

## МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

## Національний авіаційний університет

Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій

Кафедра електроніки, робототехніки і технологій моніторингу та інтернету речей

УЗГОДЖЕНО

В.а. Декан ФАЕТ

С.Завгородній

« 18 » 2021 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з навчальної роботи

А. Полухін

« 17 » 2021 р.



Система менеджменту якості

## РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

«Автоматизоване проектування в мікро- та нанoeлектроніці»

Галузь знань 15 Автоматизація та приладобудування  
 Спеціальність: 153 Мікро- та наносистемна техніка  
 Освітньо-професійна програма: Фізична та біомедична електроніка

Форма навчання	Семестр	Усього (годин/кредитів ECTS)	Лекції	Практ. заняття	Лаб. заняття	СРС	ДЗ / РГР / К.р.	КР / КП	Форма сем. контролю
Денна:	7	180/6,0	45	45	-	90	-	-	Іспит - 7 с
Заочна	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Індекс: НБ-2-153-3/20-1.20


СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021





## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА.....	4
1.1. Заплановані результати .....	4
1.2. Програма навчальної дисципліни.....	5
2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ .....	7
2.1. Структура навчальної дисципліни. ....	7
2.2. Перелік питань для підготовки до екзамену. ....	8
3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ .....	8
3.1. Методи навчання.....	8
3.2. Рекомендована література.....	9
3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті.....	9
4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАНЬ ТА ВМІНЬ .....	9

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Автоматизоване проектування в мікро- та наноелектроніці»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021
		стор. 4 з 11	

## ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Автоматизоване проектування в мікро- та наноелектроніці» розроблена на основі «Методичних рекомендацій до розроблення та оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», затверджених розпорядженнями № 071/роз. від 10.07.2019 р., № 088/роз. від 16.10.2019 р. та відповідних нормативних документів.

### 1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

#### 1.1. Заплановані результати

Дана навчальна дисципліна є теоретичною основою сукупності знань та вмінь, що формують основні професійні якості для автоматизованого проектування мікро- та наноелектронних пристроїв.

**Метою** викладання дисципліни є формування у студентів знань, які необхідні для використання сучасних систем автоматизованого проектування (САПР) і мови HDLQ при проектуванні цифрової наноелектронної апаратури, яка використовується в електронних приладах, а також для придбання навичок експериментального дослідження цифрових наноелектронних схем.

**Завданнями** вивчення навчальної дисципліни є:

- вивчення основних напрямків розвитку цифрової наноелектроніки, призначення і принципу дії елементів та вузлів цифрових приладів;
- задач розробки цифрових приладів різної складності з використанням нової елементної бази наноелектронних схем в різних пристроях із застосуванням САПР;
- прищеплення навичок проектування наноелектронних пристроїв на ПЛІС.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен набути наступні **компетентності**:

**ІК.** Здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми, що характеризуються комплексністю та невизначеністю умов, під час професійної діяльності у галузі мікро- та наносистемної техніки, або у процесі навчання, що передбачає застосування теор.

**ЗК-1.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

**ЗК-2.** Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

**ЗК-3.** Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

**ЗК-4.** Здатність спілкуватися іноземними мовами.

**ЗК-5.** Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

**ЗК-6.** Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

**ЗК-7.** Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

**ЗК-8.** Навички міжособистісної взаємодії.


**ЗК-9.** Здатність працювати в команді.

**ЗК-12.** Визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.

**ФК-1.** Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки.

**ФК-2.** Здатність виконувати аналіз предметної області та нормативної документації, необхідної для проектування та застосування приладів та пристроїв мікро- та наносистемної техніки.

**ФК-3.** Здатність використовувати математичні принципи і методи для проектування та

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Автоматизоване проектування в мікро- та наноелектроніці»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021
		стор. 5 з 11	

застосування мікро- та наносистемної техніки.

**ФК-4.** Здатність застосовувати відповідні наукові та інженерні методи, сучасні інформаційні технології і комп'ютерне програмне забезпечення, комп'ютерні мережі, бази даних та Інтернет-ресурси для розв'язування професійних завдань у галузі мікро- та наносистемної техніки.

**ФК-5.** Здатність ідентифікувати, класифікувати, оцінювати і описувати процеси у мікро- та наносистемній техніці за допомогою побудови і аналізу їх фізичних і математичних моделей.

**ФК-6.** Здатність застосовувати творчий та інноваційний потенціал в синтезі інженерних рішень і в розробці конструктивних елементів геліоенергетики, приладів фізичного та біомедичного призначення.

**ФК-7.** Здатність розв'язувати інженерні задачі в галузі мікро- та наносистемної техніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації.

### **Міждисциплінарні зв'язки**

Навчальна дисципліна «Автоматизоване проектування в мікро- та наноелектроніці» використовує знання, які набувають студенти при вивченні таких дисциплін, як: «Вища математика», «Фізика», «Фізика малорозмірних ефектів» та є базою для вивчення такої дисципліни, як: «Основи біомедичних електронних систем».

### **1.2. Програма навчальної дисципліни.**

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з двох навчальних модулів, а саме:

– навчального модуля №1 «Основні технології проектування наноелектронних пристроїв»;

– навчального модуля №2 «Проектування наноелектронних пристроїв із застосуванням САПР»;

кожен з яких є логічно завершеною, відносно самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання.

#### **Модуль 1. Основні технології проектування наноелектронних пристроїв.**

**Тема 1. Предмет та задачі дисципліни, її місце в підготовці бакалаврів за напрямом «Мікро- та наноелектроніка», обсяг курсу.**

Історія, перспективи і прогнозування розвитку САПР. Проектування на основі мови опису апаратурних засобів.

**Тема 2. Методика та засоби автоматизованого проектування наноелектронних пристроїв.**


Засоби опису проекту. Мови низького рівня. Мови високого рівня. Поділ пристроїв на операційний блок і блок керування.

**Тема 3. Основи автоматизованого проектування пристроїв і систем з використанням наноелектронної елементної бази.**

Загальні відомості про процес проектування. Чинники впливу на методику проектування наноелектронних пристроїв.

**Тема 4. Місце великих інтегральних схем (ВІС) з програмованою структурою в процесі створення сучасних наноелектронних пристроїв.**

Реалізація цифрових пристроїв в базисі наносхем середньої (СІС) та малої інтеграції (МІС). Реалізація цифрових фрагментів пристроїв на ПЛІС.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Автоматизоване проектування в мікро- та наноелектроніці»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021
		стор. 6 з 11	

Реалізація фрагментів цифрових пристроїв у формі однокристального мікроконтролера. Реалізація цифрових фрагментів у формі напівзаказаних кристалів.

### **Тема 5. Проектування мікропроцесорних фрагментів систем і розробка програмного забезпечення.**

Комплексне апаратно-програмне налаштування. Проектування систем, які пов'язані з обробкою аналогових сигналів.

Нисхідне і висхідне проектування в комплексах САПР наноелектронних пристроїв. Реалізація проектів із різних технологічних базисах.

## **Модуль №2 " Проектування наноелектронних пристроїв із застосуванням САПР "**

### **Тема 1. Системи автоматизованого проектування на мові HDLQ.**

Робота з використанням мови HDLQ в середовищах QSA Designer, Active – HDLQ, Model Sim, OrCad, Warp, Foundation Series 2.1, Foundation Express.

### **Тема 2. Зв'язок проблеми проектування з вибором САПР.**

Основні характеристики САПР. САПР QCA-Designer та Simon, MAX+II і Quartus II фірми Altera, САПР Web PACK ISE (Integrated Synthesis Environment) фірми Xilinx.

### **Тема 3. Автоматизоване проектування нанопристроїв і систем на мові HDLQ.**

Проектування таких комбінаційних нанопристроїв, як мультиплексори, арифметико-логічні пристрої, суматори і субтрактори. Помножувачі. Проектування таких синхронних схем з пам'яттю, як тригери, регістри і лічильники. Проектування цифрових автоматів, оперативної пам'яті і банків пам'яті.

### **Тема 4. Модель мікропроцесора (МП) на HDLQ.**

Структура мікропроцесора і система команд. Структура МП проекту. Модель верхнього рівня проекту. Модель арифметичного логічного пристрою МП. Модель компаратора МП.

### **Тема 5. Реалізація модулів пам'яті на ПЛІС.**

Пам'ять з адресним доступом. Двохпортова пам'ять і варіанти конфігурації двохпортової пам'яті. Пам'ять з асоціативним доступом.

### **Тема 6. Проектування наносхем цифрової обробки сигналів та пристроїв з вбудованими мікропроцесорами на ПЛІС.**

Спеціалізоване апаратне забезпечення цифрової обробки сигналів (ЦОС). Вбудовані у ПЛІС ресурси ЦОС. Використання цих ресурсів.

### **Тема 7. Апаратні та програмні МП ядра.**

Розподіл пристроїв на апаратні та програмні компоненти. ПЛІС – середовище проектування. Контроль стану пристрою. Альтернативні засоби спільної перевірки.

### **Тема 8. Основні етапи проектування наноелектронних пристроїв і систем з використанням ПЛІС.**

Вибір елементної бази та САПР. Специфікація проекту. Розробка загальної структури проекту. Опис проекту та його частин. Ієрархія мов проектування цифрових пристроїв. Опис структури операційного блоку. Опис роботи елементів операційного блоку. Опис роботи пристрою керування. Компіляція проекту. Верифікація проекту. Визначення часових характеристик розробленого пристрою. Організація натурних експериментів. Підготовка до виробничого випуску. Пакети і САПР підтримки проектування на ПЛІС SOPC. Конфігурація ПЛІС.



## 2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### 2.1. Структура навчальної дисципліни.

№ п/п	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)							
		Денна форма навчання				Заочна форма навчання			
		Усього	Лекції	Практ. заняття	СРС	Усього	Лекції	Лаб. заняття	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>7 семестр</b>									
<b>Модуль №1 «Програмовані логічні інтегральні схеми»</b>									
1.1	Предмет, задачі курсу. Визначення і місце програмованих логічних інтегральних схем (далі –ПЛІС) у проектуванні цифрових систем .	8	2	2	4				
1.2	Поняття і принципи автоматизованого проектування електронних схем. Сучасний стан технологій автоматизованого проектування електронних схем та напрямки їх розвитку	8	2	2	4				
1.3	Використання мови HDLQ в різних середовищах САПР.	8	2	2	4				
1.4	Схемотехніка простих програмованих логічних пристроїв (SPLD): програмована логічна матриця (PLA) та програмована матрична логіка (PAL).	8	2	2	4				
1.5	Особливості схемотехніки складних програмованих логічних пристроїв (CPLD).	8	2	2	4				
1.6	Зв'язок проблеми проектування з вибором САПР.	8	2	2	4				
1.7	Основні характеристики САПР. САПР QCA Designer.	8	2	2	4				
1.8	Основні характеристики САПР. САПР MAX+plus II і Quartus II фірми Altera	8	2	2	4				
1.9	Основні характеристики САПР. САПР WebPACK ISE фірми Xilinx.	8	2	2	4				
1.10	САПР одноелектронних наноприладів Simon	8	2	2	4				
1.11	Модульна контрольна робота №1	5	2	-	3				
<b>Усього за модулем №1</b>		<b>85</b>	<b>22</b>	<b>20</b>	<b>43</b>				
<b>Модуль 2. «Наносхеми з програмованими структурами»</b>									
<b>7 семестр</b>									



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2.1	Проектування комбінаційних пристроїв.	8	2	2	4				
2.2	Проектування синхронних схем з пам'яттю	8	2	2	4				
2.3	Проектування засобів цифрової обробки сигналів та пристроїв на ПЛІС.	8	2	2	4				
2.4	Основні етапи проектування наноелектронних пристроїв з використанням ПЛІС.	8	2	2	4				
2.5	Апаратні та програмні МП ядра	8	2	2	4				
2.6	Компіляція проекту. Верифікація проекту. Визначення часових характеристик розробленого пристрою.	8	2	2	4				
2.7	Пакети і САПР підтримки проектування на ПЛІС SOPC	8	2	2	4				
2.8	Автоматизація підготовки технології виробництва мікро- та наносистем	8	2	2	4				
2.9	Фізико- топологічне моделювання та автоматизація проектування сучасних мікро- та наносистем	8	2	2	4				
2.10	Автоматизація проектування компонентної бази мікро- та наноелектроніки	8	2	2	4				
2.11	Макромодельовання та автоматизація проектування, діагностування і виробництва базових фрагментів мікро- та наносистемної техніки.	11	2 1	2 2	4				
2.12	Модульна контрольна робота №2	2	-	1	1				
<b>Усього за модулем №2</b>		<b>85</b>	<b>23</b>	<b>25</b>	<b>47</b>				
<b>Усього за семестр</b>		<b>180</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>90</b>				
<b>Усього за навчальною дисципліною</b>		<b>180</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>90</b>				

## 2.2. Перелік питань для підготовки до екзамену.

Перелік питань та зміст завдань для підготовки до екзамену, розробляються провідними викладачами, затверджуються протоколом засідання кафедри та доводяться до відома студентів.

## 3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ


### 3.1. Методи навчання

При вивченні навчальної дисципліни використовуються наступні методи навчання:

- пояснювально-ілюстративний метод;
- метод проблемного викладу;
- репродуктивний метод;
- дослідницький метод.

Реалізація цих методів здійснюється при проведенні лекцій, демонстрацій, самостійному вирішенні задач, роботі з навчальною літературою для опанування фундаментальних, загально



	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Автоматизоване проектування в мікро- та наноелектроніці»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021
		стор. 9 з 11	

технічних і професійних основ спеціальності за напрямом «Мікро- та наносистемна техніка», специфіки майбутньої роботи випускника.

### 3.2. Рекомендована література

#### Базова література

3.2.1. Находкін М. Г. Фізичні основи мікро- та наноелектроніки: Підручник. – К.: Вид.-поліграф. центр «Київський університет», 2008 - 431с.

3.2.2. Рябенський В.М., Жуйков В.Я., Ямненко Ю. С. Схемотехніка: Т.1,2,3. Підручники. К.: Вища школа, НТТУ "КПІ". 2014÷2018.

3.2.3. Матвієнко М.П. Комп'ютерна схемотехніка. Навчальний посібник. К.: Ліра, 2017.- 190с.

3.2.4. Бондаренко І.М. Сучасна компонента база електронних систем. Навчальний посібник. Харків, ХНУРЕ: 2020.- 268с.

3.2.5. Теслюк В.М. Автоматизація проєктування MEMC на схемотехнічному рівні. Підручник. ЗНТУ, 2016.- 365с

3.2.6. Lombardi F., Huang J. Design and Test of Digital Circuit by Quantum-Dot Automata. – Ceufe for Nano Science, N. Y. Springer , 2010 – 538p.

3.2.7. Matucci M. Quantum Cellular Automata. Teory and Design. – Univ. of Notre Dame, 2010 – 371p.

#### Допоміжна література

3.2.8. Колонтаєвський Ю.П. Комп'ютерна електроніка. Підручник. Харків: 2019.- 348с.

3.2.9. Sergienko A.M. Computer Network Engineering. Навчальний посібник англійською мовою. К.: "Корнейчук". 2017.- 80с.

### 3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті

3.3.1 <http://kafelec.nau.edu.ua/materialu12-ukr.html>

## 4. РЕЙТИНГОВА СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ НАБУТИХ СТУДЕНТОМ ЗНАТЬ ТА ВМІНЬ


4.1. Оцінювання окремих видів виконаної студентом навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл.4.1.

Таблиця 4.1

Вид навчальної роботи	Максимальна кількість балів		Заочна форма навчання
	Денна форма навчання		
	7 семестр		
	Модуль №1	Модуль №2	
Виконання завдань на практичних заняттях	20 (сумарно)	20 (сумарно)	
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи студент має набрати не менше</i>	<i>12 балів</i>	<i>12 балів</i>	
Виконання модульної контрольної роботи	10	10	
<b>Усього за модулем</b>	<b>30</b>	<b>30</b>	
<b>Семестровий екамен</b>	<b>40</b>		
<b>Усього за дисципліною</b>	<b>100</b>		

4.2. Виконані види навчальної роботи зараховуються студенту, якщо він отримав за них позитивну рейтингову оцінку.

4.3. Сума рейтингових оцінок, отриманих студентом за окремі види виконаної

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Автоматизоване проектування в мікро- та наноелектроніці»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.02-01-2021
		стор. 10 з 11	

навчальної роботи, становить поточну модульну рейтингову оцінку, яка заноситься до відомості модульного контролю.

4.4. Сума поточної та контрольної модульних рейтингових оцінок становить підсумкову модульну рейтингову оцінку, яка в балах та за національною шкалою заноситься до відомості модульного контролю.

4.5. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка в балах, за національною шкалою та шкалою ECTS заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, навчальної картки та залікової книжки студента.

4.6. Сума підсумкової семестрової модульної та екзаменаційної рейтингових оцінок, у балах становить підсумкову семестрову рейтингову оцінку, яка перераховується в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS

4.7. Підсумкова семестрова рейтингова оцінка заноситься до залікової книжки та навчальної картки студента, наприклад, так: **92/Відм./А, 87/Добре/В, 79/Добре/С, 68/Задов./D, 65/Задов./Е** тощо.

4.8. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни дорівнює підсумковій семестровій рейтинговій оцінці.

Зазначена підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до Додатку до диплома.



(Ф 03.02 – 01)

### АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки

(Ф 03.02 – 02)

### АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

### АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

### АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

### УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				