МЕЛІТОПОЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ПЕДАГОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ БОГДАНА ХМЕЛЬНИЦЬКОГО

ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАТИКИ, МАТЕМАТИКИ ТА ЕКОНОМІКИ

Кафедра інформатики і кібернетики

Назва освітнього компонента *Обов'язковий / вибірковий*	**Архітектура обчислювальних систем** *Обов'язковий*
Ступінь освіти **Освітня програма**	**Перший (бакалаврський)** Професійна освіта. Комп'ютерні технології
Рік викладання/ Семестр/ Курс (рік навчання)	*2020-2021 / І семестр / І курс*
Викладач	Сердюк Ірина Миколаївна
Профайл викладача	http://inf.mdpu.org.ua/2017/10/25/serdjuk-irina-mikolaivna/
E-mail:	serdyuk_iryna@mspu.edu.ua
Сторінка освітнього компонента на сайті ЦОДТ МДПУ імені Богдана Хмельницького	https://dfn.mdpu.org.ua/course/view.php?id=247
Консультації	Очні консультації: згідно графіку роботи кафедри інформатики і кібернетики. Онлайн-консультації: через систему ЦОДТ МДПУ імені Богдана Хмельницького.

1. АНОТАЦІЯ

Інтенсивний розвиток комп'ютерних технологій, збільшення ступеня інтеграції мікросхем процесорів, пам'яті, контролерів тощо обумовило не тільки збільшення швидкодії комп'ютерів та інших їхніх технічних характеристик, але й ускладнення їхньої архітектури, збільшення набору команд, необхідність розробки і впровадження нових операційних систем і пакетів прикладних програм, що призвело до росту складності організації обчислювальних процесів, режимів функціонування і експлуатації персональних комп'ютерів та комп'ютерних систем.

В даному освітньому компоненті розглядаються фундаментальні та прикладні аспекти побудови і функціонування комп'ютерів як обчислювальних систем універсального і спеціального призначення. Формується необхідний рівень теоретичної та практичної підготовки здобувачів для грамотного використання ними знань пов'язаних з теорією, принципами та методами побудови і організації функціонування комп'ютерних систем.

2. МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА

Основна мета освітнього компонента – це надання системних відомостей про будову та принципи функціонування сучасних апаратних засобів обчислювальних систем для використання у подальшій практичній діяльності.

Завданнями освітнього компонента є формування знань про загальні принципи побудови комп'ютерної техніки, вмінь та навичок, необхідних для раціонального використання сучасних комп'ютерів, периферійних засобів.

3. ПЕРЕЛІК КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ, ЯКІ НАБУВАЮТЬСЯ ПІД ЧАС ОПАНУВАННЯ ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА

- *загальні:*

К 07. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

- *спеціальні (фахові):*

К 18. Здатність аналізувати ефективність проектних рішень, пов'язаних з підбором, експлуатацією, удосконаленням, модернізацією технологічного обладнання та устаткування галузі/сфери відповідно до спеціалізації.

К 23. Здатність виконувати розрахунки технологічних процесів в галузі.

К 31. Здатність розробляти архітектури, модулі та компоненти програмних систем, застосовувати методи, засоби і принципи проєктування та розробки електронних освітніх ресурсів.

4. РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

ПР 16. Знати основи і розуміти принципи функціонування технологічного обладнання та устаткування галузі (відповідно до спеціалізації).

ПР 18. Розв'язувати типові спеціалізовані задачі, пов'язані з вибором матеріалів, виконанням необхідних розрахунків, конструюванням, проєктуванням технічних об'єктів у предметній галузі (відповідно до спеціалізації).

ПР 19. Уміти обирати і застосовувати необхідне устаткування, інструменти та методи для вирішення типових складних завдань у галузі (відповідно до спеціалізації).

5. ОБСЯГ ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА

Вид заняття	Загальна	Лекції	Лабораторні заняття	Самостійна робота
Кількість годин	90 годин	16 годин	14 годин	60 годин

6. ПОЛІТИКА

Політика академічної поведінки та етики:

- не пропускати та не запізнюватися на заняття за розкладом;
- вчасно виконувати завдання практичних занять та самостійної роботи;
- на заняттях дотримуватись правил роботи у групі, шанобливо ставитись до поглядів один одного;
- вчасно та самостійно виконувати контрольно-модульні завдання, презентації та творчі проекти;
- дотримуватися політики доброчесності під час виконання самостійної або індивідуальної роботи;
- активно брати участь у побудові і реалізації власної індивідуальної освітньої траєкторії.

Політика щодо дедлайнів та перескладання: роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

Політика щодо академічної доброчесності: списування під час контрольних робіт заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів).

Політика щодо відвідування: відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу.

7. СТРУКТУРА ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА

7.1. СТРУКТУРА ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА (ЗАГАЛЬНА)

К-ть год.	Тема	Форма діяльності (заняття, к-ть год.)	Літера-тура	Завдання	Вага оцінки	Термін виконання
Блок І. Конструкція та апаратний склад IBM PC.						
6	**Системи числення**	Лекція (2 год.) Самостійна робота (2 год.)	Осн. 1 Дод. 2, 4, 10, 11	Відповіді на контрольні питання, виконання завдань лабораторної роботи, тестові завдання		впродовж другого навчального семестру (перший періодичний контроль)
5	**Коротка історія розвитку обчислювальної техніки. Закон Мура**	Самостійна робота (5 год.)	Осн. 3 Дод. 2, 5	Відповіді на контрольні питання, тестові завдання		впродовж другого навчального семестру (перший періодичний контроль)
5	**Типи архітектур комп'ютерів**	Лекція (2 год.) Самостійна робота (3 год.)	Осн. 2, 3, 4 Дод. 1, 8, 11	Відповіді на контрольні питання, тестові завдання		впродовж другого навчального семестру (перший періодичний контроль)
6	**Типи і специфікації мікропроцесорів**	Лабораторне заняття (2 год.) Самостійна робота (4 год.)	Осн. 3, 4 Дод. 5, 7, 8	Виконання завдань лабораторної роботи, тестові завдання	5	впродовж другого навчального семестру (перший періодичний контроль)
5	**Системні плати і шини**	Лекція (2 год.) Самостійна робота (3 год.)	Осн. 4, 5 Дод. 1, 8, 10	Відповіді на контрольні питання, тестові завдання		впродовж другого навчального семестру (перший періодичний контроль)
6	**BIOS: базова система вводу/виводу**	Лабораторне заняття (2 год.) Самостійна робота (4 год.)	Осн. 2, 3 Дод.3, 5, 6	Виконання завдань лабораторної роботи, тестові завдання	5	впродовж другого навчального семестру (перший періодичний

						контроль)
6	**Оперативна пам'ять**	Лекція (2 год.) Лабораторне заняття (2 год.) Самостійна робота (2 год.)	Осн. 2, 5 Дод. 9, 10	Відповіді на контрольні питання, виконання завдань лабораторної роботи, тестові завдання	5	впродовж другого навчального семестру (перший періодичний контроль)
6	**Інтерфейс ATA/IDE, SATA**	Самостійна робота (6 год.)	Осн. 2, 5 Дод. 1, 9, 10	Виконання завдань лабораторної роботи, тестові завдання		впродовж другого навчального семестру (перший періодичний контроль)
Блок ІІ. Периферійні пристрої РС.						
8	**Послідовний, паралельний та інші інтерфейси вводу/виводу**	Лекція (2 год.) Лабораторне заняття (2 год.) Самостійна робота (4 год.)	Осн. 1, 4, 5 Дод. 6, 10	Відповіді на контрольні питання, виконання завдань лабораторної роботи, тестові завдання	5	впродовж другого навчального семестру (другий періодичний контроль)
6	**Блоки живлення і корпуси персональних комп'ютерів**	Лабораторне заняття (2 год.) Самостійна робота (4 год.)	Осн. 1, 4 Дод. 1,5, 7	Виконання завдань лабораторної роботи, тестові завдання	5	впродовж другого навчального семестру (другий періодичний контроль)
8	**Пристрої магнітного зберігання даних. Накопичувачі на жорстких дисках**	Лекція (2 год.) Лабораторне заняття (2 год.) Самостійна робота (4 год.)	Осн. 3, 4 Дод. 7, 10	Відповіді на контрольні питання, виконання завдань лабораторної роботи, тестові завдання	5	впродовж другого навчального семестру (другий періодичний контроль)
7	**Накопичувачі зі змінними носіями. flesh-носії пристрої оптичного зберігання даних**	Лекція (2 год.) Самостійна робота (5 год.)	Осн. 2, 3 Дод. 4, 7, 10	Відповіді на контрольні питання, тестові завдання		впродовж другого навчального семестру (другий періодичний контроль)
8	**Відеоадаптери і монітори.**	Лекція (2 год.)	Осн. 2, 3, 5	Відповіді на контрольні		впродовж другого

	Аудіопристрої	Лабораторне заняття (2 год.)	Дод. 6, 10	питання, виконання завдань лабораторної роботи, тестові завдання	5	навчального семестру (другий періодичний контроль)
		Самостійна робота (4год.)				
8	**Пристрої введення і виводу інформації. Сканери та принтери**	Самостійна робота (8 год.)	Осн. 2, 3, 5 Дод. 2, 10	Відповіді на контрольні питання, виконання завдань лабораторної роботи, тестові завдання		впродовж другого навчального семестру (другий періодичний контроль)

7.2. СТРУКТУРА ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА (ЛЕКЦІЙНИЙ БЛОК)

Тема лекції	Зміст лекції
Введення в теорію систем числення. Форми подання та кодування чисел в комп'ютерах	Системи числення: основні поняття. Вибір системи числення для представлення інформації. Формальні правила двійкової арифметики. Переведення чисел з однієї позиційної системи числення в іншу.
Типи архітектур комп'ютерів	Специфікації персональних комп'ютерів. Типи систем. Компоненти системи Оцінка параметрів роботи ЕОМ. Тестування ЕОМ. Загальні поняття.
Системні плати і шини	Системні плати. Формфактори системних плат. Характеристики та побудова системних плат. Структура типової системної плати. Схемотехніка системних плат. Гнізда для процесорів . Набори мікросхем системної логіки. Архітектура "північний/південний міст. Мікросхема Super I/O. Рознімання системної плати. Шини. Типи, призначення. і функціонування шин. Шина процесора.
Оперативна пам'ять	Оперативна пам'ять. Пам'ять типу DRAM. Пам'ять типу ROM. Основні поняття. Типи ОЗП й продуктивність. Модулі пам'яті. Характеристика модулів пам'яті.
Послідовний, паралельний та інші інтерфейси вводу/виводу.	Знайомство з портами вводу/виводу. Переваги послідовного з'єднання. Порівняння IEEE 1394 і USB 1.1/2.0. Універсальна послідовна шина USB. Технічні характеристики 1394. IEEE 1394 (FireWire або i.Link). Технічні характеристики USB. Послідовні порти. Розташування послідовних портів. Високошвидкісні послідовні порти
Пристрої магнітного зберігання даних. Накопичувачі на жорстких дисках	Зберігання даних на магнітних носіях. Історія розвитку пристроїв зберігання даних на магнітних носіях. Конструкції голівок читання/запису. Способи кодування даних. Накопичувачі на жорстких дисках. Формфактори накопичувачів. Принципи роботи накопичувачів. Доріжки й сектори. Форматування дисків. Основні компоненти жорстких дисків.
Накопичувачі зі змінними носіями. flesh-носії пристрої оптичного зберігання даних	Накопичувачі зі змінними носіями. Флеш-пам'ять. Магнітні дискові накопичувачі. Магнітні стрічкові накопичувачі. Магнітні пристрої зберігання високої ємності.

	Пристрої оптичного зберігання даних. Оптичні технології на основі компакт-дисків. Будова та параметри приводів. Технологія запису компакт-дисків.
Відеоадаптери і монітори. Аудіопристрої	Типи відеоадаптерів. Системні плати з інтегрованим графічним ядром. Компоненти відео системи. Відеопам'ять. Цифроаналоговий перетворювач. Відеодрайвер. Технології відображення інформації. Електронно-променевий моніторі Рідкокристалічні монітори. Плазмені дисплеї. Будова. Характеристики. Аудіопристрої. Звукові плати. Історія розвитку мультимедіа. Компоненти аудіосистеми. Перші звукові адаптери. Основні поняття і терміни.

7.3. СТРУКТУРА ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА (ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ)

Теми лабораторних занять	**Зміст лабораторних занять**
Структура персонального комп'ютера.	вивчення складу персонального комп'ютера і його логічної структури
Центральний процесор персонального комп'ютера	призначення, конструкція та характеристики центрального процесора персонального комп'ютера
Материнська плата персонального комп'ютера	знайомство з конструкцією та елементами материнської плати персонального комп'ютера
Вивчення комп'ютерної пам'яті та карт розширення	типи комп'ютерної пам'яті, відомості про мережеві й звукові карти
Корпус, блок живлення та роз'єми системного блоку ПК	конструкція та елементи корпусу системного блоку персонального комп'ютера, формати корпусів системного блока ПК, призначення портів системного блоку ПК, будова блока живлення
Накопичувачі на жорстких магнітних дисках персонального комп'ютера	Будова жорсткого диску, надійність зберігання даних, структура даних на жорсткому диску, форматування диску, отримання інформації про жорсткий диск, очищення жорсткого диску, змінення об'єму віртуальної пам'яті, вивчити порядок настроювання жорсткого диску
Налаштування монітору	Основні характеристики монітора, вивчення порядку налаштування моніторів, програми для налаштування монітора, встановлення драйверів, налаштування роздільної здатності, налаштування частоти оновлення екрану, налаштування відображення шрифтів

7.4 СТРУКТУРА ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА (ТЕМИ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ)

Тема для самостійного опрацювання	**Зміст теми**
Системи числення	Форми представлення і запису чисел з фіксованою та плаваючою комою. Представлення від'ємних чисел. Прямий, обернений і додатковий коди.
Коротка історія розвитку обчислювальної техніки. Закон Мура	Короткі історичні аспекти Немеханічні калькулятори Механічні калькулятори Електронні комп'ютери Інтегральні схеми Нове покоління комп'ютерів Класифікації ЕОМ за ступенем їх розвитку. Закон Мура
Типи архітектур комп'ютерів	Базові концепції побудови високошвидкісних ЕОМ.

Типи і специфікації мікропроцесорів	Історія розвитку процесорів. Виробництво процесорів. Маркування процесора. Основні компоненти і блоки процесорів. Процесори сучасних ЕОМ Класифікація процесорів (CISC, RISC). Технічні характеристики процесорів Параметри процесорів. Шина даних. Шина адреси. Режими процесора Швидкодія процесора Тактова частота процесора. Кеш;пам'ять. Скалярні та суперскалярні процесори. Функції процесора. Корпуса PGA, SEC і SEP. Гнізда для процесорів. Системи охолодження
Системні плати і шини	Системні плати. Формфактори системних плат. Характеристики та побудова системних плат. Структура типової системної плати. Схемотехніка системних плат. Гнізда для процесорів . Набори мікросхем системної логіки. Архітектура “північний/південний міст. Мікросхема Super I/O. Роз’єми системної плати. Шини. Типи, призначення. і функціонування шин. Шина процесора. Шина пам'яті. Призначення рознімань розширення. Шина ISA. PCI. PCIExpress.
BIOS: базова система вводу/виводу	Основи BIOS. Апаратна й програмна частини BIOS. Системна BIOS. Мікросхеми ROM. Типи мікросхем ПЗП. Середовище поперенього завантаження. Розподіл CMOS;пам'яті. Параметри CMOS. Основне меню програми Setup BIOS. Запуск програми Setup BIOS. програми настроювання BIOS. PlugandPlay BIOS
Оперативна пам'ять	Вибір і установка модулів пам'яті. Швидкодія пам'яті. Банки пам'яті.
Тема 8 Інтерфейс ATA/IDE, SATA	Короткий огляд. Історія розвитку інтерфейсу IDE. Походження IDE. Інтерфейси IDE для різних системних шин. Походження ATA. Паралельний інтерфейс ATA. Роз’єми вводу/виводу паралельного ATA. Кабель вводу/виводу паралельного. Кабелі й роз’єми SATA. Конфігурування пристроїв SATA Режими обміну даними SATA. Функції ATA.
Послідовний, паралельний та інші інтерфейси вводу/виводу	Конфігурація послідовних портів. Стандарт IEEE 1284. Конфігурація паралельних портів.
Блоки живлення і корпуси персональних комп’ютерів	Блоки живлення. Призначення й принципи роботи блоків живлення. Сигнал Power_Good. Формфактори блоків живлення. Рознімання блоків живлення. Специфікації блоків живлення. Навантаження блоків живлення. Потужність блоків живлення. Інші параметри блоків живлення. Корпуси, джерела безперебійного живлення ПК. Типи корпусів, формфактор. Захисні пристрої в мережі живлення. Мережні фільтри; стабілізатори. Джерела безперебійного живлення.
Пристрої магнітного зберігання даних. Накопичувачі на жорстких дисках	Будова. Механізми приводу голівок. Характеристики накопичувачів.
Накопичувачі зі змінними носіями. flesh-носії пристрої оптичного зберігання даних	Формати оптичних носіїв. Специфікації й типи накопичувачів CD/DVD. Стандарти.
Відеоадаптери і монітори. Аудіопристрої	Рознімання звукових плат. Драйвери звукових плат. Підключення акустичної системи.
Пристрої введення і виводу	Клавіатури й миші. Будова. Конструкції. Інтерфейс. Рознімання

інформації. Сканери та принтери	для підключення. Пристрої позиціонування. Миша. Технології сканування та печатки. Основні поняття й класифікація сканерів. Принцип роботи та характеристики сканерів. Технологія печатки принтерів: лазерна, струйно чорнильна, матриця крапок. Принцип роботи принтерів. TrackPoint. Трекбол. Джойстик. TouchPad. Характеристики принтерів.

8. МЕТОДИ ТА ФОРМИ КОНТРОЛЮ

1. Поточний контроль: усне опитування, перевірка виконання завдань лабораторної роботи, захист звіту.
2. Контроль виконання завдань самостійної роботи: реферати, презентації, творчі проекти.
3. Періодичний контроль: автоматизоване тестування.
4. Підсумковий контроль: залік.

Періодичний контроль складається з двох контрольних робіт (перший та другий періодичний контроль).

Контрольна робота включає тестові завдання. Перша контрольна робота включає питання з тем Блок І. Конструкція та апаратний склад IBM PC, друга контрольна робота - Блок ІІ. Периферійні пристрої PC.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ВІДПОВІДНО ДО ВИДІВ КОНТРОЛЮ

Контроль за видами діяльності здобувачів вищої освіти здійснюється шляхом поточного оцінювання знань (під час лабораторних занять), контролю виконання завдань самостійної роботи (реферати, презентації, творчі проекти), періодичного контролю (автоматизоване тестування), екзамену. За результатами суми двох періодичних контрольних робіт, оцінки за поточний контроль та екзаменаційної оцінки виставляється підсумкова оцінка за національною, 100-бальною шкалами і ECTS.

Загальна система оцінювання курсу здійснюється згідно з Положенням про бально-накопичувальну систему оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у Мелітопольському державному педагогічному університеті імені Богдана Хмельницького №34/01-05 від 28. 10.2019 р.

Критерії оцінювання поточного контролю на лабораторних заняттях (усне, письмове опитування):

– 5 балів – завдання виконане вірно, реалізовано найбільш ефективний алгоритм реалізації, супроводжується необхідним поясненням і обґрунтуванням, можуть бути допущені окремі помилки, які є наслідком неуважності, але не призводять до помилок у виконанні програми і не демонструють відсутність знань з дисципліни.

– 4 бали – завдання виконане вірно, супроводжується неповним поясненням, наявні помилки, які є наслідком неуважності, але не призводять до помилок у виконанні програми.

– 3 бали – завдання виконане, але результат не повністю відповідає вимогам, пояснення неповне, пропущені логічні кроки, наявні помилки, які свідчать про пробіли у знаннях з дисципліни.

– 2 бали – завдання виконане частково, результат не відповідає вимогам, пояснення відсутнє, наявні помилки, які свідчать про великі пробіли у знаннях з дисципліни.

– 1 бал – завдання не виконане, є спроби обрати спосіб вирішення, великі пробіли у знаннях з дисципліни.

Критерії оцінювання періодичного контролю

Контрольна робота включає тестові завдання. Максимальна кількість балів – 30 (30 тестових завдань по 1 балу).

Критерії оцінювання підсумкового (семестрового) контролю

Підсумковий контроль з освітнього компонента відбувається у формі заліку.

Здобувач, який накопичує 60 і більше балів, має право отримати залік з даного освітнього компонента.

9. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ТА ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

Основна

1. Архітектура комп'ютерних систем: конспект лекцій для студентів усіх форм навчання з курсу «Архітектура комп'ютерних систем» / Укладачі : Голотенко О.С. – Тернопіль : Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2016 – 120 с.
2. Антоненко О. В., Бардус І. О. Архітектура комп'ютера та конфігурування комп'ютерних систем (на основі фундаменталізованого підходу): навч. посіб. – Бердянськ,2018. – 292 с.
3. Тарарака В.Д. Архітектура комп'ютерних систем: навчальний посібник. – Житомир : ЖДТУ, 2018. – 383 с.
4. Архітектура комп'ютерів та периферійні пристрої: Навч. посібник / С. Є. Бантюков, О. В. Чаленко, В. С. Меркулов та ін. – Харків: УкрДУЗТ, 2018. – Ч. 1. – 116 с.
5. Мартин Р. Чиста архітектура / Р. Мартин. – К.: Фабула, 2019. – 416с.

Додаткова

1. Andrew S. Tanenbaum, Todd Austin. Structured computer organization 6th ed. 2013. 775 p.
2. Інформатика для загальноосвітніх навчальних закладів з поглибленим вивченням інформатики : підруч. для 8 кл. загальноосвіт. навч. закл. / А.М. Гуржій, Л.А. Карташова, В.В. Лапінський, В.Д.Руденко. – Львів : Світ, 2016. – 296 с.
3. Абрамов В.О. Фізичні основи комп'ютерних систем: навчальний посібник. Київ: КМПУ імені Б.Д.Грінченка, 2007. 124 с
4. Інформатика. Комп'ютерна техніка. Комп'ютерні технології: Підручник для ВНЗ / За ред. О.І. Пушкаря. Київ Академія, 2003. 704 с.
5. Матвієнко М. П., Розен В. П., Закладний О. М. Архітектура комп'ютера: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. Київ : Ліра, 2013. 264 с.
6. Рикалюк Р.Є. Лабораторний (симуляційний) практикум з курсу «Архітектура комп'ютерних систем». Ч.1. – Львів: Видавн. центр Львів. ун-ту, 2017. – 57 с.
7. Рикалюк Р.Є. Лабораторний (симуляційний) практикум з курсу «Архітектура комп'ютерних систем». Ч. 2 / Р. Є. Рикалюк, Л. Б. Галамага, Р. Г. Селіверстов. – Львів: Видавн. центр Львів. ун-ту, 2017. — 33 с.
8. Корнієнко С.К. Архітектура комп'ютера та низькорівневе програмування: Конспект лекцій для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» / С.К. Корнієнко. – Запоріжжя: НУ «Запорізька політехніка», 2020. – 98 с.
9. Електроніка та мікросхемотехніка: підручник / О.М. Воробйова, І.П. Панфілов, М.П. Савицька, Ю.В. Флейта. – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2015. – 298 с.
10. Тарарака В.Д. Прикладна теорія цифрових автоматів: навчальний посібник. – Житомир: ЖДТУ, 2019. – 183с.
11. Новацький А. О. Мікропроцесорні та мікроконтролерні системи : підручник. У 2 ч. Ч. 1. Мікропроцесорні системи [Електронний ресурс] / А. О. Новацький. – Електронні текстові дані (1 файл: 16,7 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2020. – 361с.

Інформаційні ресурси

1. Олександр Мізюк. Системи числення. URL: http://nrs.rozh2sch.org.ua/
2. Конвертер чисел однієї системи числення в іншу. URL: https://kuryliak.pp.ua/js/tools/numcalk.php

3. Конфігуратор ПК. URL: https://can.ua/configurator/
4. Зібрати комп’ютер самостійно: онлайн-конфігуратор з перевіркою сумісності. URL: http://chvv.com.ua/zibrati-kompyuter-samostijno-onlajn-konfigurator-z-perevirkoyu-sumisnosti/