



СХЕМОТЕХНІКА. ЧАСТИНА 2. ЦИФРОВА СХЕМОТЕХНІКА

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	15 Автоматизація та приладобудування
Спеціальність	153 Мікро- та наносистемна техніка
Освітня програма	Електронні мікро- і наносистеми та технології Мікро- та наноелектроніка
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	4 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	7.5 кредитів ЄКТС (225 год)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н, доц. Казміренко Віктор Анатолійович, vk-ee@iit.kpi.ua Практичні: к.т.н, доц. Казміренко Віктор Анатолійович, vk-ee@iit.kpi.ua к.т.н. Порева Ганна Сергіївна, porevanna-ee@iit.kpi.ua Лабораторні: к.т.н. Порева Ганна Сергіївна, porevanna-ee@iit.kpi.ua Коваленко Тетяна Миколаївна, t.kovalenko-ee@iit.kpi.ua
Розміщення курсу	Google classroom

Програма навчальної дисципліни

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

Кредитний модуль «Схемотехніка-2. Цифрова схемотехніка» (далі – «ЦС») є складовою частиною нормативної дисципліни «Схемотехніка» з циклу професійної підготовки.

Кредитний модуль «ЦС» є підсумковим у програмі підготовки бакалаврів і базовим для вивчення інших дисциплін.

Метою кредитного модуля є формування у студентів досвіду аналізу цифрових схем, розробки цифрових схем функціональних вузлів та електронних пристроїв.

Вузли цифрової схемотехніки є складовими сучасної обчислювальної техніки. Крім того, поширеним є підхід, коли лише початкові етапи кондиціонування сигналів виконуються за допомогою аналогових ланок, а після аналого-цифрового перетворення уся подальша обробка ведеться за допомогою цифрових схем.

Дисципліна формує загальні та фахові компетентності:

- ЗК1 – Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;
- ЗК2 – Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;
- ЗК6 – Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;
- ЗК7 – Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;

ФК7 – Здатність розв'язувати інженерні задачі в галузі мікро- та наносистемної техніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації;

ФК8 – Здатність визначати та оцінювати характеристики та параметри матеріалів мікро- та наносистемної техніки, аналогових та цифрових електронних пристроїв, мікропроцесорних систем;

ОП Електронні мікро- і наносистеми та технології:

ФК12 – Здатність використовувати знання електрофізичних процесів, які відбуваються в твердотільних пристроях, та теоретичних основ побудови мікроелектронних приладів і систем.

ФК13 – Здатність розробляти прилади мікроелектроніки, мікро- і наноелектронні системи, засоби мікрохвильової техніки.

ОП Мікро- та наноелектроніка:

ФК13 – Здатність ефективно вибирати належні напрями і відповідні методи для розв'язування задач моделювання, проектування та конструювання в області мікроелектронних інформаційних систем.

Програмні результати навчання:

ПРН1 – Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації;

ПРН3 – Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв'язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки;

ПРН4 – Оцінювати характеристики та параметри матеріалів пристроїв мікро- та наносистемної техніки, знати та розуміти основи твердотільної та оптичної електроніки, наноелектроніки, електротехніки, аналогової та цифрової схемотехніки, мікропроцесорної техніки;

ПРН5 – Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для розв'язання задач проектування та налагодження обладнання геліоенергетики, приладів фізичної та біомедичної електроніки;

ПРН6 – Застосовувати навички планування та проведення експерименту для перевірки гіпотез та дослідження явищ мікро- та наноелектроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, складати схеми пристроїв, аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати;

ОП Електронні мікро- і наносистеми та технології:

ПРН 16 - Використовувати інформаційні технології і системи автоматизованого проектування для розроблення і розв'язання задач проектування аналогових і цифрових мікро- і наносхем і електронних систем.

ПРН 17 - Використовувати інформаційні технології і системи автоматизованого проектування для розроблення і розв'язання задач проектування аналогових і цифрових мікро- і наносхем біомедичної електроніки і біонаносистем.

ОП Мікро- та наноелектроніка:

ПРН 17 - Використовувати знання принципів і методів побудови та застосування сучасних інфокомунікаційних мереж, навички програмування та спеціалізовані програмні продукти для вирішення задач проектування та конструювання мікроелектронних інформаційних систем.

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

Вивчення навчального кредитного модуля «ЦС» ґрунтується на знаннях, навичках та досвіді, здобутих під час вивчення дисциплін «Математичний аналіз» у розділах, пов'язаних з диференціюванням, інтегруванням, операційним численням, «Вступ до техніки вимірювань» у розділах, пов'язаних з дискретизацією і квантуванням вимірюваних величин, «Теорія електронних кіл» у розділах, пов'язаних з аналізом і розрахунком принципових електронних схем, «Схемотехніка-1. Аналогова схемотехніка» у розділах про підсилювальні схеми, «Теорія сигналів» у розділах цифрової обробки сигналів.

Здобуті знання, навички та досвід є основою для вивчення дисциплін «Мікропроцесорна техніка», яка покладається на здобуті знання про алгебру двійкових величин, будову регістрів та елементів арифметико-логічного пристрою, «Проектування та конструювання мікроелектронної апаратури», яка покладається на знання про властивості поширених цифрових схем.

3. Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практ.	Лаб.	СРС
1	2	3	4	5	6
Розділ 1. Основи теорії цифрової та комп'ютерної схемотехніки					
<i>Тема 1.1. Цифрові системи та сигнали, системи числення</i>	3,5	1	0,5		2
<i>Тема 1.2. Арифметичні операції, мінімізація булевих функцій</i>	6	1	1		4
<i>Тема 1.3. Застосування основних законів булевої алгебри в логічному проектуванні</i>	4,5	2	0,5		2
<i>Разом за розділом 1</i>	14	4	2		8
Розділ 2. Елементи цифрової схемотехніки					
<i>Тема 2.1 Класифікація інтегральних схем, діодно-транзисторні та транзисторно-транзисторні логічні елементи</i>	7,5	1	1,5	2	3
<i>Тема 2.2. Логічні елементи емітерно-зв'язаної логіки та інтегральна інжекційна логіка</i>	5,5	1	1,5		3
<i>Тема 2.3 Логічні елементи на МОН транзисторах та КМОН-структури</i>	9	2	1	2	4
<i>Разом за розділом 2</i>	22	4	4	4	10
<i>Контрольна робота 1</i>	4	2			2
Розділ 3. Комбінаційні функціональні вузли					
<i>Тема 3.1. Основи проектування комбінаційних схем, перетворювачі коду</i>	5,5	1	0,5	2	2
<i>Тема 3.2. Шифратори, дешифратори, мультиплексори та демультимплексори</i>	10,5	3	0,5	4	3
<i>Тема 3.3. Комбінаційні суматори і віднімачі</i>	10,5	4	0,5	2	4
<i>Тема 3.4 Комбінаційні перемножувачі та арифметично-логічні пристрої</i>	7,5	2	0,5	1	4
<i>Разом за розділом 3</i>	34	10	2	9	13
Розділ 4. Послідовні функціональні вузли					
<i>Тема 4.1. Тригери: RS, D, JK, T типу</i>	17,5	6	1,5	6	4
<i>Тема 4.2. Регістри</i>	8	2	1	1	4
<i>Тема 4.3 Лічильники імпульсів</i>	13,5	2	1,5	6	4

1	2	3	4	5	6
Тема 4.4. Часові характеристики цифрових схем	3	1			2
Разом за розділом 4	42	11	4	13	14
Контрольна робота 2	4	2			2
Розділ 5. Пам'ять цифрових пристроїв					
Тема 5.1. Функції, основні параметри, вхідні та вихідні сигнали, організація доступу до пам'яті	5	1	1	1	2
Тема 5.2. Оперативна пам'ять, динамічна пам'ять	4	1	0,5	0,5	2
Тема 5.3. Постійна пам'ять. Флеш-пам'ять	4	1	0,5	0,5	2
Разом за розділом 5	13	3	2	2	6
Розділ 6. Програмовані логічні інтегральні схеми (ПЛІС)					
Тема 6.1. Програмовані логічні матриці та програмована матрична логіка	4	2			2
Тема 6.2. Інструментальні засоби програмування ПЛІС	3	1			2
Тема 6.3 Проектування пристроїв на ПЛІС	5	1			4
Разом за розділом 6	12	4			8
Розділ 7. Цифро-аналогові та аналого-цифрові перетворювачі (ЦАП, ЦАП)					
Тема 7.1. Цифро-аналогові перетворювачі	7,5	2	0,5	3	2
Тема 7.2. Аналого-цифрові перетворювачі	8	2	1	3	2
Тема 7.3 Високоточні сігма-дельта АЦП	4,5	2	0,5		2
Тема 7.4 Похибки АЦП перетворень	4	2			2
Разом за розділом 7	24	8	2	6	8
Розділ 8. Таймери					
Тема 8.1. Аналогові таймери	5	1	1	1	2
Тема 8.2. Цифрові таймери та генератори цифрових послідовностей	5	1	1	1	2
Разом за розділом 8	10	2	2	2	4
Розділ 9. Тестування цифрових схем					
Тема 9.1. Похибки роботи цифрових схем	3	1			2
Тема 9.2. Методи тестування комбінаційних схем	3	1			2
Тема 9.3 Тестування послідовнісних схем і складних систем	4	2			2
Разом за розділом 9	10	4			6
Екзамен	36				36
Всього годин	225	54	18	36	117

4. Навчальні матеріали та ресурси

Інформаційні ресурси:

1. Персональна web-сторінка В. А. Казміренка <http://ee.kpi.ua/~vk>
2. Електронний кампус КПІ

Базова література

1. Співак В.В., Багрій Жуйков В.Я., Бойко В.І., Гурій А.М., Зорі В.В. Схемотехніка електронних систем: том 2 Цифрова схемотехніка: підручник. – К.: Вища школа 2005 – 320 с.

2. Схемотехніка: пристрої цифрової електроніки : підручник для студ., які навчаються за спеціальністю "Електроніка" : у 2 т. В.М. Рябенський, В.Я. Жуйков, Ю.С. Ямненко, О.В. Борисов; М-во освіти і науки України, НТУУ "КПІ". - Київ : НТУУ "КПІ", 2015.
3. Цифрова схемотехніка електронних систем : підручник для студентів вищих технічних навчальних закладів, які навчаються в галузі знань "Електроніка" / В.І. Бойко [та ін.]. - Київ : Освіта України, 2010. - 352 с.
4. Цифрова схемотехніка : навч. посіб. / В. М. Рябенський, В. Я. Жуйков, В. Д. Гулий. - Львів : Новий Світ-2000, 2009. - 736 с.
5. Бабіч Н.П., Жуков І.А., Основи цифрової схемотехніки, Київ, 2005. – 280 с.
6. Цифрова схемотехніка [Електронний ресурс] : практикум з дисципліни для студентів спеціальностей 6.051402 - «Біомедична інженерія» та 6.051003 «Приладобудування» / В. І. Зубчук, Н. В. Захарчук ; Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». - Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017. - 194 с.
7. Цифрова схемотехніка : підручник / В.М. Карташов, Л.П. Тимошенко ; за редакцією В.М. Карташова ; Міністерство освіти і науки України, Харківський національний університет радіоелектроніки. - Харків : С.Ф. Коряк, 2018. - 270 с.
8. Основи цифрової схемотехніки : навчальний посібник / О.В. Барабанов, О.С. Баужа ; Міністерство освіти і науки України, Київський національний університет імені Тараса Шевченка. - Київ : ВПЦ "Київський університет", 2016. - 103 с.
9. Конспект лекцій кредитного модуля «Цифрова схемотехніка» дисципліни «Електроніка» для напрямів підготовки 6.051402 «Біомедична інженерія», 6.051003 «Приладобудування» [Електронний ресурс] / Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут» ; укладачі В. І. Зубчук, Н. В. Захарчук. - Київ : НТУУ «КПІ». 2016. - 195 с.

Допоміжна література

1. Mano, M. M. (2002). *Digital Design*. Prentice Hall.
2. Harris, D., & Harris, S. (2015). *Digital Design and Computer Architecture*. Elsevier.
3. Floyd, T. L. (2009). *Digital Fundamentals*. Prentice Hall.
4. Lala, P. K. (2007). *Principles of Modern Digital Design*. Wiley.
5. Reid, K. J., & Dueck, R. K. (2008). *Introduction to Digital Electronics*. Thomson Delmar Learning.

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)
	Розділ 1. Основи теорії цифрової і комп'ютерної схемотехніки
1.	Тема 1.1. Вступ. Цифрові системи та сигнали, системи числення. Тема 1.2. Мінімізація булевих функцій Завдання на СРС: Арифметичні операції, Форми, діапазони і точність представлення чисел.
2.	Тема 1.3. Застосування основних законів булевої алгебри в логічному проектуванні. Логічні елементи та функціонально-повні набори. Завдання на СРС: Мінімізація булевих функцій

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
	Розділ 2. Елементи цифрової схемотехніки
3.	Тема 2.1. Характеристики і параметри цифрових мікросхем. Діодні логічні елементи. Діодно-транзисторні елементи. Транзисторно-транзисторна логіка. Тема 2.2. Транзисторна і інтегральна інжекційна логіка. Каскади узгодження і підсилення. Логічні елементи емітерно-зв'язної логіки. Завдання на СРС: Класифікація інтегральних мікросхем цифрової схемотехніки, Елементи на транзисторах Шоткі.
4.	Тема 2.3. Логічні елементи на МОН-транзисторах. Імпульсна система елементів. Потенціально-імпульсна система елементів . Завдання на СРС: Логічні елементи на магнітних елементах і перемичках Джозефсона.
5.	Контрольна робота 1
	Розділ 3. Комбінаційні функціональні вузли
6.	Тема 3.1. Основи проектування комбінаційних схем, перетворювачі кодів. Синтез перетворювачів кодів. Двійково-десяткові перетворювачі. Тема 3.2. Шифратори. Дешифратори. Завдання на СРС: Спеціальні перетворювачі кодів
7.	Тема 3.2. Мультиплексори, загальна характеристика. Мультиплексори з адресними мінтермами. Демультіплексори. Каскадування демультіплексорів. Завдання на СРС:
8.	Тема 3.3. Комбінаційні суматори. Багато-розрядні суматори. Завдання на СРС: Кодування від'ємних чисел
9.	Тема 3.3. Суматори з паралельним перенесенням. Двійково-десяткові суматори.
10.	Тема 3.4. Схеми порівняння і контролю. Комбінаційні помножувачі. Арифметико-логічні пристрої. Завдання на СРС: Багатостадійні компаратори, арифметичні операції у додатковому коді
	Розділ 4. Послідовні функціональні вузли
11.	Тема 4.1. Тригери, загальна характеристика. Асинхронні RS-тригери. Тема 4.1. Організація синхронізації амплітудою чи фронтом у тригерах. Синхронні RS, R, S, E типу. Завдання на СРС: Історія створення бістабільних схем, різновиди синхронних тригерів
12.	Тема 4.1. Універсальні JK-тригери. D-тригери. D-тригери з динамічним керуванням. T-тригери. Завдання на СРС: Будова тригерної комірки
13.	Тема 4.2. Регістри, загальна характеристика. Установлювальні мікрооперації. Однофазний і пара фазний способи записування інформації. Зчитування інформації. Паралельні, послідовні і зсувні регістри. Завдання на СРС: Реверсивні регістри

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
14.	Тема 4.3. Лічильники – загальна характеристика. Асинхронні лічильники з послідовним та паралельним переносом Двійкові реверсивні лічильники. Лічильники з керованим коефіцієнтом перелічування. Завдання на СРС: Спеціальні лічильники
15.	Тема 4.3. Двійково-десяткові лічильники. Синтез лічильників з довільним порядком рахування. Дільники частоти. Завдання на СРС: Спеціальні лічильники, Схеми ділення частоти
16.	Тема 4.4. Часові характеристики цифрових схем Завдання на СРС: Часові характеристики вентилів
17.	Контрольна робота 2.
	Розділ 5. Пам'ять цифрових схем
18.	Тема 5.1. Функції пам'яті, основні параметри пам'яті. Вхідні і вихідні сигнали мікросхем пам'яті. Організація доступу до пам'яті. Основні структури організації пам'яті. Статична пам'ять. Динамічна пам'ять. Оперативна і Кеш-пам'ять. Постійна пам'ять загальна характеристика. Елементи і мікросхеми постійних запам'ятовуючих пристроїв. Флеш-пам'ять Завдання на СРС: Арбітраж двопортової пам'яті, магніторезистивна оперативна пам'ять, різновиди флеш-пам'ятію
	Розділ 6. Проектування цифрових приладів на програмованих логічних інтегральних схемах (ПЛІС)
19.	Тема 6.1. Програмовані логічні матриці та програмована матрична логіка. Регістрові ПЛІС. Макрокомірки. Комбінаційні функції. Послідовнісні функції.
20.	Тема 6.2. Інструментальні засоби програмування ПЛІС. Тема 6.3 Проектування пристроїв на ПЛІС Завдання на СРС: Історія виникнення ПЛІС, поняття про верифікаційні метрики
	Розділ 7. Цифро-аналогові і аналого-цифрові перетворювачі
21.	Загальна характеристика і параметри цифрових перетворювачів (ЦАП). Схеми ЦАП із зваженими резисторними, з матрицею R-2R, з генераторами струму. Перемножуючі ЦАП. Завдання на СРС: Місце і роль аналого-цифрових перетворень у системах обробки сигналів
22.	Основні характеристики і параметри аналого-цифрових перетворювачів (АЦП). АЦП послідовної лічби. АЦП порозрядного зрівноважування. АЦП паралельно-послідовної дії.
23.	Високоточні багато розрядні аналого-цифрові перетворювачі. Сігма-дельта АЦП і їх застосування у вимірювальній техніці.
24.	Похибки АЦП перетворень Завдання на СРС: Показники якості аналого-цифрових перетворювачів

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
	Розділ 8. Таймери
25.	Загальна характеристика таймерів. Аналогові інтегровальні таймери. Мультівібратори і генератори імпульсів. Імпульсні схеми на аналогових таймерах. Цифрові таймери. Генератори цифрових послідовностей. Цифрове керування таймерами. Завдання на СРС: Похибки аналогових таймерів, похибки цифрових таймерів
	Розділ 9. Тестування цифрових схем
26.	Тема 9.1. Похибки роботи цифрових схем Тема 9.2. Методи тестування комбінаційних схем
27.	Тема 9.3 Тестування послідовнісних схем і складних систем (сканування шляху, периферійного сканування). Завдання на СРС: оцінка повноти тесту

Практичні заняття

Практичні заняття призначені для закріплення теоретичного матеріалу, що розглянуто на лекціях та в ході самостійної роботи.

Тематика практичних занять:

1. Математичні основи цифрової схемотехніки.
2. Мінімізація логічних функцій.
3. Елементи цифрової схемотехніки.
4. Комбінаційні цифрові вузли.
5. Тригери.
6. Лічильники імпульсів і дільники частоти.
7. Програмовані логічні інтегральні схеми.
8. Цифро-аналогові і аналого-цифрові перетворювачі.
9. Таймери і генератори цифрових послідовностей.

На практичних заняттях виконується поточне опитування студентів, а також дві контрольні роботи .

Лабораторні заняття

Лабораторні роботи призначені для здобуття практичних навичок роботи з реальними електронними цифровими схемами, використання виміральної апаратури для вивчення роботи макетів цифрових схем, застосування комп'ютерних засобів моделювання дії цифрових компонентів і складених з них електронних схем.

Перелік лабораторних робіт:

№	Назва лабораторної роботи	Кількість годин
1.	Дослідження електронних ключів	4

№	Назва лабораторної роботи	Кількість годин
2.	Дослідження інтегральних цифрових схем	4
3.	Дослідження комбінаційних функціональних вузлів	4
4.	Дослідження послідовнісних функціональних вузлів	8
5.	Генератори	2
6.	Дослідження цифро-аналогових та аналогово-цифрових перетворювачів	8
7.	Програмування логічних інтегральних схем	4
8.	Аналогові і цифрові таймери	2
Всього		36

6. Самостійна робота студента

Самостійна робота студента включає підготовку до лабораторних робіт у обсязі близько 1–1,5 години на кожну роботу. Протягом цього часу студент має опрацювати методичні вказівки до роботи та ознайомитися із завданням до виконання. На підготовку до практичних занять відводиться приблизно 1 година. На підготовку до кожної МКР відводиться близько 2 годин.

Також на самостійне опрацювання виносяться такі питання:

№ з/п	Назва теми, що виносяться на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Системи числення, арифметичні операції	2
2	Номенклатура цифрових інтегральних схем	2
3	Історія створення бістабільних схем	2

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог:

- відвідування лекційних та лабораторних занять є обов'язковим;
- методичні матеріали розміщуються на персональній сторінці викладача та у Google Classroom, для зв'язку використовується електронна пошта та telegram-група;
- до захисту надається робочий проект, студент демонструє роботу, пояснює роботу, відповідає на уточнюючі питання;
- індивідуальні завдання (МКР та ДКР) подаються на перевірку за розкладом, призначеним викладачем;
- невчасний захист завдання штрафується зниження оцінки на 1 бал за тиждень запізнення;
- помилки в індивідуальних завданнях, поданих на перевірку до встановленого терміну, можуть бути виправлені без зниження оцінки;
- усі роботи мають бути оригінальними і виконуватися самостійно.

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

Поточний контроль: захист лабораторних робіт, виконання МКР

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

Семестровий контроль: екзамен

Умови допуску до семестрового контролю: зарахування усіх лабораторних робіт

Оцінювання ведеться за рейтинговою системою. Рейтинг є кількісною мірою знань та умінь студентів, отриманих протягом вивчення дисципліни. На основі набраного рейтингу RD виставляється підсумкова оцінка.

Рейтинг набирається за підсумками:

- Виконання лабораторних робіт;
- Виконання модульних контрольних робіт (МКР);
- Підсумкового контролю на екзамені.

Протягом семестру виконується 8 лабораторних робіт та 2 МКР. Кожна лабораторна робота оцінюється за п'ятибальною шкалою, де 5 – найвища оцінка. Кожна МКР оцінюється за десятибальною шкалою, де 10 – найвища оцінка. Таким чином, максимальний рейтинг за всіма видами робіт протягом семестру складає $R_{\text{сем}} = 8 \times 5 + 2 \times 10 = 60$ балів.

Екзамен проводиться за білетами з 4 теоретичних та практичних завдань. Кожне завдання оцінюється за десятибальною шкалою. Таким чином, максимальний рейтинг за підсумками екзамену становить $R_{\text{підс}} = 4 \times 10 = 40$ балів.

Максимальний рейтинг за підсумками семестру та виконання залікової роботи становить $RD = R_{\text{сем}} + R_{\text{підс}} = 60 + 40 = 100$ 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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Список екзаменаційних питань

1. D-тригер типу «защіпка» (схема, карта Карно, характеристичне рівняння)
2. JK-тригер типу «защіпка» принцип роботи. Карта Карно та характеристичне рівняння
3. JK-тригер типу «MS», принцип роботи, карта Карно та характеристичне рівняння
4. RS-тригер типу «защіпка» (схема, карта Карно, характеристичне рівняння)
5. RS-тригер типу MS (схема, часові діаграми)
6. R-тригер на ЛЕ I-НІ (схема, карта Карно, характеристичне рівняння)
7. Алгебраїчний суматор
8. Асинхронний лічильник з послідовним переносом (схема, часові діаграми)
9. Асинхронний лічильник з наскрізним переносом (схема, часові діаграми)
10. Базовий транзисторно-транзисторний ЛЕ. Принцип роботи, схема
11. Віднімач на ЛЕ АБО-НІ
12. Двійково-десятковий суматор
13. Діодно-транзисторні ЛЕ I-АБО-НІ, АБО-НІ
14. Емітерно-зв'язана логіка
15. E-тригер синхронний на ЛЕ I-НІ
16. Комбінаційний віднімач
17. Комбінаційний перемножувач
18. ЛЕ на n-МДН та КМДН транзисторах типу I-НІ
19. ЛЕ на I^2L
20. ЛЕ на МДН транзисторах типу АБО-НІ
21. Лінійний дешифратор
22. Лічильник Джонсона (схема, таблиця відповідності)
23. Лічильник з керованим $K_{\text{сч}}$ (схема та принцип роботи)
24. Лічильники-дільники частоти, часові діаграмами

25. Матричний дешифратор
26. Мультиплексори
27. Однорозрядний цифровий компаратор на ЛЕ АБО-НІ
28. Паралельні регістри
29. Пірамідальний дешифратор
30. Повний суматор на ЛЕ АБО-НІ
31. Пріоритетний шифратор
32. Реверсивний асинхронний лічильник з міжрозрядними зв'язками на ЛЕ І-НІ
33. Реверсивний регістр зсуву
34. Регістри зсуву
35. Синхронний S-тригер на логічних елементах І-НІ
36. Синхронний D-тригер на ЛЕ АБО-НІ, карта Карно, характеристичне рівняння
37. Синхронний RS-тригер, керований рівнем на ЛЕ І-НІ
38. Синхронний RS-тригер, керований рівнем на ЛЕ АБО-НІ
39. Синхронний R-тригер керований рівнем на ЛЕ І-НІ
40. Синхронний лічильник
41. Суматор з прискореним переносом (формули, схема)
42. Схема, карта Карно та характеристичне рівняння S-тригера на ЛЕ І-НІ
43. Схема, карта Карно та характеристичне рівняння E-тригера на ЛЕ АБО-НІ
44. Транзисторно-транзисторний ЛЕ І-АБО-НІ, АБО-НІ
45. Шифратор
46. Місце та роль аналого-цифрових та цифро-аналогових перетворювачів.
47. Передаточна характеристика і параметри ЦАП.
48. ЦАП на суматорі струмів зі зваженими резисторами.
49. ЦАП на матриці R-2R.
50. Послідовний ЦАП з ШІМ.
51. Призначення, характеристики АЦП.
52. АЦП паралельного зчитування.
53. АЦП послідовного відліку.
54. АЦП послідовного наближення.
55. АЦП слідкуючого типу.
56. Конвеєрні АЦП.
57. АЦП багатоактного інтегрування.
58. Сігма-дельта АЦП
59. Призначення, класифікація запам'ятовуючих пристроїв.
60. Часові характеристики синхронних пристроїв.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Склав доцент каф. ЕІ, к.т.н., доцент Казміренко В. А.
Ухвалено кафедрою електронної інженерії (протокол № 31 від 21 червня 2023 р.)
Погоджено Методичною комісією факультету електроніки (протокол № 06/23 від 29 червня 2023 р.)