

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Кафедра інформаційних систем та технологій

ЗАТВЕРДЖЕНО КАФЕДРОЮ
Завідувач кафедри


Юрій УТКІН
(протокол від «01» вересня 2025 р. № 2)

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
(обов'язкова навчальна дисципліна)

Основи електроніки та мікропроцесорної техніки

освітньо-професійна програма	Інформаційні управляючі системи
спеціальність	126 Інформаційні системи та технології
галузь знань	12 Інформаційні технології
рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
навчально-науковий інститут	Навчально-науковий інститут економіки,
управління, права та інформаційних технологій	

Полтава
2025-2026 н. р.

Робоча програма навчальної дисципліни «Основи електроніки та мікропроцесорної техніки» для здобувачів вищої освіти за освітньо-професійною програмою «Інформаційні управляючі системи» спеціальності 126 Інформаційні системи та технології.

Мова викладання: державна

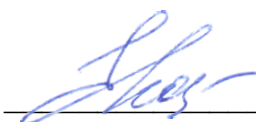
Розробник: Леонід ФЛЕГАНТОВ, професор кафедри інформаційних систем та технологій, к. ф.-м. н., доцент

«01» вересня 2025 року

 Леонід ФЛЕГАНТОВ

Погоджено гарантом освітньої програми
Інформаційні управляючі системи

«01» вересня 2025 року

 Олена КОПШИНСЬКА

Схвалено радою з якості вищої освіти спеціальності
«Інформаційні системи і технології»
протокол від «01» вересня 2025 р. № 1

Голова ради з якості вищої освіти
спеціальності
«Інформаційні системи і технології»

 Олена КОПШИНСЬКА

1. Опис навчальної дисципліни

Елементи характеристики	Денна форма здобуття освіти	Заочна форма здобуття освіти
Загальна кількість годин	90	90
Кількість кредитів	3	3
Місце в індивідуальному навчальному плані здобувача вищої освіти	обов'язкова	обов'язкова
Рік навчання (шифр курсу)	2; 126ICT_бд_2024	1;2, 126ICT_бз_2024
Семестр	4	2; 4
Лекції (годин)	14	4; 0
Лабораторні роботи (годин)	16	0; 4
Самостійна робота (годин)	60	82
Форма семестрового контролю	екзамен	екзамен

2. Мета вивчення навчальної дисципліни

Сформувати у здобувачів вищої освіти систему знань про фундаментальні закономірності побудови засобів обчислювальної техніки та мікропроцесорних систем, а також набуття практичних навичок роботи на сучасній комп'ютерній техніці й ефективного використання засобів імітаційного моделювання у професійній діяльності для розв'язання задач аналізу комп'ютерних систем та мереж.

3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Передумовою вивчення навчальної дисципліни згідно ОПП (2024) є попереднє вивчення освітніх компонентів «Вступ до інформаційних технологій», «Операційні системи».

4. Компетентності

Загальні компетентності:

КЗ 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу на відповідних рівнях.

КЗ 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

КЗ 3. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.

КЗ 5. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

КЗ 6. Здатність до пошуку, оброблення та узагальнення інформації з різних джерел.

Фахові компетентності спеціальності:

КС 1. Здатність аналізувати об'єкт проектування або функціонування та його предметну область.

КС 2. Здатність застосовувати стандарти в області інформаційних систем та технологій при розробці функціональних профілів, побудові та інтеграції систем, продуктів, сервісів і елементів інфраструктури організації.

КС 4. Здатність проектувати, розробляти та використовувати засоби реалізації інформаційних систем, технологій та інфокомунікацій (методичні, інформаційні, алгоритмічні, технічні, програмні та інші).

КС 13. Здатність проводити обчислювальні експерименти, порівнювати результати експериментальних даних і отриманих рішень.

5. Результати навчання

ПР 2. Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.

Співвідношення програмних результатів навчання із очікуваними результатами навчання

Програмний результат навчання (визначений освітньою програмою)	Очікувані результати навчання навчальної дисципліни
ПР 2. Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.	Розуміти основні принципи роботи електронних компонентів (резистори, конденсатори, транзистори, діоди, інтегральні схеми). Знати основні закони електротехніки (Ома, Кірхгофа) та вміти їх застосовувати для аналізу електричних кіл. Розуміти принципи побудови та функціонування мікропроцесорів та мікроконтролерів. Мати уявлення про програмування мікроконтролерів.
	Аналізувати та проектувати прості електричні кола. Використовувати стандартні алгоритми для розв'язання задач аналізу та синтезу електронних схем. Розробляти та програмувати прості пристрої на основі мікроконтролерів. Використовувати технології моделювання для дослідження роботи електронних схем
	Працювати з віртуальними електронними компонентами та вимірювальними приладами. Використовувати програмне забезпечення для моделювання та проектування електронних схем.

6. Методи навчання і викладання

- методи стимулювання і мотивації обов'язку й відповідальності: роз'яснення мети навчальної дисципліни; висування вимог до вивчення дисципліни; заохочення, оперативний контроль;
- словесні: пояснення, лекція, розповідь, бесіда, інструктаж;
- наочні: демонстрація, ілюстрування;
- практичні: лабораторні роботи, дослідні роботи, робота з демо-версіями програмного забезпечення;
- інтерактивні: проектування професійних ситуацій, симулятивні методи;
- інноваційні: мультимедійна презентація, дистанційне навчання;
- методи формування пізнавальних інтересів: метод створення ситуації інтересу до навчання;
- за мисленням: дослідницький, репродуктивний, евристичний;
- методи самостійної роботи.

7. Програма навчальної дисципліни

Тема 1. Вступ до електроніки та мікропроцесорної техніки.

Огляд дисципліни. Історія розвитку мікропроцесорної техніки. Роль електроніки у комп'ютерній техніці. Фізичні основи електроніки (основні терміни та закони електрики): фізичні явища, фізичні величини, їх позначення, одиниці вимірювання (електричний заряд, носії заряду, електричне поле, електрична ємність; провідники, діелектрики, напівпровідники; електричний потенціал, електрорушійна сила, електрична напруга; електричний струм, сила струму; електричний опір; електромагнітна індукція, індуктивність). Огляд компонентів

електроніки: пасивні та активні елементи. Принципові електронні схеми: основні компоненти та їх позначення.

Тема 2. Аналогова електроніка (пасивні електронні компоненти).

Пасивні електронні компоненти. Резистори: визначення та призначення; класифікація (за типом, матеріалом, способом виготовлення); основні параметри (опір, точність, потужність, температурний коефіцієнт опору); маркування резисторів (кольорове, цифрове); типові застосування в електричних колах. Конденсатори: визначення та призначення; класифікація (за типом діелектрика, ємністю); основні параметри (ємність, напруга, тангенс кута втрат, еквівалентний послідовний опір); маркування конденсаторів; типові застосування в електричних колах (накопичення заряду, фільтрація, зсув фази). Індуктивності: визначення та призначення; класифікація (за типом сердечника, кількістю витків); основні параметри (індуктивність, опір обмотки, добротність); типові застосування в електричних колах (фільтрація, коливальні контури). Вимикачі: визначення та призначення; класифікація (за типом, кількістю контактів, способом керування); основні параметри (напруга, струм, кількість циклів перемикачності); типові застосування в електричних колах.

Основні закони електричних кіл. Закон Ома: формулювання та фізичний зміст закону Ома для ділянки кола; застосування закону Ома для розрахунку параметрів електричних кіл. Закони Кірхгофа: перший закон Кірхгофа (для вузлів); другий закон Кірхгофа (для контурів); застосування законів Кірхгофа для аналізу складних електричних кіл. Послідовне та паралельне з'єднання компонентів: розрахунок еквівалентного опору, ємності та індуктивності при послідовному та паралельному з'єднанні.

Дослідження характеристик діодів напруги та струму.

Тема 3. Аналогова електроніка (активні електронні компоненти).

Напівпровідникові матеріали: власні напівпровідники; легування; p-n перехід.

Діоди: принцип роботи (одностороння провідність завдяки p-n переходу), типи (звичайні, стабілітрони, світлодіоди) їх призначення та використання (випрямлення змінного струму, стабілізація напруги, випромінювання світла при протіканні струму). Застосування діодів у випрямлячах струму (перетворення змінного струму на постійний (однопівперіодний, двопівперіодний, мостовий)), стабілізаторах напруги (підтримання постійної напруги) та в інших схемах (детектори, модулятори, захисні діоди). Дослідження роботи діодів та їх застосування у випрямних схемах.

Транзистори: біполярні та польові, їх характеристики та застосування; керування струмом колектора струмом бази, керування струмом стоку напругою на затворі, коефіцієнт підсилення, вхідний та вихідний опір; підсилення, генерація, ключові схеми. Транзистори як підсилювачі (збільшення амплітуди сигналу, каскади підсилення) та ключові елементи (робота в режимі «увімкнено/вимкнено» – комутація, TTL-логіка). Аналіз та використання транзисторів як підсилювачів та ключів. Розробка та аналіз аналогових схем з використанням операційних підсилювачів.

Операційні підсилювачі та їх застосування; інвертуючий та неінвертуючий підсилювачі, суматори, компаратори; підсилення сигналів, виконання математичних операцій, фільтрація.

Фільтри їх призначення, типи та застосування в електронних схемах; виділення потрібного частотного діапазону сигналу; низькочастотні, високочастотні, смугові, режекторні; фільтрація шумів, поділ сигналів, налаштування частоти.

Тема 4. Цифрова електроніка.

Логічні вентиля, їх структура та принцип роботи. Логічні елементи: базові (AND, OR, NOT) та складні (NAND, NOR, XOR, XNOR). Комбінаторні логічні схеми: мультиплексори, демультиплексори, компаратори, шифратори, дешифратори. Послідовні логічні схеми: тактові генератори, тригери (RS-тригер, D-тригер, JK-тригер), лічильники, регістри. Проектування та симуляція цифрових логічних схем із використанням логічних вентилів та елементів. Дослідження роботи мультиплексорів, демультиплексорів, шифраторів і дешифраторів.

Тема 5. Мікропроцесори та мікроконтролери.

Архітектура мікропроцесорів. Основи програмування мікроконтролерів. Інтеграція мікропроцесорів в комп'ютерні системи. Програмування та тестування простих мікроконтролерів.

Мікропроцесори (МП): визначення, призначення, місце в комп'ютерній системі; функції (виконання арифметичних та логічних операцій, керування роботою компонентів); структура (арифметико-логічний пристрій (склад, функції), пристрій керування (склад, функції), регістри (типи, призначення), шина даних (призначення, розрядність), шина адреси (призначення, розрядність); принципи роботи (тактування, виконання команд); система команд (типи, формати команд); режими адресації (способи звернення до даних); архітектура CISC та RISC (порівняння, переваги та недоліки); класифікація (за розрядністю, швидкодією, призначенням).

Мікроконтролери (МК): визначення, призначення, відмінність від МП; структура МК (процесорне ядро, пам'ять, периферія; програмування (мови програмування: C, C++, Assembler); середовища розробки (редактори, компілятори); процес програмування (написання коду, компіляція, завантаження, налагодження). Периферія МК: порти вводу/виводу (призначення, режими роботи); таймери (призначення, режими роботи); переривання (призначення, обробка); аналого-цифрові перетворювачі (АЦП) (призначення, принцип роботи); цифро-аналогові перетворювачі (ЦАП) (призначення, принцип роботи. Особливості програмування МК (обмеження ресурсів, реальний час).

Інтеграція мікропроцесорів в комп'ютерні системи. Комп'ютерна система (визначення, компоненти); роль МП в комп'ютерній системі (центральный елемент, керування обробкою даних). Інтерфейси: системна шина (призначення, типи), контролери (призначення, функції), порти вводу/виводу (типи, призначення). Організація пам'яті: оперативна пам'ять (ОЗП): (призначення, типи); постійна пам'ять (ПЗП) (призначення, типи); периферійні пристрої (класифікація, принципи підключення). Архітектура комп'ютерних систем (централізована, розподілена). Сучасні тенденції розвитку комп'ютерних систем (багатоядерність, паралельні обчислення).

Тема 6. Управління периферійними пристроями через мікроконтролери.

Порти введення/виведення МК (GPIO): архітектура (регістри керування, режими роботи (вхід/вихід)); програмування (налаштування напрямку, зчитування та запис даних); приклади (керування світлодіодами, кнопками, реле). (Керування світлодіодами за допомогою GPIO).

Таймери: призначення (генерація імпульсів, відлік часу, широтно-імпульсна модуляція (ШІМ)); режими роботи (лічильник, генератор імпульсів, ШІМ); програмування (налаштування частоти, періоду, режимів); переривання від таймерів (налаштування та обробка); приклади: (генерація періодичних сигналів, вимірювання часу). (Генерація ШІМ-сигналу за допомогою таймера).

Переривання: поняття переривання (типи, пріоритети, вектор переривань); налаштування переривань (встановлення обробника переривання (ISR)); обробка переривань (написання коду обробника); переваги використання переривань для керування периферією; приклади (обробка переривань від кнопок, таймерів). (Обробка переривання від кнопки).

Інтерфейси: UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter); SPI (Serial Peripheral Interface); I2C (Inter-Integrated Circuit) (принцип роботи та налаштування); передача та прийом даних через інтерфейси (програмна реалізація); практичні приклади (підключення датчиків, дисплеїв, модулів зв'язку). (Обмін даними з датчиком температури через I2C).

Тема 7. Інтеграція мікропроцесорних систем в ІТ інфраструктуру.

Програмне забезпечення для роботи з МП. Інтернет речей (IoT) та роль МП. Віддалене управління та моніторинг мікропроцесорних систем. Інтеграція МК у комп'ютерну мережу для віддаленого управління.

Мікропроцесорні системи, їх місце в сучасних технологіях. Значення інтеграції мікропроцесорних систем в ІТ інфраструктуру для автоматизації, моніторингу та керування. Огляд основних протоколів та технологій, що використовуються для інтеграції.

Програмне забезпечення для роботи з МП. Типи програмного забезпечення: вбудоване ПЗ (firmware), операційні системи реального часу (RTOS), ПЗ для ПК. Середовища розробки:

IDE (Integrated Development Environment), компілятори, відладчики (debuggers). Мови програмування: C, C++, Assembler. Приклад: використання Arduino IDE для програмування мікроконтролера.

Мережеві технології для мікропроцесорних систем. Модель OSI: рівні, функції, значення для інтеграції. Протоколи TCP/IP: призначення, принципи роботи, адресація (IP, маска підмережі). Протоколи UDP: призначення, особливості використання для мікроконтролерів. Практичні приклади: налаштування IP-адреси на мікроконтролері, ping.

Ethernet та бездротові технології. Ethernet: стандарти, фізичне підключення, програмування. Wi-Fi (802.11): принцип роботи, стандарти, безпека. Bluetooth: принцип роботи, класифікація, використання для мікроконтролерів. Zigbee, Z-Wave: особливості використання для IoT. Приклади: підключення МК до локальної мережі, передача даних через Wi-Fi. (Підключення мікроконтролера до Ethernet/Wi-Fi).

Протоколи та формати даних: HTTP: принцип роботи, запити, відповіді. MQTT: призначення, принцип роботи, публікація/підписка. CoAP: особливості використання для обмежених ресурсів. Формати даних: JSON, XML. Приклади: отримання даних з вебсервера, передача даних на MQTT-брокер. (Передача даних на MQTT-сервер).

Інтернет речей (IoT) та роль мікропроцесорів. Концепція IoT: з'єднання пристроїв, збір та обробка даних. Роль мікропроцесорів в IoT: керування пристроями, збір даних, зв'язок з мережею. Приклади застосування IoT: розумний дім, промисловий IoT, сільське господарство.

Віддалене управління та моніторинг мікропроцесорних систем. Принципи віддаленого керування: доступ через мережу, протоколи, безпека. Методи моніторингу: збір даних, візуалізація, оповіщення. Інтеграція мікроконтролера у комп'ютерну мережу для віддаленого управління: приклади реалізації. Приклади: віддалене керування світлодіодом через вебінтерфейс, моніторинг температури за допомогою MQTT. (Віддалене керування мікроконтролером через мережу).

Безпека МК в IT інфраструктурі. Загрози безпеці: кібератаки, вразливості. Методи захисту: шифрування, аутентифікація, авторизація. Безпека мікроконтролерів: особливості, рекомендації.

Структура (тематичний план) навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин							
	Денна форма здобуття освіти 126ІСТ бд 2024				Заочна форма здобуття освіти 126ІСТ бз 2024)			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		л	лаб	с.р.		л	лаб	с.р.
Тема 1. Вступ до електроніки та мікропроцесорної техніки	6	2	0	4	6			6
Тема 2. Аналогова електроніка (пасивні електронні компоненти)	14	2	2	10	14			14
Тема 3. Аналогова електроніка (активні електронні компоненти)	14	2	6	6	14	2	2	10
Тема 4. Цифрова електроніка	14	2	4	8	14	2	2	10
Тема 5. Мікропроцесори та мікроконтролери	14	2	2	10	14			14
Тема 6. Управління периферійними пристроями через мікроконтролери	14	2	0	12	14			14
Тема 7. Інтеграція мікропроцесорних систем в IT інфраструктуру	14	2	2	10	14			14
у т. ч. індивідуальні завдання (контрольна робота) (годин)					22			22
Усього годин	90	14	16	60	90	4	4	82

8. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти 126ІСТ бд 2024	Заочна форма здобуття освіти 126ІСТ бз 2024
Тема 2. Аналогова електроніка (пасивні електронні компоненти)			
	1. Дослідження характеристик ділників напруги та струму	2	
Тема 3. Аналогова електроніка (активні електронні компоненти)			
	2. Дослідження роботи діодів та їх застосування у випрямних схемах.	2	
	3. Аналіз та використання транзисторів як підсилювачів та ключів	2	
	4. Розробка та аналіз аналогових схем з використанням операційних підсилювачів	2	2
Тема 4. Цифрова електроніка			
	5. Проектування та симуляція цифрових логічних схем із використанням логічних вентилів та елементів	2	2
	6. Дослідження роботи мультиплексорів, демультимплексорів, шифраторів і дешифраторів	2	
Тема 5. Мікропроцесори та мікроконтролери			
	7. Програмування та тестування простих мікроконтролерів	2	
Тема 7. Інтеграція мікропроцесорних систем в ІТ інфраструктуру			
	8. Інтеграція мікроконтролера в комп'ютерну мережу для віддаленого управління	2	
	Разом	16	4

9. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма здобуття освіти 126ІСТ_бд_2024	Заочна форма здобуття освіти 126ІСТ_бз_2024)
1	Історія розвитку електроніки та мікропроцесорної техніки: від вакуумних ламп до сучасних SoC	4	6
2	Дослідження характеристик та застосування індуктивних і ємнісних елементів в фільтрах та коливальних контурах	10	14
3	Принцип роботи та практичне використання польових транзисторів (FETs) у підсилювачах та ключах	8	10
4	Синтез та мінімізація логічних функцій: порівняння методів алгебри логіки та карт Карно	8	10
5	Архітектура мікроконтролерів AVR (або ARM Cortex-M): аналіз структури пам'яті та системи команд.	10	14

6	Програмування та налагодження інтерфейсу I2C (або SPI) для обміну даними з зовнішнім датчиком	10	14
7	Розробка концепції та вибір технологій для побудови системи IoT на базі мікроконтролера з мережевим підключенням (Wi-Fi/Ethernet)	10	14
	Усього годин	60	82

10. Індивідуальні завдання

Індивідуальна робота здобувача вищої освіти направлена на закріплення теоретичного матеріалу та практичних навичок. Цей вид роботи реалізується шляхом виконання індивідуального навчального завдання у формі контрольної роботи, яке виконується здобувачами вищої освіти заочної форми навчання у поза аудиторний час. Перевірка результатів індивідуальної роботи студентів викладачем відбувається до початку та під час екзаменаційної сесії.

11. Оцінювання результатів навчання

Результати навчання	Форми контролю результатів навчання
ПР 2. Застосовувати знання фундаментальних і природничих наук, системного аналізу та технологій моделювання, стандартних алгоритмів та дискретного аналізу при розв'язанні задач проектування і використання інформаційних систем та технологій.	Поточний контроль: - активність на заняттях; - виконання лабораторних робіт; - виконання завдань самостійної роботи; - розв'язування тестів (для денної форми навчання); - виконання індивідуального завдання – виконання завдань контрольної роботи (для заочної форми навчання). Семестровий контроль: - екзамен

Критерієм успішного навчання є досягнення здобувачем вищої освіти мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним результатом навчання. Мінімальний пороговий рівень оцінки за кожним результатом навчання становить 60 % від максимально можливої кількості балів. Мінімальний пороговий рівень оцінки з освітнього компонента є єдиним в Університеті і не залежить від форм контролю і методів оцінювання результатів навчання.

Схема нарахування балів з навчальної дисципліни (денна форма здобуття освіти)

Теми	Форми контролю результатів навчання здобувачів вищої освіти					Разом
	Активність на заняттях	Виконання лабораторних робіт	Виконання завдань самостійної роботи	Розв'язування тестів	Екзамен	
Тема 1. Вступ до електроніки та мікропроцесорної техніки	2	0	4			6
Тема 2. Аналогова електроніка (пасивні електронні)	2	4	4			10

компоненти)						
Тема 3. Аналогова електроніка (активні електронні компоненти)	2	12	4			18
Тема 4. Цифрова електроніка	2	8	4			14
Тема 5. Мікропроцесори та мікроконтролери	2	4	4	2		12
Тема 6. Управління периферійними пристроями через мікроконтролери	2	0	4	2		8
Тема 7. Інтеграція мікропроцесорни х систем в ІТ інфраструктуру	2	4	4	2		12
Разом балів за видами робіт	14	32	28	6		80
Екзамен					20	20
Разом						100

**Схема нарахування балів з навчальної дисципліни
(заочна форма здобуття освіти)**

Теми	Форми контролю результатів навчання здобувачів вищої освіти					Разом
	Активність на заняттях	Виконання лабораторних робіт	Виконання завдань самостійної роботи	Виконання завдань контрольної роботи	Екзамен	
Тема 1. Вступ до електроніки та мікропроцесорної техніки			6			6
Тема 2. Аналогова електроніка (пасивні електронні компоненти)			6			6
Тема 3. Аналогова електроніка (активні електронні компоненти)	2	4	6			12
Тема 4. Цифрова електроніка	2	4	6			12
Тема 5. Мікропроцесори та мікроконтролери			6			6
Тема 6. Управління периферійними пристроями через мікроконтролери			6			6
Тема 7. Інтеграція			6			7

мікропроцесорних систем в ІТ інфраструктуру						
Індивідуальне завдання – контрольна робота				26		26
Разом балів за видами робіт	4	8	42	26	0	80
Екзамен					20	20
Разом						100

**Шкала та критерії оцінювання
(денна форма здобуття освіти)**

Активність на заняттях

Кількість балів	Критерії оцінювання
2 бали (максимальна)	Постійна та якісна участь. Здобувач освіти активно та регулярно бере участь в обговореннях, відповідає на запитання викладача, ставить доречні та глибокі запитання, які демонструють розуміння матеріалу та зацікавленість. Ініціативність. Виявляє власну ініціативу (наприклад, пропонує приклади, ідеї, способи вирішення завдань, додаткові матеріали для обговорення). Конструктивність. Вносить суттєвий вклад у роботу групи, його/її коментарі збагачують заняття та допомагають іншим зрозуміти тему. Підготовленість. Очевидна попередня підготовка до заняття (навіть без прямого запитання).
1 бал	Вибіркова участь. Здобувач освіти бере участь у занятті, але нерегулярно або лише після прямого звернення. Поверхневий рівень. Відповіді та коментарі правильні та доречні, але не завжди демонструють глибоке розуміння теми або носять загальний, репродуктивний характер. Слідування інструкціям. Виконує завдання під час заняття та слідує інструкціям, але без вираженої ініціативи. Пасивне слухання. Більшу частину часу займає уважне слухання, з рідкісними включеннями в дискусію.
0 балів (мінімальна)	Відсутність участі. Здобувач освіти не бере участі в обговореннях, не відповідає на запитання викладача (навіть після прямого звернення, або відповідь є «Я не знаю», «Не готовий/готова»).
	Недоречна поведінка/відволікання. Відсутність уваги до навчального процесу, відволікання себе та інших (наприклад, використання гаджетів, не пов'язаних із заняттям, розмови).
	Непідготовленість. Повна неготовність до обговорення матеріалу заняття.

Шкала та критерії оцінювання

Виконання лабораторних робіт

Кількість балів	Критерії оцінювання
4 бали (максимальна)	Якість виконання та точність. Робота виконана відмінно, усі етапи проведені правильно та точно, згідно з інструкцією. Отримані результати повністю відповідають теоретичним очікуванням або максимально близькі до них. Усі вимоги техніки безпеки дотримані. Оформлення звіту. Звіт оформлений бездоганно: містить чітку мету, хід роботи, повні й акуратні таблиці даних, правильні розрахунки та вичерпні висновки, які ґрунтовно аналізують отримані результати. Розуміння та захист. Здобувач освіти глибоко розуміє теоретичні основи роботи, легко відповідає на контрольні запитання та впевнено захищає роботу, пояснюючи всі етапи та результати, а також їх можливі відхилення.

3 бали	Якість виконання та точність. Робота виконана в повному обсязі, але з незначними неточностями у вимірюваннях або техніці, які не спотворили кінцевого висновку. Результати близькі до очікуваних, але мають незначні відхилення. Дотримано правил техніки безпеки. Оформлення звіту. Звіт оформлений правильно і містить усі ключові розділи. Присутні незначні недоліки або неточності (наприклад, не всі розрахунки деталізовані, висновки дещо загальні або поверхневі). Розуміння та захист. Здобувач освіти демонструє хороше розуміння теоретичної основи, відповідає на більшість запитань, але може мати незначні труднощі з поясненням окремих складних теоретичних моментів або глибоким аналізом результатів.
2 бали	Якість виконання та точність. Робота виконана, але з помилками у техніці або проведенні дослідів, що призвело до помітних відхилень у результатах. Можливе виконання лише за допомогою інструкції або з підказками викладача. Оформлення звіту. Звіт оформлений, містить основні розділи, але є помітні недоліки (наприклад, неповні таблиці, помилки в розрахунках, нечітка мета, загальні та нечіткі висновки). Розуміння та захист. Здобувач освіти демонструє загальне розуміння, відповідає лише на базові запитання, але має труднощі з поясненням теоретичних моментів і не може правильно інтерпретувати отримані результати.
1 бал	Звіт оформлено в електронному вигляді на достатньому рівні, структура і зміст частково відповідають поставленим завданням, відповіді на контрольні питання відсутні.
0 балів (мінімальна)	Здобувач освіти не оформив звіт про виконання лабораторної роботи, що не дає можливість оцінити формування компетентностей і досягнення програмних результатів.

Шкала та критерії оцінювання

Виконання завдань самостійної роботи

Кількість балів	Критерії оцінювання
4 бали (максимальна)	Виняткова якість. Робота демонструє критичне, глибоке розуміння, творчий або інноваційний підхід. Усі завдання виконано бездоганно. Найвищий відсоток унікальності. Оформлення ідеальне. Висока якість. Демонструє глибоке розуміння теми та аналітичний підхід. Усі завдання виконано правильно і повністю. Оформлення відповідає всім вимогам; 1-2 мінімальні технічні неточності. Повне розкриття теми. Робота повністю розкриває тему, демонструючи добре розуміння. Усі завдання виконано. Присутній аналіз, але може бути відсутнім глибоке критичне осмислення.
3 бали	Добре виконання. Робота в цілому відповідає темі, демонструє задовільне розуміння. Виконана більшість ключових завдань. Переважно репродуктивний характер із елементами аналізу. Логіка викладу чітка, але можуть бути поодинокі незначні помилки. Задовільне виконання. Завдання виконано, але робота має репродуктивний характер. Виконано більшість завдань, але з помітними неточностями у розрахунках або формулюваннях. Оформлення в основному правильне, але містить помітні недоліки.
2 бали	Поверхневе розкриття теми. Робота поверхнево розкриває тему, демонструючи фрагментарне розуміння. Виконана лише половина завдань. Наявні помітні помилки у розрахунках чи теорії. Слабка відповідність. Робота слабо відповідає темі, з великою кількістю компілятивного матеріалу. Логіка викладу порушена. Оформлення неналежне, відсутні деякі важливі елементи.

1 бал	Критичні недоліки. Робота містить лише окремі елементи виконаного завдання. Зміст є поверхневим і непослідовним. Багато помилок. Здана із значним запізненням (якщо приймається). Формальна наявність. Робота здана, але її якість та відповідність вимогам крайньо низька. Демонструє повне незрозуміння теми.
0 балів (мінімальна)	Невиконання/плагіат. Робота не здана або не виконана. Або виявлено грубий чи значний плагіат. Або робота повністю не відповідає темі, містить грубі фактичні помилки, що унеможлиблює її оцінювання.

Шкала та критерії оцінювання

Розв'язування тестів

Кількість балів	Критерії оцінювання
2 бали (максимально)	Відсоток правильних відповідей 85% і більше. Високий рівень. Здобувач освіти демонструє ґрунтовні, системні знання. Присутні лише поодинокі, незначні помилки. Тест зараховано як відмінно.
1 бал	Відсоток правильних відповідей 60%–84%. Задовільний рівень. Здобувач освіти демонструє базове засвоєння головного матеріалу. Присутні помилки у складних або менш важливих питаннях. Тест зараховано.
0 балів (мінімально)	Відсоток правильних відповідей менше 60%. Незадовільний рівень. Здобувач освіти демонструє незнання або незрозуміння більшої частини матеріалу. Потрібне додаткове опрацювання теми. Тест не зараховано.

Шкала та критерії оцінювання (заочна форма здобуття освіти)

Активність на заняттях

Кількість балів	Критерії оцінювання
2 бали (максимальна)	Постійна та якісна участь. Здобувач освіти активно та регулярно бере участь в обговореннях, відповідає на запитання викладача, ставить доречні та глибокі запитання, які демонструють розуміння матеріалу та зацікавленість. Ініціативність. Виявляє власну ініціативу (наприклад, пропонує приклади, ідеї, способи вирішення завдань, додаткові матеріали для обговорення). Конструктивність. Вносить суттєвий вклад у роботу групи, його/її коментарі збагачують заняття та допомагають іншим зрозуміти тему. Підготовленість. Очевидна попередня підготовка до заняття (навіть без прямого запитання).
1 бал	Вибіркова участь. Здобувач освіти бере участь у занятті, але нерегулярно або лише після прямого звернення. Поверхневий рівень. Відповіді та коментарі правильні та доречні, але не завжди демонструють глибоке розуміння теми або носять загальний, репродуктивний характер. Слідування інструкціям. Виконує завдання під час заняття та слідує інструкціям, але без вираженої ініціативи. Пасивне слухання. Більшу частину часу займає уважне слухання, з рідкісними включеннями в дискусію.
0 балів (мінімальна)	Відсутність участі. Здобувач освіти не бере участі в обговореннях, не відповідає на запитання викладача (навіть після прямого звернення, або відповідь є «Я не знаю», «Не готовий/готова»).
	Недоречна поведінка/відволікання. Відсутність уваги до навчального процесу, відволікання себе та інших (наприклад, використання гаджетів, не пов'язаних із заняттям, розмови).
	Непідготовленість. Повна неготовність до обговорення матеріалу заняття.

Шкала та критерії оцінювання*Виконання лабораторних робіт*

Кількість балів	Критерії оцінювання
4 бали (максимальна)	Якість виконання та точність. Робота виконана відмінно, усі етапи проведені правильно та точно, згідно з інструкцією. Отримані результати повністю відповідають теоретичним очікуванням або максимально близькі до них. Усі вимоги техніки безпеки дотримані. Оформлення звіту. Звіт оформлений бездоганно: містить чітку мету, хід роботи, повні й акуратні таблиці даних, правильні розрахунки та вичерпні висновки, які ґрунтовно аналізують отримані результати. Розуміння та захист. Здобувач освіти глибоко розуміє теоретичні основи роботи, легко відповідає на контрольні запитання та впевнено захищає роботу, пояснюючи всі етапи та результати, а також їх можливі відхилення.
3 бали	Якість виконання та точність. Робота виконана в повному обсязі, але з незначними неточностями у вимірюваннях або техніці, які не спотворили кінцевого висновку. Результати близькі до очікуваних, але мають незначні відхилення. Дотримано правил техніки безпеки. Оформлення звіту. Звіт оформлений правильно і містить усі ключові розділи. Присутні незначні недоліки або неточності (наприклад, не всі розрахунки деталізовані, висновки дещо загальні або поверхневі). Розуміння та захист. Здобувач освіти демонструє хороше розуміння теоретичної основи, відповідає на більшість запитань, але може мати незначні труднощі з поясненням окремих складних теоретичних моментів або глибоким аналізом результатів.
2 бали	Якість виконання та точність. Робота виконана, але з помилками у техніці або проведенні дослідів, що призвело до помітних відхилень у результатах. Можливе виконання лише за допомогою інструкції або з підказками викладача. Оформлення звіту. Звіт оформлений, містить основні розділи, але є помітні недоліки (наприклад, неповні таблиці, помилки в розрахунках, нечітка мета, загальні та нечіткі висновки). Розуміння та захист. Здобувач освіти демонструє загальне розуміння, відповідає лише на базові запитання, але має труднощі з поясненням теоретичних моментів і не може правильно інтерпретувати отримані результати.
1 бал	Звіт оформлено в електронному вигляді на достатньому рівні, структура і зміст частково відповідають поставленим завданням, відповіді на контрольні питання відсутні.
0 балів (мінімальна)	Здобувач освіти не оформив звіт про виконання лабораторної роботи, що не дає можливість оцінити формування компетентностей і досягнення програмних результатів.

Шкала та критерії оцінювання*Виконання завдань самостійної роботи*

Кількість балів	Критерії оцінювання
6 – 5 балів (максимально)	Виняткова якість. Робота демонструє критичне, глибоке розуміння, творчий або інноваційний підхід. Усі завдання виконано бездоганно. Найвищий відсоток унікальності. Оформлення ідеальне. Висока якість. Демонструє глибоке розуміння теми та аналітичний підхід. Усі завдання виконано правильно і повністю. Оформлення відповідає всім вимогам; 1-2 мінімальні технічні неточності. Повне розкриття теми. Робота повністю розкриває тему, демонструючи добре розуміння. Усі завдання виконано. Присутній аналіз, але може бути відсутнім глибоке критичне осмислення.
4 – 3 балів	Добре виконання. Робота в цілому відповідає темі, демонструє задовільне розуміння. Виконана більшість ключових завдань. Переважно репродуктивний характер із елементами аналізу. Логіка викладу чітка, але можуть бути поодинокі незначні помилки. Задовільне виконання. Завдання виконано, але робота має репродуктивний характер. Виконано більшість завдань, але з помітними неточностями у розрахунках або формулюваннях. Оформлення в основному правильне, але містить помітні недоліки.
2 бали	Поверхневе розкриття теми. Робота поверхнево розкриває тему, демонструючи фрагментарне розуміння. Виконана лише половина завдань. Наявні помітні помилки у розрахунках чи теорії. Слабка відповідність. Робота слабо відповідає темі, з великою кількістю компілятивного матеріалу. Логіка викладу порушена. Оформлення неналежне, відсутні деякі важливі елементи.
1 бал	Критичні недоліки. Робота містить лише окремі елементи виконаного завдання. Зміст є поверхневим і непослідовним. Багато помилок. Здана із значним запізненням (якщо приймається). Формальна наявність. Робота здана, але її якість та відповідність вимогам крайньо низька. Демонструє повне нерозуміння теми.
0 балів (мінімальна)	Невиконання/Плагіат. Робота не здана або не виконана. Або виявлено грубий чи значний плагіат. Або робота повністю не відповідає темі, містить грубі фактичні помилки, що унеможлиблює її оцінювання.

Шкала та критерії оцінювання*Виконання завдань контрольної роботи*

Кількість балів	Критерії оцінювання
<i>Теоретична частина</i> 10 балів (максимальна) ... 0 балів (мінімальна)	Оцінюється повнота змісту, послідовність викладення теоретичного матеріалу: 6 – 1 балів – відповідність представленого реферативного матеріалу варіанту, повнота відповіді, наявність узагальнень; 4 – 1 балів – форматування відповідає стандартам оформлення технічних звітів; в роботі проаналізовано сучасну наукову літературу, використано власні або запозичені схеми, діаграми, є власні висновки; 0 балів – теоретичне завдання не виконано або обсяг і якість виконання менше 50%, що не дає можливість оцінити формування компетентностей і досягнення програмних результатів. Максимальна оцінка за теоретичну частину становить: 6 + 4 = 10 балів.
<i>Практична частина</i> 16 балів	Оцінюється повнота, послідовність виконання практичного завдання: 6 – 1 балів – відповідність представленого матеріалу варіанту, структурованість та чіткість, повнота виконання;

(максимальна) ... 0 балів (мінімальна оцінка)	10 – 1 балів – обґрунтованість рішення, відповідність отриманого результату; 0 балів – практичне завдання не виконано або обсяг і якість виконання менше 50%, що не дає можливість оцінити формування компетентностей і досягнення програмних результатів. Максимальна оцінка за практичну частину становить: 5 + 10 = 16 балів.
Всього	Максимальна оцінка за контрольну роботу становить: 10 + 16 = 26 балів.

Шкала та критерії оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти
(форма семестрового контролю – екзамен*)

Вид завдання, кількість балів	Критерії оцінювання тестового завдання екзаменаційного білету в межах зазначеної кількості балів
Відповіді на теоретичні питання у вигляді тестів (відсоток правильних відповідей розраховується в програмі тестування автоматично) 20 балів (максимум) ... 0 балів (мінімум)	Підсумкова кількість балів (ПКБ): $ПКБ = \left[20 \cdot \frac{k}{n} \right],$ де n – кількість тестових запитань; k – кількість правильних відповідей; $[]$ – означає цілу частину числа. Наприклад, студент, який надає правильну відповідь на 18 з 30 тестових запитань, отримує 12 балів з 20 можливих. При $k = n$, студент отримує 20 балів. При $k = 0$, студент отримує 0 балів.

* Екзамен проводиться у формі тестування. Екзаменаційні тести розміщені у системі дистанційного навчання Університету на платформі Moodle.

12. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна (за потреби)

Засоби навчання: ПК 15 шт. (2025 р.) у складі (системний блок NU5CPYH (Win10Pro), монітор LED19", клавіатура, маніпулятор «миша») – 15 шт.; мультимедійне забезпечення: (інтерактивна дошка) (проектор) Epson EB-685Wi із настінним кріпленням Epson ELPMB28 (2025), мережа Wi-Fi. MS Windows 10 Pro, MS Office, Internet-браузери, Notepad++, ел. бібліотека ПДАУ (<https://lib.pdau.edu.ua>), ел. репозитарій ПДАУ (<https://dspace.pdau.edu.ua:8080>). Draw IO, Wokwi Arduino Simulator, Arduino IDE. Обладнання та програмне забезпечення, необхідне для навчальної дисципліни, забезпечує навчально-наукова лабораторія імітаційного моделювання та реінжинірингу бізнес-процесів, ауд. 213.

13. Політика навчальної дисципліни

Політика навчальної дисципліни визначає систему вимог, які викладач висуває до здобувачів вищої освіти при вивченні дисципліни та ґрунтується на засадах справедливого об'єктивного оцінювання навчальної роботи кожного здобувача освіти і дотримання академічної доброчесності.

Вимоги можуть стосуватися:

1. Термінів виконання та перескладання:

Виконання поточних завдань лабораторних робіт та самостійної роботи, захист результатів визначається розкладом занять: завдання мають бути опрацьовані, виконані та подані для оцінювання у формі звіту за встановленою формою до дати видачі наступного завдання (за розкладом). Заключний звіт у семестрі подається до початка екзаменаційної сесії. Звіти, подані з порушенням встановлених термінів без поважних причин, оцінюються на

нижчу оцінку (до -30% від звичайної оцінки). Перескладання поточного та підсумкового контролю за наявності поважних причин з дозволу директорату ННІ.

2. Академічної доброчесності:

Політику щодо академічної доброчесності визначає Кодекс академічної доброчесності Полтавського державного аграрного університету та Кодекс про етику викладача та здобувача вищої освіти Полтавського державного аграрного університету (<https://www.pdau.edu.ua/content/lokalni-normatyvno-pravovi-akty/>).

Дотримання академічної доброчесності передбачає: дотримання норм закону про авторське право і суміжні права; самостійність у виконанні навчальних завдань, крім випадків, коли їх виконання передбачає участь декількох осіб або правилами виконання відповідних завдань дозволено отримання допомоги від інших осіб, використання допоміжних матеріалів та засобів, мережі Інтернет тощо (для осіб з особливими освітніми потребами ця вимога застосовується з урахуванням їхніх індивідуальних потреб і можливостей); посилення на джерела інформації у разі використання ідей, розробок, тверджень, відомостей; надання достовірної інформації про результати власної навчальної (наукової, творчої) діяльності, використані методики досліджень і джерела інформації тощо.

У випадку виявлення порушень академічної доброчесності, передбачених Кодексом академічної доброчесності Полтавського державного аграрного університету, застосовується повторне виконання завдання та повідомлення суб'єкта, який здійснює фінансування навчання, потенційних роботодавців, батьків здобувача вищої освіти про вчинене порушення. Також, можуть бути порушені клопотання щодо позбавлення студента права брати участь у конкурсах на отримання іменних стипендій, грантів; позбавлення права брати участь у конкурсах, що їх проводить Університет для добору учасників академічної мобільності; позбавлення наданих Університетом пільг з оплати навчання; виключення з рейтингу претендентів на отримання академічної стипендії; позбавлення стипендії; відрахування з Університету (крім осіб з особливими освітніми потребами).

У разі незгоди із рішенням щодо повернення роботи на доопрацювання або її не допуску до захисту здобувач освіти має право на наступний робочий день подати письмову заяву на ім'я голови комісії з академічної доброчесності Університету.

3. Відвідування занять:

Відвідування навчальних занять за розкладом є обов'язковим, крім студентів, які навчаються за індивідуальним навчальним планом. За об'єктивних причин, навчання може відбуватись з використанням інформаційних технологій (у змішаній та/або дистанційній формах), за індивідуальним навчальним планом за погодженням із керівником курсу та директором ННІ.

4. Зарахування результатів неформальної/інформальної освіти:

Результати неформальної / інформальної освіти зараховуються згідно Положення про порядок визнання результатів навчання, здобутих у неформальній та інформальній освіті здобувачами вищої освіти Полтавського державного аграрного університету (<https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/5555/polozhennyaaproneformalnuosvitu.pdf/>).

5. Оскарження результатів оцінювання:

Оскарження результатів оцінювання здійснюється згідно Положення про оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти в Полтавському державному аграрному університеті (<https://www.pdau.edu.ua/sites/default/files/node/5555/polozhennyaaproocinyuvannya2023.pdf>)

14. Рекомендовані джерела інформації

Основні

1. Електронна бібліотека ПДАУ. URL: <https://lib.pdaa.edu.ua>.
2. Електронний репозиторій ПДАУ. URL: <http://dspace.pdaa.edu.ua:8080>.
3. Навчальні матеріали дисципліни у системі дистанційного навчання ПДАУ. URL:

<https://moodle.pdau.edu.ua/>

4. Болюх В. Ф., Данько В. Г. Основи електроніки і мікропроцесорної техніки: Навч. посібник. Харків: НТУ «ХПІ», 2011. 257 с. URL: https://document.kdu.edu.ua/info_zab/171_477.pdf

5. Гуржій А.М. Електротехніка та основи електроніки / А.М. Гуржій, С.К. Мещанінов, А.Т. Нельга, В.М. Співак. К.: Літера ЛТД, 2020. 288 с. URL: <https://lib.imzo.gov.ua/wa-data/public/site/books2/pidrucnyky-posibnyky-profsvita/Litera-Elektrotehnika.pdf>

6. Співак В.М. Загальна електротехніка і основи електроніки: навчальний посібник / Співак В.М., Гуржій А.М., Нельга А.Т., Ітякін О.С. Київ: КПІ, 2020. 266 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/c6e9d089-502d-4358-b48f-61ac262f72fd/content>

7. Котовський В.Й. Основи електроніки. Лабораторний практикум – методичні вказівки до лабораторних та практичних занять з курсу основи електроніки / В.Й. Котовський, Т. В. Семікіна, Н. В. Слободян, А.В. Немировський В.А. Клименко. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 84 с. URL: <https://ela.kpi.ua/server/api/core/bitstreams/39724d78-20f9-4b09-8fc6-228c18e7590d/content>

8. Матвієнко М. П. Основи електроніки. Підручник. К.: Ліра-К, 2021. 364 с.

9. Матвієнко М. П. Основи електротехніки та електроніки. К.: Ліра-К, 2017. 504 с.

10. Шкрабець Ф.П. Електротехніка, основи електроніки та мікропроцесорної техніки / Ф.П. Шкрабець, Д.В. Ципленков, Ю.В. Куваєв, О.Б. Іванов, В.І. Панченко, А.А. Колб. Дніпропетровськ: НГУ, 2004. 512 с. URL: <https://vde.nmu.org.ua/ua/lib/eemtpdf>

Допоміжні

1. Basics electronics. URL: https://www.vssut.ac.in/lecture_notes/lecture1423726156.pdf

2. S. Westcott and J. R. Westcott. Basic Electronics: Theory and Practice. Third Edition. Mercury learning and information LLC, 2020. 474 с. URL: <https://mrce.in/ebooks/Electronics-Basic%20Electronics%203rd%20Ed.pdf>

3. Basics electronics. Student Handbook. 2018/ URL: https://cbseacademic.nic.in/web_material/Curriculum/Vocational/2018/Basic_Electronics_XI.pdf

4. Basics electronics. URL: <https://www.talkingelectronics.com/projects/BasicElectronics-1A/Basic%20Electronics.pdf>

5. Electronics For Dummies. URL: <https://www.n5dux.com/ham/files/pdf/Electronics%20for%20Dummies.pdf>

6. Dennis L. Eggleston. Basic Electronics for Scientists and Engineers. Cambridge University Press, 2011. URL: <https://cis.rmuti.ac.th/electricrail/wp-content/uploads/2020/08/BasicElectronicsforScientistsandEngineers-2.pdf>

7. Brijesh Iyer. Basics of electronics. 2023. URL: https://mpbou.edu.in/uploads/files/Basic_of_Electronics_compressed.pdf

8. Mitchel E. Schultz. Grob's Basic Electronics. 11th Edition. McGraw-Hill, 2010. 1234 p. URL: <https://www.n5dux.com/ham/files/pdf/Grobs%20Basic%20Electronics%202010.pdf>

Інформаційні ресурси мережі Ітернет

1. Національна бібліотека України імені В.І.Вернадського. URL: <http://www.nbuv.gov.ua>

2. Бібліотека ПДАУ. URL: <https://www.pdaa.edu.ua/content/biblioteka>

3. Система дистанційного навчання Полтавського державного аграрного університету URL: <https://moodle.pdaa.edu.ua/>

4. ACM Digital Library. URL: <https://dl.acm.org/> (наукові публікації з комп'ютерних наук).

5. arXiv.org. URL: <https://arxiv.org/> (препринти статей з архітектури комп'ютерів).

6. Circuits And Electronics (MIT OpenCourseWare). URL: <https://ocw.mit.edu/courses/6-002-circuits-and-electronics-spring-2007/>

7. Computerphile. URL: <https://www.youtube.com/user/Computerphile>

8. Coursera. URL: <https://www.coursera.org/> (курси з основ електроніки та

мікропроцесорної техніки, наприклад, від університетів Stanford, Princeton).

9. EveryCircuit. URL: <https://everycircuit.com/app> (симулятор електронних схем онлайн).

10. Falstad Circuit Simulator. URL: <https://www.falstad.com/circuit/circuitjs.html> (симулятор електронних схем онлайн).

11. Free Online Electronics Courses (Class Central list). URL: <https://www.classcentral.com/tag/electronics>

12. IEEE Xplore Digital Library. URL: <https://ieeexplore.ieee.org/> (статті, конференції, журнали з архітектури комп'ютерів).

13. Introduction to Electric Circuits (Wolfram U) (Certifications Available). URL: <https://www.wolfram.com/wolfram-u/courses/mathematics/introduction-to-electric-circuits/>

14. Introduction to Electronics (Coursera) (1,5 кредитів ЄКТС). URL: <https://www.coursera.org/learn/electronics>

15. KTechLab. URL: <https://sourceforge.net/projects/ktechlab/>

16. OpenCourseWare (MIT). URL: <https://ocw.mit.edu/> (безкоштовні курси з основ електроніки та мікропроцесорної техніки).

17. PhNet Virtual Lab. URL: <https://phet.colorado.edu/> (симулятор електричних схем онлайн).