



# Проектування аналогових інтегральних схем

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації<sup>1</sup></i>
Спеціальність	<i>176 Мікро- та наносистемна техніка</i>
Освітня програма	<i>Мікро- та наноелектроніка</i>
Статус дисципліни	<i>Дисципліна за вибором</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)/ дистанційна/змішана</i>
Рік підготовки, семестр	<i>I курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>5 кредитів ЕКТС/120 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен/розрахунково-графічна робота (РГР) /модульна контрольна робота (МКР)</i>
Розклад занять	<i><a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a></i>
Мова викладання	<i>Українська/Англійська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	<i>Лектор: проф. каф. МЕ, к.т.н., проф. Орлов Анатолій Тимофійович, <a href="mailto:a.orlov@kpi.ua">a.orlov@kpi.ua</a>, моб. тел. 0679825255<sup>2</sup></i> <i>Практичні: к.т.н., доц. Діденко Юрій Вікторович, <a href="mailto:yu.didenko@kpi.ua">yu.didenko@kpi.ua</a>, моб. тел. 096-752-17-54</i>
Розміщення курсу	<i><a href="https://classroom.google.com/c/MjM0NjU5MTY1NjY4">https://classroom.google.com/c/MjM0NjU5MTY1NjY4</a></i>

### Програма навчальної дисципліни

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

*В епоху впровадження інформаційно-комунікаційних технологій у промисловість, цифровізації економіки та життя людини в цілому використання електронних приладів та пристроїв стає незамінним. Тому знання базових принципів систем конструювання та автоматизованого проектування (САПР) пристроїв мікроелектроніки вкрай необхідні спеціалістам – розробникам мікро– та наносистемної техніки.*

*Дисципліна вивчається магістрами освітньо-професійної програми підготовки.*

**Мета:** *сформувати у студентів сучасні теоретичні уявлення та практичні знання із проектування аналогових інтегральних схем (ІС) на біполярних та МОН транзисторах, технологій виготовлення, проектування топологій, аналізу і розрахунку джерел постійного струму, джерел постійної та опорної напруги, підсилювальних каскадів, схем з диференціальними та операційними підсилювачами, компараторів напруги, перетворювачів даних.*

**Завдання:** *ознайомлення із сучасним станом проектування та технологіями виготовлення аналогових ІС автомобільної електроніки на біполярних та МОН транзисторах; формування вміння аналізу велико- і малосигнальних моделей інтегральних компонентів; отримання практичного досвіду з проектування і моделювання основних аналогових схем ІС з*

<sup>1</sup> В полях Галузь знань/Спеціальність/Освітня програма:

Для дисциплін професійно-практичної підготовки зазначається інформація відповідно до навчального плану.  
Для соціально-гуманітарних дисциплін вказується перелік галузей, спеціальностей, або «для всіх».

використанням біполярних та МОН-транзисторів; формування навиків проектування топологій інтегральних елементів аналогових ІС.

### **Програмні результати навчання**

#### **Загальні компетентності:**

- ЗК 1 - Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.*
- ЗК 3 - Здатність спілкуватися іноземною мовою.*
- ЗК 5 - Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.*
- ЗК 6 - Здатність генерувати нові ідеї (креативність).*
- ЗК 7 - Навички міжособистісної взаємодії.*

#### **Спеціальні (фахові) компетентності:**

- ФК 3 - Здатність аналізувати та синтезувати мікро- та нанoeлектронні системи різного призначення.*
- ФК 4 - Здатність розробляти, обґрунтовано вибирати і використовувати сучасні методи обробки та аналізу сигналів в мікро- і нанoeлектронних приладах та системах.*
- ФК 6 - Здатність користуватися сучасними системами пошуку та аналізу науково-технічної інформації, проводити патентний пошук і дослідження та здійснювати захист інтелектуальної власності.*
- ФК 7 - Здатність розробляти і реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти у сфері мікро- та наносистемної техніки, а також дотичні до неї міждисциплінарні проекти.*
- ФК 10 - Здатність до розроблення вузлів, приладів і систем мікро- та наносистемної техніки нового функціонального призначення.*

#### **Програмні результати навчання після вивчення дисципліни:**

- ПРН 1 - Формулювати і розв'язувати складні інженерні, виробничі та/або наукові задачі під час проектування, виготовлення і дослідження мікро- та наносистемної техніки різноманітного призначення та створення конкурентоспроможних розробок, втілення результатів у бізнес-проектах.*
- ПРН 3 - Оптимізувати конструкції систем, пристроїв та компонентів мікро- та наносистемної техніки, а також технології їх виготовлення.*
- ПРН 6 - Розробляти вироби та компоненти мікро- та наносистемної техніки, враховуючі вимоги до їх характеристик, технологічні та ресурсні обмеження; використовувати сучасні інструменти автоматизації проектування.*
- ПРН 7 - Розв'язувати задачі синтезу та аналізу приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки.*
- ПРН 8 - Збирати необхідну інформацію, використовуючи науково-технічну літературу, бази даних та інші джерела, аналізувати і оцінювати її.*
- ПРН 12 - Будувати і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів мікро- та нанoeлектроніки.*
- ПРН 15 - Забезпечувати захист інтелектуальної власності, комерціалізацію результатів науково-дослідної, винахідницької та проектної діяльності.*
- ПРН 17 - Застосовувати знання і розуміння для ідентифікації, формулювання і вирішення технічних задач мікро- та наносистемної техніки, використовуючи відомі методи, проводити розрахунки та проектування структури приладів та пристроїв мікро- та нанoeлектроніки.*

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

### **Пререквізити:**

*Перелік дисциплін, які вивчалися та володіння якими необхідні студенту:*

*Курси бакалаврської підготовки: "Матеріали і компоненти мікро- та наносистемної техніки", "Напівпровідникова електроніка", "Технологічні основи електроніки", "Теорія електронних кіл",*

“Аналогова схемотехніка”, “Курсовий проект з проектування напівпровідникових приладів та інтегральних мікросхем”,

**Постреквізити:**

Перелік дисциплін які базуються на результатах навчання з дисципліни КНППтаІМС: “Переддипломна практика”, “Робота над магістерською дисертацією”.

**3. Організація навчання курсу**

<b>Обсяг курсу</b>					
<b>Вид заняття</b>		<b>Загальна кількість годин</b>			
лекції		36			
семінарські заняття / практичні / лабораторні		36			
самостійна робота		120			
<b>Ознаки курсу</b>					
<b>Семестр</b>	<b>Спеціальність</b>	<b>Курс (рік навчання)</b>	<b>Нормативний/вибірковий</b>		
2	176 Мікро- та наносистемна техніка	1	вибірковий		
<b>Тематика курсу</b>					
<i>Тема</i>	<i>Форма заняття, год.</i>	<i>Літера тура</i>	<i>Кількість годин</i>	<i>Вага оцінки</i>	<i>Термін виконання</i>
<b>Змістовий модуль 1</b>					
Тема 1. Особливості аналогових ІС. <i>Задачі та мета курсу. Аналогові сигнали. Основні аналогові функції. Класифікація аналогових ІС.</i>	лекція	1, 2	2	1	Згідно розкладу
Тема 2. Базові технологічні процеси виготовлення ІС. <i>Фотолітографія. Епітаксія. Іонна імплантація. Відпалювання. Локальне окислення. Осадження полікремнію.</i>	лекція	16, 17	2	1	Згідно розкладу
Тема 3. Технології інтегральних схем. <i>Ві, CMOS, BiCMOS технології</i>	лекція	16, 17	2	1	Згідно розкладу
Тема 4. Інтегральні діоди і транзистори. <i>Еквівалентні схеми. Малосигнальні еквівалентні схеми. Схеми фіксації рівня. Обмежувачі і випрямлячі. Діоди Шоткі.</i>	лекція	1, 7, 8, 13	2	1	Згідно розкладу
Тема 5. Одно- і багатокаскадні схеми на БП транзисторах.	лекція	3, 11, 12	2	1	Згідно розкладу

<i>Класифікація, основні параметри та характеристики</i>					
Тема 6. Підсилювачі на МОН транзисторах. Основні параметри та характеристики. <i>Диференціальні провідності. Малосигнальні еквівалентні схеми. Схеми включення. Повторювачі</i>	<i>лекція</i>	<i>10,11, 15</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>Згідно розкладу</i>
Тема 7. Струмові дзеркала. Основні параметри. Схеми струмових дзеркал на БП і МОН транзисторах. <i>Прості, каскодні, Вільсона струмові дзеркала.</i>	<i>лекція</i>	<i>6, 14</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>Згідно розкладу</i>
Модульний контроль 1			<i>2</i>	<i>6</i>	
<b>Змістовий модуль 2</b>					
Тема 8. Диференціальні підсилювачі з одним і двома виходами. <i>Диф. пари на БП і МОН транзисторах. Малосигнальна модель. Передаточні характеристики</i>	<i>лекція</i>	<i>12, 13, 15</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>Згідно розкладу</i>
Тема 9. Операційні підсилювачі. <i>Ідеальний, інтегральний, інвертуючий. Неінвертуючий ОП. Схемотехніки ОП.</i>	<i>лекція</i>	<i>3, 5, 6</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>Згідно розкладу</i>
Тема 10. Функціональні вузли на основі ОП. <i>Масштабний підсилювач та повторювач напруги. Схема додавання і віднімання. Аналоговий інтегратор та диференціатор</i>	<i>лекція</i>	<i>6, 11, 14</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>Згідно розкладу</i>
Тема 11. Опорні джерела струму і напруги на БП і МОН транзисторах. <i>Діодне, активне, і. комплементарне навантаження. Диференціальні пари. Малострумове зміщення. МОН джерело струму Відлара. Самозміщення. Зміщення шириною забороненої зони.</i>	<i>лекція</i>	<i>10, 11, 14</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>Згідно розкладу</i>

Тема 12. Компаратори. Принцип роботи. Компаратор з гістерезисом. Використання операційних підсилювачів у компараторах. Компаратори із заціпками	лекція	13-15	2	1	Згідно розкладу
Тема 13. Аналого-цифрові та цифро-аналогові перетворювачі. Принципи роботи Інтегруючий, циклічний, алгоритмічний АЦП. Ідеальні перетворювачі. Принцип роботи і типи ЦАП.	лекція	7, 11-14	2	1	Згідно розкладу
Модульний контроль 2			2	1	
<b>Практичний модуль (комп'ютерний практикум)</b>					
Тема 1. Топології інтегральних елементів.	комп'ют. практикум	17, 18	2	1	Згідно розкладу
Тема 2. Базові схеми включення БП і МОН транзисторів	комп'ют. практикум	1, 7, 8	4	1	Згідно розкладу
Тема 3. Схеми підсилення БП і МОН транзисторів.	комп'ют. практикум	3,10-12,15	4	1	Згідно розкладу
Тема 4. Струмові дзеркала на БП і МОН транзисторах.	комп'ют. практикум	6, 14	2	1	Згідно розкладу
Тема 5. Диференціальні підсилювачі на БП і МОН транзисторах.	комп'ют. практикум	12, 13, 15	2	1	Згідно розкладу
Тема 6. Операційні підсилювачі на БП і МОН транзисторах.	комп'ют. практикум	3, 5, 6	4	1	Згідно розкладу
Тема 7. Схеми функціональних вузлів на ОП.	комп'ют. практикум	6, 11, 14	2	1	Згідно розкладу
Тема 8. Опорні джерела струму і напруги.	комп'ют. практикум	10, 11, 14	4	1	Згідно розкладу
Тема 9. Компаратори на БП і МОН транзисторах.	комп'ют. практикум	13-15	2	1	Згідно розкладу
Тема 10. Оброблення даних на основі ЦАП і АЦП.	комп'ют. практикум	7, 11-14	4	1	Згідно розкладу
<b>Самостійна робота</b>					
Тема 1. Перспективні технологічні процеси виготовлення аналогових ІС	самостійна робота	16-17	10	0.5	Згідно навч. плану
Тема 2. Велико- і мало сигнальні моделі БП транзисторів.	самостійна робота	10-12	10	0.5	Згідно навч. плану

<i>Напруга пробою. Паразитні елементи</i>					
<i>Тема 3. Двопортове моделювання підсилювачів. Складені БП і МОН підсилювачі. Емітерні і витокові повторювачі</i>	<i>самостійна робота</i>	<i>8</i>	<i>10</i>	<i>1</i>	<i>Згідно навч. плана</i>
<i>Тема 4. Велико - і малосигнальні моделі МОН транзисторів. Внутрішні опори і ємності. Диференціальні пари</i>	<i>самостійна робота</i>	<i>6 - 7</i>	<i>10</i>	<i>1</i>	<i>Згідно навч. плана</i>
<i>Тема 5. Властивості струмових дзеркал. Струмове дзеркало з в - допомогою і багатьма виходами</i>	<i>самостійна робота</i>	<i>7 - 9</i>	<i>10</i>	<i>1</i>	<i>Згідно навч. плана</i>
<i>Тема 6. Диференціальні підсилювачі з емітерно - і витокозв'язаними парами. Дрейф напруги зміщення. Незбалансовані диференціальні підсилювачі</i>	<i>самостійна робота</i>	<i>10 -12</i>	<i>10</i>	<i>1</i>	<i>Згідно навч. плана</i>
<i>Тема 7 . Малосигнальна модель збалансовано -го диференціального підсилювача. Диференціальні підсилювачі із зворотним зв'язком</i>	<i>самостійна робота</i>	<i>13 -15</i>	<i>10</i>	<i>1</i>	<i>Згідно навч. плана</i>
<i>Тема 8. Каскодний двокаскодний ОП. Телескопічний складений ОП на МОН транзистрах. ОП на БП транзисторах</i>	<i>самостійна робота</i>	<i>13 -15</i>	<i>10</i>	<i>1</i>	<i>Згідно навч. плана</i>
<i>Тема 9 . Логарифмічні підсилювачі. Схеми для перемножування та ділення аналогових сигналів</i>	<i>самостійна робота</i>	<i>13 -15</i>	<i>10</i>	<i>1</i>	<i>Згідно навч. плана</i>
<i>Тема 10. Активні навантаження. Температурно незалежне зміщення. Самозміщення.</i>	<i>самостійна робота</i>		<i>10</i>	<i>1</i>	<i>Згідно навч. плана</i>
<i>Тема 11. КМОН і БіКМОН компаратори. Компаратори на БП транзисторах</i>	<i>самостійна робота</i>	<i>10 -12</i>	<i>10</i>	<i>1</i>	<i>Згідно навч. плана</i>
<i>Тема 12. Перетворювачі з перемикальними конденсаторами. Квантизаційний шум. Знакові коди</i>	<i>самостійна робота</i>	<i>12 -14</i>	<i>10</i>	<i>1</i>	<i>Згідно навч. плана</i>
<b>Контроль самостійної роботи</b>					

<b>Семестровий контроль</b>	<i>Екзамен</i>		<i>2,5</i>		<i>За розкл.</i>
-----------------------------	----------------	--	------------	--	------------------

Навчання здійснюється на основі сучасної стратегії взаємодії викладача та студента в електронному просторі з метою засвоєння студентами матеріалу та розвитку у них практичних навичок. Для більш ефективної комунікації з метою розуміння структури навчальної дисципліни та засвоєння матеріалу використовується платформа Google classroom за допомогою якої:

- спрощується розміщення та обмін навчальним матеріалом;
- здійснюється надання зворотного зв'язку студентам стосовно навчальних завдань та змісту навчальної дисципліни;
- оцінюються навчальні завдання студентів;
- ведеться облік виконання студентами плану навчальної дисципліни, графіку виконання.

#### **4. Самостійна робота студента**

Види самостійної роботи: підготовка до аудиторних занять здійснюється відповідно до планку дисципліни за наведеними в ньому посиланнями на платформу Google classroom, розв'язок задач, написання реферату, виконання модульної контрольної роботи тощо надсилається викладачу в електронному вигляді через систему Google classroom та в терміни часу вказаний у системі поточного оцінювання. Самостійна робота студента включає підготовку до модульної контрольної роботи та її виконання.

Крім підготовки до аудиторних занять у якості самостійної роботи вивчаються додаткові розділи курсу, які оформлюються як реферат, та виконуються завдання комп'ютерного практикуму з проектування окремих блоків ІМС, які перевіряються та здаються під час аудиторних занять.

#### **5. Навчальні матеріали та ресурси**

##### **Базові ресурси**

1. Аналогова схемотехніка / Л.П. Медяний – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2017 – 177с.
2. В.Б. Дудикевич, Г.В. Кеньо, І. В. Петрович. Електроніка та мікросхемотехніка. Частина II: Аналогова схемотехніка (Серія “Дистанційне навчання”. № 53). Навчальний посібник. – Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2010. – 224 с.
3. В.І. Бойко, В.Я. Жуйков, А.А. Зорі та ін. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої. – 2-е видання. – К.: Освіта України. - 2010.
4. Ю.П. Колонтаєвський, А.Г. Сосков Електроніка і мікросхемотехніка: Підручник. 2-е вид./ за ред. А.Г.Соскова. – К.: Каравела, 2009. – 416с.
5. В.М. Приходько Комп'ютерна електроніка. Ч. 1. Аналогова схемотехніка: Навч. посібник. За ред. Приходька В. М. – Д.: ДонІЗТ, 2008. – 198 с.
6. Прищеп М.М., Погребняк В.П. Мікроелектроніка: В 3 ч. Ч. 2. Елементи мікросхемотехніки: Навч. Посіб. / За ред. М.М. Прищепи. – К.: Вища школа, 2006. – 503 с.
7. Бабич М.П., Жуков І.А. Комп'ютерна схемотехніка: Навчальний посібник. – К.: МКПрес, 2004. – 412 с.
8. В.І. Бойко, А.М. Гуржій, В.Я. Жуйков та ін. Схемотехніка електронних систем: У 3 кн. Кн. 1. Аналогова схемотехніка та імпульсні пристрої: Підручник. – 2-ге вид., допов. і

переробл. – К.: Вища шк., 2004. – 366с.

9. В.В. Багрій, В.І. Бойко, С.П. Денисюк, та ін. Основи схемотехніки електронних систем. – К.: Вища школа, 2004. – 536 с.

### **Допоміжні ресурси**

10. Phillip E. Alen, Douglas R. Holberg. CMOS circuit design. Second edition. New York, Oxford: Oxford University Press, 2002. – 778 p.

11. Проектування напівпровідникових приладів та інтегральних мікросхем. Комп'ютерний практикум [Електронний ресурс] : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освітньою програмою «Мікро- та наноелектроніка» спеціальності 153 Мікро- та наносистемна техніка / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Ю. В. Діденко, А. Т. Орлов, Д. Д. Татарчук. – Електронні текстові дані (1 файл: 10,13 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 164 с. – Назва з екрана. – Доступ : <https://ela.kpi.ua/handle/123456789/47889>

12. Cadence Design Systems, Inc. – ASIC Prototyping Simplified – White paper, 2005. – 11 p.

13. “Digital Integrated Circuit Design”, Hubert Kaeslin, Cambridge University Press, United Kingdom, 2008. – 866 p. ISBN: 9780521882675

14. Cadence Design Systems, Inc. – Cadence Rapid Prototyping Platform FPGA-Based Prototyping Solution – 2011.

15. Проектування комп'ютерних систем на основі мікросхем програмованої логіки: монографія / С. А. Іванець, Ю. О. Зубань, В. В. Казимир, В. В. Литвинов. – Суми: Сумський державний університет, 2013. – 313 с. <https://essuir.sumdu.edu.ua/bitstream-download/123456789/33465/1/monograf.pdf>

16. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія та конструювання мікросхем і мікросбірок» для студентів професійного напрямку 0910 «Електронні апарати» спеціальності 8.0910001 «Виробництво електронних засобів» усіх форм навчання/ Укл.: О.С.Антоненко, О.С. Пономаренко. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2004. – 16 с.

Базові інформаційні ресурси розміщуються на Гугл-диску у Гугл-класі на початку навчального семестру.

### **6. Самостійна робота студента/аспіранта**

Види самостійної роботи: підготовка до аудиторних занять здійснюється відповідно до планку дисципліни за наведеними в ньому посиланнями на платформу Google classroom, розв'язок задач, написання реферату, виконання модульної контрольної роботи тощо надсилається викладачу в електронному вигляді через систему Google classroom та в терміни часу вказаний у системі поточного оцінювання. Самостійна робота студента включає підготовку до модульної контрольної роботи та її виконання.

Крім підготовки до аудиторних занять у якості самостійної роботи вивчаються додаткові розділи курсу, які оформлюються як реферат, та виконуються завдання комп'ютерного практикуму з проектування окремих блоків ІМС, які перевіряються та здаються під час аудиторних занять.



## 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

### Порушення термінів виконання завдань та заохочувальні бали:

Заохочувальні бали		Штрафні бали	
Критерій	Ваговий бал	Критерій	Ваговий бал
Виконання практичних робіт	4 бали	Порушення термінів виконання практичних робіт	1 бал
Своєчасне написання МКР	0 балів	Несвоєчасне написання ДКР або МКР	- 5 балів
Своєчасна здача іспиту	0 бали	Перездача іспиту	- 5 балів

### Відвідування занять

Відвідування лекцій, практичних та виїзних занять не оцінюється, за відсутність на них нараховуються штрафні 0,5 бали. Студентам рекомендується відвідувати заняття, оскільки на них викладається теоретичний матеріал та розвиваються навички, необхідні для виконання семестрового індивідуального завдання. Система оцінювання орієнтована на отримання балів за активність студента, а також виконання завдань, які здатні розвинути практичні уміння та навички.

Пропущені контрольні заходи необхідно перескласти до завершення атестаційного тижня.

Тематичне завдання, яке подається на перевірку з порушенням терміну виконання – не оцінюється.

### Календарний рубіжний контроль

Проміжна атестація студентів (далі – атестація) є календарним рубіжним контролем. Метою проведення атестації є підвищення якості навчання студентів та моніторинг виконання графіка освітнього процесу студентами 3.

Критерій		Перша атестація	Друга атестація
Термін атестації 4		8-ий тиждень	14-ий тиждень
Умови отримання атестації	Поточний рейтинг 5	≥ 13 балів	≥ 30 балів
	Виконання практичних робіт	Практична робота	+

### Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

### Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

### **Процедура оскарження результатів контрольних заходів**

Студенти мають можливість підняти будь-яке питання, яке стосується процедури контрольних заходів та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами. Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

### **Дистанційне навчання (необов'язковий пункт)**

Дистанційне навчання через проходження онлайн-курсів за певною тематикою допускається за умови погодження зі студентами. У разі, якщо невелика кількість студентів має бажання пройти онлайн-курс за певною тематикою, вивчення матеріалу за допомогою таких курсів допускається, але студенти повинні виконати всі завдання, які передбачені у навчальній дисципліні. Може здійснюватися виставлення оцінки за контрольні заходи шляхом перенесення результатів проходження онлайн-курсів. Можливе здійснення контрольних заходів і атестації дистанційно в онлайн режимі, за умови персональної ідентифікації студентів.

<sup>3</sup> Рейтингові системи оцінювання результатів навчання: Рекомендації до розроблення і застосування. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. 20 с.

<sup>4</sup> Там само.

<sup>5</sup> Там само.

### **Навчання іноземною мовою (необов'язковий пункт)**

Використання іноземної літератури, вивчення навчального матеріалу, термінів, стандартів, документів тощо на іноземних мовах можливе при вивченні новітніх технологій, а також відео і \*.ppt демонстраціях у тих випадках, коли відсутні вітчизняні інформаційні джерела.

Англомовним групам іноземних студентів можливе викладання дисципліни англійською мовою.

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

### **Система оцінювання**

Вимоги до PCO та методика її складання надані у Положенні про рейтингову систему оцінювання результатів навчання студентів / Уклад.: В. П. Головенкін. – К.: НТУУ «КПІ», 2012. – 36 с.

### **Система рейтингової оцінки за видами занять:**

№ з/п	Заняття, підлягають рейтинговій оцінці	що	Загальна кількість завдань	Максимальний бал за 1 завдання	Кількість балів на "відмінно"
1.	Лекції: відвідування конспектування		18 1	2 12	36 12

2.	Завдання комп'ютерного практикуму: своєчасне виконання захист	5 5	2 2	10 10
3.	Модульні контрольні роботи	2	10	20
4.	Індивідуальне завдання: своєчасне виконання та захист	1	12	12
Семестрові бали		100		

### Семестрова атестація студентів

Обов'язкова умова допуску екзамену		Критерій
1	Поточний рейтинг. Виконання індивідуального завдання.	$RD \geq 20$
2	Виконання завдань комп'ютерного практикуму	$RD \geq 20$
2	Написання модульної контрольної роботи	$RD \geq 20$
Всього		$RD \geq 60$

Додаткові умови допуску до екзамена: немає

### Таблиця переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою <sup>2</sup>

Рейтингові бали, RD	Оцінка за університетською шкалою	Можливість отримання оцінки «автоматом»
$95 \leq RD \leq 100$	Відмінно	Відмінно
$85 \leq RD \leq 94$	Дуже добре	Дуже добре
$75 \leq RD \leq 84$	Добре	Добре
$65 \leq RD \leq 74$	Задовільно	-
$60 \leq RD \leq 64$	Достатньо	-
$RD < 60$	Незадовільно	-
Невиконання умов допуску	Не допущено	-

### 8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- можливе зарахування сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою;
- інша інформація для студентів/аспірантів щодо особливостей опанування навчальної дисципліни.

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

***Склав*** професор кафедри мікроелектроніки, к.т.н., проф., Анатолій ОРЛОВ

***Ухвалено*** кафедрою мікроелектроніки ФЕЛ (протокол №22 від 23.06.2023 р.)

***Погоджено*** Методичною комісією факультету електроніки (протокол № 06/2023 від 29.06.2023 р.)