

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ І. І. МЕЧНИКОВА

Кафедра комп'ютерних систем та технологій



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Олександр ЗАПОРОЖЧЕНКО

» *Вересень* 2022р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВБ 1.01. Архітектура ЕОМ

Рівень вищої освіти: **Перший (бакалаврський)**
Галузь знань: **15 «Автоматизація та приладобудування»**
Спеціальність: **151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»**
Освітньо-професійна програма: **«Комп'ютерна обробка та аналіз даних»**

ОНУ
Одеса
2022

Робоча програма навчальної дисципліни «Архітектура ЕОМ». – Одеса: ОНУ,
2022. –14с.

Розробники: Берков Ю.М., старший викладач кафедри комп'ютерних систем та
технологій

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерних систем та
технологій

Протокол № 1 від. "29" 08 2022р.

Завідувач кафедри _____

(підпис)

(Юрій ГУНЧЕНКО)
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено із гарантом ОПП «Комп'ютерна обробка та аналіз даних»

(Віктор ВОЛКОВ)
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) _____
факультету

Протокол № 1 від. "6" вересня _____ 2022 р.

Голова НМК _____

(підпис)

(Наталя МАСЛЄВА)
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри _____

Протокол № _____ від. " " _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____

(підпис)

(_____)
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри _____

Протокол № _____ від. " " _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____

(підпис)

(_____)
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		<i>Очна форма навчання</i>	<i>Заочна форма навчання</i>
Загальна кількість: кредитів – 3 годин – 90 змістовних модулів – 2	Галузь знань <i>15 «Автоматизація та приладобудування»</i> Спеціальність <i>151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»</i> Рівень вищої освіти: <i>Перший (бакалаврський)</i>	<i>Дисципліна вільного вибору</i>	
		<i>Рік підготовки:</i>	
		2-й	
		<i>Семестр</i>	
		3-й	
		<i>Лекції</i>	
		20 год.	
		<i>Практичні, семінарські</i>	
		год.	год.
		<i>Лабораторні</i>	
		24 год.	.
		<i>Самостійна робота</i>	
		46 год.	
		Форма підсумкового контролю: <i>залік</i>	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою курсу “Архітектура ЕОМ” є вивчення та опанування студентами основних відомостей про апаратні та програмні засоби сучасних комп’ютерів, способи подання програм і даних, про призначення, структуру й особливості функціонування окремих пристроїв комп’ютера, про організацію його роботи в цілому, а також сучасні архітектурні рішення, що сприяли значному підвищенню продуктивності комп’ютерів. Основна увага приділяється вивченню принципів роботи центральних пристроїв комп’ютера: процесора і оперативної пам’яті, архітектурі сучасних комп’ютерів, системі машинних команд та основам низкорівневого програмування.

Завдання. Надання студентам базових знань щодо апаратної частини комп’ютера, його технічних характеристик і функціональних можливостей, архітектурних рішень, що сприяють підвищенню продуктивності комп’ютерів. Придбання уявлення про розробку програмного забезпечення за допомогою алгоритмічної мови Assembler.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей**:

а) загальних (ЗК):

ЗК1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК2. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

б) спеціальних/фахових:

СК2. Здатність застосовувати знання фізики, електротехніки, електроніки і мікропроцесорної техніки, в обсязі, необхідному для розуміння процесів в системах автоматизації та комп’ютерно-інтегрованих технологіях.

СК3. Здатність виконувати аналіз об’єктів автоматизації на основі знань про процеси, що в них відбуваються та застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування.

СК5. Здатність обґрунтовувати вибір технічних засобів автоматизації на основі розуміння принципів їх роботи аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації і експлуатаційних умов; налагоджувати технічні засоби автоматизації та системи керування.

СК9. Здатність вільно користуватись сучасними комп’ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань, програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп’ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПР02. Знати фізику, електротехніку, електроніку та схемотехніку, мікропроцесорну техніку на рівні, необхідному для розв’язання типових задач і проблем автоматизації.

ПР08. Знати принципи роботи технічних засобів автоматизації та вміти обґрунтувати їх вибір на основі аналізу їх властивостей, призначення і технічних характеристик з урахуванням вимог до системи автоматизації та

експлуатаційних умов; мати навички налагодження технічних засобів автоматизації та систем керування.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти повинен

знати:

- технічні параметри і класифікацію комп'ютерів та комплексів на їх основі;
- структурну схему персонального комп'ютера, призначення і принципи роботи пристроїв та їх взаємодію;
- організацію системи пам'яті комп'ютера, призначення і принципи функціонування окремих її складових;
- структуру процесора, елементи його архітектури, алгоритм роботи процесора;
- способи адресації в машинних командах;
- основні методи програмування мовою Асемблера;
- етапи створення програм мовою Асемблера.

вміти:

- представляти числові данні в форматах з фіксованою і плаваючою крапкою розраховувати ємність адресного ЗП за розрядністю шини адреса;
- проектувати арифметичні пристрої і операційні пристрої призначені для обробки інформації поданої у вигляді двійкових кодів (слів);
- описати загальну структуру оператора в мові Асемблер процесора Intel;
- описати директиви визначення даних мови Асемблер процесора Intel;
- виконувати розробку, асемблювання й налагодження простих програм;

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1.

Принципи побудови та організація обміном інформацією всередині комп'ютера.

Тема 1. Принципи побудови обчислювальних машин. Концепція машини фон-Неймана.

Тема 2. Класифікація ЕОМ по складу команд та місцем зберігання операндів.

Тема 3. Машинні команди та адресність обчислювальних машин. Способи адресації.

Тема 4. Організація і типи шин. Ієрархія шин. Внутрішні та зовнішні інтерфейси комп'ютера.

Тема 5. Підсистема пам'яті комп'ютера і її складові. Характеристики пам'яті. Зовнішні пристрої.

Змістовий модуль 2.

Програмування мовою Асемблера.

Тема 6. Асемблювання і виконання програми. Мова Assembler Процеси асемблювання. Призначення компілятора, компоновщика, завантажувача і відладчика.

Тема 7. Типи даних. Директиви визначення даних. Представлення даних в пам'яті ЕОМ.

Тема 8. Арифметичні та логічні команди. Формат, типи даних, особливості використання.

Тема 9. Підпрограми. Опис і виклик процедур. Команди передачі керування. Передача аргументів у процедуру через реєстри, загальну область пам'яті, стек.

Тема 10. Математичний співпроцесор. Формати даних та система команд співпроцесора.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин				
	Очна форма				
	Усього	у тому числі			
		л	п/с	лаб	сп
1	2	3	4	5	6
Змістовий модуль 1. Принципи побудови та організація обміном інформацією всередині комп'ютера.					
Тема 1. Принципи побудови обчислювальних машин.	6	2		2	2
Тема 2. Класифікація ЕОМ по складу команд та місцем зберігання операндів.	6	2		2	2
Тема 3. Машинні команди та адресність обчислювальних машин	10	2		4	4
Тема 4. Організація і типи шин.	8	2		2	4
Тема 5. Підсистема пам'яті комп'ютера і її складові.	10	2		2	6
Разом за змістовим модулем 1	40	10		12	18
Змістовий модуль 2. Програмування мовою Асемблера.					
Тема 6. Асемблювання і виконання програми.	12	2		2	8
Тема 7. Типи даних.	8	2		2	4
Тема 8. Арифметичні та логічні команди.	14	2		4	8
Тема 9. Підпрограми.	8	2		2	4

Тема 10. Математичний співпроцесор.	8	2		2	4
Разом за змістовим модулем 2	50	10		12	28
Усього годин	90	20		24	46

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені.

6. Теми практичних занять

Практичні заняття не передбачені.

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження загальної архітектури комп'ютерів	2
2	Кодування та арифметичні дії з дійсними та цілими числами в ЕОМ	2
3	Дослідження виконання процесором арифметичних команд (на прикладі учбової машини УМ-3).	2
4	Дослідження виконання процесором команд, зв'язаних з безумовними та умовними переходами (на прикладі учбової машини УМ-3).	2
5	Дослідження внутрішніх і зовнішніх шин та інтерфесів комп'ютера.	2
6	Дослідження продуктивності та пропускну здатності підсистеми пам'яті	2
7	Процеси асемблювання. Призначення компілятора, компоновщика, завантажувача і відладчика.	2
8	Програмування лінійних обчислювальних процесів.	2
9	Програмування задач з розгалуженням.	2
10	Програмування задач з циклами.	2
11	Підпрограми і стек.	2
12	Використання команд співпроцесора	2
	Усього	24

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми/ види завдань	Кількість годин
1	Принципи побудови обчислювальних машин (підготовка до лекцій, лабораторних занять).	2
2	Класифікація ЕОМ по складу команд та місцем зберігання операндів (підготовка до лекцій, лабораторних занять).	2
3	Машинні команди та адресність обчислювальних машин (підготовка до лекцій, лабораторних занять).	4
4	Організація і типи шин (підготовка до лекцій, лабораторних занять).	4
5	Підсистема пам'яті комп'ютера і її складові (підготовка до лекцій, лабораторних занять).	6

6	Асемблювання і виконання програми (підготовка до лекцій, лабораторних занять).	8
7	Організація програми і визначення даних (підготовка до лекцій, лабораторних занять).	4
8	Арифметичні команди (підготовка до лекцій, лабораторних занять).	4
9	Логічні команди й команди переходу (підготовка до лекцій, лабораторних занять).	4
10	Підпрограми (підготовка до лекцій, лабораторних занять).	4
11	Архітектура співпроцесора (підготовка до лекцій, лабораторних занять).	4
	Разом	46

9. Методи навчання

1. Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

- за джерелом інформації – словесні (пояснення, розповідь, бесіда), наочні (спостереження, демонстрація), практичні (проекування).
- за логікою передачі і сприймання навчальної інформації (індуктивні, дедуктивні, аналітичні, синтетичні);
- за ступенем самостійності мислення (репродуктивні, пошукові, дослідницькі);
- за ступенем керування навчальною діяльністю (під керівництвом викладача, самостійна робота студентів).

2. Методи стимулювання інтересу до навчання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності: навчальні дискусії, інтерактивні вправи та завдання.

Форми організації: лекція (традиційна, проблемна, лекція-диспут) із застосуванням інформаційно-комунікативних технологій (презентації), лабораторні роботи, виконання курсового проекту по реалізації власної системи згідно індивідуального завдання, самостійна робота.

Методи навчання: лекція, навчальна дискусія, бесіда, інструктаж, пояснювально-ілюстративний метод, інформаційно-рецептивний; репродуктивний метод (репродукція - відтворення); метод проблемного викладу; частково-пошуковий метод, інтерактивні, навчальне проектування, підготовка проекту та його захист, розв'язання ситуаційних задач, демонстрація, ілюстрація, підготовка доповідей і презентацій, виступи з доповідями, розв'язання практичних задач, самостійна робота з іншомовними науковими джерелами.

10. Форми контролю і методи оцінювання (у т.ч. критерії оцінювання результатів навчання)

Критерії оцінювання результатів навчання. Критерії оцінювання визначаються за допомогою якісних показників та ознак, що демонструють рівень сформованості навчальних досягнень здобувачів вищої освіти і трансформуються в оцінку згідно затвердженої шкали.

Поточний контроль здійснюється в результаті оцінювання виконання

самостійної роботи студентів, виконання лабораторних робіт та захисту курсової роботи за індивідуальним завданням. Поточний контроль: опитування, виступи з презентаціями, вирішення практичних задач; тестові завдання. Форми оцінювання: усне опитування, тестування, оцінювання активності студента у процесі занять, (внесення пропозицій, оригінальних рішень, уточнень, доповнень), оцінювання виступів та презентацій, оцінювання виконання завдань самостійної роботи, оцінювання змісту індивідуального завдання та його захисту.

Критерії для оцінювання:

- – своєчасність виконання;
- – добросовісність та коректність у представленні текстів, презентацій та посилань (у разі доведеного плагіату бали за роботу анулюються);
- – повнота, грамотність і коректність розкриття основних положень;
- – відповідність формальним критеріям (структура, послідовність, логічність, якість оформлення тощо).
- – вміння застосовувати теоретичні знання для рішення практичних завдань.

Результати академічної успішності студентів виставляються у вигляді оцінки за національною шкалою, 100-бальною та шкалою ЄКТС.

У таблиці нижче наведено загальні критерії оцінювання навчальних досягнень здобувачів вищої освіти.

ЗАГАЛЬНІ КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ НАВЧАЛЬНИХ ДОСЯГНЕНЬ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Оцінка за національною шкалою	Теоретична підготовка	Практична підготовка
	Здобувач освіти	
Відмінно (90-100 балів)	у повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей; глибоко та всебічно розкриває зміст теоретичних питань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу; робить самостійні висновки, виявляє причинно-наслідкові зв'язки; самостійно знаходить додаткову інформацію та використовує її для реалізації поставлених перед ним завдань. Здобувач здатен виділяти суттєві ознаки вивченого за допомогою операцій синтезу, аналізу, виявляти причинно-наслідкові зв'язки, формувати висновки і узагальнення,	глибоко та всебічно розкриває сутність практичних/ розрахункових завдань, використовуючи при цьому нормативну, обов'язкову та додаткову літературу; може аргументовано обрати раціональний спосіб виконання завдання й оцінити результати власної практичної діяльності; виконує творчі завдання та ініціює нові шляхи їх виконання; вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу; проявляє творчий підхід до виконання індивідуальних та колективних завдань при самостійній роботі.

	вільно оперувати фактами та відомостями.	
Добре (75-89 балів)	достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає під час усних виступів та письмових відповідей, використовуючи при цьому нормативну та обов'язкову літературу; при представленні деяких питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, застосовує знання для розв'язання стандартних ситуацій; самостійно аналізує, узагальнює і систематизує навчальну інформацію, але допускаються при цьому окремі несуттєві неточності та незначні помилки.	правильно вирішив більшість розрахункових /тестових завдань за зразком; має стійкі навички виконання завдання
Задовільно (60-74 балів)	володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні або відтворює певну частину навчального матеріалу з елементами логічних зв'язків, знає основні поняття навчального матеріалу; має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.	може використовувати знання в стандартних ситуаціях, має елементарні, нестійкі навички виконання завдання. Правильно вирішив половину розрахункових/тестових завдань. Здобувач має ускладнення під час виділення суттєвих ознак вивченого; під час виявлення причинно-наслідкових зв'язків і формулювання висновків.
Незадовільно з можливістю повторного складання (35-59 балів)	володіє навчальним матеріалом поверхово й фрагментарно (без аргументації та обґрунтування); безсистемно виокремлює випадкові ознаки вивченого; не вміє робити найпростіші операції аналізу і синтезу; робити узагальнення, висновки; під час відповіді допускаються суттєві помилки	недостатньо розкриває сутність практичних завдань, допускаючи при цьому суттєві неточності, правильно вирішив окремі розрахункові/тестові завдання за допомогою викладача, відсутні сформовані уміння та навички.
Незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни (0-34 балів)	не володіє навчальним матеріалом	виконує лише елементи завдання, потребує постійної допомоги викладача

11. Питання для підсумкового контролю

1. Концепція машини зі збереженою в пам'яті програмою
2. Архітектура Фон-Неймана

3. Структури обчислювальних машин
4. Класифікація архітектур системи команд
5. Класифікація за місцем зберігання операндів
6. Адресність ЕОМ. Порівняльний аналіз ЕОМ різної адресності
7. Дрібно-адресна архітектура
8. Організація шин і типи шин
9. Шина « процесор-пам'ять»
10. Шина вводу/виводу
11. Системна шина
12. Ієрархія шин
13. Обчислювальні машини з 1, 2 та 3 видами шин.
14. Розподіл ліній шини
15. Характеристики систем пам'яті
16. Оперативні запам'ятовувальні пристрої
17. Постійні запам'ятовувальні пристрої
18. Однорівнева й багаторівнева кеш - пам'ять
19. Масиви магнітних дисків з надлишковістю. Рівні RAID: 0, 1, 10, 5
20. Зовнішні пристрої
21. Що являє собою регістр процесора? Класифікація регістрів по призначенню.
22. Регістри загального призначення.
23. Сегментні регістри процесора.
24. Що називається стеком? Який принцип роботи стека?
25. Яка структура регістру прапорів? Призначення прапорів (CF, PF, AF, ZF, SF, TF, IF, DF, OF)
26. Які особливості файлу, що виконується, типу .COM?
27. Які особливості файлу, що виконується, типу .EXE ви знаєте?
28. Які дії виконуються при використанні команд безумовного переходу?
29. Які дії виконуються при використанні команд умовного переходу?
30. Якими видами цілих чисел оперує комп'ютер? Які внутрішні типи даних описують цілі числа?
31. Які внутрішні типи даних описують речовинні числа?
32. Який синтаксис оператора для Асемблера?
33. Який розмір пам'яті виділяють оператори DWORD, SDWORD QWORD, TWYTE?
34. Які прапори змінюються при використанні команд зсувів? Чим відрізняється логічний і арифметичний зсуви?
35. Для чого найчастіше використовують оператори логічного зсуву?
36. Яка команда виконує множення без знака? Який синтаксис команди множення без знака? Для чого використовується прапор CF у команді множення без знака?
37. Яка команда виконує множення чисел зі знаком? Для чого використовується прапор OF у команді множення чисел зі знаком? Який синтаксис команди множення чисел зі знаком?
38. Яку команду використовують для ділення чисел без знака? Який синтаксис команди ділення чисел без знака?

39. Яка команда використовується для ділення цілого числа зі знаком? Який синтаксис має команда ділення цілого числа зі знаком? Які помилки можуть виникнути при використанні команд ділення?
40. Наведіть опис команди AND. Для чого звичайно використовується команда AND?
41. Наведіть опис команди OR. Які типи операндів використовуються в команді OR? Яке практичне застосування команди OR ви знаєте?
42. Наведіть опис команди XOR. З якими операндами може працювати команда XOR? Як команда XOR впливає на прапори?
43. Які дії виконує команда NOT?
44. Дайте визначення процедури в асемблері. Які директиви використовуються в асемблері для опису процедур?
45. Які способи передачі параметрів у процедуру ви знаєте? Який спосіб передачі параметрів не ефективний і чому?
46. Як можна організувати процес передачі параметрів у стеці?
47. Яким чином організований регістровий стек співпроцесора? Яка розмірність регістрів R0...R7 співпроцесора?
48. Для роботи з якими числами розроблявся співпроцесор?
49. Яке внутрішнє представлення мають числа в співпроцесорі?
50. Які ви знаєте групи команд для математичного співпроцесора?

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточний та періодичний контроль										Сума балів
Змістовий модуль №1					Змістовий модуль №2					100
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
5	5	10	5	5	5	5	10	5	5	
Контрольна робота* за змістовим модулем 1 – 20					Контрольна робота за змістовим модулем 2 – 20					

Розподіл балів за видами навчальної роботи

Види навчальної роботи	Змістовий модуль 1			Змістовий модуль 2		
	Кількість балів за 1 заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів (max)	Кількість балів за 1 заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів (max)
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	5	6	30	5	6	30
Контрольна робота за змістовим модулем	20	1	20	20	1	20
Разом			0 - 50			0 - 50
Підсумкова сума балів (залік)	0 - 100					

Шкала оцінювання: національна та 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
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	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

13. Навчально-методичне забезпечення

Робоча програма навчальної дисципліни
<https://onu.edu.ua/uk/structure/faculty/fmfit/dystsypliny> ; мультимедійні презентації; силабус; методичні вказівки для виконання лабораторних робіт.

14. Рекомендована література

Основна

1. Матвієнко М. П., Розен В. П., Закладний О. М. Архітектура комп'ютера. Навчальний посібник, – Київ: Ліра, 2013. – 264 с.
2. Злобін Г. Г., Рикалюк Р.С. Архітектура та апаратне забезпечення комп'ютерів. Навчальний посібник, – Київ: Каравела. 2012. – 224с.
3. Тонкошкур О.С., Гниленко О.Б., Матвєєва Н.О., Морозов О.С. Архітектура комп'ютерів. Машинні команди та програмування на асемблері. Навчальний посібник, – Дніпро: «Нова Ідеологія», 2018. – 179 с.
4. Andrew S. Tanenbaum, Todd Austin Structured Computer Organization. Pearson, 2012. – 808 p.
5. Kip Irvin. Assembly Language for x86 Processors, 8th edition. Pearson, 2020. – 880 p.
6. Берков Ю.М., Шугайло Ю.Б., Якимчук В.І., Левченко А.О. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «Архітектура комп'ютерів: Програмування в середовищі MS MASM. Частина 1». Для студентів усіх форм навчання спеціальності 123 - «Комп'ютерна інженерія» – Одеса, ОНУ, 2020 р. – 57 с. Режим доступу: <http://surl.li/fmytw>

Додаткова

8. Черненко І.М., Івон О.І. Основи комп'ютерної електроніки. Електронні елементи та вузли комп'ютерів. – Дніпропетровськ: Літограф, 2009. – 437 с.
9. Абель П. Ассемблер: Язык и программирование для IBM PC, – Киев:Век+, 2003. – 734 с.
10. Мельник А. О. Архітектура комп'ютера: підручник для студентів вузів. 3-вид., – Луцьк : Волинська обласна друкарня, 2018. – 470 с.

15. Електронні інформаційні ресурси

1. Advanced Micro Devices, Inc. AMD64 Architecture Programmer's Manual Volume 1: Application Programming. Publication No. 24592. Revision Date 3.22. December 2017. – Режим доступу: <https://www.amd.com/system/files/TechDocs/24592.pdf>
https://developer.amd.com/wordpress/media/2012/10/24592_APM_v11.pdf
2. Intel Corporation. Intel® 64 and IA-32 Architectures Software Developer's Manual Combined Volumes: 1, 2A, 2B, 2C, 2D, 3A, 3B, 3C, 3D, and 4. Submitted: May 01, 2018 Last updated: May 27, 2020. – Режим доступу: <https://software.intel.com/content/www/us/en/develop/download/intel-64-and-ia-32-architectures-sdm-combined-volumes-1-2a-2b-2c-2d-3a-3b-3c-3d-and-4.html>.
3. Платформа ПК. – Режим доступу: <http://www.ixbt.com/platform/>