйте недоліки традиційних методів проектування КСМ.
12. Наведіть та охарактеризуйте нові методи проектування КСМ.
13. Охарактеризуйте схемотехнічне проектування за допомогою САПР.
14. Охарактеризуйте проектування за допомогою мов опису апаратури.
15. Охарактеризуйте проектування з використанням часових діаграм роботи.
16. Охарактеризуйте основні стандарти, що використовуються при проектуванні КСМ.
17. Охарактеризуйте сутність структурного підходу, що використовуються при проектуванні КСМ.
18. Охарактеризуйте принципи, що використовуються при структурному підході до проектуванні КСМ.
19. Наведіть та охарактеризуйте стадії розробки і впровадження КСМ.
20. Які основні роботи виконуються на етапі Ескізного проектування?
21. Які основні роботи виконуються на етапі Технічного проектування?
22. Які основні роботи виконуються на етапі Робочого проектування?
23. Які основні роботи виконуються на етапі серійного впровадження?
24. Наведіть і охарактеризуйте етапи життєвого циклу КСМ.

#### Тема 2.

1. Експертні правила цифрового проектування.
2. Основна процедура цифрового проектування.
3. Охарактеризуйте етапи проектування з використанням ПЛІС.

4. Наведіть і охарактеризуйте характеристики програмованої елементної бази.
5. Наведіть і охарактеризуйте мікроархітектуру складної ПЛМ.
6. Наведіть і охарактеризуйте мікроархітектуру ПЛІС.
7. Наведіть і охарактеризуйте план процедури HDL проектування.
8. На якому етапі HDL проектування аналізуються часові характеристики та виконується часове моделювання.
9. На якому етапі створюється файл конфігурації проекту.
10. На якому етапі HDL проектування вводяться обмеження на проект.
11. Як здійснюється синтез і імплементація VHDL проектів на ПЛІС?
12. Охарактеризуйте САПР, що використовуються для програмування ПЛІС і ПЛМ.
13. Як здійснюється проектування і верифікація засобами САПР WebPack?
14. Охарактеризуйте різницю між висхідним і низхідним проектуванням на базі ПЛІС.
15. Охарактеризуйте основні особливості систем на кристалі.
16. Наведіть та охарактеризуйте організацію систем на кристалі.
17. Охарактеризуйте гетерогенну архітектуру систем на кристалі.
18. Охарактеризуйте структуру типової системи на кристалі.
19. Охарактеризуйте структуру накристаліної системи з шиною IBM CoreConnect/
20. Охарактеризуйте параметри системи на кристалі Xilinx MicroBlaze.
21. Охарактеризуйте 32-х бітовий софт-процесор Xilinx MicroBlaze.
22. Наведіть та охарактеризуйте блоки софт-процесора Xilinx MicroBlaze.

## **Змістовий модуль 2**

### **Тема 1.**

1. Визначення продуктивності ПЛІС.
2. Архітектура ПЛІС Virtex-2.
3. Внутрішня комутація ПЛІС.
4. Характеристики *Блоку введення-виведення* (БВВ) в ПЛІС фірми Xilinx .
5. Характеристики стандартів, що підтримуються блоками введення-виведення.
6. Організація пам'яті у БВВ
7. Організація регістрів подвійної швидкодії БВВ.
8. Організація конфігурального регістра і заціпки у БВВ.
9. Конфігурувальний логічний блок в ПЛІС фірми Xilinx
10. Особливості організації функційних таблиць.
11. Особливості організації розподіленої пам'яті Select RAM.
12. Особливості організації двохпортової пам'яті.
13. Конфігурація регістра зсуву.
14. Особливості арифметичної логіки.
15. Організація швидкого арифметичного переносу.
16. Організація високоімпедансних буферів.
17. Організація блокової пам'яті.

18. Організація перемножувача.
19. Особливості тактування синхронної машини.
20. Задача. Визначення параметрів тактування синхронної машини.
21. Робота схем з переносом і без переносу тактового імпульсу.
22. Організація менеджера цифрового тактування.
23. Конфігурація розподілу тактових сигналів в ПЛІС.
24. Синтез частот в менеджері цифрового тактування.
25. Задача. Визначення параметрів частот в менеджері цифрового тактування.
26. Технологія Active Interconnect.
27. Наведіть ресурси спеціального роутинга.
28. Конфігурування ПЛІС фірми Xilinx.

## **Тема 2.**

1. Елементарний VHDL проект "функційна таблиця".
2. Елементарний VHDL проект "мультиплексор".
3. Елементарний VHDL проект "операційний пристрій".
4. Оператори, змінні, сигнали в VHDL проектах.
5. Елементарний VHDL проект "защіпка".
6. Елементарний VHDL проект "регістр зсуву".
7. Елементарний VHDL проект "апаратне множення".
8. Елементарний VHDL проект "регістровий файл".
9. Елементарний VHDL проект "пам'ять даних".
10. Елементарний VHDL проект "автомат".
11. Елементарний VHDL проект "двохнаправлена шина".
12. Елементарний VHDL проект "dll/dcm тактування".
13. Елементарний VHDL проект "шина lvds".
14. Елементарний VHDL проект "ddr + lvds".
15. Яким фронтом сигналу здійснюється тактування в ПЛІС?
16. Назвіть переваги конвеєрної обчислювальної структури.
17. Задача. Написати однією з мов HDL програму табличної реалізації заданої логічної функції.
18. Охарактеризуйте типи мультиплексорів в ПЛІС.
19. Задача. Написати однією з мов HDL програму реалізації заданого типу мультиплексора ПЛІС.
20. Задача. Написати однією з мов HDL програму опрацювання чисел з знаками.
21. Задача. Написати однією з мов HDL програму порівняння модулів чисел.
22. Охарактеризуйте поведінкову модель операційного пристрою.
23. Яким чином здійснюється впорядкування операторів.
24. Задача. Написати однією з мов HDL програму оператора циклу.
25. Задача. Написати однією з мов HDL програму роботи защіпки.
26. Задача. Написати однією з мов HDL програму роботи регістрів зсуву.
27. Задача. Написати однією з мов HDL програму перемноження чисел.

28. Задача. Написати однією з мов HDL програму роботи однопортової синхронної пам'яті з асинхронним читанням.
29. Задача. Написати однією з мов HDL програми керування автоматами Мілі і Мура.
30. Задача. Написати однією з мов HDL програму передачі даних по двонаправленій шині.
31. Задача. Написати однією з мов HDL програму циклу запису передачі даних по двонаправленій шині.
32. Задача. Написати однією з мов HDL програму циклу читання передачі даних по двонаправленій шині.
33. Охарактеризуйте процес часового моделювання проекту.

## **Модуль 2**

### **Змістовий модуль 3**

#### **Тема 1.**

1. Опишіть програмну модель софтверного контролера Xess Gnome.
2. Наведіть та опишіть 5 (типи задаються викладачем), що виконує процесор «Гном».
3. Охарактеризуйте асемблерну тестову програму і її машинні коди.
4. Розробіть структуру і наведіть особливості розробки VHDL моделі процесора «Гном».
5. Розробіть структуру і наведіть особливості розробки VHDL моделі пам'яті даних.
6. Розробіть структуру і наведіть особливості розробки VHDL моделі пам'яті програм.
7. Наведіть процедуру синтезу VHDL моделі софтверного контролера.
8. Процес імплементування VHDL моделі софтверного контролера.
9. Поясніть параметри, що отримані під час імплементування VHDL моделі софтверного контролера.
10. Яким чином здійснюється симулювання імплементованого проекту.
11. Розробка функційних схем.
12. Структура софтверного мікроконтролера Xilinx picoblaze.
13. Інтерфейс софтверного мікроконтролера Xilinx picoblaze.
14. Продуктивність софтверного мікроконтролера Xilinx picoblaze.
15. Пам'ять програм софтверного мікроконтролера Xilinx picoblaze.
16. Асемблер софтверного мікроконтролера Xilinx picoblaze.
17. Апаратне множення в софтверному мікроконтролері Xilinx picoblaze.
18. Шаблон асемблерної програми апаратного множення в софтверному мікроконтролері Xilinx picoblaze.
19. Введення-виведення в софтверному мікроконтролері Xilinx microblaze.
20. Принцип організації переривання в софтверному мікроконтролері Xilinx picoblaze.
21. Часові характеристики переривання в софтверному мікроконтролері Xilinx picoblaze.
22. Симуляція переривання в софтверному мікроконтролері.
23. VHDL проект софтверного мікроконтролера Xilinx picoblaze.
24. Верифікація VHDL проекту софтверного мікроконтролера Xilinx picoblaze.

## Змістовий модуль 4

### Тема 1.

1. Охарактеризуйте основні особливості побудови систем промислового призначення.
2. Основні вимоги до системи промислового призначення.
3. Наведіть та охарактеризуйте схему системи промислового призначення.
4. Характеристики основних типів інтерфейсів, що використовуються в системах промислового призначення.
5. Основні типи стандартів, що використовуються при розробці і експлуатації систем промислового призначення.
6. Охарактеризуйте основні типи повідомлень в мережі CAN-інтерфейсу.
7. Як здійснюється контроль доступу до середовища передачі даних в системах промислового призначення.
8. Охарактеризуйте способи виявлення помилок у мережі промислового призначення.
9. Принцип дії механізму обмеження помилок.
10. Охарактеризуйте процес адресації та протоколи високого рівня.
11. Охарактеризуйте електричні параметри CAN-інтерфейсу.
12. Яким чином здійснюється налаштування швидкості передачі по CAN-шині.
13. Структура системи на базі SPI-інтерфейсу.
14. Організація роботи системи засобами лінк-портів.
15. Використання інтерфейсу Ethernet в системах промислового призначення.
16. Формати кадру Ethernet.
17. Принцип формування коду Манчестер-2.
18. Основні типи і характеристики контролерів, що використовуються в системах промислового призначення.
19. Основні типи і характеристики перетворювачів інтерфейсів.
20. Основні типи і характеристики прийомопередавачів.
21. Наведіть та опишіть схему з'єднання контролерів інтерфейсів і прийомопередавачів з вузлами керування.
22. Характеристики АЦП і ЦАП.
23. Структурна схема перетворювача інтерфейсу.
24. Наведіть і поясніть граф-схема алгоритму ініціалізації мікросхеми контролера Ethernet.
25. Робота контролера Ethernet в системі промислового призначення.
26. Задача. Аналіз і дослідження часових залежностей у бітовій синхронізації інтерфейсу CAN.
27. Задача. Аналіз і дослідження номінальної передачі біта у бітовій синхронізації інтерфейсу CAN.
28. Охарактеризуйте функції регістрів керування бітовою синхронізацією.
29. Охарактеризуйте методи і правила досягнення й підтримки синхронізації.
30. Охарактеризуйте технологію налаштування адресації контролерів Ethernet.

31. Охарактеризуйте технологію налаштування адресації контролерів CAN.
32. Охарактеризуйте організацію завантаження пам'яті мікроконтролерів в системах промислового призначення.
33. Наведіть і поясніть роботу схеми засобів завантаження пам'яті мікроконтролерів в системах промислового призначення.
34. Наведіть та обґрунтуйте вимоги до засобів завантаження пам'яті.
35. Визначення складу та вимог до програмних модулів засобів завантаження.
36. Наведіть та поясніть граф-схему роботи програми-завантажувача.
37. Охарактеризуйте процес завантаження пам'яті МК по каналу CAN.
38. Наведіть та поясніть граф-схему алгоритму роботи програмного забезпечення.
39. Наведіть та поясніть граф-схему алгоритму виконання процедури читання РПЗП даних мікроконтролера.
40. Наведіть та поясніть граф-схему алгоритму виконання процедури запису в РПЗП даних мікроконтролера.
41. Наведіть та поясніть граф-схему алгоритму виконання процедури запису в РПЗП програм.
42. Наведіть та поясніть граф-схему алгоритму виконання процедури читання РПЗП програм.
43. Наведіть та поясніть граф-схему алгоритму виконання процедури читання РПЗП конфігурації МК.
44. Наведіть та поясніть граф-схему алгоритму виконання процедури запису в РПЗП конфігурації МК.
45. Особливості розробки графічного інтерфейсу в системах промислового призначення.
46. Задача. Обчислення часових параметрів завантаження пам'яті МК заданого типу по каналах CAN.

## **Модуль 3**

### **Змістовий модуль 5**

#### **Тема 1.**

1. Під кіберфізичною системою (КФС) розуміють...
2. Наведіть і охарактеризуйте невирішені проблеми КФС.
3. Наведіть структуру КФС і охарактеризуйте її складові.
4. Наведіть особливості вбудованих систем.
5. Наведіть особливості сенсорних мереж.
6. Наведіть особливості комутаційних мереж.
7. Наведіть особливості інтелектуальних самоорганізованих систем.
8. Наведіть особливості засобів криптографічного захисту інформації.
9. Наведіть особливості високопродуктивних КС.
10. Охарактеризуйте проблеми створення КФС.
11. Наведіть і поясніть схему універсальної платформи для побудови для побудови прикладних КФС.
12. Охарактеризуйте основні завдання при дослідженні та розробці КФС.

13. Визначіть нові наукові здобутки, отримані при розробці КФС.
14. Задача. Розробіть та опишіть схему КФС за заданими вхідними параметрами.

## **Тема 2.**

1. Наведіть основні терміни і підходи до створення комплексної системи безпеки (КСБ) КФС.
2. Профілі безпеки КСБ.
3. Наведіть та охарактеризуйте систему моделювання КСБ.
4. Наведіть склад та характеристики інтелектуальної інфраструктури КСБ.
5. Наведіть склад та характеристики промислової інфраструктури КСБ.
6. Наведіть склад та характеристики комутаційного середовища КСБ.
7. Наведіть склад та характеристики фізичного простору КСБ.
8. Наведіть склад та характеристики кібернетичного простору КСБ.
9. Охарактеризуйте характерні загрози для КФС.
10. Охарактеризуйте технології захисту інформації у КФС.
11. Охарактеризуйте технології захисту інформації у КФС у задачі безпеки.
12. Охарактеризуйте технології захисту інформації у КФС у задачі конфідційності.
13. Охарактеризуйте технології захисту інформації у КФС у задачі цілісності.
14. Охарактеризуйте технології захисту інформації у КФС у задачі доступності.
15. Охарактеризуйте технології захисту інформації у КФС у задачі спостережуваності.
16. Охарактеризуйте технології захисту інформації у КФС у задачі гарантованості.

## **Змістовий модуль 6**

### **Тема 1.**

1. Визначіть основні параметри КСМ, котрі впливають на вибір методів прийняття рішень при їх проектуванні та дослідженні.
2. Визначіть базові структури КСМ, котрі визначають вибір методів прийняття рішень при їх проектуванні та дослідженні.
3. Визначіть основні параметри, котрі впливають на вибір методів прийняття рішень на кожному етапі життєвого циклу КСМ.
4. Основні теоретичні визначення задачі прийняття рішень (ЗПР) і теорії прийняття рішень (ТПР).
5. Охарактеризуйте категорії фахівців, що приймають участь при прийнятті рішень в процесі проектування та дослідження КСМ.
6. Охарактеризуйте основні труднощі, що виникають у процесі прийняття рішень.
7. Охарактеризуйте елементи процесу прийняття рішень.
8. Охарактеризуйте послідовність процедур процесу прийняття рішень.
9. Охарактеризуйте критерії, що використовуються при прийнятті рішень.

10. Наведіть та охарактеризуйте систему класифікації задач прийняття рішень
11. Задачі прийняття рішень в умовах визначеності.
12. Задачі прийняття рішень в умовах ризику.
13. Задачі прийняття рішень в умовах невизначеності.
14. Обґрунтуйте чому, здебільшого, при проектуванні КС задача прийняття рішень визначається в умовах визначеності, а КМ – в умовах невизначеності.
15. Задача. Визначення класів альтернатив і критеріїв прийняття рішень при проектуванні заданої структури і характеристик КС
16. Особливості вибору задачі прийняття рішень.
17. Вибір альтернативи при одному критерію і точній числовій оцінці значень альтернатив
18. Охарактеризуйте загальні принципи структуризації альтернатив.
19. Охарактеризуйте некритеріальне структурування альтернатив.
20. Охарактеризуйте метод "порівняльної переваги" елементів.
21. Задача. Виберіть альтернативи для заданих параметрів КС та проведіть дослідження КС методом "порівняльної переваги" елементів.
22. Охарактеризуйте метод "рядкових сум".
23. Задача. Для заданих параметрів КС визначіть альтернативи та сформууйте матрицю парних порівнянь.

## Тема 2.

1. Охарактеризуйте додаткові методи пошуку показників для прийняття рішення.
2. Охарактеризуйте багатотурову процедуру (метод Дельфі) прийняття рішень.
3. Наведіть якісні характеристики експертів, що використовуються в ТПР.
4. Охарактеризуйте метризовані відношення - кваліметрія в системі переваг якості альтернатив.
5. Охарактеризуйте основні аксіоми, що використовуються в кваліметрія в системі переваг якості альтернатив.
6. Охарактеризуйте особливості використання *Шкали найменувань* в ТПР.
7. Охарактеризуйте особливості використання *Рангової шкали* в ТПР.
8. Охарактеризуйте особливості використання *Шкали інтервалів* в ТПР.
9. Охарактеризуйте особливості використання *Шкали відношень* в ТПР.
10. Охарактеризуйте особливості використання *Абсолютної шкали* в ТПР.
11. Охарактеризуйте особливості використання *Шкали експертного оцінювання пріоритетів або переваг* в ТПР.
12. Задача. Для заданих параметрів КС чи КМ розробити *Психометричну шкалу* Сааті.
13. Охарактеризуйте *Метод експертних оцінок* в ТПР.
14. Наведіть та охарактеризуйте *Етапи підготовки і проведення експертизи* в ТПР.
15. Структурування альтернатив з використанням критеріїв.

16. Недомінуючі альтернативи Еджворта – Парето.
17. Моделі і методи прийняття рішень в умовах багато-критеріальності.
18. Парне порівняння на основі єдиної порядкової шкали.
19. Методи прийняття рішень на основі згортки критеріїв.
20. Метод головного критерію.
21. Лінійна (аддитивна) згортка як метод впорядкування альтернатив.
22. Максимінна згортка.
23. Мультиплікативна згортка.
24. Загальні відомості про метод аналізу ієрархій (МАІ).
25. Терміни, що використовуються при практичній роботі з МАІ.
26. Метод парних порівнянь у МАІ.
27. Міра узгодженості.
28. Вектор пріоритетів.
29. Індекс узгодженості та відношення узгодженості.
30. Адекватність моделі, отриманої методом МАІ.
31. Рекомендації до побудови ієрархій.

**Результати перегляду  
робочої програми навчальної дисципліни**

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_ / 20\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_\_\_).

(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

(підпис) (Прізвище

ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_ / 20\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_\_\_).

(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

(підпис) (Прізвище

ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_ / 20\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_\_\_).

(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

(підпис) (Прізвище ініціали)

Робоча програма перезатверджена на 20\_\_ / 20\_\_ н.р. без змін; зі змінами (Додаток \_\_\_\_).

(потрібне підкреслити)

протокол № \_\_ від «\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ р. Завідувач кафедри \_\_\_\_\_

(підпис) (Прізвище

ініціали)