

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра теоретичної та прикладної системотехніки

“ЗАТВЕРДЖУЮ”



Проректор з науково-педагогічної роботи

Олександр ГОЛОВКО

2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Цифрові (комп'ютерні) системи на основі програмованої логіки

(назва навчальної дисципліни)

рівень вищої освіти другий (магістерський) рівень

галузь знань 12 Інформаційні технології
(шифр і назва)

спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія
(шифр і назва)

освітня програма Комп'ютерна інженерія
(шифр і назва)

спеціалізація _____
(шифр і назва)

вид дисципліни обов'язкова
(обов'язкова / за вибором)

факультет Комп'ютерних наук

2022 / 2023 навчальний рік

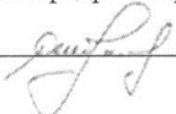
Програму рекомендовано до затвердження вченою радою факультету комп'ютерних наук «28» червня 2022 року, протокол №10

РОЗРОБНИК ПРОГРАМИ:

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри теоретичної та прикладної системотехніки
Мірошник Марина Анатоліївна

Програму схвалено на засіданні кафедри теоретичної та прикладної системотехніки
Протокол від «11» червня 2022 року, №12

Завідувач кафедри теоретичної та прикладної системотехніки

 Сергій ШМАТКОВ.

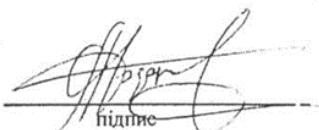
Програму погоджено з гарантом освітньої програми «Комп'ютерна інженерія»

Гарант освітньої програми «Комп'ютерна інженерія»

 Олена ТОЛСТОЛУЗЬКА

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук
Протокол від «24» червня 2022 року № 9

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук

 Анатолій БЕРДНІКОВ

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Цифрові (комп'ютерні) системи на основі програмованої логіки» складена відповідно до освітньо-професійної (освітньої-наукової) програми підготовки магістра спеціальності 123 – «Комп'ютерна інженерія».

1. Опис навчальної дисципліни

1.1. Мета викладання навчальної дисципліни є поглиблення та розширення теоретичних та практичних знань студентів в області сучасних методології цифрових (комп'ютерних) систем на основі програмованої логіки, вивчення мікроелектронних засобів реалізації сучасних цифрових технологій та методики їх впровадження у науковий експеримент. Акцент зроблено на практичне оволодіння прийомами роботи з програмованими логічними інтегральними схемами які, поряд з комп'ютером, становлять основу сучасних методів керування експериментом. Розглядаються апаратні – та програмні засоби створення, реалізації та верифікації проектів на базі електронних систем на кристали. Значна увага відведена методиці створення проектів на мовах опису апаратури Active HDL та VERILOG. Проектування цифрових пристроїв шляхом програмування ПЛІС сімейства FPGA (Field Programmable Gate Array) і мікроконтролерів та програмна реалізація алгоритмів обробки сигналів складають зміст практичної частини. Як базовий FPGA-кристал вибрано продукт фірми Xilinx – Spartan-6. Вибір обумовлений тим, що Xilinx була розробником технології FPGA, програмовані логічні інтегральні схеми цього виробника сьогодні мають найвищу швидкість, а дешевша лінійка її продуктів - Spartan™ і відповідні навчальні комплекти є цінними для використання у навчальному процесі. До того ж, з Internet-сайту фірми можна завантажити безкоштовну версію пакету програм, необхідних для проходження всього проектного маршруту: ідея – проектування – моделювання – верифікація.

1.2. Основні завдання вивчення дисципліни є формування теоретичного фундаменту і початкових навичок роботи з

- мікроконтролерами сімейства ARM (Advanced RISC Microprocessor),
- програмованими логічними інтегральними схеми (ПЛІС),
- апаратними засобами спряження цих систем між собою та з комп'ютером,
- ознайомлення з сучасною цифровою елементною базою, яка використовується при проектуванні потужних цифрових обчислювальних систем спеціального призначення;
- експериментальне використання набутих знань та вмій з принципів побудови та застосування основних схемотехнічних методів проектування в практичній діяльності.

Інтегральна компетентність

Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі і проблеми в галузі комп'ютерної інженерії, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК).

- ЗК01. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми за професійним спрямуванням.
- ЗК06. Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- ЗК08. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК)

ФК01 Здатність обґрунтовано обирати та застосовувати фундаментальні знання і моделі, а також технології створення та використання прикладного і спеціалізованого програмного забезпечення для розв'язування складних професійних задач і проблем комп'ютерної інженерії.

ФК03. Здатність до дослідження, системного аналізу та забезпечення безперервності бізнес/операційних процесів, концепцій, теорій, принципів і методів нових технологій, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень.

ФК04. Здатність застосовувати системний підхід до вирішення науково-технічних завдань комп'ютерної інженерії.

ФК07. Здатність застосовувати комплексний підхід до вирішення експериментальних завдань модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності.

ФК11. Здатність аргументувати вибір методів розв'язування складних спеціалізованих задач і проблем, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення.

ФК13. Здатність перетворювати формальні моделі в напрямку отримання практично необхідної комп'ютерної моделі та ставити задачі збереження і обробки даних.

1.3. Кількість кредитів 4.

1.4. Загальна кількість годин **105**

1.5. Характеристика навчальної дисципліни	
Обов'язкова / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
1-й	1-й
Семестр	
1-й	2-й
Лекції	
32год.	2 год.
Практичні, семінарські заняття	
26 год.	16 год.
Лабораторні заняття	
0 год.	0 год.
Самостійна робота	
57 год.	66год.
у тому числі індивідуальні завдання	
0 год.	

Обов'язкова дисципліна, 1 семестр, 4 кр., 32 г. лекцій, 16 г. практичних, 57 г. самост., 1 контр. робота, екзамен.

1.6. Заплановані результати навчання

Відповідно до вимог освітньо-кваліфікаційного рівня підготовки за результатами вивчення дисципліни студенти повинні

знати:

- будову та принципи функціонування мікроконтролерів сімейства ARM (LPC2148),
- будову та принципи функціонування програмованих логічних інтегральних схем сімейства FPGA (Xilinx Spartan-6),
- послідовність створення та реалізації проектів за допомогою програмно-апаратних засобів фірми Keil (µVision) та фірми Xilinx (ISE),
- принципи і апаратні інтерфейси спраження цих систем між собою та з комп'ютером,

вміти:

- розробляти і реалізовувати діючі цифрові проекти початкового рівня складності на основі мікроконтролерів та ПЛІС,

- володіти засобами поетапної верифікації функціонування розроблюваного пристрою,
- аналізувати результати моделювання та корегувати модель.

В результаті вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні програмні результати навчання (ПРН).

ПРН02. Знати і розуміти наукові і математичні положення, що лежать в основі функціонування програмних і програмно-технічних комп'ютерних засобів, систем та мереж, Інтернету речей, систем для оброблення великих даних.

ПРН04. Знати і розуміти принципи системного аналізу та забезпечення безперервності бізнес/операційних процесів, концепцій, теорій, принципів і методів нових технологій, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень.

ПРН06. Мати фундаментальні знання і розуміння моделей, а також технологій створення та використання прикладного і спеціалізованого програмного забезпечення розв'язування професійних задач і проблем комп'ютерної інженерії.

ПРН07. Знати засоби автоматизації проектування до розробки компонентів комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем тощо.

ПРН09. Вміти застосовувати знання для аналізу інженерних продуктів, процесів і систем за встановленими критеріями, ідентифікації, формулювання і розв'язування науково-технічних задач комп'ютерної інженерії, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей.

ПРН10. Вміти формулювати та розв'язувати задачі у галузі комп'ютерної інженерії, що пов'язані з процедурами спостереження об'єктів, вимірювання, контролю, діагностування і прогнозування з урахуванням загальнолюдських цінностей, суспільних, державних та виробничих інтересів.

ПРН11. Мати навички автономного і самостійного навчання у сфері комп'ютерної інженерії і дотичних галузей знань, аналізувати власні освітні потреби та об'єктивно оцінювати результати навчання.

ПРН14. Вміти застосовувати системний підхід до вирішення науково-технічних завдань комп'ютерної інженерії.

ПРН16. Вміти досліджувати, розробляти та впроваджувати засоби і системи автоматизації проектування до розробки компонентів комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем тощо.

ПРН17. Застосовувати, інтегрувати, розробляти, впроваджувати та удосконалювати сучасні інформаційні технології, науково-технічні методи і моделі, фізичні та математичні фундаментальні знання в галузі комп'ютерної інженерії.

ПРН18. Здатність аргументувати вибір методів розв'язування складних спеціалізованих задач і проблем, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення.

ПРН23. Здатність адаптуватись до нових ситуацій, обґрунтовувати, приймати та реалізовувати у межах компетенції рішення.

ПРН24. Усвідомлювати необхідність навчання впродовж усього життя з метою поглиблення набутих та здобуття нових фахових знань, удосконалення креативного мислення.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Технології проектування цифрових систем на кристалах.

Тема 1. Мета, задачі, зміст та обсяг дисципліни. Література. Технологічні конструктиви для імплементації цифрових систем на кристалах. Архітектури компонентів для проектування цифрових систем в пакеті кристалів.

Тема 2. Технології проектування цифрових систем на кристалах. Рівні абстракції. Y-діаграма.

Тема 3. Поведінкові та структурні моделі системного та процесорного рівня проектування.

Тема 4. Процедура синтезу на системному та процесорному рівнях. Методології системного проектування.

Тема 5. Платформова методологія. Методологія FPGA.

Тема 6. Хмарний сервіс EDAplayground для проектування цифрових систем на основі ПЛІС. Приклади синтезу цифрових схем з використанням мови опису апаратури Verilog.

Розділ 2. Введення в архітектуру ПЛІС. Проектування цифрових пристроїв на ПЛІС.

Тема 7. Програмуєма логіка та спеціалізовані схеми. Введення в архітектуру ПЛІС. Класифікація найпростіших програмувальних пристроїв: ППЗУ, ПЛІМ, ПМЛ. Мікросхеми FPGA фірми Xilinx. Архітектура мікросхеми, логічний блок який конфігурується, межз'єднання, вхідні-вихідні блоки. Принципи програмування і зберігання конфігурації. Архітектура CPLD фірми Altera. Мікросхеми серії Flex. Архітектура мікросхем Spartan 3E і Spartan 3A. Архітектура налагоджувальних плат.

Тема 8. Введення в синтез схем з використанням мов опису апаратури. Програми синтезу. Етапи проектування пристроїв. Інструменти linting. Підмножина конструкцій VHDL, що синтезується: типи даних. Підмножина конструкцій VHDL, що синтезується: синтез операторів. Шаблони стандартних логічних компонентів: комбінаційні схеми, послідовні схеми, автомати (FSM). Проектування арифметичних пристроїв.

Тема 9. Мікросхеми інтегральна схема спеціального призначення ASIC. Проектування на основі стандартних ячеек. Базовий матричний кристал (БМК). Проектування ASIC на основі БМК. Проектування ASIC с СФ-блоками, програмним і апаратним забезпеченням макро. Майнінг. MPW.

Тема 10. Класифікація ІС. Порівняльна характеристика FPGA і ASIC Класифікація ПЛІС по спеціалізації, архітектурі, рівневі інтеграції, кратності програмування. Області застосування ПЛІС. Xilinx - світовий лідер по виробництву FPGA Фірма Altera.

Тема 11. Xilinx Synthesis Technology (XST). Ресурси FPGA для проектування пам'яті. Типи пам'яті: розподілена пам'ять і виділені блоки пам'яті. HDL-моделі пам'яті Атрибути для керування процесом синтезу пам'яті: RAM_EXTRACT, RAM_STYLE. Синтез пам'яті програмою S.

Тема 12. Класифікація запам'ятовуючих пристроїв з погляду доступу до інформації. Пам'ять з адресним доступом. Пам'ять з послідовним доступом. Пам'ять з асоціативним доступом. Різна архітектурна організація пам'яті: проектування FIFO, LIFO, CAM.

Тема 13. Апаратне керування синхронізацією. Структурна схема блоків Delay-Locked Loop і Phase-Locked Loop. Примітиви керування синхронізацією: BUFGDLL, CLKDLL, DCM.

Тема 14. Огляд існуючої елементної бази фірм Xilinx і Altera. Системи на кристалі SoC фірм Xilinx, Altera, Atmel, Trinscend.

Тема 15. Стадії промислового проектування: моделювання, синтез, імплементація. Упровадження цифрових виробів. Роль PCore в будівництві цифрових систем. Проектирование асинхронного послідовательного інтерфейса UART. Система апаратного моделювання NES. Програма Design Verification Manager.

Тема 16. Перспективні технології розробки пам'яті, їхнє використання для створення портативних, динамічно репрограмувальних пристроїв.

комп'ютерних технологій в Україні												
Разом за розділом 2	75	16	16	-		43						
Усього годин	150	32	32	-		86						

АБО

Назви розділів	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
л		п	лаб.	інд.	с. р.	л		п	лаб.	інд.	с. р.	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Розділ 1. Основи побудови комп'ютерних систем.												
Разом за розділом 1	75	16	8									
Розділ 2. Основи побудови комп'ютерних мереж.												
Разом за розділом 2	75	16	8									
Розділ 3.												
Разом за розділом 3	75	16	8									
Розділ 4.												
Разом за розділом 4	75	16	8									
Усього годин	210	64	32									

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Формування графічного зображення схеми електричної принципової схеми та функціональне моделювання проекту засобами САПР Xilinx ISE Design Suite	2
2	Формування та завантаження конфігураційного файлу засобами САПР Xilinx ISE Design Suite.	2
3	Синтез проекту з використанням мови опису апаратури Verilog	2
4	Реалізація пристроїв на мікросхемі програмованої логіки.	2
5	Проектування арифметичних пристроїв. Автоматизація процесу тестування пристроїв.	2
6	Проектування різних типів пам'яті на ПЛІС. Проектування асоціативної пам'яті	2
7	Асинхронний послідовний приймач-передавач (UART).	2
8	Проектування пристроїв цифрової обробки сигналів (FiR-filter).	2
00	Разом	16

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
1	Методологія RUP: Надати опис основні завдання / проектні документи (артефакти), які повинні бути вирішені / створені на фазі RUP / Inception /Elaboration/Construction/ Transition. Показати, як методика виконання цієї фази RUP може бути застосована у вашій курсової / дипломної роботи.	
2	Гнучкі технології (agile-technologies) проектування ПЗ: Scrum and XP:	

	Покажіть, як методологія Scrum може бути застосована у вашому проєкті, зокрема, розгляньте при цьому такі поняття як: а) як виконати розподіл Scrum-ролей у вашому проєкті? б) що таке Product Backlog і Sprint Backlog в вашому проєкті? в) чим може бути для вас Daily Scrum Meeting і Sprint Review Meeting?	
3	Засоби специфікації вимог: Розробка контекстних діаграм SADT / IDEF0, з прикладами для своєї роботи. Проведіть її декомпозицію на 2-3 функціональних блоку наступного логічного рівня.	
4	Проектування системної архітектури ППС: 1. Модель «4 + 1» - уявлення системної архітектури (СА) з Ф. Кручтену (Ph. Kruchten): проєкція логічної структури (Logical View): призначення, артефакти, актори. Наведіть приклад можливої інтерпретації цієї проєкції опису СА в контексті своєї курсової / дипломної роботи. (для цього необхідно привести смислове назва теми своєї д / р). 2. Еталонна системна архітектура (ЕСА) типу «файл-сервер (file-server)»: її UML-діаграма, переваги і недоліки. Який тип ЕСА і чому (мотивація цього вибору) ви плануєте використовувати в своєму проєкті, для цього: а) привести список основних вимог, к-які важливі для вибору цієї архітектури; б) UML-діаграма цієї архітектури із зазначенням деталей реалізації (технології програмування + протоколи мережевої взаємодії); с) перерахуйте переваги та можливі недоліки цієї ЕСА. 3) ЕСА типу «клієнт-сервер» / «товстий клієнт» (thick client): її UMLдіаграма, переваги і недоліки. Який тип ЕСА і чому (мотивація цього вибору) ви плануєте використовувати в своїй курсовій / дипломній роботі, для цього: а) привести список основних вимог, к-які важливі для вибору цієї архітектури; б) UML-діаграма цієї архітектури із зазначенням деталей реалізації (технології програмування + протоколи мережевої взаємодії); с) перерахуйте переваги та можливі недоліки цієї ЕСА.	
5	Шаблони (патерни) проектування в процесі розробки ПЗ ППС: У контексті своєї курсової / дипломної роботи. і з урахуванням обраної ЕСА покажіть можливість застосування одного (або кількох) з патернів проектування з GoF-колекції	
6	Онтології як засіб моделювання даних і знань в розподілених гетерогенних системах 1. У контексті своєї дипломної роботи розробити її онтологію, для чого: а) перерахувати основні концепти ПрО (7-10 елементів) і визначити їх відносини в термінах: синонім / антонім / омонім, гіпонім / гипероним, холонім / мероним; б) розробити соотв. UML-діаграми класів цієї онтології. 2. Представити цю онтологію у вигляді EER - діаграми (не менше 4-5 сутностей!), для кожної сутності задати по 3-4 основних смислових атрибута. Визначити також всі розмірності і типи відповідних зв'язків між цими сутностями і задати для кожної з них можливі асоційовані атрибути (з урахуванням специфіки своєї ПрО). Рішення про склад цих атрибутів	

	прийняти самостійно.	
7	Технології інтеграції та федералізації ресурсів даних в розподілених ППС: Представити архітектурні схеми для реалізації технології інтеграції та федералізації ресурсів даних в розподілених ППС, навести конкретні приклади СКБД та програмних засобів для їх реалізації	
8	Платформа JEE для проектування КІР: Розглянути наступні питання програмної реалізації CORBA-об'єктів: 1. Що таке ORB і ІІОР? Яким чином з їх допомогою взаємодію CORBA-об'єкти? 2. Що таке IDL? Яким чином обробляються IDL-опису CORBA-об'єктів? 3. Які етапи повинні бути програмно реалізовані для створення серверного CORBA-об'єкта? 4. Які інтерфейси повинен мати IDL-модуль CORBA-сервера? 5. Які інтерфейси повинен мати IDL-модуль CORBA-клієнта? 6. Який метод забезпечує знаходження віддаленого CORBA-об'єкта? 7. Якими альтернативними способами можна виконати запуск 8. CORBA-додатки клієнтським застосуванням?	
	Разом	57

6. Індивідуальні завдання

Не має.

7. Методи навчання

Як правило, лекційні та практичні заняття проводяться аудиторна. В умовах дії карантину заняття проводяться відповідно до Наказу ректора Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (аудиторна або дистанційно за допомогою платформ Google Meet або Zoom).

8. Методи контролю

Контроль засвоєння навчального матеріалу здійснюється шляхом:

- поточного контролю під час проведення практичних занять;
- проведення контрольних робіт за результатами відпрацювання основних положень кожного розділу дисципліни;
- проведення письмового підсумкового контролю знань.

Контрольні завдання охоплюють основні принципіві питання, що визначають рівень підготовки студентів до вирішення практичних задач з навчальної дисципліни.

Згідно рішення кафедри теоретичної та прикладної системотехніки факультету комп'ютерних наук до екзаменів не допускаються студенти, які не виконали вимоги навчальних програм.

9. Схема нарахування балів

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання					Екзамен (залікова робота)	Сума
Розділ 1	Розділ 2	Контрольна робота, передбачена навчальним планом	Індивідуальне завдання	Разом		
T1 – T8	T9 – T16					
20	20	20		50	40	100

T1, T2 ... – теми розділів.

Критерії оцінювання навчальних досягнень

Критерії оцінювання знань студентів за контрольну роботу

Вимоги	Кількість балів
Повнота виконання завдання повна, студент здатен формулювати закони та закономірності, структурувати судження, умовиводи, доводи, описи.	25-30
Повнота виконання завдання повна, студент здатен формулювати операції, правила, алгоритми, правила визначення понять.	14-24
Повнота виконання завдання елементарна, студент здатен вибрати відомі способи дій для виконання фахових завдань.	8-13
Повнота виконання завдання фрагментарна.	1-7

Критерії оцінювання екзаменаційних робіт студентів

Вимоги	Кількість балів
Показані всебічні систематичні знання та розуміння навчального матеріалу; безпомилково виконані завдання.	35-40
Показані повні знання навчального матеріалу; помилки, якщо вони є, не носять принципового характеру.	30-35
Показано повне знання необхідного навчального матеріалу, але допущені помилки.	20-30
Показано повне знання необхідного навчального матеріалу, але допущені суттєві помилки	10-20
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки.	5-10
Показано недосконале знання навчального матеріалу, допущені суттєві помилки, які носять принциповий характер; обсяг знань не дозволяє засвоїти предмет.	1-5

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендована література

Основна література

1. Мірошник М.А. Технологій та автоматизація проєктування цифрових пристроїв складних комп'ютерних систем на ПЛІС: навчальний посібник / М.А. Мірошник, Л.А. Клименко, Я.Ю. Корольова / Харків: УкрДУЗТ, 2021. - 220с,

2. Мірошник М.А. Автоматизація проєктування вбудованих систем і програмних засобів на ПЛІС мовою опису апаратури: навч. посібник. / М.А. Мірошник, М.С. Курцев / Харків: УкрДУЗТ, 2021. - 331с.

3. Мірошник М.А. Методичні вказівки до лабораторних робіт та самостійної роботи їв та студентів з дисципліни “Проектування цифрових пристроїв та систем на ПЛІС” /М.А. Мірошник, Л.А. Клименко, Савін Ю.В. / Харків: УкрДУЗТ, 2020 - 48с.
4. Мірошник М.А. Проектування діагностичної інфраструктури обчислювальних систем і пристроїв на ПЛІС: монографія. Харків: 2012, 188с.
5. Схемотехнічне проектування і моделювання НВІС: Підручник / В. Хаханов, І. Хаханова, Є. Литвинова, М. Лобур, Г. Хаханова // Харків: ХНУРЕ, 2014.- 521 с.

Допоміжна література

1. Лаврищева К.М. Електронний підручник «Програмна інженерія» Київського національного університету ім. Т. Г. Шевченка [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://csc.knu.ua/uk/library/books/lavrishcheva-6.pdf>
2. Проектування цифрових систем з використанням мови VHDL: Навч. посібник/ В.В. Семенець, І.В. Хаханова, В.І. Хаханов. Харків: ХНУРЕ, 2003.- 492 с.
3. Ткачук М.В., Мартінкус І.О., Нагорний К.А., Гамзаєв Р. О. Про один підхід до оцінки ефективності застосування методів доменного моделювання при розробці сімейств програмних систем // Збірка наук. праць ХУПС, № 5(54), 2017. – С. 127-134.
4. М. Tkachuk, A. Vekshin, and R. Gamzayev A Model-Based Framework for Adaptive Resource Management in Mobile Augmented Reality System // Proceedings of the ICTERI2016: 12th International Conference on ICT in Education, Research and Industrial Applications: Integration, Harmonization and Knowledge Transfer, Kyiv, Ukraine, June 2124, 2016, CEUR-WS.org/Vol-1614, pp.41-56.
5. Ткачук М.В. Алгоритмічна модель адаптивного управління ресурсами мобільної системи доповненої реальності / М.В. Ткачук, О.В. Векшин, Д.М. Місюта // // Зб. наук. Праць «Системи обробки інформації», ХУПС ім. Івана Кожедуба. – Харків, – 2015. - № 12 (137), с.151- 155.

11. Посилання на інформаційні ресурси в Інтернеті, відео-лекції, інше методичне забезпечення

1. Ткачук М.В., Гамзаєв Р.О., Мартінкус І.О., Нагорний К.А., Хруслов Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Розробка та супровід проблемно-орієнтованих програмних систем» - ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2020. - 77 с
2. Хруслов М.М., Ткачук М.В., Гамзаєв Р.О. Застосування уніфікованої мови моделювання UML для аналізу та проектування програмного забезпечення інформаційних систем - Дистанційний курс, прот. №3 від 27.02.2020 Науковометодична рада ХНУ імені В.Н. Каразіна, Сертифікат № 205/2020, 2020р.

Додаток до робочої програми навчальної дисципліни _____
(назва дисципліни)

Дію робочої програми продовжено: на 20_____/20_____ н. р.

Заступник декана _____ факультету з навчальної роботи

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« ____ » _____ 20 ____ р.

Голова методичної комісії _____ факультету

(підпис)

(прізвище, ініціали)

« ____ » _____ 20 ____ р.