

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет прикладної математики та інформатики
Кафедра програмування

Затверджено

На засіданні кафедри програмування
факультету прикладної математики та
інформатики
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 29 серпня 2023 р.)



Завідувач кафедри Сергій ЯРОШКО

Силабус навчальної дисципліни
«Архітектура обчислювальних систем та комп'ютерна
схемотехніка»,
що викладається в межах ОПШ «Інформатика»
першого (бакалаврського) рівня вищої освіти
для здобувачів зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки

Львів 2023 р.

Назва дисципліни	Архітектура обчислювальних систем та комп'ютерна схемотехніка
Адреса викладання дисципліни	Львівський національний університет імені Івана Франка, вул. Університетська 1, м. Львів, Україна, 79000
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет прикладної математики та інформатики, кафедра програмування
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	Галузь знань: 12 Інформаційні технології Спеціальність: 122 Комп'ютерні науки
Викладачі дисципліни	Рикалюк Роман Євстахович ¹ , к. ф.-м. н, доцент, доцент кафедри програмування Заболоцький Тарас Миколайович ² , д. е. н., професор, професор кафедри програмування
Контактна інформація викладачів	¹ – Електронна пошта: roman.rykalyuk@lnu.edu.ua , веб-сторінка: https://ami.lnu.edu.ua/employee/rykaliuk ² – Електронна пошта: taras.zabolotskyj@lnu.edu.ua , веб-сторінка: https://ami.lnu.edu.ua/employee/zabolotskyj-t-m
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації проводять раз на тиждень згідно з оприлюдненим розкладом консультацій викладача. Можливі он-лайн консультації через Zoom чи Microsoft Teams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка курсу	https://ami.lnu.edu.ua/course/arhitektura-obchyslyvalnyh-system-informatyka
Інформація про дисципліну	Курс “Архітектура обчислювальних систем та комп'ютерна схемотехніка” є нормативною дисципліною зі спеціальності 122 Комп'ютерні науки для освітньої програми «Інформатика», яку викладають у другому семестрі в обсязі 4 кредитів (за Європейською кредитно-трансферною системою ECTS)
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення дисципліни «Архітектура обчислювальних систем та комп'ютерна схемотехніка» є формування знань та вмінь, потрібних для раціонального використання сучасної обчислювальної техніки, кваліфікованої її технічної і системної підтримки, використання можливостей апаратної частини під час програмування
Коротка анотація дисципліни	Дисципліна «Архітектура обчислювальних систем та комп'ютерна схемотехніка» допоможе здобувачам вищої освіти засвоїти базові знання майбутньої спеціальності, сформує уяву про стан і перспективи розвитку галузі, основні використовувані технології. В даному курсі розглядаються фундаментальні та прикладні аспекти побудови і функціонування комп'ютерів.
Література для вивчення дисципліни	<i>Основна література:</i> 1. Злобін Г.Г. Рикалюк Р.Є. Архітектура та апаратне забезпечення ПЕОМ: навч. посіб. Київ : Каравела, 2012. 224 с. 2. Воробйова О.М. Іванченко В. Д. Основи схемотехніки: навч. посібник, ч. 2. Одеса : ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2004. 172 с. 3. Comer D. Essentials of computer architecture. Boca Raton : Chapman and Hall/CRC, 2017. 511 p. 4. Ledin J. Modern computer architecture and organization. Birmingham : Packt Publishing, 2020, 560 p. 5. Dumas II J. D. Computer architecture: fundamentals and principles of computer design. Boca Raton : Chapman and Hall/CRC, 2016. 462 p. <i>Додаткова література</i> 6. Рикалюк Р. Є. Лабораторний (симуляційний) практикум з курсу «Архітектура комп'ютерних систем». Ч. 1. Львів: Видавн. центр Львів. ун-ту, 2017. 57 с.

	<p>7. Рикалюк Р. Є. Заболоцький Т. М., Галамага Л. Б., Селіверстов Р. Г.. Лабораторний (симуляційний) практикум з курсу «Архітектура комп'ютерних систем». Ч. 2. Львів: Електронне видання ЛНУ, 2023. 33 с.</p> <p>8. Bartlett J. Programming from the ground up. Bartlett Publishing, 2004. 332 p.</p> <p>9. Абрамов В. О. Архітектура електронно-обчислювальних машин: навчальний посібник. / В. О. Абрамов– К.: КМПУ імені Б.Д. Грінченка, 2007. – 84 с.</p> <p>10. Кравчук С. О. Основи комп'ютерної техніки: Навч. посібн. / С. О. Кравчук, В. О. Шонін. – К.: Каравела, 2008. – 344 с.</p> <p>11. Мельник А. О. Архітектура комп'ютера. / А. О. Мельник – Луцьк: Волинська обласна друкарня, 2008. – 470 с.</p> <p>12. Tutorial: Create a custom image of an Azure VM with the Azure CLI. https://learn.microsoft.com/en-us/azure/virtual-machines/linux/tutorial-custom-images%205</p> <p>13. Introduction to Azure virtual machines https://learn.microsoft.com/en-us/training/modules/intro-to-azure-virtual-machines/</p>
<p>Обсяг курсу</p>	<p>64 години аудиторних занять. З них 32 години лекцій, 32 години лабораторних робіт та 56 години самостійної роботи</p>
<p>Очікувані результати навчання</p>	<p>Після завершення цього курсу студент буде :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Знати фундаментальні концепції та основні принципи функціонування мовних, інструментальних та апаратних засобів обчислювальних систем. - Вміти раціонально використовувати сучасні комп'ютери та периферійні засоби; розробляти програми на мові Assemblera та використовувати їх для системного програмування
<p>Компетентності</p>	<p><i>Інтегральна:</i> Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі комп'ютерних наук або у процесі навчання, що передбачають застосування теорій та методів інформаційних технологій і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.</p> <p><i>Загальні (ЗК):</i></p> <p>ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.</p> <p>ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.</p> <p>ЗК8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).</p> <p>ЗК9. Здатність працювати в команді.</p> <p>ЗК12. Здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.</p> <p><i>Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (СК):</i></p> <p>СК3. Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.</p> <p>СК7. Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів.</p> <p>СК10. Здатність застосовувати методології, технології та інструментальні засоби для управління процесами життєвого циклу</p>

	інформаційних і програмних систем, продуктів і сервісів інформаційних технологій відповідно до вимог замовника.
Програмні результати навчання	<p>ПР1. 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.</p> <p>ПР9. Розробляти програмні моделі предметних середовищ, вибирати парадигму програмування з позицій зручності та якості застосування для реалізації методів та алгоритмів розв'язання задач в галузі комп'ютерних наук.</p> <p>ПР13. Володіти мовами системного програмування та методами розробки програм, що взаємодіють з компонентами комп'ютерних систем.</p>
Ключові слова	Елементна база, апаратне забезпечення ЕОМ, процесор, машинна мова, пам'ять, мова асемблера.
Формат курсу	Очний.
Теми	<p>Змістовний модуль 1. Теоретичні основи функціонування ПЕОМ та апаратне забезпечення.</p> <p>Тема 1. Поняття про інформацію. Системи числення. Форми представлення чисел в ЕОМ. Основи алгебри логіки.</p> <p>Тема 2. Поняття про елементну базу ЕОМ. Реалізація типових комбінаційних схем.</p> <p>Тема 3. Історія розвитку обчислювальних систем. Архітектура фон Неймана - основа цифрових обчислювальних машин.</p> <p>Тема 4. Стан і перспективи розвитку елементної бази сучасних обчислювальних систем. Обмеження на шляху збільшення продуктивності ЕОМ.</p> <p>Тема 5. Класифікація архітектур обчислювальних систем: за інтегральними ознаками; за взаємодією потоку команд і потоку даних; за функціональним призначенням; за способом організації команд.</p> <p>Тема 6. Апаратне забезпечення ПЕОМ (Системна плата та її компоненти, відеосистема, дискова підсистема, порти комп'ютера).</p> <p>Змістовний модуль 2. Загальні принципи побудови ПЕОМ, мова Асемблера</p> <p>Тема 7. Мікропроцесор Intel 8086(88). Машинна мова. Архітектура процесора. Регістри. Шини мікропроцесора. Зв'язок з магістраллю. Переривання (внутрішні та зовнішні, масковані та немасковані).</p> <p>Тема 8. Режими адресації пам'яті та пристроїв вводу-виводу. Система переривань.</p> <p>Тема 9. Технологія просування даних. Трирівнева кеш-пам'ять команд та кеш-пам'ять даних. Динамічне передбачення розгалужень. Розширення і конвейеризації циклів шини даних. Підтримка мультипроцесора.</p> <p>Тема 10. Основи програмування мовою асемблер: система команд, операції введення-виводу, реалізація складних логічних структур мов програмування високого рівня мовою асемблер.</p> <p>Тема 11. Призначення та основні параметри запам'ятовуючих пристроїв. Структура пам'яті. Класифікація пам'яті за способом доступу до даних: адресна, послідовна, асоціативна.</p> <p>Тема 12. 64-розрядні процесори та ПЕОМ на базі багатоядерних процесорів. Особливості архітектури.</p> <p>Тема 13. Математичний співпроцесор та спеціалізовані процесори GPU: обробка графічної інформації, розподілені обчислення, машинне навчання.</p> <p>Тема 14. Віртуальні машини на різних платформах. Типи віртуалізації та роль гіпервізорів.</p>

Підсумковий контроль, форма	Письмовий (у вигляді тестів) іспит в кінці семестру
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін: «Дискретна математика», «Програмування».
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Лекції, презентація, практичні заняття у вигляді семінарів з мультимедійними презентаціями (в тому числі студентів); виконання домашніх завдань за варіантами, результатом яких є звіт в електронному або друкованому вигляді; самостійна робота з вивченням оприлюднених електронних матеріалів.
Необхідне обладнання	Для проведення лекцій: комп'ютер, проектор. Для проведення лабораторних та виконання завдань: комп'ютер, ОС Windows, ElectronicsWorkbench, Visual Studio, MS Word, Acrobat Reader, DJVU Reader.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	<p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • виконання домашніх завдань за варіантами : 12 письмових робіт (максимальна кількість балів за кожну 2,5); максимальна кількість балів 30 • контрольні заміри (модулі): 2 модулі у вигляді тестів (максимальна кількість балів за кожен 10); максимальна кількість балів 20 • в кінці семестру – іспит: форма іспиту – тестування. Максимальна кількість балів 50. <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100</p> <p>Очікується, що студенти виконають 12 письмових робіт у вигляді звітів. Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикавання джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і практичні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх строків визначених для виконання усіх видів письмових робіт, передбачених курсом. При відсутності студента на лабораторному занятті без поважної причини, на наступному занятті відбувається захист звіту пропущеного заняття.</p> <p>Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані на поточному тестуванні, за виконання домашніх завдань та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час практичного заняття; недопустимість пропусків та запізнень на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін.</p>

	<p>Академічна доброчесність: очікується, що роботи студентів будуть їхнім оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів, здавання чужих комп'ютерних програм як своїх становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p>
<p>Питання до екзамену.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Короткий історичний огляд розвитку обчислювальної техніки. Приклади електронних машин. 2. Принцип функціонування механічних машин. Приклади машин. 3. Елементна база електронних машин. Приклади електронних машин. 4. Яка відмінність у термінах ЕОМ і ПК? 5. Назвіть принципи фон Неймана. 6. Яка залежність продуктивності ЕОМ від кількості процесорів? 7. Назвіть основні характеристики ЕОМ різних поколінь. 8. Які існують обмеження на шляху збільшення продуктивності ЕОМ. 9. Поняття про інформацію. Системи числення 10. Як поміряти інформацію? Дайте означення біта. 11. Загальні принципи побудови ЕОМ. 12. Назвіть три головні функції алгебри логіки. Подайте алгебричне та графічне представлення. 13. Запишіть закони інверсії. 14. Побудуйте таблицю істинності для стрілки Пірса та елемента Шеффера. 15. Для чого використовують шифратори та дешифратори? Наведіть схему шифратора на 4 входи. 16. Що таке суматор і які типи суматорів Ви знаєте? 17. Опишіть роботу напівсуматора. 18. Зобразіть схему повного суматора з послідовним переносом. 19. Що таке тригер і які типи тригерів Ви знаєте? 20. Які стани дозволені, а які заборонені у RS-тригері? Обґрунтуйте свої міркування. 21. Наведіть приклад побудови D-тригера. 22. Наведіть приклад побудови JK –тригера. 23. Наведіть приклад побудови T-тригера. 24. Поняття про елементну базу ЕОМ(регістр) 25. Які функції регістрів і які типи регістрів використовують у побудові ЕОМ? 26. Поняття про елементну базу ЕОМ . Двійковий лічильник. 27. Як побудувати десятковий лічильник? 28. Класифікація архітектур обчислювальних систем за взаємодією ЦП, ОЗУ, ПП; 29. Класифікація архітектур обчислювальних систем за взаємодією потоку команд і потоку даних. 30. Як класифікують обчислювальні системи за функціональним призначенням? 31. Як реалізують тип взаємодії потоку команд і потоку даних ОКБД?

32. Де найчастіше реалізують тип взаємодії потоку команд і потоку даних ОКБД?
33. Як класифікують комп'ютери за способом виконання команд?
34. Наведіть приклади масс-процесорних систем.
35. Форми представлення чисел в ЕОМ.
36. Яка відмінність між запакованим і розпакованим форматом чисел?
37. Типи даних в ПЕОМ. Формати даних цілочислені.
38. Якими типами даних оперує мікропроцесор?
39. Як представляють числа з плаваючою комою у ПЕОМ?
40. Типи даних у 64-розрядних процесорах.
41. Загальні принципи побудови мікро-ЕОМ та ПЕОМ
42. Які компоненти містить системний блок ПК?
43. Типи шин мікропроцесора. Зв'язок з магістраллю
44. Що означає термін « системна магістраль»
45. Що таке командний цикл і як він пов'язаний з тактовою частотою процесора?
46. Що називаємо виконавчою адресою?
47. Скільки і які компоненти використовують для формування виконавчої адреси у 16-розрядних процесорах?
48. Скільки і які компоненти використовують для формування виконавчої адреси у 32-розрядних процесорах?
49. Назвіть компоненти логічної адреси?
50. Назвіть режими адресування 16-розрядного процесора фірми Intel.
51. Назвіть режими адресування 32-розрядного процесора фірми Intel.
52. З яких компонент складається пристрій опрацювання 16-розрядного процесора і які функції він виконує?
53. У який спосіб процесор опрацьовує рядки даних?
54. Скільки є типів сегментів оперативної пам'яті і яких?
55. Максимальний розмір сегмента? І в якому режимі?
56. Які мінімальні та максимальні розміри сторінки і сегмента 32-розрядного процесора?
57. Скільки рівнів захисту має 32-розрядний процесор?
58. Яка відмінність між скалярним і суперскалярним процесором?
59. Назвіть головні стадії конвеєрів U та V мікропроцесора типу Pentium.
60. Який розмір віртуальної пам'яті можливий для використання програмістом у 32-розрядному процесорі?
61. Який розмір віртуальної пам'яті підтримують сучасні операційні системи у 32-розрядному та 64-розрядному процесорах?
62. Що таке дескриптор?
63. Для чого слугують біти D і P дескриптора?
64. Який сегментний реєстр за замовчанням використовується при посиланнях на дані, що знаходяться в стеці?
65. Де зберігається селектор і що це таке?
66. Який біт дескриптора і у який стан (0 чи 1) його потрібно задати, щоб сегмент був системним?
67. У чому полягає суть терміну «арифметика з насиченням» ?
68. З якою метою у процесорі запроваджено розширення MMX?
69. З якою метою у процесорі запроваджено розширення SSE?
70. Яка відмінність між перериваннями внутрішніми і зовнішніми?

71. Які типи адресних просторів Ви знаєте?
72. Що означає віртуальний 8086-режим роботи 32-розрядного процесора?
73. Які біти і у яких регістрах відповідають за вмикання сторінкового режиму доступу до пам'яті?
74. Як працює механізм посторінкової організації пам'яті?
75. Чи підтримує 32-розрядний процесор одночасну роботу зі сторінками і сегментами?
76. Як обчислюється фізична адреса при наявності сторінкового поділу?
77. Для чого потрібен біт позначки "сторінка знаходиться в пам'яті"?
78. Розмір операнда в реальному режимі?
79. Що означає термін «зондовий режим»?
80. За якими адресами (молодшими чи старшими) зберігається байт молодшого порядку у подвійному слові?
81. Що означає увімкнення 14-го біта регістра ознак (вкладення задач) в «1»?
82. Які головні відмінності між 32 та 16-розрядними мікропроцесорами ?
83. Які категорії регістрів доступні програмісту у 32-розрядному процесорі?
84. Для чого потрібен регістр TR?
85. Скільки 8-бітових портів може мати 32-розрядний процесор?
86. Скільки 16-бітових портів може мати 32-розрядний процесор?
87. Яка відмінність між перериванням і винятком?
88. З якою метою переривання поділяють за пріоритетами?
89. Які регістри зберігаються у стеку перед опрацюванням переривання?
90. Що являє собою таблиця векторів переривань в захищеному режимі? Як вона називається?
91. Для чого потрібні GDT і LDT? Де зберігаються покажчики на їх поточні значення?
92. Як можна змінити рівень привілеїв?
93. Скільки і які компоненти використовують для формування логічної адреси у 32-розрядному процесорі?
94. У який спосіб 32-розрядний процесор забезпечує 64 Тбайти пам'яті на задачу?
95. Як влаштована кеш-пам'ять процесора?
96. Як реалізовано трирівневий кеш у процесорах Intel ?
97. Яка відмінність між прямим та асоціативним типами КЕШ-пам'яті?
98. Як реалізовано набірно-асоціативний тип КЕШ-пам'яті?
99. Який тип адреси визначає положення даних у кеш-пам'яті?
100. Як працює механізм LRU?
101. З якого процесора розпочинається шосте покоління процесорів?
102. У чому полягає суть мікроархітектури NetBurst?
103. Які мінімальні та максимальні розміри сторінки і сегмента 32-розрядного процесора?
104. Який розмір пам'яті введення/виведення і за допомогою яких команд реалізовано ввід/вивід у процесорах Intel?
105. Який біт дескриптора і у який стан (0 чи 1) його потрібно задати, щоб дескриптор був системним?
106. Якого розміру сторінка може бути у процесорі Pentium?

	<p>107. Які головні відмінності між 32 та 64-розрядними мікропроцесорами ?</p> <p>108. Які процесори використовують для побудови комп'ютерних комплексів на базі Apple Macintosh?</p> <p>109. Назвіть головні характеристики архітектури AMD64.</p> <p>110. Назвіть головні відмінності між архітектурами AMD64 та Intel 64.</p> <p>111. Назвіть як повно підтримують архітектуру x86-64 різні операційні системи та релізи.</p> <p>112. Симетричні багатоядерні системи</p> <p>113. Неоднорідні багатоядерні системи.</p> <p>114. Кластерні вирішення проблем багатопроцесорності.</p> <p>115. У чому суть архітектури Nehalem?</p> <p>116. Які типи віртуалізації вам відомі?</p> <p>117. Що головне вирізняє процесорні мікроархітектури Sandy Bridge, Ivy Bridge, Haswell, Broadwell, Skylake?</p> <p>118. Яка роль гіпервізорів у розподілі фізичних ресурсів комп'ютера?</p>
Опитування	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

Схема курсу:

№. тиж.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)* *лекція, самостійна, дискусія, групова робота)	Література	Завдання, год	Термін виконання
1	Тема1. Поняття про інформацію. Системи числення. Форми представлення чисел в ЕОМ. Основи алгебри логіки.	Лекція	[1-5]	2	
1	Знайомство з мережею лабораторії, вимогами до виконання, оформлення і захисту лабораторних робіт. Критерії оцінювання	Лабораторне заняття, самостійна робота	[1-5]	2, 3	Наступне заняття
2	Тема 2. Поняття про елементну базу ЕОМ (тригер, суматор, регістр, зсувач, шифратор, дешифратор, лічильник, арифметико-логічний пристрій). Реалізація типових комбінаційних схем.	Лекція	[1-5]	2	
2	Елементна база ЕОМ різних поколінь.	Лабораторне заняття, самостійна робота	[1-5]	2, 3	Наступне заняття
3	Тема3. Історія розвитку обчислювальних систем. Архітектура фон Неймана - основа цифрових обчислювальних машин..	Лекція	[1-5]	2	
3	Ознайомлення з пакетами для симуляції роботи логічних схем ("Electronic WorkBench", Logisim)	Лабораторне заняття, самостійна робота	[1-6]	2, 3	Наступне заняття
4	Тема 4. Стан і перспективи розвитку елементної бази сучасних обчислювальних систем. Особливості мікроелектронної технології, її переваги. Обмеження на шляху збільшення продуктивності ЕОМ TTL та CMOS логіка	Лекція	[1-5]	2	

4	<i>Дослідження роботи роботи шифратора і дешифратора.</i>	<i>Лабораторне заняття, самостійна робота</i>	[1-6]	2, 3	<i>Наступне заняття</i>
5	Тема 5. Класифікація архітектур обчислювальних систем: за інтегральними ознаками; за взаємодією потоку команд і потоку даних; за функціональним призначенням; за способом організації команд.	<i>Лекція</i>	[1-7]	2	
5	<i>Дослідження роботи суматорів.</i>	<i>Лабораторне заняття, самостійна робота</i>	[1-6]	2, 3	<i>Наступне заняття</i>
6	Тема6. Апаратне забезпечення ПЕОМ (Системна плата та її компоненти, відеосистема, дискова підсистема, порти комп'ютера)	<i>Лекція</i>	[1-6]	2	
6	<i>Дослідження роботи тригерних схем</i>	<i>Лабораторне заняття, самостійна робота</i>	[1-6]	2, 3	<i>Наступне заняття</i>
7-8	Тема7. Мікропроцесор Intel 8086(88). Машинна мова. Архітектура процесора. Регістри загального призначення. Індексні регістри та регістри-вказівники. Регістри сегменту. Шини мікропроцесора. Зв'язок з магістраллю. Переривання (внутрішні та зовнішні, масковані та немасковані).	<i>Лекція</i>	[1-5, 11.12]	4	
7	<i>Дослідження роботи регістрових та лічильних схем</i>	<i>Лабораторне заняття, самостійна робота</i>	[1-6]	2, 3	<i>Наступне заняття</i>
9	Тема8. Режими адресації пам'яті та пристроїв вводу-виводу. Система переривань. Механізми звернення до підпрограм. .	<i>Лекція</i>	[1-5]	2	
9	<i>Проміжний контроль</i>	<i>самостійна робота</i>		4	
10	Тема9. Технологія просування даних. Трирівнева кеш-пам'ять команд та кеш-пам'ять даних. Динамічне передбачення розгалужень. Розширення і конвейеризації циклів шини даних. Підтримка мультипроцесора.	<i>Лекція</i>	[1- 5]	2	
10	<i>Представлення даних у пам'яті комп'ютера, організація уведення/виведення інформації</i>	<i>Лабораторне заняття, самостійна робота</i>	[1-7]	2, 3	<i>Наступне заняття</i>
11	Тема10. Основи програмування мовою асемблер: система команд, операції введення-виводу, реалізація складних логічних структур мов програмування високого рівня мовою асемблер.	<i>Лекція</i>	[1-8]	2	
11	<i>Обчислення простих виразів для цілочислового процесора</i>	<i>Лабораторне заняття, самостійна робота</i>	[1-8]	2, 6	<i>Наступне заняття</i>
12	Тема11. Призначення та основні параметри запам'ятовуючих пристроїв. Структура пам'яті: регістрова пам'ять, кеш-пам'ять, основна (оперативна) пам'ять, енергонезалежна (постійна, напівпостійна) пам'ять, спеціалізована	<i>Лекція</i>	[1-5]	2	

	пам'ять, зовнішня пам'ять. Класифікація пам'яті за способом доступу до даних: адресна, послідовна, асоціативна.				
12	<i>Команди умовного та безумовного передавання керування, команди циклу</i>	<i>Лабораторне заняття, самостійна робота</i>	[1-8]	2, 6	<i>Наступне заняття</i>
13	Тема12. 64-розрядні процесори та ПЕОМ на базі багатоядерних процесорів. Особливості архітектури.	<i>Лекція</i>	[1-5]	2	
13	<i>Логічні команди, команди зсування, робота з масивами</i>	<i>Лабораторне заняття, самостійна робота</i>	[1-8]	2, 6	<i>Наступне заняття</i>
14	Тема13. Математичний співпроцесор та спеціалізовані процесори GPU: обробка графічної інформації, розподілені обчислення, машинне навчання.	<i>Лекція</i>	[3-5]	4	
14	<i>Програмування співпроцесора</i>	<i>Лабораторне заняття, самостійна робота</i>	[1-8]	2, 6	<i>Наступне заняття</i>
15	Тема14. Віртуальні машини на різних платформах. Типи віртуалізації та роль гіпервізорів.	<i>Лекція, самостійна робота</i>	[1, 4, 12, 13]	2, 4	
16	<i>Підсумкове заняття, модульний контроль.</i>	<i>Лабораторне заняття, самостійна робота</i>		2, 4	