

	<p>Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка Фізико-математичний факультет Кафедра комп'ютерних наук</p> <p><b>СИЛАБУС</b> навчальної дисципліни <b>«АРХІТЕКТУРА ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ»</b></p>
---	--

## 1. Загальна інформація про курс

<b>Назва курсу, мова викладання</b>	<b>АРХІТЕКТУРА ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ</b> Мова викладання – українська.
<b>Викладачі</b>	Федорчук Володимир Анатолійович, доктор технічних наук, професор кафедри комп'ютерних наук, професор Татауров Віктор Петрович, асистент кафедри комп'ютерних наук
<b>Профайл викладачів</b>	<a href="https://cs.kpnu.edu.ua/2019/11/04/fedorchuk-volodymyr-anatoliyovych/#more-406">https://cs.kpnu.edu.ua/2019/11/04/fedorchuk-volodymyr-anatoliyovych/#more-406</a> <a href="https://cs.kpnu.edu.ua/2019/11/04/tataurov-viktor-petrovych/">https://cs.kpnu.edu.ua/2019/11/04/tataurov-viktor-petrovych/</a>
<b>E-mail</b>	<a href="mailto:fedvolod@kpnu.edu.ua">fedvolod@kpnu.edu.ua</a>
<b>Сторінка курсу в MOODLE</b>	<a href="https://moodle.kpnu.edu.ua/course/view.php?id=10966">https://moodle.kpnu.edu.ua/course/view.php?id=10966</a>
<b>Консультації</b>	В. А. Федорчук: щосередини 15.00 – 16.00. Місце проведення консультацій: аудиторія 29, платформа Google Meet В. П. Татауров: Місце проведення консультацій: аудиторія

## 2. Анотація до курсу

Навчальна дисципліна належить до переліку вибіркових освітніх компонентів, освітніх компонентів професійної підготовки, забезпечує професійний розвиток бакалавра. Предметом вивчення навчальної дисципліни є методи й засоби аналізу та побудови апаратних засобів сучасних обчислювальних систем, принципи їх функціонування.

## 3. Мета і цілі курсу

**Мета дисципліни:** засвоєння здобувачами вищої освіти знань та вмінь, необхідних для проектування та конфігурації засобів сучасної обчислювальної техніки, кваліфікованої її технічної підтримки, а також ефективного використання можливостей апаратної частини для розв'язування прикладних задач.

### Цілі курсу:

- формувати теоретичні знання здобувачів вищої освіти про методи, засоби, технології апаратної реалізації обчислювальних систем різного призначення;
- розвивати практичні вміння й навички в проектуванні і обслуговуванні ефективних обчислювальних структур, в тому числі багаторівневих, для розв'язування різноманітних прикладних задач.

### Компетентності:

<i>Інтегральна компетентність:</i> здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми в галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачає застосування певних теорій та методів інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.	
ЗК 01	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
ЗК 02	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК 03	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності
СК 12	Здатність забезпечити організацію обчислювальних процесів в інформаційних системах різного призначення з урахуванням архітектури, конфігурування, показників результативності програмного забезпечення

#### 4. Формат курсу

Стандартний курс (очний). Можливе застосування об'єктно-модульного динамічного середовища навчання Moodle та застосунків для проведення відеоконференцій.

Належить до обов'язкових освітніх компонентів, освітніх компонентів професійної підготовки ОПП.

#### 5. Результати навчання

ПРН 01	Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.
ПРН 02	Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.

#### 6. Обсяг і ознаки курсу

Найменування показників	Характеристика навчальної дисципліни
	денна форма здобуття вищої освіти
Рік навчання	Перший
Семестр вивчення	2
Кількість кредитів ЄКТС	4
Загальний обсяг годин	120
Кількість годин навчальних занять	48
Лекційні заняття	18
Практичні заняття	–
Лабораторні заняття	30
Самостійна та індивідуальна робота	72
Форма підсумкового контролю	залік

#### 7. Пререквізити курсу

*Дисципліни-пререквізити:* дискретні структури, вступ до спеціальності, алгоритми та структури даних.

#### 8. Технічне й програмне забезпечення, обладнання

Під час лекційних занять передбачається використання мультимедійного проєктора для демонстрації презентацій. Під час лабораторних занять використовується обладнання (комплекти на базі Arduino) та програмне забезпечення навчальних лабораторій обчислювальної техніки, закріплених за кафедрою комп'ютерних наук. Обов'язковим є використання підручників, посібників, зокрема, електронних. Передбачається застосування об'єктно-модульного динамічного середовища навчання MOODLE.

## 9. Політика курсу

**Відвідування занять.** Очікується, що здобувачі відвідуватимуть лекційні та лабораторні заняття. Під час відвідування всіх видів занять і консультацій очікується дотримання правил внутрішнього розпорядку Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка (<http://kpnu.edu.ua/pravylya-vnutrishnoho-rozporiadku/>) та етичних норм поведінки.

Очікується, що здобувачі дотримуватимуться термінів виконання усіх видів робіт, передбачених курсом. За несвоєчасно подані роботи / завдання (з порушенням визначених термінів) знижуватимуться бали.

Якщо здобувач не відпрацював пропущені навчальні заняття, не виправив оцінки 0,1,2,3, отримані на навчальних заняттях, виконав завдання самостійної роботи менше ніж на 60% від максимальної кількості балів, виділених на ці види робіт, він вважається таким, що має академічну заборгованість за результатами поточного контролю.

Виконання усіх лабораторних робіт є обов'язковим. Студенти зобов'язані дотримуватися термінів виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.

Пропущені заняття здобувач має відпрацювати. За відпрацьовані лекційні заняття оцінки не ставляться, за лабораторні заняття нараховуються бали середнього (4, 5, 6), достатнього (7, 8, 9) та високого рівня (10, 11, 12).

Очікується, що здобувачі поступово відпрацьовуватимуть пропущені заняття й завершать цей процес вчасно (до останнього лабораторного заняття з дисципліни). Відпрацювання лекційного заняття передбачає знання здобувачем ВО питань плану. Відпрацювання пропущеного лабораторного заняття передбачає опанування теоретичних питань плану заняття й виконання запланованих завдань.

Очікується, що здобувачі не будуть запізнюватися на заняття, а мобільні телефони під час занять використовуватимуть лише з освітньою метою.

**Методи навчання:** лекції, бесіди, дискусії, лабораторні роботи, моделювання, аналіз процесів, робота з першоджерелами і сайтами, проєктне навчання, індивідуальна робота, командна робота.

**Академічна доброчесність.** Дотримання академічної доброчесності регулюється Кодексом академічної доброчесності Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка [https://drive.google.com/file/d/1W\\_tRKAqt4kKFyD1zNzR76uxVZY3mUjBV/view](https://drive.google.com/file/d/1W_tRKAqt4kKFyD1zNzR76uxVZY3mUjBV/view) та Положенням про дотримання академічної доброчесності науково-педагогічними працівниками та здобувачами вищої освіти Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка <https://drive.google.com/file/d/1vwOb8sJzVjHpAnrAmFADtNQWYUhJny-R/view>.

Очікується, що роботи здобувачів будуть їх оригінальними міркуваннями. Відсутність покликань на використані джерела, фабрикавання джерел списування, втручання в роботу інших здобувачів ВО становлять, але не обмежують приклади можливої академічної недоброчесності. Списування під час контрольних робіт заборонені (зокрема, з використанням мобільних пристроїв). Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій чи лабораторній роботі здобувача та фактів списування є підставою для її незарахування викладачем (незалежно від масштабів плагіату чи обману).

**Неформальна та/або інформальна освіта.** Визнання КПНУ ім. І. Огієнка результатів навчання, здобутих шляхом формальної або інформальної освіти регламентовано «Порядок визнання в Кам'янець-Подільському національному університеті імені Івана Огієнка результатів навчання, здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти (нова редакція)». (<https://drive.google.com/file/d/19GCSM3y-K496gs8RQJp0mO9FjUJumb4T/view>).

У випадку, якщо здобувач освіти отримав знання у неформальній та інформальній освіті, зарахування результатів навчання здійснюється згідно Порядку визнання результатів навчання здобувачів вищої освіти, отриманих шляхом здобуття неформальної/інформальної освіти в Кам'янець-Подільському національному університеті імені Івана Огієнка, зокрема, якщо їх тематика відповідає змісту навчальної дисципліни (окремій темі або змістовому модулю).

**Література.** Для пошуку рекомендованої літератури здобувачі можуть послуговуватися бібліотекою університету, кафедри комп'ютерних наук, ресурсами Інтернету. Здобувачі ВО заохочуються до використання літератури, якої немає з-поміж рекомендованої.

**Комунікування з викладачем.** Спілкування з викладачами здійснюється під час лекційних і лабораторних занять (участь у бесідах, дискусіях, відповіді на питання тощо). Очікується, що здобувачі ВО будуть задавати викладачам запитання, цікавитися додатковими відомостями й сучасними науковими знаннями з курсу. Спілкування з викладачами здійснюється через корпоративну електронну пошту. Викладач щотижня проводить консультації.

**Форми контролю.** *Форми поточного контролю:* усні (індивідуальне опитування, фронтальне опитування), письмові (перевірка виконання завдань лабораторних робіт, самостійної роботи, тестування тощо). *Форма підсумкового контролю:* залік.

## 10. Схема курсу

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	разом	у тому числі			
		лекційні заняття	практичні заняття	лабораторні заняття	самостійна та індивідуальна робота
<b>Змістовий модуль 1. Основи будови і функціонування обчислювальних систем</b>					
<b>Тема 1.</b> Багаторівнева комп'ютерна організація.	6	2	–	–	4
<b>Тема 2.</b> Функціональні блоки комп'ютера.	6	2	–	–	4
<b>Тема 3.</b> Головна пам'ять.	6	2	–	–	4
<b>Тема 4.</b> Процесор.	12	4	–	–	8
<b>Тема 5.</b> Оптимізація виконання команд.	6	2	–	–	4
<b>Тема 6.</b> Кеш-пам'ять.	6	2	–	–	4
<b>Тема 7.</b> Зовнішня пам'ять.	6	2	–	–	4
<b>Тема 8.</b> Структурна організація сучасних комп'ютерів.	8	2	–	–	6
<b>Тема 9.</b> Периферійні пристрої.	6	–	–	–	6
<b>Тема 10.</b> Подання та обробка даних на рівні комп'ютера.	8	–	–	4	4
<b>Тема 11.</b> Архітектура мікроконтролера та реалізація роботи процесора.	8	–	–	4	4
<b>Тема 12.</b> Вивчення роботи портів вводу-виводу та базові керуючі конструкції.	8	–	–	4	4
<b>Тема 13.</b> Вивчення роботи послідовного порту та обмін даними	8	–	–	4	4
<b>Тема 14.</b> Робота з аналоговими сигналами з використанням АЦП та ЦАП. Організація ШІМ.	8	–	–	4	4
<b>Тема 15.</b> Переривання та ефективне управління системою	8	–	–	4	4
<b>Тема 16.</b> Реалізація послідовних інтерфейсів	10	–	–	6	4
<b>Разом годин</b>	<b>120</b>	<b>18</b>	<b>0</b>	<b>30</b>	<b>72</b>

## 11. Система оцінювання та вимоги

### Розподіл балів, що присвоюються здобувачам вищої освіти

<b>Поточний і модульний контроль (60 балів)</b>		<b>Сума</b>
Поточний контроль	МКР	100 балів
60 балів	40 балів	

#### *Поточний контроль (40 балів)*

Поточна успішність на навчальних заняттях оцінюється за 12-бальною шкалою.

Здобувач, знання, уміння і навички якого на навчальних заняттях за 12-бальною шкалою оцінено від 1 до 3 балів, вважається таким, що недостатньо підготувався до цих занять і має академічну заборгованість за результатами поточного контролю. Поточну заборгованість, пов'язану з невідповідністю або недостатньою підготовленістю до навчальних занять, здобувач вищої освіти повинен ліквідувати. За ліквідацію поточної заборгованості нараховуються бали середнього (4, 5, 6), достатнього (7, 8, 9) та високого рівня (10, 11, 12).

Пропущені заняття здобувач ВО має обов'язково відпрацювати. За відпрацьовані лекційні заняття оцінки не ставляться, за лабораторні заняття нараховуються бали середнього (4, 5, 6), достатнього (7, 8, 9) та високого рівня (10, 11, 12).

#### **Критерії оцінювання знань, умінь, навичок здобувачів вищої освіти**

Рівні навчальних досягнень	Оцінка в балах	Критерії оцінювання
Початковий (понятійний)	1	Здобувач вищої освіти володіє навчальним матеріалом на рівні засвоєння окремих термінів, фактів без зв'язку між ними: відповідає на запитання, які потребують відповіді «так» чи «ні».
	2	Здобувач вищої освіти не достатньо усвідомлює мету навчально-пізнавальної діяльності, робить спробу знайти способи дій, розповісти суть заданого, проте відповідає лише за допомогою викладача на рівні «так» чи «ні»; може самостійно знайти в підручнику відповідь.
	3	Здобувач вищої освіти намагається аналізувати на основі елементарних знань і навичок; виявляє окремі закономірності; робить спроби виконання завдань репродуктивного характеру; за допомогою викладача виконує прості завдання за готовим алгоритмом.
Середній (репродуктивний)	4	Здобувач вищої освіти володіє початковими знаннями, здатний виконати завдання за зразком; орієнтується в термінах, поняттях; самостійне опрацювання навчального матеріалу викликає значні труднощі.
	5	Здобувач вищої освіти розуміє суть навчальної дисципліни, може дати визначення понять, категорій (однак з окремими помилками); вміє працювати з підручником, самостійно опрацювати частину навчального матеріалу; виконує прості завдання за алгоритмом, але окремі висновки є нелогічними та непослідовними.
	6	Здобувач вищої освіти розуміє основні положення навчального матеріалу, може поверхнево аналізувати факти, явища, робить певні висновки; відповідь може бути правильною, проте недостатньо осмисленою; самостійно відтворює більшу частину матеріалу; вміє застосовувати знання під час виконання практичних завдань за алгоритмом, послуговуватися додатковими джерелами.
Достатній (алгоритмічно дієвий)	7	Здобувач вищої освіти правильно і логічно відтворює навчальний матеріал, оперує базовими поняттями, встановлює причинно-наслідкові зв'язки між ними; вміє наводити приклади на підтвердження певних думок, застосовувати теоретичні знання у стандартних ситуаціях; самостійно користуватися додатковими джерелами; правильно використовувати термінологію; складати таблиці, схеми.
	8	Знання здобувача вищої освіти досить повні, він вільно застосовує вивчений матеріал у стандартних ситуаціях; вміє аналізувати, робити висновки; відповідь повна, логічна, обґрунтована, однак з окремими неточностями; вміє самостійно працювати, може підготувати реферат і обґрунтувати його положення.
	9	Здобувач вищої освіти вільно володіє вивченим матеріалом, застосовує знання у дещо змінених ситуаціях, вміє аналізувати і систематизувати інформацію, робить аналітичні висновки, використовує загальновідомі докази у власній аргументації; чітко тлумачить предметні поняття, категорії; може самостійно опрацювати матеріал, виконує прості творчі завдання; має сформовані типові навички.

Рівні навчальних досягнень	Оцінка в балах	Критерії оцінювання
Високий (творчо-професійний)	10	Здобувач вищої освіти володіє глибокими і міцними знаннями та використовує їх у нестандартних ситуаціях; може визначати особливості процесів, фактів, явищ; робить аргументовані висновки; практично оцінює сучасні здобутки в галузі комп'ютерних наук; самостійно визначає мету власної діяльності; виконує творчі завдання; може сприймати іншу позицію як альтернативну; використовує знання, аналізуючи різні явища, процеси.
	11	Здобувач вищої освіти володіє узагальненими знаннями з навчальної дисципліни, аргументовано використовує їх у нестандартних ситуаціях; вміє знаходити джерела інформації та аналізувати їх, ставити і розв'язувати проблеми, застосовувати вивчений матеріал для власних аргументованих суджень у практичній діяльності (диспути, круглі столи тощо); спроможний за допомогою викладача підготувати виступ на студентську наукову конференцію; самостійно вивчити матеріал; визначити програму своєї діяльності.
	12	Здобувач вищої освіти має системні, дієві знання, виявляє неординарні творчі здібності в навчальній діяльності; використовує широкий арсенал засобів для обґрунтування та доведення своєї думки; розв'язує складні проблемні ситуації та завдання; схильний до системно-наукового аналізу та прогнозу явищ; вміє ставити і розв'язувати проблеми, самостійно здобувати і використовувати інформацію; займається науково-дослідною роботою; логічно та творчо викладає матеріал в усній та письмовій формі; розвиває свої здібності й схильності; використовує різноманітні джерела інформації; моделює ситуації в нестандартних умовах.

### ***Модульна контрольна робота (40 балів)***

Наприкінці змістового модуля здобувачі вищої освіти виконують МКР, яка проводиться з метою визначення рівня знань, здобутих під час опрацювання даного освітнього компонента. До її виконання допускаються всі здобувачі ВО.

Модульна контрольна робота виконується у формі тесту з 50 запитань. Кожне питання оцінюється у 2 бали. Підсумкова оцінка за МКР визначається шляхом прямопропорційного перерахування балів. Модульна контрольна робота оцінюється максимально у 40 балів. Невиконання МКР оцінюється в 0 балів. Позитивну оцінку за МКР не рекомендується покращувати.

### ***Самостійна робота***

Перевірку питань й завдань самостійної роботи, які здобувачі освіти готують на практичні заняття, здійснює викладач, який їх проводить. Їх оцінювання є складником загальної оцінки, що виставляється на практичному занятті.

Самостійна робота передбачає опрацювання матеріалу лекційних занять, попередню підготовку до лабораторних занять; виконання завдань і вправ в позааудиторний час; підготовку до обговорення окремих теоретико-практичних тем; самостійне вивчення окремих теоретичних тем курсу; підготовку до написання модульної контрольної роботи; відвідування консультацій (згідно з графіком консультацій кафедри).

### ***Рейтингова оцінка з кредитного модуля (100 балів)***

Рейтингова оцінка з кредитного модуля – сумарна підсумкова оцінка за 100-бальною шкалою рівня засвоєння здобувачем вищої освіти певного кредитного модуля (навчальної дисципліни) упродовж його вивчення.

Рейтингова оцінка у балах знань, умінь і навичок здобувача вищої освіти на навчальних заняттях з навчального (змістового) модуля обчислюється після проведення цих занять та ліквідації здобувачем вищої освіти поточної заборгованості, пов'язаної з пропусками занять, непередбаченою або недостатньою підготовленістю до них.

Перескладання рейтингових оцінок (від 60 і більше балів) з метою їх підвищення дозволяється лише у виняткових випадках за погодженням з деканом факультету та з дозволу ректора університету.

Оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти з навчальної дисципліни здійснюється відповідно до таблиці 1 Положення про організацію освітнього процесу в Кам'янець-Подільському національному університеті імені Івана Огієнка (нова редакція) (<https://drive.google.com/file/d/1ZbMN35h-7ZSJBBOVvL2bTCaLtRbcQA86/view>).

Таблиця 1

**Таблиця відповідності шкал оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти**

Рейтингова оцінка з кредитного модуля	Оцінка за шкалою ECTS	Оцінка за національною шкалою
90-100	A (відмінно)	зараховано
82-89	B (дуже добре)	
75-81	C (добре)	
67-74	D (задовільно)	
60-66	E (достатньо)	
35-59	FX (незадовільно з можливістю повторного складання )	не зараховано
34 і менше	F (незадовільно з обов'язковим проведенням додаткової роботи щодо вивчення навчального матеріалу кредитного модуля)	

## 12. Основна література

- Архітектура комп'ютерних систем / Укладач : Голотенко О.С. Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016. 120 с. URL: <https://elartu.tntu.edu.ua/bitstream/123456789/18313/1/Arkhitektura.pdf>
- Архітектура комп'ютерних систем. [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студ. спеціальності 126 «Інформаційні системи та технології» / Є. О. Батрак. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2020. 110 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/180a1bfe-cfc6-488e-a874-53cb8c00d267/content>
- Архітектура обчислювальних систем. [Електронний ресурс] : Навч. посіб. для здобувачів ступеня бакалавра спец. 122 Комп'ютерні науки / В. Г. Артюхов та ін. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023. 85 с. URL: [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/63570/1/AOS\\_MetRHR\\_2023.pdf](https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/63570/1/AOS_MetRHR_2023.pdf)
- Ковальчук М. Л., Ушенко Ю. О., Угрин Д. І. Архітектура комп'ютерів. Навчальний посібник. Чернівці: Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, 2022. 188 с. URL: [https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/6798/%D0%90%D1%80%D1%85%D1%96%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0%20%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF\\_%D0%90%D1%80%D1%87%D0%B5%D1%80.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/6798/%D0%90%D1%80%D1%85%D1%96%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0%20%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%BF_%D0%90%D1%80%D1%87%D0%B5%D1%80.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів : навч.-метод. посібник [Електронне видання] / О. В. Задерейко, Н. І. Логінова, О. Г. Трофименко, С. В. Манаков, А. А.Толокнов, В. І. Гура. 2-ге вид. перероб. і доповн. Одеса : 2022. 288 с. URL: <http://hdl.handle.net/11300/22720>
- Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів : навч. посіб. [Електронне видання] / О.В. Задерейко, Н.І. Логінова, О.Г. Трофименко, О.В. Троянський, А.А. Толокнов. Одеса : Фенікс, 2021. 163 с. URL: <https://hdl.handle.net/11300/14473>
- Литвинов А. Л. Практикум з архітектури комп'ютерних систем: навч. посібник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. 68 с. URL: [https://eprints.kname.edu.ua/56119/1/2020%2021%D0%9D%20%D0%BF%D0%B5%D1%87%20%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D1%83%D0%BC%20%D0%9F%D0%97%20%D0%90%D1%80%D1%85%D1%96%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC\\_%D0%9B%D0%B8%D1%82%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2.pdf](https://eprints.kname.edu.ua/56119/1/2020%2021%D0%9D%20%D0%BF%D0%B5%D1%87%20%D0%9F%D1%80%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%B8%D0%BA%D1%83%D0%BC%20%D0%9F%D0%97%20%D0%90%D1%80%D1%85%D1%96%D1%82%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0%D0%9A%D0%BE%D0%BC%D0%BF%D0%A1%D0%B8%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BC_%D0%9B%D0%B8%D1%82%D0%B2%D0%B8%D0%BD%D0%BE%D0%B2.pdf)
- Литвинов А. Л. Практикум з архітектури комп'ютерних систем: навч. Посібник. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. 68 с. URL: <https://eprints.kname.edu.ua.pdf>

9. Навчальний посібник з дисципліни «Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів» для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки». Полтава: НУПП, 2023. 203 с. [https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PolNTU/12762/1/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA\\_%D0%9A%D0%A1%D0%90%D0%9A\\_05062023%20.pdf](https://reposit.nupp.edu.ua/bitstream/PolNTU/12762/1/%D0%9F%D0%BE%D1%81%D1%96%D0%B1%D0%BD%D0%B8%D0%BA_%D0%9A%D0%A1%D0%90%D0%9A_05062023%20.pdf)

10. Тарарака В.Д. Архітектура комп'ютерних систем: навчальний посібник. Житомир : ЖДТУ, 2018. 383 с.

11. Федорчук В. А. Проектування структури процесора при вивченні дисципліни «Архітектура обчислювальних систем» Наукові праці Кам'янець-Подільського національного університету імені Івана Огієнка: збірник за підсумками звітної наукової конференції викладачів, докторантів і аспірантів. [Електронний ресурс]. Кам'янець-Подільський: Кам'янець-Подільський національний університет імені Івана Огієнка, 2022. Вип. 21. С 315-319. <http://elar.kpnu.edu.ua>