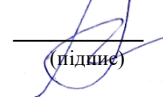


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки (№ 503)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми


(підпис)

А.В. Шостак
(ініціали та прізвище)

«30» серпня 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Архітектура комп'ютерів і програмування на асемблері
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 "Інформаційні технології"
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 123 "Комп'ютерна інженерія"
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: Системне програмування
(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

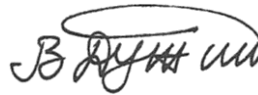
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2024 рік

Розробник:

Дужий В. І., доцент, к.т.н.

(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри _____

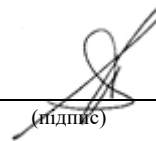
комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки

(назва кафедри)

Протокол № 1 від « 30 » 08 2024 р.

Завідувач кафедри _____ д.т.н., професор

(науковий ступінь та вчене звання)



В. С. Харченко

(підпис)

(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4	Галузь знань <u>12 "Інформаційні технології"</u> (шифр та найменування) Спеціальність <u>123 "Комп'ютерна інженерія"</u> (код та найменування) Освітня програма <u>Системне програмування</u> (найменування)	Обов'язкова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2024/ 2025
Індивідуальне завдання: <u>немає</u>		Семестр
Загальна кількість годин: денна – 64 / 120		<u>3-й</u>
		Лекції ¹⁾
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 3,5		<u>32</u> годин
		Практичні, семінарські¹⁾
		<u>00</u> годин
	Лабораторні ¹⁾	
	<u>32</u> годин	
	Самостійна робота	
	<u>56</u> годин	
	Вид контролю	
	іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: для денної форми навчання – 64/56;

¹⁾ Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину в залежності від розкладу занять.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: (ОК9) надання студентам знань і навичок у галузі архітектури процесорів та програмуванні на асемблері для розроблення прикладного, системного і мережевого програмного забезпечення, яке містить ефективну реалізацію керувальних, обчислювальних і криптографічних алгоритмів з використанням архітектури МП Intel x86 і Intel 64.

Завдання: (ОК9) аналізувати інформацію про архітектуру сучасних CISC і RISC-процесорів; використовувати отримані знання про архітектуру процесорів для розроблення ефективних реалізацій при розробленні ефективної реалізації прикладних і системних програм, які взаємодіють з апаратним забезпеченням і API операційних систем мовами програмування низького рівня.

Компетентності, які набуваються:

- ЗК2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК3. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ФК2. Здатність використовувати сучасні методи і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення.
- ФК7. Здатність використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень, брати участь в модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності.

Очікувані результати навчання:

- ПРН4. Знати та розуміти вплив технічних рішень в суспільному, економічному, соціальному і екологічному контексті.
- 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.
- ПРН8. Вміти системно мислити та застосовувати творчі здібності до формування нових ідей.
- ПРН10. Вміти розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем, розраховувати, експлуатувати, типове для спеціальності обладнання.
- ПРН13. Вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів.
- ПРН16. Вміти оцінювати отримані результати та аргументовано захищати прийняті рішення.

Пререквізити

- ОК1 – Вища математика;
- ОК2 – Дискретна математика;
- ОК3 – Основи функціонування комп'ютерів;
- ОК4 – Технології програмування;
- ОК6 – Фізика;

ОК7 – Комп'ютерна електроніка;
ВК1 – Правова компетентність;
ОК5 – Основи професійної україномовної комунікації.

Кореквізити

ОК4 – Технології програмування;
ОК13 – Комп'ютерна логіка;
ОК14 – Операційні системи;
ОК15 – Програмування систем на кристалі;
ОК18 – Програмування вбудованих систем;
ОК23 – Програмування систем IoT.

Інструментальні засоби і технології

1. Microsoft Word, Microsoft Visio або аналогічні продукти інших виробників.
2. Інтегроване середовище розробки програмного забезпечення Visual Studio. Використовуються мови програмування C і асемблер.
3. Для розроблення програм використовується принцип *диверсності*, який дає можливість запобігти і виявляти помилки програмування.

3. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1. Базова архітектура процесора x86

Змістовний модуль 1. Базові поняття архітектури процесора. Програмування на мові асемблер.

Тема 1. Предмет, мета вивчення і задачі дисципліни. Вступ до архітектури комп'ютера.

Предмет, мета вивчення і задачі дисципліни. Структура і зміст дисципліни, а також методичні рекомендації по її вивченню. Місце дисципліни в навчальному процесі. Вимоги до знань і умінь студентів. Характеристика рекомендованих під час вивчення дисципліни джерел інформації.

Перша програма на асемблері.

Поняття архітектури комп'ютерів. Структура комп'ютера. Базова архітектура комп'ютерів.

Типи архітектур процесорів. Класифікація процесорів. Архітектурні характеристики процесора. Неархітектурні характеристики процесора.

Режими роботи процесорів Intel x86.

Функціональний склад ядра процесора Intel x86.

Склад процесорів з архітектурою Intel x86.

Тема 2. Базові відомості про архітектуру процесорів x86.

Програмна модель процесора. Програмно доступні регістри. Регістри для користувача. Системні регістри.

Система команд процесора.

Режими адресації процесора.

Тема 3. Регістр прапорів. Команди управління прапорцями.

Регістр прапорців. Прапорці ознак результату. Прапорці керування.

Команди для роботи з прапорцями.

Приклади програм, які використовують команди роботи з прапорцями.

Команди переходу по значенню тільки одного прапорця. Приклади програм, які використовують команди переходу. Визначення переповнення.

Команди передачі даних.

Тема 4. Прості арифметичні команди. Програмування на мові асемблер.

Типи даних, прийняті у цілочисельному процесорі МП Intel x86. Формати представлення чисел.

Прості арифметичні команди. Команди складання і віднімання. Стандартне множення. Ознаки результату, які використовують при складанні і відніманні. Застосування простих арифметичних команд.

Необхідність використання мови асемблер. Ідентифікатори. Константи. Формат операторів в мові асемблер. Операнди. Операнди-вирази. Операнди-константи.

Управляючі директиви. Директиви розподілу пам'яті для цілих і дійсних чисел, а також символічних рядків. Операції асемблеру.

Тема 5. Логічні команди МП x86.

Види логічних операцій. Логічні команди в МП x86. Логічна операція Ні, її застосування. Логічна операція І, її застосування.

Логічна операція АБО, її застосування. Логічна операція Виключаюче АБО, її застосування. Нестандартне використання логічних команд в МП x86.

Застосування логічних команд.

Тема 6. Команди розширеного множення і ділення.

Необхідність використання чисел різної довжини. Команди передачі даних із збільшенням довжини. Команди розширення знаку. Застосування команд, що працюють з числами різної довжини. Команди розширеного множення. Команди розширеного множення. Помилки при виконанні ділення.

Тема 7. Команди керування програмою.

Порівняння чисел. Команди умовних переходів. Команди беззнакового умовного переходу. Команди знакового умовного переходу.

Команди безумовних переходів.

Режими адресації переходів. Команди управління циклами.

Тема 8. Зсуви. Логічні команди, частина 2.

Команда умовного встановлення байту. Логічні команди. Операції з бітами. Види зсувових операцій. Команди зсувів в МП x86. Логічні зсуви. Арифметичні зсуви. Циклічні зсуви. Застосування зсувів.

Тема 9. Розпаковування і упаковування бітових груп.

Множення і ділення на константу за допомогою зсуву.

Поняття розпаковування бітових груп. Принцип розпаковування. Команди, використовувані при розпаковуванні. Алгоритм виконання розпаковування.

Упаковування бітових груп. Поняття упаковування бітових груп. Принцип упаковування. Команди, використовувані при упаковці. Алгоритм виконання упаковування.

Тема 10. Прості і непрямі режими адресації.

Формат машинної команди. Класифікація режимів адресації. Прості режими адресації. Застосування.

Непрямі режими адресації. Класифікація непрямих режимів адресації. Застосування непрямих режимів адресації.

Модульний контроль.

Змістовний модуль 2. Режими адресації. Стек і підпрограми. Квантовий комп'ютинг.

Тема 11. Масиви. Непрямі режими адресації з масштабуванням.

Класифікація режимів адресації з масштабуванням. Застосування режимів адресації з масштабуванням.

Визначення і базові поняття. Види масивів. Одновимірні масиви. Операції, визначені для масивів. Індексція масивів.

Тема 12. Стек.

Визначення стеку. Операції зі стеком. Команди роботи зі стеком. Техніки роботи зі стеком.

Тема 13. Підпрограми.

Поняття підпрограми. Команди роботи з підпрограмами. Вкладені підпрограми. Рекурсивні підпрограми. Сопрограми.

Команди переривань. Застосування команд переривань. Виключення.

Тема 14. Передача параметрів у підпрограми в асемблері.

Загальні принципи розроблення підпрограм. Підпрограми без параметрів. Передача параметрів через регістри. Передача параметрів через таблицю. Передача параметрів через стек. Передача параметрів у потоці коду. Передача параметрів у тілі функції.

Тема 15. Квантовий комп'ютинг.

Квантові обчислення. Квантовий комп'ютер. Квантове програмування.

Тема 16. Передача параметрів у підпрограми на мові С.

Передача параметрів в С. Кадр стека. Адресація вхідних змінних. Адресація вхідних змінних. Адресація локальних змінних.

Тема 17. Додаткові розділи архітектури процесорів x86.

Модульний контроль.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістовних модулів і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
Модуль 1					
Змістовний модуль 1. Базові поняття архітектури процесора. Програмування на мові асемблер.					
Тема 1. Предмет, мета вивчення і задачі дисципліни. Вступ до архітектури комп'ютера.	4	2			2
Тема 2. Базові відомості про архітектуру процесорів x86.	4	2			2
Тема 3. Регістр прапорів. Команди управління прапорцями.	5	2			3
Тема 4. Прості арифметичні команди. Програмування на мові асемблер.	10	2		4	4
Тема 5. Логічні команди МП x86.	10	2		4	4
Тема 6. Команди розширеного множення і ділення.	6	2			4
Тема 7. Команди керування програмою.	10	2		4	4

Тема 8. Зсуви. Логічні команди, частина 2.	10	2		4	4
Тема 9. Розпаковування і упакування бітових груп.	14	2		8	4
Тема 10. Прості і непрямі режими адресації.	6	2			4
Модульний контроль					
Разом за змістовним модулем 1	79	20		24	35
Змістовний модуль 2. Додаткові можливості процесора. Режими адресації. Стек і підпрограми.					
Тема 11. Масиви. Непрямі режими адресації з масштабуванням.	9	2		4	3
Тема 12. Стек.	5	2			3
Тема 13. Підпрограми.	5	2			3
Тема 14. Передача параметрів у підпрограми в асемблері.	9	2		4	3
Тема 15. Передача параметрів у підпрограми на мові С.	5	2			3
Тема 16. Квантовий комп'ютинг.	5	2			3
Тема 17. Додаткові розділи архітектури процесорів x86.	3				3
Модульний контроль.					
Разом за змістовним модулем 2	41	12		8	21
Усього годин за дисципліною	120	32		32	56

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Не передбачено</i>	
	Разом	

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Не передбачено</i>	
	Разом	

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Лінійні програми. Арифметичні команди	4
2	Лінійні програми. Логічні команди	4
3	Розгалужені програми. Команди керування програмою	4
4	Розпакування бітових груп	4
5	Упакування бітових груп	4
6	Множення і ділення на константи за допомогою зсувів	4
7	Використання режимів адресації з масштабуванням для роботи з масивами	4
8	Робота з підпрограмами	4
	Разом	32

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Предмет, мета вивчення і задачі дисципліни. Вступ до архітектури комп'ютера.	2
2	Базові відомості про архітектуру процесорів x86.	2
3	Регістр прапорів. Команди управління прапорцями.	3
4	Прості арифметичні команди. Програмування на мові асемблер.	4
5	Логічні команди МП x86.	4
6	Команди розширеного множення і ділення.	4

7	Команди керування програмою.	4
8	Логічні команди. Частина 2.	4
9	Розпаковування і упакування бітових груп.	4
10	Прості і непрямі режими адресації.	4
11	Масиви. Непрямі режими адресації з масштабуванням.	3
12	Стек.	3
13	Підпрограми.	3
14	Передача параметрів у підпрограми в асемблері.	3
15	Передача параметрів у підпрограми на мові С.	3
16	Квантовий комп'ютинг.	3
17	Додаткові розділи архітектури процесорів x86.	3
	Разом	56

9. Індивідуальні завдання

Не передбачено

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних, лабораторних занять, консультацій, а також самостійна робота здобувачів за матеріалами, опублікованими кафедрою.

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, тестування знань, письмового модульного контролю, підсумковий контроль у вигляді іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

12.1. Розподіл балів, які отримують здобувачі (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	3	0...15
Тестування знань	0...5	3	0...15

Модульний контроль	0...10	1	0...10
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	5	0...25
Тестування знань	0...5	5	0...25
Модульний контроль	0...10	1	0...10
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль у вигляді іспиту проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається із двох теоретичних та одного практичного запитання, максимальна кількість балів за кожне теоретичне запитання, складає 34 балів, а за практичне – 32 балів.

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

- знати прості і складні арифметичні команди МП x86;
- знати логічні команди МП x86;
- знати команди умовного і безумовного переходу МП x86;
- знати команди зсуву МП x86;
- знати режими адресації МП x86;
- знати команди роботи зі стеком МП x86;
- знати команди роботи з підпрограмами МП x86;
- знати способи передачі параметрів у підпрограму за допомогою команд команди МП x86;
- знати механізми реалізації передачі параметрів у мові програмування С за допомогою команди МП x86;
- знати принципи квантових обчислень, принципи організації квантових комп'ютерів, основні положення квантового програмування.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- уміти розробляти та тестувати лінійні арифметичні і логічні програми у мовах С та асемблер;
- уміти розробляти та тестувати розгалужені програми на мові програмування С та асемблер;
- уміти розробляти та тестувати програми упаковки та розпаковки бітових груп на мові програмування С та асемблер;
- уміти розробляти та тестувати програми множення на константу за допомогою команд зсуву на мові програмування С та асемблер;

– уміти розробляти та тестувати програми, які використовують масиви, на мові програмування C та асемблер;

– уміти розробляти та тестувати програми, які використовують підпрограми, реалізовані на мові програмування C та асемблер.

Необхідний обсяг навичок для одержання позитивної оцінки:

– вміти створювати кілька проектів в одному рішенні у середовищі MS Visual Studio;

– вміти розробляти, запускати на виконання та тестувати програми у середовищі MS Visual Studio.

12.3 Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

Задовільно (60 – 74). Показати мінімум знань та умінь. Показати позитивні результати по лабораторним роботам 1 – 3.

Знати як використовують арифметичні, логічні команди та команди переходу.

Вміти розробляти та тестувати лінійні програми, які обчислюють логічні та арифметичні вирази. Вміти розробляти та тестувати програми, які реалізують розгалужені алгоритми.

Добре (75 – 89). Твердо знати мінімум. Показати позитивні результати по лабораторним роботам 4 – 6.

Знати способи використання логічних команд та команд зсуву для розпаковки, упаковки та множення на константу.

Вміти розробляти та тестувати лінійні програми, які виконують упакування, розпакування та множення на константу. Вміти розробляти та тестувати програми, які реалізують вказані алгоритми.

Відмінно (90 – 100). Здати всі лабораторні роботи з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти їх застосовувати.

Знати всі режими адресації та методи їх використання для програмування алгоритмів оброблення поширених структур даних.

Знати команди роботи з підпрограмами та методи передачі параметрів у підпрограми.

Вміти розробляти та тестувати циклічні програми, які потребують оброблення масивів. Вміти розробляти та тестувати програми, які реалізують вказані алгоритми.

Вміти розробляти підпрограми та викликати їх із програм на мовах програмування C та асемблер.

Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано

75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

13. Методичне забезпечення

1. Сторінка дисципліни у системі дистанційного навчання «Ментор» [Ел. ресурс]. URL:<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=3739>

14. Рекомендована література

Базова

1. Архітектура комп'ютера. Частина 1: навч. посіб. / Ю.В. Кравченко та ін. Київ : КНУ імені Тараса Шевченка, 2022. 259 с.
2. Зілінський Ю.В., Перекрест А.Л., Юдіна А.Л. Системне програмування. Програмування на асемблері: навч. посіб. Кременчук: Кременчуцький національний університет ім. Михайла Остроградського, 2023. 258 с.
3. Демиденко М.І., Руденко О.А. Навчальний посібник з дисципліни «Комп'ютерна схемотехніка та архітектура комп'ютерів» для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки». Полтава : НУПП, 2023. 203 с.
4. Ковальчук М.Л., Ушенко Ю.О., Угрин Д.І. Архітектура комп'ютерів : навч. посіб. Чернівці : Чернівецький національний університет ім. Ю. Федьковича, 2022. 188 с.
5. Мосіюк О. О., Федорчук А. Л. Операційні системи та системне програмування : навч. посіб. Житомир : ЖДУ ім. Івана Франка, 2022. 76 с.
6. Sarangi S. R. Basic Computer Architecture. White Falcon Publishing, 2021. 682 p.
7. Дужий В. І., ДужаВ. В. Архітектура комп'ютерів. Вступ [Електронний ресурс]: навч. посіб. Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2020. 93 с.
8. Kusswurm D. Modern X86 Assembly Language Programming. Apress, 2019. 604 p.
9. Архітектура комп'ютерів. Машинні команди та програмування на асемблері: навч. посіб. / Тонкошкур О.С., Гниленко О.Б., Матвєєва Н.О., Морозов О.С. Дніпро : Нова Ідеологія, 2018. 179 с.
10. Антоненко О.В., Бардус І.В. Архітектура комп'ютера та конфігурування комп'ютерних систем (на основі фундаменталізованого підходу) : навч. посіб. Харків : ПромАрт, 2018. 268 с.
11. Тарарака В.Д. Архітектура комп'ютерних систем: навч. посіб. Житомир: ЖДТУ, 2018. 383 с.
12. Viswanath D. Title Scientific Programming and Computer Architecture. The MIT Press, 2017. 434 p.
13. Матвієнко М.П., Розен В.П., Закладний О.М. Архітектура комп'ютера : навч. посіб. К: Видавництво Ліра-К, 2016. 264 с.

14. Рисований О.М. Системне програмування : підручник для студентів напрямку “Комп’ютерна інженерія” вищих навчальних закладів в 2-х томах. Том 1. Видання четверте: виправлено та доповнено. Харків : Слово, 2015. 576 с.
15. Рисований О.М. Системне програмування : підручник для студентів напрямку “Комп’ютерна інженерія” вищих навчальних закладів в 2-х томах. Том 2. Видання четверте: виправлено та доповнено. Харків : Слово, 2015. 378 с.
16. Карачка А.Ф., Дудко О.І. Архітектура комп’ютерів : навч. посіб. / за ред. А.О. Саченка. Тернопіль : Економічна думка, 2010. 180 с.

Допоміжна

1. Дужий В.І. Інформаційна технологія забезпечення функціональної безпеки інформаційно-управляючих систем з архітектурно-технологічною диверсністю : монографія. Харків : ХАІ, 2015. – 216 с.
2. Irvine K. R. Assembly Language for x86 Processors. Pearson, 2014. 720 p.
3. Tarnoff D. L. Computer Organization and Design Fundamentals: Examining Computer Hardware from the Bottom to the Top. First Edition with Revisions. Lulu.com., 2011. 434 p.
4. Карачка А.Ф., Дудко О.І. Архітектура комп’ютерів : навч. посіб. / за ред. А.О. Саченка. Тернопіль : Економічна думка, 2010. 180 с.
5. Bryant R. E., O'Hallaron D. R. Computer Systems: A Programmer's Perspective. 2nd Edition. Addison Wesley, 2010. 1080 p.
6. Saltzer J. H., Kaashoek M. F. Principles of Computer System Design: An Introduction. MorganKaufman / Elsevier, 2009. 560 p.
7. Мельник А.О. Архітектура комп’ютера. Наукове видання. – Луцьк: Волинська обласна друкарня, 2008. – 470 с.
8. Nisan N., Schocken S. The Elements of Computing Systems: Building a Modern Computer from First Principles. The MIT Press, 2005. 344 p.

15. Інформаційні ресурси

1. The IA-32 Intel Architecture Software Developer’s Manual consists of three volumes:
 - Basic Architecture, Order Number 245470-012;
 - Instruction Set Reference, Order Number 245471-012;
 - System Programming Guide, Order Number 245472-012.Please refer to all three volumes when evaluating your design needs.
 - 1.1. IA-32 Intel®. Architecture Software Developer’s Manual. Volume 1: Basic Architecture. Order Number : 245470-012, 2003. 426 p.
 - 1.2. IA-32 Intel®. Architecture Software Developer’s Manual. Volume 2: Instruction Set Reference. Order Number : 245471-012, 2003. 978 p.
 - 1.3. IA-32 Intel®. Architecture Software Developer’s Manual. Volume 3: System Programming Guide. Order Number : 245472-012, 2003. 798 p.
2. The Intel 64 and IA-32 Architectures Software Developer's Manual consists of four volumes:
 - Basic Architecture, Order Number 253665;

Instruction Set Reference, A-Z, Order Number 325383;
System Programming Guide, Order Number 325384;
Model-Specific Registers, Order Number 335592.

Refer to all four volumes when evaluating your design needs.

2.1. Intel® 64 and IA-32 Architectures. Software Developer's Manual. Volume 1: Basic Architecture. Order Number: 253665-081US, September 2023. 500 p.

2.2. Intel® 64 and IA-32 Architectures. Software Developer's Manual. Volume 2 (2A, 2B, 2C & 2D): Instruction Set Reference, A-Z. Order Number: 325383-081US, September 2023. 2522 p.

2.3. Intel® 64 and IA-32 Architectures. Software Developer's Manual. Volume 3 (3A, 3B, 3C & 3D): System Programming Guide. Order Number: 325384-081US, September 2023. 1536 p.

2.4. Intel® 64 and IA-32 Architectures. Software Developer's Manual. Volume 4: Model-Specific Registers. Order Number: 335592-081US, September 2023. 524 p.

3. Saltzer J.H., Kaashoek M.F. Principles of Computer System Design: An Introduction. MIT. OpenCourseWare. <https://ocw.mit.edu/courses/res-6-004-principles-of-computer-system-design-an-introduction-spring-2009/pages/online-textbook/>