



Цифрова електроніка в електроенергетиці

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/ цикл професійної підготовки</i>																																		
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>																																		
Рік підготовки, семестр	<i>3 курс, осінній семестр</i>																																		
Обсяг дисципліни	<i>Кількість кредитів ECTS – 7,5, кількість годин - 225</i>																																		
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит/ Модульні контрольні роботи</i>																																		
Розклад занять	<i>http://rozklad.kpi.ua/ Розподіл годин за видами занять</i> <table><tr><th>Лекції</th><th>Практичні заняття</th><th>Лабораторні заняття</th><th>Індивідуальні заняття</th><th>СРС</th><th>Всього</th></tr><tr><td>72</td><td>18</td><td>18</td><td>–</td><td>117</td><td>225</td></tr><tr><td>2 рази на тижні</td><td>1 раз на 2 тижні</td><td>1 раз на 2 тижні</td><td>–</td><td></td><td></td></tr></table> <i>Контрольні заходи</i> <table><tr><th>Іспит</th><th>Залік</th><th>МКР (кількість)</th><th>РГР, РР, ГР (кількість)</th><th>ДКР (кількість)</th><th>Реферат (кількість)</th></tr><tr><td>+</td><td>–</td><td>1</td><td>–</td><td>1</td><td>–</td></tr></table>					Лекції	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Індивідуальні заняття	СРС	Всього	72	18	18	–	117	225	2 рази на тижні	1 раз на 2 тижні	1 раз на 2 тижні	–			Іспит	Залік	МКР (кількість)	РГР, РР, ГР (кількість)	ДКР (кількість)	Реферат (кількість)	+	–	1	–	1	–
Лекції	Практичні заняття	Лабораторні заняття	Індивідуальні заняття	СРС	Всього																														
72	18	18	–	117	225																														
2 рази на тижні	1 раз на 2 тижні	1 раз на 2 тижні	–																																
Іспит	Залік	МКР (кількість)	РГР, РР, ГР (кількість)	ДКР (кількість)	Реферат (кількість)																														
+	–	1	–	1	–																														
Мова викладання	<i>Українська</i>																																		
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: к.т.н., ст. викладач, Тимохін Олександр Вікторович, tymokhin@ukr.net Практичні / Семінарські: к.т.н., ст. викладач, Тимохін Олександр Вікторович, tymokhin@ukr.net Лабораторні: к.т.н., ст. викладач, Тимохін Олександр Вікторович, tymokhin@ukr.net Ас. Тимохіна Анастасія Олександрівна, a.planida@ukr.net</i>																																		
Розміщення курсу																																			

Програма навчальної дисципліни

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

Програма навчальної дисципліни «Цифрова електроніка в електроенергетиці» 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: K20. 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:

ПРО6. 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».

Кредитний модуль №1 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 №1 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.

Вивчення матеріалу кредитного модуля 1 забезпечує повноцінне засвоєння та практичне використання в інженерній діяльності отриманих знань при подальшому вивченні матеріалу кредитного модулю 2.

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Основи побудови та функціонування мікропроцесорів

Тема 1.1. Автоматичні пристрої, загальні відомості

Тема 1.2. Основи синтезу автоматних пристроїв

Тема 1.3. Напівпровідникові логічні елементи

Змістовний модуль 2. Використання мікропроцесорів в електроенергетиці

Тема 2.1. Підключення МП системи до підстанції 10кВ, 110кВ, 330кВ

Тема 2.2. Структура МП системи захисту підстанції 10кВ, 110кВ, 330кВ

Змістовний модуль 3. Типові вузли та пристрої мікропроцесорної техніки

Тема 3.1. Типові цифрові логічні елементи мікропроцесорних систем

Тема 3.2. Типові аналогові елементи мікропроцесорних систем

Тема 3.3. Основні цифрові та аналогові вузли мікропроцесорних систем

Тема 3.4. Аналогові вимірювальні перетворювачі напруги і струму

Тема 3.5. Особливості фізичної реалізації плат цифрових та цифро-аналогових пристроїв.

Особливості передачі цифрових і аналогових сигналів в довгих лініях зв'язку і міжплатних з'єднаннях

Змістовний модуль 4. Змістовний модуль 1. Основи мікропроцесорної математики та базові алгебраїчні та логічні можливості сучасних мікропроцесорів та мікроконтролерів.

Тема 4.1. Основи двійкової алгебри у мікропроцесорах та мікроконтролерах

Тема 4.2. Реалізація базових програмних конструкцій на рівні арифметико-логічного ядра мікропроцесора

Змістовний модуль 5. Архітектура мікропроцесорної техніки та мікроконтролерів

Тема 5.1. Основи архітектури мікропроцесорних систем керування

Тема 5.2. Архітектура мікропроцесорів і мікроконтролерів

Тема 5.3. Побудова шин у мікропроцесорних системах

Тема 5.4. Організація пам'яті у мікропроцесорних системах та мікроконтролерах

Тема 5.5. Організація інтерфейсів у мікропроцесорних системах та системах на базі мікроконтролерів

Тема 5.6. 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.
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 engineers 1993.
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.

Навчальний контент

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 побудови та функціонування мікропроцесорів	
Тема 1.1. Автоматичні пристрої, загальні відомості	
1.	Призначення і особливості автоматичних пристроїв (АП). Основні сигнали в АП. Місце ЕС РЗА в загальній системі керування виробництвом та розподілом електричної енергії. Призначення ЕС РЗА. Основні вимоги до ЕС РЗА. Основні визначення. Поняття алгоритмів функціонування та управління. Призначення АП. Електричні сигнали постійного та змінного струму. Неелектричні сигнали. Вхідні сигнали АП. Різновиди аналогових та дискретних сигналів. Література: [2, 5, 10, 16]
2.	Функціональні частини і елементи АП. Прямі та зворотні зв'язки в АП. Вимірювальні, передуючі, логічні та виконавчі частини АП. Поняття структурної, функціональної та принципової схем. Поняття прямого та зворотного зв'язку в АП. Головний прямий та головний зворотній зв'язок. Додаткові прямі та зворотні зв'язки. Надійність елементів. СРС: Типи зворотних зв'язків. Література: [3, 10, 16]
Тема 1.2. Основи синтезу автоматних пристроїв	
3.	Автоматний опис АП. Алгебра висловлювань і формалізація опису. Основні теореми алгебри Буля. Способи представлення булевих функцій. Перехід від

	структурної форми до логічних схем і зворотній перехід. Функціонально повні системи логічних елементів. Опис автомата за допомогою слів. Автоматні таблиці. Автомати без пам'яті та з пам'яттю. Автомати Мілі, автомати Мура. Основні поняття. Елементи "І", "АБО", "НІ". Теорема одної змінної, теорема двох і більше змінних. Опис за допомогою слів, табличний спосіб, алгебраїчний спосіб. Перша, та друга стандартні форми опису. Способи переходу, та приклади переходу від структурної форми до логічних схем і навпаки. Система, що складається з елементів "АБО", "НІ". Система, що складається з елементів "І", "НІ". Система, що складається з одного елемента "АБО-НІ". Система, що складається з одного елемента "І-НІ". СРС: Логічний елемент "Виключаючи АБО" Література: [5, 15, 18]
4.	Мінімізація булевих функцій за допомогою алгебраїчних перетворень. Основна задача мінімізації. Закони склеювання та скорочення, теорема де Моргана. Приклади мінімізації. Література: [5, 15, 18]
5.	Мінімізація булевих функцій за допомогою карт Карно. Використання факультативних ситуацій. Основні поняття карти Карно. Принцип заповнення карти Карно. Порядок роботи з картою Карно при мінімізації функції в першій стандартній формі. Порядок роботи з картою Карно при мінімізації функції в другій стандартній формі. Особливості мінімізації АП з декількома виходами. СРС: Карты Карно із пам'яттю. Література: [5, 7, 15]
Тема 1.3. Напівпровідникові логічні елементи	
6.	Класифікація логічних елементів, електронні схеми логічних елементів. Вісім основних типів напівпровідникових логічних елементів: РТЛ, ДТЛ, ТТЛ, ТЛ, ЕЗЛ, І²Л, МОП, КМОП. Діодний логічний елемент – основні переваги та недоліки. Три основні частини з яких складається ЛЕ. Характеристика ЛЕ. Коефіцієнт множення по виходу, коефіцієнт об'єднання по входу, час затримки розповсюдження сигналу, розсіювана потужність.. СРС: Електронні схеми ТТЛ логічних елементів. Функціонально повні системи елементів на ТТЛ. Функціонально повні системи елементів на К-МОП. Література: [4, 6, 8, 15, 18]
Змістовний модуль 2. Використання мікропроцесорів в електроенергетиці; 4.07.01.02	
Тема 2.1. Підключення МП системи до підстанції 10кВ, 110кВ, 330кВ	
7.	Організація вводу інформації та виводу керуючих сигналів на підстанції 10 кВ, 110 кВ, 330 кВ. Розглядаються питання вводу аналогової і дискретної інформації в окремі вузли МП системи керування підстанції. Література: [8, 10, 16]
Тема 2.2. Структура МП системи захисту підстанції 10кВ, 110кВ, 330кВ	
8.	Структурна схема МП системи управління енергооб'єктами. Основні вузли та блоки.

	Розглядається сучасний підхід до побудови АСУ ТП підстанції та способи її побудови. Література: [10, 16]
Змістовний модуль 3. Типові вузли та пристрої мікропроцесорної техніки; 4.07.01.03	
Тема 3.1. Типові цифрові логічні елементи мікропроцесорних систем	
9.	Тригери. Регістри. RS-тригер, синхронний RS-тригер. Двоконтактний RS-тригер. D-тригер. T-тригер. JK-тригер. Тригери, що перемикаються фронтом синхроімпульсів. Двотактний D-тригер. Основні поняття. Паралельний регістр Регістр із “здвигом” інформації – послідовний регістр. Послідовно-паралельний регістри. СРС: Структура регістра із здвигом вправо і вліво одночасно Література: [1, 2, 15, 22]
10.	Лічильники. Генератори прямокутних імпульсів. Основні поняття. Двійковий лічильники. Асинхронний та синхронний лічильники. Паралельний синхронний двійковий лічильник. Лічильники зі зменшенням числа. Принцип організації лічильника з модулем, що не є кратним числу 2. Десяткові лічильники. Трьох декадний десятиковий синхронний лічильник. Кільцеві лічильники. Схеми формування імпульсів. Схеми подвоювання імпульсів. Схеми знищення дребезгу контактів. Література: [1, 2, 15, 18]
11.	Приклади комбінаційних схем. Дешифратори “1 з 2”. Селектори. Шифратори-кодоперетворювачі. Шифратор-кодоперетворювач для 7-сегментного індикатора. СРС: Шифратори-кодоперетворювачі для схем із загальним анодом та катодом. Література: [2, 15, 18, 22]
12.	Побудова засобів комп’ютерної арифметики Концепція побітних операцій над словами інформації. Побудова повного суматора та повного віднімача. СРС: Апаратне множення двійкових чисел. Література: [15]
Тема 3.2. Типові аналогові елементи мікропроцесорних систем	
13.	Основні схеми та особливості функціонування ОП зі зворотним зв’язком Три основних правила аналізу ОП. Основні схеми підключення ОП. Інверсійний підсилювач. Неінверсійний підсилювач. Підсилювачі змінного струму. Повторювач. Основні особливості при використанні ОП. Література: [1, 11, 13]
14.	Використання ОП в обчислювальній техніці Диференційний ОП. Лічильні ОП. Активні випрямлячі на базі ОП. Інтегратори. Диференціатори. Компараторі. Тригери Шмітта. Література: [1, 11, 13]
Тема 3.3. Основні цифрові та аналогові вузли мікропроцесорних систем	
15.	Цифроаналоговий перетворювач (ЦАП) Призначення ЦАП на опорах. Побудова генераторів напруги для ЦАП. Цифроаналоговий перетворювач інтегруючого типу. Принцип дії інтегруючого ЦАП. Швидкості дії інтегруючого ЦАП.

	<i>Література: [1, 17, 21]</i>
16.	Аналого-цифрові перетворювачі (АЦП) Призначення АЦП. Побудова АЦП з сумуючим лічильником. Побудова АЦП з реверсивним лічильником. Побудова АЦП за методом послідовних наближень. <i>Література: [1, 2, 17, 21]</i>
Тема 3.4. Аналогові вимірювальні перетворювачі напруги і струму	
17.	Активні вимірювальні трансформатори струму. Основні відомості. Схема активного вимірювального трансформатора з компенсацією МДС намагнічування магнітопроводу. <i>Література: [9, 12, 20]</i>
18.	Активні вимірювальні трансформатори напруги. Основні відомості. Схема активного вимірювального трансформатора напруги. <i>Література: [9, 12, 20]</i>
Тема 3.5. Особливості фізичної реалізації плат цифрових та цифро-аналогових пристроїв. Особливості передачі цифрових і аналогових сигналів в довгих лініях зв'язку і міжплатних з'єднаннях	
19.	Міжплатні зв'язки. Особливості міжплатних зв'язків. Основні способи захисту від помилок та спотворень сигналів. СРС: Основні способи захисту від спотворень сигналів. <i>Література: [15, 19]</i>
20.	Шини передачі даних. Особливості проходження сигналів по шинах. Можливі помилки та спотворення сигналів. Способи захисту. <i>Література: [15, 19]</i>
21.	Кабелі зв'язку. Робота елементів ТТЛ на лінії середньої довжини. Використання диференціальних структур ТТЛ. Поняття скрученої пари. Схеми підключення для коаксіального кабелю. СРС: Трасування високошвидкісних ліній. Підключення до лінії Ethernet <i>Література: [14, 15, 19]</i>
Змістовний модуль 4. Основи мікропроцесорної математики та базові алгебраїчні та логічні можливості сучасних мікропроцесорів та мікроконтролерів	
Тема 4.1. Основи двійкової алгебри у мікропроцесорах та мікроконтролерах	
22.	Основи двійкової алгебри мікропроцесорів 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 <i>Література: [1, 10, 13]</i>
23.	Математичні основи роботи із бінарними сигналами Поняття бінарних сигналів. Принцип їх отримання, виділення та обробки. Поняття маски та маскування сигналів <i>Література: [1, 10, 13]</i>
Тема 4.2. Реалізація базових програмних конструкцій на рівні арифметико-логічного ядра	

<i>мікропроцесора</i>	
24.	Базові програмні конструкції та їх реалізація на рівні арифметико-логічного ядра мікропроцесора <i>Принципи реалізації умов та циклів. Реалізація підпрограм. Поняття стеку.</i> <i>Література: [10, 13]</i>
Змістовний модуль 5. Архітектура мікропроцесорної техніки та мікроконтролерів	
Тема 5.1. Основи архітектури мікропроцесорних систем керування	
25.	Покоління ЕОМ. Типова структура ЕОМ. <i>Місце МП КЕ в загальній системі керування виробництвом та розподілом електричної енергії. Призначення МП КЕ. Основні вимоги до МП. Основні вузли та блоки ЕОМ.</i> <i>СРС: Історія розвитку ЕОМ.</i> <i>Література: [3, 10, 11]</i>
Тема 5.2. Архітектура мікропроцесорів і мікроконтролерів	
26.	Структура мікро ЕОМ з шинною організацією. Синхронізація в мікропроцесорній системі. <i>Основні вузли мікропроцесора, призначення та виконувані функції. Часові діаграми обмінів сигналами в МП.</i> <i>СРС: Принстонська та гарвардська архітектури побудови мікропроцесорів</i> <i>Література: [3, 10, 11]</i>
27.	Архітектурні особливості 8-и розрядних мікроконтролерів серії АТмега фірми Atmel <i>Архітектура побудови мікроконтролерів серії АТмега фірми Atmel та їх базові можливості.</i> <i>СРС: Система команд 8-и розрядних мікроконтролерів серії АТмега фірми Atmel</i> <i>Література: [5, 6, 8, 9, 12]</i>
28.	Архітектурні особливості 32-и розрядних мікроконтролерів на базі ядра ARM <i>Архітектура побудови 32-и розрядних мікроконтролерів на базі ядра ARM та їх базові можливості</i> <i>СРС: Різновиди сімейств мікроконтролерів ARM сімейства Cortex-M</i> <i>Література: [4, 14]</i>
Тема 5.3. Побудова шин у мікропроцесорних системах	
29.	Організація шин у мікропроцесорній системі <i>Поняття шин. Паралельні шини. Двонапрямлені шини.</i> <i>СРС: Послідовні шини передачі даних</i> <i>Література: [10, 11]</i>
Тема 5.4. Організація пам'яті у мікропроцесорних системах та мікроконтролерах	
30.	Організація запам'ятовувальних пристроїв і з довільним доступом <i>Внутрішня організація класичного запам'ятовувального пристрою з довільним доступом, Структура запам'ятовувального елемента на звичайних логічних елементах.</i> <i>СРС: Пам'ять із послідовним доступом. Її принцип та область застосування</i> <i>Література: [10, 11]</i>
31.	Електронні схеми оперативної пам'яті

	Розглядаються схеми статичної та динамічної пам'яті, принципи роботи, переваги та недоліки. Інтерфейс із головною пам'яттю СРС: Сучасні модулі динамічної пам'яті та їх структура Література: [10, 11]
32.	Простір пам'яті мікропроцесора Організація простору пам'яті мікропроцесорних систем. Принцип заповнення адресного простору фізичними модулями пам'яті. СРС: Адресні простори мікроконтролерів ARM та AVR. Організація Flash та EEPROM пам'яті Література: [10, 11, 14]
Тема 5.5. Організація інтерфейсів у мікропроцесорних системах та системах на базі мікроконтролерів	
33.	Порти вводу/виводу Поняття портів вводу/виводу, їх призначення. Схема класичного порту вводу-виводу та принцип роботи. СРС: Порти стану та порти керування Література: [10, 11]
34.	Порти вводу/виводу у мікроконтролерах Поняття портів вводу/виводу у мікроконтролерах. Їх зв'язок із периферійним пристроями та принципи роботи із ними СРС: Порти вводу/виводу в адресному просторі мікроконтролерів AVR Література: [9, 10, 11, 14]
Тема 5.6. Координація взаємодії мікропроцесорних систем із зовнішніми пристроями	
35.	Базова координація взаємодії мікропроцесорних систем із зовнішніми пристроями Принципи координації мікропроцесорної системи із зовнішніми пристроями. Пуск із сторони програми, пуск із сторони пристрою Література: [10, 11]
36.	Переривання у мікропроцесорних системах Поняття переривань. Переривання із програмним опитуванням. Векторна система переривань. Векторна система переривань як складова частина сучасних мікроконтролерів СРС: Векторна система переривань у мікроконтролера ARM Література: [9, 10, 11, 14]

Практичні заняття

Практичні заняття дозволяють більш поглиблено проробити теоретичний матеріал, викладений на лекціях, набути навички практичного використання.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Алгебра висловлювань. Основні теореми Булевих функцій. Література: [2, 10, 16]
2	Мінімізація Булевих функцій за допомогою алгебраїчних перетворень. Література: [2, 15, 18]

3	Мінімізація за допомогою карт Карно Література: [6, 8, 15, 18]
4	Використання факультативних умов при мінімізації Література: [15, 18]
5	Перехід від структурної формули до логічної схеми й зворотний перехід Література: [6, 8, 15, 18]
6	Особливості проектування друкованих плат автоматичних пристроїв Література: [6, 8, 15, 22]
7	Оформлення технічної документації для проєктованих автоматичних пристроїв Література: [6, 8, 15, 22]

Семінарські 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.

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.	СРС: Типи зворотних зв'язків. Література: [10, 16]	2
2.	СРС: Логічний елемент "Виключаюче АБО" Література: [15, 18]	2

3.	<i>СРС: Карти Карно із пам'яттю. Література: [7, 15]</i>	6
4.	<i>СРС: Електронні схеми ТТЛ логічних елементів. Література: [4, 6, 8, 15, 22]</i>	4
5.	<i>СРС: Логічні елементи з емітерно-зв'язними зв'язками (ЕСЛ). Логічні елементи на польових транзисторах (МОП). Література: [3, 5, 7, 14, 21]</i>	6
6.	<i>СРС: Функціонально повні системи елементів на ТТЛ. Література: [6, 8, 15, 22]</i>	6
7.	<i>СРС: Функціонально повні системи елементів на К-МОП. Література: [6, 8, 15, 22]</i>	6
8.	<i>СРС: Структура регістра із здвигом вправо і вліво одночасно Література: [15, 18]</i>	2
9.	<i>СРС: Шифратори-кодоперетворювачі для схем із загальним анодом та катодом. Література: [15, 18, 22]</i>	4
10.	<i>СРС: Апаратне множення двійкових чисел Література: [15]</i>	4
11.	<i>СРС: Трасування високошвидкісних ліній Література: [15, 19]</i>	6
12.	<i>СРС: Основні способи захисту від спотворень сигналів. Література: [15, 19]</i>	4
13.	<i>СРС: Підключення до лінії Ethernet Література: [14, 15, 19]</i>	4
14.	<i>Реалізація процесорного множення та ділення двійкових чисел Література: [10]</i>	4
15.	<i>СРС: Історія розвитку ЕОМ. Література: [10, 11]</i>	2
16.	<i>Принстонська та гарвардська архітектури побудови мікропроцесорів Література: [9, 11]</i>	4
17.	<i>Система команд 8-и розрядних мікроконтролерів серії АТmega фірми Atmel Література:[7, 8, 9]</i>	11
18.	<i>Різновиди сімейств мікроконтролерів ARM сімейства Cortex-M Література:[14]</i>	4
19.	<i>Послідовні шини передачі даних Література: [10, 11]</i>	4
20.	<i>Адресні простори мікроконтролерів ARM та AVR. Організація Flash та EEPROM пам'яті Література: [9, 10, 11, 14]</i>	6
21.	<i>Пам'ять із послідовним доступом. Її принцип та область застосування Література: [10, 11]</i>	6
22.	<i>Сучасні модулі динамічної пам'яті та їх структура</i>	4

	<i>Література: [10, 11]</i>	
23.	<i>Організація Flash та EEPROM пам'яті Література: [10, 11]</i>	4
24.	<i>Порти стану та порти керування Література: [9, 10, 11, 14]</i>	4
25.	<i>Порти вводу/виводу в адресному просторі мікроконтролерів AVR Література: [9, 10, 11]</i>	4
26.	<i>Векторна система переривань у мікроконтролера ARM Література: [10, 11, 14]</i>	4
	ЗАГАЛОМ	117

Модульна контрольна робота

- Метою модульної контрольної роботи (1 год) є закріплення та перевірка практичних знань із освітнього компоненту, набуття студентами практичних навичок мінімізації булевих функцій із використанням теорем Булевої алгебри та закріплення знань із освітнього компоненту, набуття студентами практичних навичок мінімізації булевих функцій із використанням карт Карно.
- 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.

Домашня контрольна робота

- Метою домашньої контрольної роботи є закріплення та перевірка практичних знань із освітнього компоненту, набуття студентами практичних навичок побудови функціональних схем цифрових електронних пристроїв використанням знань Булевої алгебри та практичних навичок мінімізації булевих функцій із використанням карт Карно.
- Домашня контрольна робота (ДКР) виконуються після вивчення Змістовного модулю №1 Кожний студент отримує індивідуальне завдання, відповідно до якого необхідно побудувати автоматну таблицю 7-и сегментного шифратора-кодоперетворювача, побудувати карти Карно для кожної функції, мінімізувати булеві функції та побудувати функціональну схему 7-и сегментного шифратора-кодоперетворювача.

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, захист лабораторних робіт.

Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу.

Семестровий контроль: іспит

Умови допуску до семестрового контролю: мінімально позитивна оцінка за МКР та бали зароблені на практичних заняттях більше 24 бали (60% від максимального стартового рейтингу). У випадку стартового рейтингу менше 24 бали стартовий рейтинг вважається 0.

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:

1. Робота на практичних заняттях:

Ваговий бал	4
Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях	4

Критерій оцінювання:

Правильна відповідь, розв'язання задачі	4
Відповідь або розв'язання задачі з незначними помилками	3
Активна участь у проведенні заняття	2
Неправильна або відсутня відповідь чи розв'язання задачі	0

2. Лабораторні роботи.

Ваговий бал	3
Максимальна кількість балів за всі лабораторні	21

Критерій оцінювання:

Оформлення протоколу	1
Виконання завдання лабораторної роботи	1
Відповідь на запитання викладача	1

3. Модульна контрольна робота

Ваговий бал	5
-------------	---

Критерій оцінювання:

<i>Розв'язання задачі 1</i>	<i>2,5</i>
<i>Розв'язання задачі 2</i>	<i>2,5</i>

4. Домашня контрольна робота

<i>Ваговий бал</i>	10
--------------------	-----------

Критерій оцінювання:

Своєчасне і правильне виконання	
Розділу 1	<i>1</i>
Розділу 2	<i>1</i>
Розділу 3	<i>1</i>
<i>Якість оформлення роботи</i>	<i>2</i>
<i>Захист роботи</i>	<i>3</i>

5. Екзаменаційна робота

<i>Ваговий бал</i>	60
--------------------	-----------

Критерій оцінювання:

<i>Теоретичне питання 1</i>	<i>20</i>
<i>Теоретичне питання 2</i>	<i>20</i>
<i>Задача</i>	<i>20</i>

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

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

Ухвалено кафедрою автоматизації енергосистем ФЕА (протокол №3 від 24.09.2025 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол №1 від 25.09.2025 р.)