



# Цифрова електроніка в електроенергетиці ч.2

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Перший (бакалаврський)</i>				
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>				
Спеціальність	<i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>				
Освітня програма	<i>Управління, захист та автоматизація енергосистем;</i>				
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>				
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>				
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, весняний семестр</i>				
Обсяг дисципліни	<i>Кількість кредитів ECTS – 3,5, кількість годин - 105</i>				
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит/ Модульні контрольні роботи</i>				
Розклад занять	<i>Розподіл годин за видами занять</i>				
	<i>Лекції</i>	<i>Практичні заняття</i>	<i>Лабораторні заняття</i>	<i>Індивідуальні заняття</i>	<i>СРС</i>
	<i>36</i>	<i>–</i>	<i>18</i>	<i>–</i>	<i>51</i>
	<i>1 раз на тиждень</i>	<i>–</i>	<i>1 раз на 2 тижні</i>	<i>–</i>	
	<i>Контрольні заходи</i>				
	<i>Іспит</i>	<i>Залік</i>	<i>МКР (кількість)</i>	<i>РГР, РР, ГР (кількість)</i>	<i>ДКР (кількість)</i>
	<i>+</i>	<i>–</i>	<i>1</i>	<i>–</i>	<i>–</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>				
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: <i>к.т.н., ст. викладач, Тимохін Олександр Вікторович, tymokhin@ukr.net</i> Практичні / Семінарські: – Лабораторні: <i>асистент, Тимохіна Анастасія Олександрівна, a.planida@ukr.net</i>				
Розміщення курсу	Google classroom <a href="https://classroom.google.com/c/NDY0NTQ5NTMwMDI2?cjc=4wrautm">https://classroom.google.com/c/NDY0NTQ5NTMwMDI2?cjc=4wrautm</a>				

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Програма навчальної дисципліни «Цифрова електроніка в електроенергетиці ч.2» складена відповідно до програми підготовки бакалаврів спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Навчальна дисципліна належить до циклу професійної підготовки.

Предметом вивчення є логічні елементи, а також структурні схеми, що є основою для пристроїв і мікропроцесорних систем, які використовуються в електроенергетиці.

**Метою навчальної дисципліни є формування та закріплення у студентів наступних компетентностей:** К20. Усвідомлення необхідності постійно розширювати власні знання про нові технології в електроенергетиці, електротехніці та електромеханіці.

*K22. Здатність розуміти особливості функціонування обладнання електроенергетичних систем у сфері виробництва, перетворення, передачі, розподілу та споживання електричної енергії.*

*K30. Здатність розуміти особливості функціонування та застосування елементів мікропроцесорної техніки для вирішення практичних задач у галузі управління та автоматизації енергосистем*

#### **Програмні результати навчання:**

*ПР06. Застосовувати прикладне програмне забезпечення, мікроконтролери та мікропроцесорну техніку для вирішення практичних проблем у професійній діяльності.*

*ПР25. Знати основні принципи роботи з прикладним програмним забезпеченням, мікроконтролерами і мікропроцесорною технікою та розуміти особливості їх використання, вміти налаштовувати і програмувати мікропроцесорні пристрої відповідно до поставлених завдань щодо управління, захисту та автоматизації енергосистем.*

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

*Даний кредитний модуль базується на знаннях, отриманих студентами при вивченні таких дисциплін як «Вища математика», «Загальна фізика», «Обчислювальна техніка та програмування», «Вступ до спеціальності», «Теоретичні основи електротехніки» (ТОЕ), «Промислова електроніка», «Цифрова електроніка в електроенергетиці. Ч 1»*

*Кредитний модуль №2 дисципліни «Цифрова електроніка в електроенергетиці» тісно взаємопов'язаний також з іншими дисциплінами, що спираються на нього, такими як «Релейний захист та автоматизація енергосистем», «Теорія автоматичного керування», «Системна автоматика», «Основи і засоби передачі інформації в електроенергетиці», «Автоматизоване та автоматичне управління в енергосистемах», що вивчаються студентами після вивчення даного модулю.*

*Практичне спрямування кредитного модулю №2 дисципліни «Цифрова електроніка в електроенергетиці» зорієнтоване на розвиток умінь і навиків студентів для професій інженера–технолога, експлуатаційника, проектувальника і конструктора, які відповідають в повному обсязі їхнім виробничим функціям, спроможного приймати самостійні творчі рішення при проектуванні, конструюванні, налагоджуванні та експлуатації сучасних мікропроцесорних систем, що використовуються в процесі виробництва та розподілу електроенергії.*

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

*Змістовний модуль 1. Змістовний модуль 1. Основи мікропроцесорної математики та базові алгебраїчні та логічні можливості сучасних мікропроцесорів та мікроконтролерів.*

*Тема 1.1. Основи двійкової алгебри у мікропроцесорах та мікроконтролерах*

*Тема 1.2. Реалізація базових програмних конструкцій на рівні арифметико-логічного ядра мікропроцесора*

*Змістовний модуль 2. Архітектура мікропроцесорної техніки та мікроконтролерів*

*Тема 2.1. Основи архітектури мікропроцесорних систем керування*

*Тема 2.2. Архітектура мікропроцесорів і мікроконтролерів*

*Тема 2.3. Побудова шин у мікропроцесорних системах*

*Тема 2.4. Організація пам'яті у мікропроцесорних системах та мікроконтролерах*

*Тема 2.5. Організація інтерфейсів у мікропроцесорних системах та системах на базі мікроконтролерів*

*Тема 2.6. Координація взаємодії мікропроцесорних систем із зовнішніми пристроями*

#### 4. Навчальні матеріали та ресурси

1. Колонтаєвський Ю.П., Сосков А.Г. Електроніка і мікросхемотехніка. / Під ред. Сосков, А.Г. – К.: Каравела, 2009. – 416с.
2. Матвієнко М. П. Пристрої цифрової електроніки: Навчальний посібник – К.: Видавництво Ліра-К, 2017. – 392с.
3. Сенько В. І., Панасенко М. В., Сенько Є. В., Юрченко М. М., Сенько Л. І., Ясинський В. В. Електроніка і мікросхемотехніка. / Під ред. Сенько В. І. – К.: Каравела, 2008. – Т.3. – 400с.
4. Сенько В.І., Панасенко М.В., Сенько Є.В. Електроніка і мікросхемотехніка.: Елементна база електронних пристроїв, 1 – К.: Обереги, 2000.
5. Щерба А.А., Победаш К.К., Святненко В.А. Електроніка та мікросхемотехніка [Електронний ресурс]: навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050702 «Електромеханіка» – К.: НТУУ «КПІ», 2013. – 360с.

##### Додаткова література

6. 74HC Series Logic IC Specification List, [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.creatroninc.com/upload/Logic%20IC%20List.pdf> (дата звернення: 20.01.2020). – 5р.
7. Digital Circuits/Karnaugh Maps, [Електронний ресурс]. – 16.12.2013. – Режим доступу: [https://en.wikibooks.org/wiki/Digital\\_Circuits/Karnaugh\\_Maps](https://en.wikibooks.org/wiki/Digital_Circuits/Karnaugh_Maps).
8. IEEE Graphic Symbols for Logic Functions (Includes IEEE Std 91A-1991 Supplement, and IEEE Std 91-1984) – Piscataway, NJ, USA: IEEE.
9. Ahmed H., Spreadbury P. J. Analogue and digital electronics for engineers: An introduction. – 2th ed.1984.
10. Bayliss C., Hardy B. Transmission and Distribution Electrical Engineering: Electrical Engineering. – 2th ed. – Burlington: Elsevier Science, 2014. – 1003.
11. Clayton G. B. Operational Amplifiers. – 5th ed., 691R/EDN Ser. for Design Engineers Ser – San Diego, Los Angeles: Newnes [Imprint]; Elsevier Science & Technology Books; Sony Electronics [distributor], – 1 online resource.
12. Dobkin R. Analog circuit design – Amsterdam: Elsevier, Newnes, 2011.
13. Dostál J. Operational amplifiers. – 2th ed., EDN series for design engineers1993.
14. Frenzel L. E. Handbook of serial communications interfaces: A comprehensive compendium of serial digital input/output (I/O) standards / Louis Frenzel – Amsterdam: Newnes, 2015.
15. Givone D. D. Digital principles and design – New York, NY: McGraw-Hill, 2003.
16. Grigsby L. L. Electric power engineering handbook. Electric power generation, transmission, and distribution, The electrical engineering handbook series – Boca Raton: CRC Press, 2007.
17. Hoeschele D. F. Analog-to-digital and digital-to-analog conversion techniques. – 2th ed. – New York, Chichester: Wiley, 1994.
18. Holdsworth B., Woods R. C. Digital logic design. – 4th ed. – Oxford: Newnes, 2002.
19. Johnson H. W., Graham M. High speed signal propagation: Advanced black magic / Howard Johnson, Martin Graham, Prentice Hall modern semiconductor design series – Upper Saddle River, N.J., London: Prentice Hall PTR, 2003.
20. Kularatna N. Digital and analogue instrumentation: Testing and measurement / Nihal Kularatna, IEE electrical measurement series – London: Institution of Electrical Engineers, 2003. – v. 11.
21. Pelgrom M. J.M. Analog-to-digital conversion. – 2th ed. – New York: Springer, 2013. – xx, 584.
22. Sonali S. DIGITAL LOGIC DESIGN – [Place of publication not identified]: BPB Publications, 2018. – 1 online resource.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
Змістовний модуль 1. Основи мікропроцесорної математики та базові алгебраїчні та логічні можливості сучасних мікропроцесорів та мікроконтролерів	
Тема 1.1. Основи двійкової алгебри у мікропроцесорах та мікроконтролерах	
1.	<b>Основи двійкової алгебри мікропроцесорів</b> Основи двійкової арифметики. Переведення чисел між системами числення. Формати цілих двійкових чисел. Поняття додаткового коду. Розмір та межі двійкових слів. Робота із багатобайтними словами. СРС: Реалізація процесорного множення та ділення двійкових чисел Література: [1, 10, 13]
2.	<b>Математичні основи роботи із бінарними сигналами</b> Поняття бінарних сигналів. Принцип їх отримання, виділення та обробки. Поняття маски та маскування сигналів Література: [1, 10, 13]
Тема 1.2. Реалізація базових програмних конструкцій на рівні арифметико-логічного ядра мікропроцесора	
3.	<b>Базові програмні конструкції та їх реалізація на рівні арифметико-логічного ядра мікропроцесора</b> Принципи реалізації умов та циклів. Реалізація підпрограм. Поняття стеку. Література: [10, 13]
Змістовний модуль 2. Архітектура мікропроцесорної техніки та мікроконтролерів	
Тема 2.1. Основи архітектури мікропроцесорних систем керування	
4.	<b>Покоління ЕОМ. Типова структура ЕОМ.</b> Місце МП КЕ в загальній системі керування виробництвом та розподілом електричної енергії. Призначення МП КЕ. Основні вимоги до МП. Основні вузли та блоки ЕОМ. СРС: Історія розвитку ЕОМ. Література: [3, 10, 11]
Тема 2.2. Архітектура мікропроцесорів і мікроконтролерів	
5.	<b>Структура мікро ЕОМ з шинною організацією. Синхронізація в мікропроцесорній системі.</b> Основні вузли мікропроцесора, призначення та виконувані функції. Часові діаграми обмінів сигналами в МП. Література: [3, 10, 11]
6.	<b>Гіпотетичний мікропроцесор.</b> Загальні відомості про архітектуру мікропроцесора. Структурна схема гіпотетичного мікропроцесора. Мікропроцесор з точки зору програміста. СРС: Принстонська та гарвардська архітектури побудови мікропроцесорів Література: [10]
7.	<b>Архітектурні особливості 8-и розрядних мікроконтролерів серії АТмега фірми Atmel</b>

	<p><i>Архітектура побудови мікроконтролерів серії АТмега фірми Atmel та їх базові можливості.</i></p> <p><i>СРС: Система команд 8-и розрядних мікроконтролерів серії АТмега фірми Atmel</i></p> <p><i>Література: [5, 6, 8, 9, 12]</i></p>
8.	<p><b>Архітектурні особливості 32-и розрядних мікроконтролерів на базі ядра ARM</b></p> <p><i>Архітектура побудови 32-и розрядних мікроконтролерів на базі ядра ARM та їх базові можливості</i></p> <p><i>СРС: Різновиди сімейств мікроконтролерів ARM сімейства Cortex-M</i></p> <p><i>Література: [4, 14]</i></p>
Тема 2.3. Побудова шин у мікропроцесорних системах	
9.	<p><b>Організація шин у мікропроцесорній системі</b></p> <p><i>Поняття шин. Паралельні шини. Двонаправлені шини.</i></p> <p><i>СРС: Послідовні шини передачі даних</i></p> <p><i>Література: [10, 11]</i></p>
10.	<p><b>Шини мікропроцесорних систем</b></p> <p><i>Розглядаються базові підходи до побудови шини даних, шини адреси та шини керування, ідея, місце та призначення селектора адреси</i></p> <p><i>Література: [10, 11]</i></p>
Тема 2.4. Організація пам'яті у мікропроцесорних системах та мікроконтролерах	
11.	<p><b>Організація запам'ятовувальних пристроїв і з довільним доступом</b></p> <p><i>Внутрішня організація класичного запам'ятовувального пристрою з довільним доступом, Структура запам'ятовувального елемента на звичайних логічних елементах.</i></p> <p><i>СРС: Пам'ять із послідовним доступом. Її принцип та область застосування</i></p> <p><i>Література: [10, 11]</i></p>
12.	<p><b>Електронні схеми оперативної пам'яті</b></p> <p><i>Розглядаються схеми статичної та динамічної пам'яті, принципи роботи, переваги та недоліки. Інтерфейс із головною пам'яттю</i></p> <p><i>СРС: Сучасні модулі динамічної пам'яті та їх структура</i></p> <p><i>Література: [10, 11]</i></p>
13.	<p><b>Простір пам'яті мікропроцесора</b></p> <p><i>Організація простору пам'яті мікропроцесорних систем. Принцип заповнення адресного простору фізичними модулями пам'яті.</i></p> <p><i>СРС: Адресні простори мікроконтролерів ARM та AVR</i></p> <p><i>Література: [10, 11, 14]</i></p>
14.	<p><b>Електронні схеми постійної пам'яті</b></p> <p><i>Принцип побудови пам'яті однократного програмування та багатократного програмування.</i></p> <p><i>СРС: Організація Flash та EEPROM пам'яті</i></p> <p><i>Література: [2, 10, 11]</i></p>
Тема 2.5. Організація інтерфейсів у мікропроцесорних системах та системах на базі мікроконтролерів	
15.	<p><b>Порти вводу/виводу</b></p> <p><i>Поняття портів вводу/виводу, їх призначення. Схема класичного порту вводу-</i></p>

	<p>виводу та принцип роботи.</p> <p>СРС: Порти стану та порти керування</p> <p>Література: [10, 11]</p>
16.	<p><b>Порти вводу/виводу у мікроконтролерах</b></p> <p>Поняття портів вводу/виводу у мікроконтролерах. Їх зв'язок із периферійним пристроями та принципи роботи із ними</p> <p>СРС: Порти вводу/виводу в адресному просторі мікроконтролерів AVR</p> <p>Література: [9, 10, 11, 14]</p>
Тема 2.6. Координація взаємодії мікропроцесорних систем із зовнішніми пристроями	
17.	<p><b>Базова координація взаємодії мікропроцесорних систем із зовнішніми пристроями</b></p> <p>Принципи координації мікропроцесорної системи із зовнішніми пристроями. Пуск із сторони програми, пуск із сторони пристрою</p> <p>Література: [10, 11]</p>
18.	<p><b>Переривання у мікропроцесорних системах</b></p> <p>Поняття переривань. Переривання із програмним опитуванням. Векторна система переривань. Векторна система переривань як складова частина сучасних мікроконтролерів</p> <p>СРС: Векторна система переривань у мікроконтролера ARM</p> <p>Література: [9, 10, 11, 14]</p>

**Практичні заняття**  
не передбачені

**Лабораторні заняття**

№ з/п	Назва лабораторної роботи
1.	Ознайомлення із середовищем розробки AVR Studio 4 та засобами програмування і відлагодження для мікроконтролерів ATmega сімейства AVR фірми Atmel.
2.	Дослідження структури програм на мові асемблер та системи команд мікроконтролерів ATmega сімейства AVR фірми Atmel
3.	Дослідження структури мікроконтролерів ATmega сімейства AVR фірми Atmel, робота із портами вводу/виводу
4.	Реалізація базових конструкцій мов програмування високого рівня на мові асемблера для мікроконтролерів ATmega сімейства AVR фірми Atmel, створення програмних затримок
5.	Дослідження роботи із матрицею клавіатури на мові асемблера для мікроконтролерів ATmega сімейства AVR фірми Atmel
6.	Дослідження реалізації динамічної індикації на мові асемблера для мікроконтролерів ATmega сімейства AVR фірми Atmel
7.	Дослідження роботи із апаратними перериваннями на мові асемблера для мікроконтролерів ATmega сімейства AVR фірми Atmel. Робота із апаратними таймерами.

## Контрольна робота

- Метою контрольної роботи є закріплення та перевірка практичних знань із освітнього компоненту, набуття студентами практичних навичок роботи із числами у різних системах числення, що використовуються у сучасних цифрових пристроях.
- Модульна контрольна робота (МКР) виконуються після вивчення Змістовного модулю №1 Кожний студент отримує індивідуальне завдання, відповідно до якого необхідно розв'язати по 2 (дві) задачі.

### Семінарські заняття не передбачені

#### 6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студентів полягає у ретельній підготовці до тематичних модульних контрольних робіт та заліку, виконання РГР.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1.	Реалізація процесорного множення та ділення двійкових чисел Література: [10]	4
2.	СРС: Історія розвитку ЕОМ. Література: [10, 11]	2
3.	Принстонська та гарвардська архітектури побудови мікропроцесорів Література: [9, 11]	4
4.	Система команд 8-и розрядних мікроконтролерів серії АТмега фірми Atmel Література:[7, 8, 9]	7
5.	Різновиди сімейств мікроконтролерів ARM сімейства Cortex-M Література:[14]	4
6.	Послідовні шини передачі даних Література: [10, 11]	4
7.	Адресні простори мікроконтролерів ARM та AVR Література: [9, 10, 11, 14]	4
8.	Пам'ять із послідовним доступом. Її принцип та область застосування Література: [10, 11]	4
9.	Сучасні модулі динамічної пам'яті та їх структура Література: [10, 11]	4
10.	Організація Flash та EEPROM пам'яті Література: [10, 11]	4
11.	Порти стану та порти керування Література: [9, 10, 11, 14]	2
12.	Порти вводу/виводу в адресному просторі мікроконтролерів AVR Література: [9, 10, 11]	4
13.	Векторна система переривань у мікроконтролера ARM	4

	Література: [10, 11, 14]	
	ЗАГАЛОМ	51

## Політика та контроль

### 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять студентами є обов'язковими. У разі наявності у студента документа, що виправдовує неможливість своєчасного проходження модульної контрольної роботи, йому надається можливість здати роботу протягом тижня після його появи на заняттях.

Під час виконання **модульних контрольних робіт (МКР)** та написанні **екзаменаційної роботи забороняється:**

- користуватися джерелами інформації у паперовому чи електронному вигляді,
- забороняється консультуватися зі сторонніми особами. За несамотійне виконання завдання (після консультації із іншими особами чи колективної наради) студенти, що були задіяні у консультуванні чи колективній нараді, отримують штрафні бали.

**За порушення вище зазначених правил при:**

- написанні МКР стягується 5 балів від оцінки студента
- написанні **екзаменаційної роботи** – студент відправляється на перездачу

Заохочувальні бали нараховуються за активну участь студента на лекції +1 бал.

### 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

**Поточний контроль:** МКР, здача лабораторних робіт.

**Календарний контроль:** провадиться одного разу в семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

**Семестровий контроль:** екзамен

**Умови допуску до семестрового контролю:** мінімально позитивна оцінка за МКР та бали зароблені за здачу лабораторних робіт у обсязі більше 45 балів.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

Загальна рейтингова оцінка студента після завершення семестру складається з балів, отриманих за:

**Поточний контроль:**

#### **1. Лабораторні роботи.**

Ваговий бал		<b>7</b>
Максимальна кількість балів за всі лабораторні		<b>49</b>

Критерій оцінювання за визначенням чотирьох рівнів:

Оформлення протоколу		2
Виконання завдання лабораторної роботи		
Помилками		2
Відповідь на запитання викладача		3



**2. Модульний контроль**

(контрольні роботи)

Ваговий бал		<b>11</b>
Максимальна кількість балів за дві контрольні роботи		<b>11</b>

Критерій оцінювання:

Розв'язання задачі 1		5
Розв'язання задачі 2		6

**3. Екзаменаційна робота**

Ваговий бал		<b>40</b>
-------------	--	-----------

Критерії оцінювання:

1	Теоретичне питання 1		11
2	Теоретичне питання 2		11
3	Теоретичне питання 3		11
4	Задача		7

**Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

**Складено** ст. викладач, к.т.н., Тимохін Олександр Вікторович

**Ухвалено** кафедрою автоматизації енергосистем ФЕА (протокол № 8 від 26.05.2022 р.)

**Погоджено** Методичною комісією факультету1 (протокол №10 від 16.06.2022р.)