

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

(повне найменування закладу вищої освіти)

Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

(назва навчально-наукового інституту / факультету)

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Директор навчально-наукового інституту
фізико-технічних та комп'ютерних наук

О. В. Ангельський

2022 року



**РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни**

OK19 Архітектура мобільних і вбудованих комп'ютерів

(назва навчальної дисципліни)

обов'язкова

(вказати: обов'язкова / вибіркова)

Освітньо-професійна програма Програмування мобільних

вбудованих комп'ютерних систем та засобів Інтернету речей

(назва програми)

Спеціальність 123 Комп'ютерна інженерія

(вказати: код, назва)

Галузь знань 12 Інформаційні технології

(вказати: шифр, назва)

Рівень вищої освіти перший (бакалаврський)

(вказати: перший бакалаврський/другий магістерський)

навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

(назва факультету/ навчально-наукового інституту,
на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньо-професійною програмою)

Мова навчання українська

Чернівці 2022 рік

Робоча програма навчальної дисципліни

ОК19 Архітектура комп'ютерів

(назва навчальної дисципліни)

складена відповідно до освітньо-професійної програми

Програмування мобільних і вбудованих комп'ютерних систем та засобів

Інтернету речей, 123 Комп'ютерна інженерія,

(назва освітньо-професійної програми, код та назва спеціальності)

12 Інформаційні технології, 30 травня 2022 р.

(галузь знань: шифр та назва; дата останнього затвердження)

Розробники: Воробець Олександр Іванович, доцент кафедри КСМ,

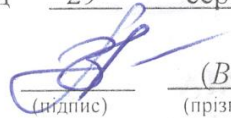
канд. фіз.-мат. наук, доцент

(П.І.Б. авторів, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних систем та мереж

Протокол № 1 від “29” серпня 2022 року

Завідувач кафедри



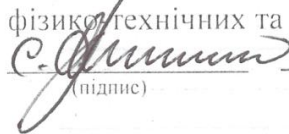
(Воробець Г.І.)

(прізвище та ініціали)

Схвалено методичною радою навчально-наукового інституту
фізико-технічних та комп'ютерних наук

Протокол № 1 від “31” серпня 2022 року

Голова методичної ради навчально-наукового інституту
фізико-технічних та комп'ютерних наук



(Струк Я. М.)

(прізвище та ініціали)

Чернівецький національний університет, 2022 рік

Чернівецький національний університет, 2023 рік

1. Мета навчальної дисципліни

Мета: формування необхідного рівня теоретичної та практичної підготовки студентів для грамотного використання ними знань пов'язаних з теорією, принципами та методами побудови і організації функціонування комп'ютерних систем при освоєнні суміжних дисциплін та у майбутній професійній діяльності.

2. Результати навчання

У результаті вивчення дисципліни студент повинен набути наступних знань, умінь і компетентностей.

2.1. Знати: основні терміни та визначення архітектури комп'ютерів; принципи побудови, функціонування та алгоритмічну організацію комп'ютерних систем і їх функціональних вузлів на апаратному та програмному рівнях; системи команд, способи адресації операндів, організацію структури даних в комп'ютерних системах; архітектуру процесорів комп'ютерних систем різних класів, особливості їх організації; фізичні основи побудови та логічні способи організації пам'яті; способи організації процесів введення-виведення інформації, режими роботи комп'ютерних систем; методи проектування, дослідження та проведення порівняльного аналізу комп'ютерних систем і їх типових вузлів, побудованих на сучасній елементній базі, в тому числі з використанням мікропроцесорних комплексів великих інтегральних схем;

2.2. Вміти: використовувати принцип програмного управління для організації обчислювальних процесів в комп'ютері; оцінювати характеристики комп'ютера на архітектурному та структурному рівнях; користуватися мовами опису апаратних і програмних засобів комп'ютерів; розробляти архітектуру процесорів на базі арифметико-логічних пристроїв з розподіленою та зосередженою логікою і пристроїв управління з жорсткою та програмованою логікою; розробляти системи і формати команд, структуру даних, способи адресації команд та операндів, мікроалгоритми і мікропрограми реалізації різних операцій; розробляти архітектуру багаторівневої пам'яті комп'ютера і алгоритми обміну інформацією між пристроями пам'яті різного рівня; розробляти та оцінювати методи захисту розділів пам'яті; розробляти програмні та апаратні засоби обміну даними між процесором і зовнішніми пристроями в режимі програмного обміну, переривань програми та прямого доступу до пам'яті; розробляти архітектуру пристроїв введення-виведення даних для різних режимів взаємодії з процесором; розробляти архітектуру, мікроалгоритми і мікропрограми для комп'ютера на базі мікропроцесорних комплектів великих інтегральних схем.

2.3. Набути компетентностей:

ЗК - загальних

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК7. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ФК - фахових

ФК3. Здатність створювати системне та прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж.

ФК5. Здатність використовувати засоби і системи автоматизації проектування до розроблення компонентів комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем тощо.

ФК6. Здатність проектувати, впроваджувати та обслуговувати комп'ютерні системи та мережі різного виду та призначення.

ФК11. Здатність оформляти отримані робочі результати у вигляді презентацій, науково-технічних звітів.

ФК12. Здатність ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу програмно-технічних засобів, комп'ютерних та кіберфізичних систем, мереж та їхніх компонентів шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання.

ФК14. Здатність проектувати системи та їхні компоненти з урахуванням усіх аспектів їх життєвого циклу та поставленої задачі, включаючи створення, налаштування, експлуатацію, технічне обслуговування та утилізацію.

ФК15. Здатність аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати, обґрунтовувати та захищати прийняті рішення.¹

ФК16. Здатність вирішувати спеціалізовані, проблемно-орієнтовані задачі апаратно-програмними засобами мобільних, вбудованих і розподілених комп'ютерних засобів і систем для реалізації проектів технологій Інтернету речей та кіберфізичних систем.²

ПРН - програмних результатів навчання:

ПРН1. Знати і розуміти наукові положення, що лежать в основі функціонування комп'ютерних засобів, систем та мереж.

ПРН2. Мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах.

ПРН3. Знати новітні технології в галузі комп'ютерної інженерії.

ПРН5*. Мати поглиблені знання сучасної елементної бази пов'язаної з технологіями Інтернету речей та кіберфізичних систем.⁴

ПРН6. Вміти застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей.

ПРН7. Вміти розв'язувати задачі аналізу та синтезу засобів, характерних для спеціальності.

ПРН9. Вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно-технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності.

Тема 2. Представлення даних у комп'ютері	9	2	-	2	-	5	-	-	-	-	-	-
Тема 3. Порядок виконання команд і програм в комп'ютері	18	4	-	4	-	10	-	-	-	-	-	-
Тема 4. Мова асемблера і системи команд сучасних процесорів	9	2	-	2	-	5	-	-	-	-	-	-
Тема 5. Процесори універсальних комп'ютерів	11	4	-	2	-	5	-	-	-	-	-	-
Тема 6. Математичні співпроцесори універсальних комп'ютерів	9	4	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-
Тема 7. Запобігання конфліктам в конвеєрі команд	12	2	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 1	70	20	-	10	-	40	-	-	-	-	-	-
Теми лекційних занять	Змістовий модуль 2. Організація мікропроцесора і пам'яті комп'ютера											
Тема 8. Мікроархітектура мікропроцесорів	14	4	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-
Тема 9. Алгоритми виконання операцій обробки даних	9	2	-	2	-	5	-	-	-	-	-	-
Тема 10. Арифметико-логічний пристрій	13	4	-	4	-	5	-	-	-	-	-	-
Тема 11. Пристрій керування	16	2	-	4	-	10	-	-	-	-	-	-
Тема 12. Багаторівнева пам'ять комп'ютера	9	4	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-
Тема 13. Організація пам'яті	9	4	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 2	70	20	-	10	-	40	-	-	-	-	-	-
Теми лекційних занять	Змістовий модуль 3. Організація введення-виведення (в/в) інформації в комп'ютерних системах											
Тема 14. Загальні питання організації і методи керування в/в	9	2	-	2	-	5	-	-	-	-	-	-
Тема 15. Архітектура і принцип дії допоміжних пристроїв і підсистем введення-виведення комп'ютера	13	4	-	4	-	5	-	-	-	-	-	-

Тема 16. Керування відеосистемою комп'ютера	11	2	-	4	-	5	-	-	-	-	-	-
Тема 17. Зовнішні інтерфейси комп'ютера	9	4	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-
Тема 18. Базова система в/в (BIOS)	7	2	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-
Тема 19. Особливості організації операційної системи комп'ютерів	7	2	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-
Тема 20. Паралельні комп'ютерні системи	7	2	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-
Тема 21. Комунікаційні мережі багато процесорних систем	7	2	-	-	-	5	-	-	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 3	70	20	-	10	-	40	-	-	-	-	-	-
Усього годин	210	60	-	30	-	120	-	-	-	-	-	-

3.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Розробка алгоритму і мікропрограми арифметичної операції	2
2.	Програмування керуючого автомата	4
3.	Архітектура ЕОМ і система команд	2
4.	Програмування розгалуженого процесу	2
5.	Програмування циклу з переадресацією	2
6.	Підпрограми і стек	4
7.	Командний цикл процесора	4
8.	Програмування зовнішніх пристроїв	2
9.	Принципи роботи кеш-пам'яті	4
10.	Алгоритми заміщення рядків кеш-пам'яті	4
Усього годин		30

3.4. Тематика індивідуальних завдань (теми курсового проектування)

Тема курсового проекту: "Розробка арифметико-логічного пристрою, що реалізує заданий набір операцій з врахуванням обмежень на код виконання операцій та спосіб побудови керуючого автомату".

Теми курсового проектування

№ вар.	Операції	Код ВО	Прапорці	Тип кер. авт.	№ вар.	Операції	Код ВО	Прапорці	Тип кер. авт.
1	$\pm, \&$	ПК	OV, Z	2	14	$\div 2, \vee$	ПК	OV, P	6
2	\times, \vee	ПК	OV, P	3	15	$\pm, \&$	ДК	OV, Z	3
3	$\div 1, \oplus$	ПК	OV, Z	4	16	\times, \vee	ПК	OV, C	2
4	$\times 2, \equiv$	ПК	OV, C	5	17	\pm, \equiv	ПК	OV, Z	1
5	$\div 2, \&$	ПК	OV, Z	6	18	$\times 2, \oplus$	ПК	OV, P	1
6	\times, \vee	ПК	OV, P	1	19	$\pm, \&$	ОК	OV, C	2
7	\pm, \equiv	ОК	OV, C	2	20	$\div 2, \vee$	ПК	OV, P	3
8	$\times 2, \oplus$	ПК	OV, P	3	21	$\div 1, \&$	ПК	OV, Z	4
9	$\div 1, \&$	ПК	OV, Z	4	22	\times, \equiv	ПК	OV, C	5
10	$\times 2, \vee$	ПК	OV, C	5	23	$\pm, \&$	ДК	OV, Z	6
11	\pm, \equiv	ДК	OV, Z	6	24	$\times 2, \vee$	ПК	OV, P	3
12	\times, \vee	ПК	OV, P	5	25	$\times 1, \equiv$	ПК	OV, C	5
13	\pm, \oplus	ОК	OV, C	4	26	$\pm, \&$	ПК	OV, Z	1

АЛУ, що розробляється, має виконувати одну арифметичну і одну порозрядну бінарну логічну операцію. Варіанти операцій: \pm - алгебраїчне додавання/віднімання; \times - множення звичайне; $\times 2$ - прискорене множення (з аналізом двох розрядів множника); $\div 1$ - ділення з відновленням залишку; $\div 2$ - ділення без відновлення залишку; \vee - диз'юнкція; $\&$ - кон'юнкція; \oplus - нерівнозначність; \equiv - еквівалентність.

Код виконання операції (ВО): прямий (ПК), обернений (ОК) або додатковий (ДК). Результатом виконання операції в АЛУ має бути не лише значення самої операції, а й значення ознаки результату (прапорці): Z - ознака нульового результату; P - ознака парності числа одиниць у результаті; C - ознака перенесення (позики) зі старшого розряду; OV - ознака арифметичного переповнення. Типи керуючих автоматів: 1 - "жорстка логіка", автомат Мура; 2 - "жорстка логіка", автомат Мілі; 3 - програмована логіка, єдиний формат мікрокоманди, примусова адресація; 4 - програмована логіка, єдиний формат мікрокоманди, природна адресація; 5 - програмована логіка, різні формати для операційних мікрокоманд та мікрокоманд переходу, природна адресація; 6 - програмована логіка, різні формати для операційних мікрокоманд та мікрокоманд переходу, примусова адресація.

3.5. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тенденції зміни основних характеристик апаратних засобів комп'ютера.	4
2	Процесори сучасних комп'ютерів.	4
3	Позиційні системи числення. Двійкові, вісімкові та шістнадцяткові числа.	4
4	Переведення чисел із системи числення з основою k у десяткову систему, і навпаки.	4
5	Представлення чисел зі знаком: прямий, обернений і доповняльний коди.	4
6	Приклади форматів команд комп'ютерної системи IBM370, комп'ютера Cyber-70.	4
7	Приклади форматів команд сучасного комп'ютера.	4
8	Системи команд сучасних процесорів (Pentium 4, UltraSPARC III, 8051) і їх порівняння.	4
9	Приклади виконання операцій в процесорах із складною та простою системою команд.	4
10	Мікроархітектура мікропроцесорів i8086-i80484.	4
11	Архітектури комп'ютерів, у яких відсутні конфлікти команд (комп'ютери: з довгим форматом команди, з комбінованою архітектурою, з явним паралелізмом виконання команд).	4
12	Логічні операції (заперечення, логічне І, логічне АБО, виключне АБО), операції зсуву (логічні, арифметичні та циклічні зсуви) та операції відношення (порівняння двійкових кодів на збіжність, визначення старшинства двійкових кодів).	4
13	Алгоритмічні операційні пристрої множення двійкових чисел з фіксованою комою (багатотактовий пристрій множення двійкових чисел з молодших розрядів при нерухомій сумі часткових добутоків з зсувом множеного вліво).	4
14	Алгоритмічні операційні пристрої множення двійкових чисел з фіксованою комою (багатотактовий пристрій множення двійкових чисел з старших розрядів при нерухомому множеному з зсувом суми часткових добутоків вліво).	4
15	Алгоритмічні операційні пристрої множення двійкових чисел з фіксованою комою (багатотактовий пристрій прискореного множення).	4
16	Порівняння пристроїв керування з жорсткою логікою та пристроїв мікропрограмного керування.	4
17	Масиви магнітних дисків з надлишковістю (базові типи дискових масивів RAID 0, RAID 1, RAID 2, RAID 3, RAID 4, RAID 5).	4
18	Масиви магнітних дисків з надлишковістю (типи дискових масивів RAID 6, RAID 7, RAID 10).	4
20	Способи захисту пам'яті від несанкціонованих звернень (за допомогою	4

	регістра захисту, за граничними адресами).	
21	Способи захисту пам'яті від несанкціонованих звернень (за значеннями ключів, кільцева схема захисту пам'яті).	4
22	Мультиплексний та селекторний канали введення-виведення.	4
23	Робота контролерів переривань в складі IBM-подібних ПК.	4
24	Принципи побудови відеотерміналів і формування зображень. Відеоадаптери.	4
25	Організація, протоколи і режими передачі даних шини I ² C.	4
26	Організація, протоколи і режими передачі даних шини SPI.	4
27	Розробка і оновлення BIOS.	4
28	Знайомство з операційною системою UNIX. Структура, віртуальна пам'ять, віртуальне введення-виведення та керування процесами в системі UNIX.	4
29	Організація комп'ютерних систем із розподіленою пам'яттю.	4
30	Багатоярусні неблокуючі комутуючі мережі з реконфігурацією.	4
Усього годин		120

4. Форми і методи навчання

Форми навчання – це проблемні й оглядові лекції, лабораторні заняття, заняття із застосуванням комп'ютерної та телекомунікаційної техніки, інтерактивні заняття з навчанням одних студентів іншими, інтегровані заняття, проблемні заняття, відеолекції, відеозаняття і відеоконференції засобами Google Meet, Zoom, Cisco Webex, заняття з використанням системи електронного навчання Moodle.

Методи: проблемний виклад матеріалу, частково-пошукові та дослідницькі лабораторні практикуми, презентації, кейс-стаді, консультації і дискусії, робота в інтернет-класі: електронні лекції, лабораторні роботи, дистанційні консультації та ін., спрямовані на активізацію і стимулювання навчально-пізнавальної діяльності студентів.

Підходи до навчання: використовуються студентоцентрований, проблемно-орієнтований, діяльнісний, комунікативний, професійно-орієнтований, міждисциплінарний підходи.

4.1. Реалізація навчального процесу

Здійснюється під час лекційних, лабораторних занять, самостійної поза-аудиторної роботи з використанням сучасних інформаційних технологій навчання, консультацій з викладачами.

Для **формувань умінь та навичок** застосовуються такі **методи навчання:**

- вербальні/словесні (*лекція, пояснення, розповідь, бесіда, інструктаж*);
- наочні (*спостереження, ілюстрація, демонстрація*);

- практичні (*проведення експерименту, практики, виконання курсового проекту*);
- пояснювально-ілюстративний або інформаційно-рецептивний, який передбачає пред'явлення готової інформації викладачем та її засвоєння студентами;
- репродуктивний (*виконання лабораторних завдань за зразком*);
- метод проблемного викладу матеріалу на лекційних заняттях.

4.2. Технічне й програмне забезпечення/обладнання

Лекції: Мультимедійний комплект в аудиторії 326.

Лабораторні роботи: Комп'ютери в лабораторії №302, 8 к. ЧНУ, кафедри КСМ з наступною конфігурацією:

- Motherboard Asus Prime H310M-A R2.0
- CPU Intel Pentium Gold G5400 (BX80684G5400) s1151 BOX
- SSD Apmacer AS350 Panther 240GB 2.5" SATAIII TLC (AP240GAS350-1)
- Memory HyperX DDR4-2400 8192MB PC4-19200 Fury Black (HX424C15FB2/8)
- Case GameMax ET-207 400 Вт
- Keyboard Defender Element HB-520 PS/2 Black (45520)
- Mouse 2E MF107 USB Black (2E-MF107UB)
- Monitor 21.5" Philips.

Програмне забезпечення: ліцензійні пакети Windows 10, MS Office software 79P-05726 OfficeProPlus 2019 UKR OLP NL Acdmc Non-specific No Level (Word, Excel, Power Point, Access); та відкриті пакети Linux, Ubuntu чи спеціалізовані інші.

5. Критерії оцінювання результатів навчання з навчальної дисципліни

Шкала та критерії оцінювання: національна та ЄКТС (Європейська кредитна трансферно-накопичувальна система, ECTS)

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
80 – 89	B	добре	
70 – 79	C		
60 – 69	D	задовільно	
50 – 59	E		
35 – 49	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0 – 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

6. Засоби оцінювання

- Засобами оцінювання та демонстрування результатів навчання є
- контрольні роботи;
 - стандартизовані тести;
 - завдання на лабораторному обладнанні;
 - презентації результатів виконаних завдань.

7. Форми поточного і підсумкового контролю

Формами поточного контролю рівня знань є усна та письмова відповідь студента при захисті виконаних лабораторних робіт, кількість отриманих балів при виконанні тестового завдання, а також письмова відповідь при написанні модульних контрольних робіт. Формами підсумкового контролю рівня знань є усна та письмова відповідь студента при здачі іспиту.

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)																					Підсумковий контроль (екзамен)	Сумарна кількість балів			
Змістовий модуль 1						Змістовий модуль 2						Змістовий модуль 3													
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	M1	T8	T9	T10	T11	T12	T13	M2	T14	T15	T16	T17	T18	T19	T20	T21	M3		
-	4	4	4	4	-	-	4	-	5	5	5	-	-	5	5	5	5	-	-	-	-	-	5	40	100

T1 ... T21 – теми змістових модулів; M1, M2, M3 – модульні контрольні роботи

Змістовий модуль 1. Загальна організація комп'ютерних систем

- T1. Сучасний комп'ютер. Загальні питання архітектури комп'ютерних систем (бали не виставляються)
- T2. Представлення даних у комп'ютері (виконання лабораторної роботи №1 – 4 бали)
- T3. Порядок виконання команд і програм в комп'ютері (виконання лабораторної роботи №2 – 4 бали)
- T4. Мова асемблера і системи команд сучасних процесорів (виконання лабораторної роботи №3 – 4 бали)
- T5. Процесори універсальних комп'ютерів (виконання лабораторної роботи №4 – 4 бали)
- T6. Математичні співпроцесори універсальних комп'ютерів (бали не виставляються)
- T7. Запобігання конфліктам в конвеєрі команд (бали не виставляються)
- M1. Модульна контрольна робота №1 – 4 балів

Змістовий модуль 2. Організація мікропроцесора і пам'яті комп'ютера

- T8. Мікроархітектура мікропроцесорів (бали не виставляються)
- T9. Алгоритми виконання операцій обробки даних (виконання лабораторної роботи №5 – 5 балів)
- T10. Арифметико-логічний пристрій (виконання лабораторної роботи №6 – 5 балів)
- T11. Пристрій керування (виконання лабораторної роботи №7 – 5 балів)
- T12. Багаторівнева пам'ять комп'ютера (бали не виставляються)
- T13. Організація пам'яті (бали не виставляються)
- M2. Модульна контрольна робота №2 – 5 балів

Змістовий модуль 3. Організація введення-виведення в комп. системах

- T14. Загальні питання організації і методи керування введенням-виведенням (виконання лабораторної роботи №8 – 5 балів)

- T15. Архітектура і принцип дії допоміжних пристроїв і підсистем введення-виведення комп'ютера (виконання лабораторної роботи №9 – 5 балів)
- T16. Керування відеосистемою комп'ютера (виконання лабораторної роботи №10 – 5 балів)
- T17. Зовнішні інтерфейси комп'ютера (бали не виставляються)
- T18. Базова система введення-виведення (BIOS) (бали не виставляються)
- T19. Особливості організації операційної системи комп'ютерів (бали не виставляються)
- T20. Паралельні комп'ютерні системи (бали не виставляються)
- T21. Комунікаційні мережі багатопроцесорних систем (бали не виставляються)
- M3. Модульна контрольна робота №3 – 5 балів

Розподіл балів, які отримують студенти за виконання курсового проекту

Пояснювальна записка проекту	Графічна частина проекту	Захист проекту	Сумарна кількість балів
30	30	40	100

8. Рекомендована література

1. Архітектура комп'ютерів. Арифметичні та управляючі пристрої. Практикум. [Електронний ресурс] : навч. посібн. для здобувачів ступеня бакалавра за освітньою програмою «Комп'ютерні системи та мережі» спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія» / Укладачі: В. І. Жабін, О. А. Верба; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 80 с.
2. Антоненко О. В., Бардус І. О. Архітектура комп'ютера та конфігурування комп'ютерних систем (на основі фундаменталізованого підходу): навч. посіб. – Бердянськ: БДПУ, 2018. – 292 с.: іл.
3. Тарарака В.Д. Архітектура комп'ютерних систем: навчальний посібник. – Житомир : ЖДТУ, 2018. – 383 с.
4. Матвієнко М. П., Розен В. П., Закладний О. М. Архітектура комп'ютера. Навчальний посібник. – К.: Видавництво Ліра-К, 2016. – 264 с.
5. Мельник А.О. Архітектура комп'ютера. Наукове видання. – Луцьк: Волинська обласна друкарня, 2008. – 470 с.: іл.

9 Інформаційні ресурси

- Система підтримки дистанційного навчання “Moodle”.
- Лекція: Архітектура комп'ютера
<https://www.youtube.com/watch?v=vAVgYstON18>