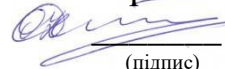


Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



О.О. Ілляшенко

(підпис)

(ініціали та прізвище)

« 31 » серпня 2023 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОБОВ'ЯЗКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Архітектура комп'ютерів

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 12 "Інформаційні технології"

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 125 "Кібербезпека"

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: Безпека інформаційних і комунікаційних систем

(найменування освітньої програми)

Форма навчання: денна

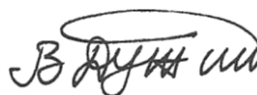
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Харків 2023 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 _____

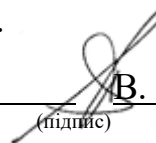
комп'ютерних систем, мереж і кібербезпеки

(назва кафедри)

Протокол № 1 від «30» 08 2023 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	<p style="text-align: center;">Галузь знань <u>12 "Інформаційні технології"</u> <small>(шифр та найменування)</small></p> <p style="text-align: center;">Спеціальність <u>125 "Кібербезпека"</u> <small>(код та найменування)</small></p> <p style="text-align: center;">Освітня програма <u>Безпека інформаційних і комунікаційних систем</u> <small>(найменування)</small></p> <p style="text-align: center;">Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)</p>	Обов'язкова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2023/ 2024
Індивідуальне завдання: <u>немає</u>		Семестр
Загальна кількість годин: денна – 64 / 120		<u>3-й</u>
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 3,5		Лекції ¹⁾
		<u>32</u> годин
		Практичні, семінарські ¹⁾
	<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: (ОК7) надання студентам знань і навичок у галузі архітектури процесорів та програмуванні на асемблері для розроблення захищеного програмного забезпечення і ефективної реалізації криптографічних алгоритмів з використанням архітектури МП Intel x86 і Intel 64.

Завдання: (ОК7) аналізувати інформацію про архітектуру процесорів для використання отриманих знань для розроблення захищених комп'ютерних систем і мереж, та захищеного програмного забезпечення; використовувати знання про архітектуру процесорів для розроблення ефективних реалізацій криптографічних алгоритмів; реалізувати забезпечення захисту комп'ютерних систем і мереж засобами процесорів та операційних систем на низькому рівні.

Компетентності, які набуваються:

- КЗ 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- КЗ 2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професії.
- КЗ 4. Вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми за професійним спрямуванням.
- КЗ 5. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації.
- КФ 3. Здатність до використання програмних та програмно-апаратних комплексів засобів захисту інформації в інформаційно-телекомунікаційних (автоматизованих) системах.
- КФ 6. Здатність відновлювати штатне функціонування інформаційних, інформаційно-телекомунікаційних (автоматизованих) систем після реалізації загроз, здійснення кібератак, збоїв та відмов різних класів та походження.
- КФ 11. Здатність виконувати моніторинг процесів функціонування інформаційних, інформаційно-телекомунікаційних (автоматизованих) систем згідно встановленої політики інформаційної та / або кібербезпеки.
- КФ 12. Здатність аналізувати, виявляти та оцінювати можливі загрози, уразливості та дестабілізуючі чинники інформаційному простору та інформаційним ресурсам згідно з встановленою політикою інформаційної та / або кібербезпеки.

Очікувані результати навчання:

- ПРН 1. Застосовувати знання державної та іноземних мов з метою забезпечення ефективності професійної комунікації.
- ПРН 2. Організувати власну професійну діяльність, обирати оптимальні методи та способи розв'язування складних спеціалізованих задач та практичних проблем у професійній діяльності, оцінювати їхню ефективність.
- ПРН 4. Аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв'язанні складних спеціалізованих задач та практичних проблем у професійній діяльності, які характеризуються комплексністю та неповною визначеністю умов, відповідати за прийняті рішення.
- ПРН 6. Критично осмислювати основні теорії, принципи, методи і поняття у навчанні та професійній діяльності.
- ПРН 17. Забезпечувати процеси захисту та функціонування інформаційно-телекомунікаційних (автоматизованих) систем на основі практик,

навичок та знань, щодо структурних (структурно-логічних) схем, топології мережі, сучасних архітектур та моделей захисту електронних інформаційних ресурсів з відображенням взаємозв'язків та інформаційних потоків, процесів для внутрішніх і віддалених компонент.

Пререквізити

- OK1 – Вища математика;
- OK2 – Дискретна математика;
- OK3 – Основи функціонування комп'ютерів;
- OK4 – Технології програмування;
- OK5 – Фізика;
- OK6 – Комп'ютерна електроніка.

Кореквізити

- OK8 – Системи технічного захисту інформації;
- OK11 – Апаратні та програмні засоби захисту інформації;
- OK12 – Операційні системи;
- OK16 – Прикладна криптологія;
- OK17 – Вбудовані системи;
- OK21 – Програмування систем IoT.

Інструментальні засоби і технології

1. Microsoft Word або аналогічний продукт 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.

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.

Тема 2. Базові поняття архітектури процесорів з архітектурою x86.

Поняття архітектури комп'ютерів. Базова архітектура комп'ютерів. Програмна модель. Поняття системи команд. Поняття режиму адресації.

Призначення процесора. Архітектурні характеристики процесора. Неархітектурні характеристики процесора.

Призначення підсистеми пам'яті. Характеристики підсистеми пам'яті. Неархітектурні характеристики пам'яті.

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

Тема 3. Програмна модель МП x86.

Програмно доступні регістри. Призначені для користувача регістри. Системні регістри.

Регістр прапорів. Команди управління прапорцями.

Режими роботи процесора x86.

Адресація пам'яті в реальному режимі.

Тема 4. Програмування на мові асемблер.

Необхідність використання мови асемблер. Ідентифікатори. Константи. Формат операторів в мові асемблер. Управляючі директиви. Директиви розподілу пам'яті для цілих і дійсних чисел, а також символічних рядків.

Тема 5. Класифікація команд МП x86.

Система команд. Групи команд. Формати команд. Команди цілочисельної арифметики. Команди пересилки даних. Команди управління програмою.

Тема 6. Прості арифметичні команди.

Команди загальних передач. Команди завантаження адреса.

Складання чисел. Віднімання чисел. Команди складання і віднімання. Стандартне множення. Ознаки результату, вживані при складанні і відніманні.

Тема 7. Логічні команди.

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.

Тема 8. Арифметика чисел різної довжини.

Необхідність використання чисел різної довжини. Команди передачі даних із збільшенням довжини. Команди розширення знаку. Застосування команд, що працюють з числами різної довжини.

Тема 9. Розширене множення і ділення чисел.

Види множення. Команди розширеного множення.

Поняття операції ділення. Види операцій ділення. Визначення переповнювання при розподілі. Команди розширеного ділення.

Тема 10. Команди передачі управління.

Порівняння чисел. Команди умовних переходів. Команди беззнакового умовного переходу. Команди знакового умовного переходу. Команди умовного переходу по значенню однієї з ознак результату.

Команди безумовних переходів.

Режими адресації переходів. Команди управління циклами.

Модульний контроль.

Змістовний модуль 2. Додаткові можливості процесора. Режими адресації. Стек і підпрограми.

Тема 11. Зсувові операції.

Види зсувових операцій. Команди зсувів в МП x86. Логічні зсуви. Арифметичні зсуви. Циклічні зсуви. Застосування зсувів.

Множення на константу за допомогою зсуву.

Тема 12. Розпаковування і упакування бітових груп.

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 упакуванні. Алгоритм виконання упаковування.

Тема 13. 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.

Тема 14. 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 15. Стек і підпрограми.

Визначення і базові поняття. Команди, використовувані при роботі зі стеком.

Підпрограми. Визначення і базові поняття. Команди викликів підпрограм і повернень з підпрограм. Вкладені підпрограми.

Тема 16. Передача параметрів у підпрограми.

Передача параметрів в підпрограми в асемблері. Передача параметрів через регістри. Передача параметрів через таблицю. Передача параметрів через стек.

Тема 17. Передача параметрів у підпрограми на мові С.

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

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.	4	2			2
Тема 2. Базові поняття про процесори з архітектурою x86.	4	2			2
Тема 3. Програмна модель МП x86.	6	2			4
Тема 4. Програмування на мові асемблер.	4	2			2
Тема 5. Класифікація команд МП x86.	4	2			2
Тема 6. Прості арифметичні команди.	10	2	4		4
Тема 7. Логічні команди.	10	2	4		4
Тема 8. Арифметика чисел різної довжини.	4	2			2
Тема 9. Розширене множення і ділення чисел.	4	2			2
Тема 10. Команди передачі управління.	10	2	4		4
Модульний контроль					
Разом за змістовним модулем 1	60	20	12		28
Змістовний модуль 2. Додаткові можливості процесора. Режими адресації. Стек і підпрограми.					
Тема 11. Зсувові операції.	10	2	4		4
Тема 12. Розпаковування і упакування бітових груп.	14	2	8		4
Тема 13. Прості і непрямі режими адресації.	10	2	4		4
Тема 14. Режими адресації з масштабуванням.	10	2	4		4
Тема 15. Стек і підпрограми.	6	2			4
Тема 16. Передача параметрів у підпрограми.	6	2			4
Тема 17. Передача параметрів у підпрограми на мові С.	4				4
Модульний контроль.					
Разом за змістовним модулем 2	60	12	20		28
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	Лінійні програми. Арифметичні команди	4
2	Лінійні програми. Логічні команди	4
3	Розгалужені програми. Команди керування програмою	4
4	Розпакування бітових груп	4
5	Використання зсувів і логічних операцій для шифрування даних	4
6	Генерація псевдовипадкових бітових послідовностей на основі неприведених поліномів	6
7	Множення і ділення на константи за допомогою зсувів	6
	Разом	32

7. Теми лабораторних занять

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

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Предмет, мета вивчення і задачі дисципліни.	2
2	Базові поняття про процесори з архітектурою x86.	2
3	Програмна модель МП x86.	4
4	Програмування на мові асемблер.	2
5	Класифікація команд МП x86.	2
6	Прості арифметичні команди.	4
7	Логічні команди.	4
8	Арифметика чисел різної довжини.	2
9	Розширене множення і ділення чисел.	2
10	Команди передачі управління.	4

11	Зсувові операції.	4
12	Розпаковування і упакування бітових груп.	4
13	Прості і непрямі режими адресації.	4
14	Режими адресації з масштабуванням.	4
15	Стек і підпрограми.	4
16	Передача параметрів у підпрограми.	4
17	Передача параметрів у підпрограми на мові С.	4
	Разом	56

9. Індивідуальні завдання

Не передбачено

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних, лабораторних занять, консультацій, а також самостійна робота студентів 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 студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (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...15	1	0...15
Змістовний модуль 2			
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	4	0...20
Тестування знань	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0...15	1	0...15
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль у вигляді іспиту проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту студент 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 C за допомогою команди МП x86.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

- уміти розробляти та тестувати лінійні арифметичні і логічні програми у мовах C та асемблер;
- уміти розробляти та тестувати розгалужені програми на мові програмування C та асемблер;
- уміти розробляти та тестувати програми упаковки та розпаковки бітових груп на мові програмування C та асемблер;
- уміти розробляти та тестувати програми множення на константу за допомогою команд зсуву на мові програмування C 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 упаковку, розпакову 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 знати 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. Дужий В. І., В. В. Дужа. Архітектура комп'ютерів. Вступ [Електронний ресурс]: навч. посіб. Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2020. 93 с.

7. Kusswurm D. Modern X86 Assembly Language Programming. Apress, 2019. 604 p.

8. 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.

9. 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.

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

11. Матвієнко М.П., Розен В.П., Закладний О.М. Архітектура комп'ютера : навч. посіб. К: Видавництво Ліра-К, 2016. 264 с.

12. 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.

13. 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.

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. Карачка А.Ф., Дудко О.І. Архітектура комп'ютерів : навч. посіб. / за ред. А.О. Саченка. Тернопіль : Економічна думка, 2010. 180 с.

4. Мельник А.О. Архітектура комп'ютера. Наукове видання. – Луцьк: Волинська обласна друкарня, 2008. – 470 с.

15. Інформаційні ресурси

1. Saltzer J.H., Kaashoek M.F. Principles of Computer System Design: An Introduction. MIT. OpenSourceWare. <https://ocw.mit.edu/courses/res-6-004->

principles-of-computer-system-design-an-introduction-spring-2009/pages/online-textbook/

2. 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.

2.1. IA-32 Intel®. Architecture Software Developer's Manual. Volume 1: Basic Architecture. Order Number : 245470-012, 2003. 426 p.

2.2. IA-32 Intel®. Architecture Software Developer's Manual. Volume 2: Instruction Set Reference. Order Number : 245471-012, 2003. 978 p.

2.3. IA-32 Intel®. Architecture Software Developer's Manual. Volume 3: System Programming Guide. Order Number : 245472-012, 2003. 798 p.

3. 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.

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

3.2. 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.

3.3. 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.

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