

Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

Кафедра електроніки і енергетики

СИЛАБУС
навчальної дисципліни

Проектування і конструювання інтегральних мікросхем

обов'язкова

Освітньо-професійна програма Мікро- та наносистемна техніка

Спеціальність 153 – Мікро- та наносистемна техніка

Галузь знань 15 – Автоматизація та приладобудування

Рівень вищої освіти перший бакалаврський

Мова навчання українська

Розробники: Козярьський Іван Петрович доцент, кандидат фіз.-мат. наук, доцент

Профайл викладача (-ів)

<http://ptcsi.chnu.edu.ua/teachers/%d0%ba%d0%be%d0%b7%d1%8f%d1%80%d1%81%d1%8c%d0%ba%d0%b8%d0%b9-%d1%96%d0%b2%d0%b0%d0%bd-%d0%bf%d0%b5%d1%82%d1%80%d0%be%d0%b2%d0%b8%d1%87/>

Контактний тел. 050 71 49 307

E-mail: i.koziarskyi@chnu.edu.ua

Сторінка курсу в Moodle <https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=73>

Консультації Очні консультації: Вівторок з 15.00 до 16.00.
Онлайн-консультації: за попередньою домовленістю

1. Анотація дисципліни (призначення навчальної дисципліни).

Завданням вивчення дисципліни “Проектування і конструювання інтегральних мікросхем” є освоєння студентами принципів розрахунку елементів інтегральних мікросхем, правил розробки топології, способів захисту інтегральних мікросхем від зовнішніх впливів.

2. Метою навчальної дисципліни “Проектування і конструювання інтегральних мікросхем” є вивчення основних методик розрахунку елементів інтегральних мікросхем, правил розробки топології, способів захисту інтегральних мікросхем від зовнішніх впливів.

3. Пререквізити. Інженерна та комп’ютерна графіка. Обчислювальна математика. Інформатика (Ч.2). Теорія електричних кіл. Матеріали і компоненти електроніки. Основи твердотільної електроніки. Прилади твердотільної електроніки. Аналогова схемотехніка.

4. Результати навчання

знати: методи розрахунку і проектування гібридних інтегральних мікросхем; методи розрахунку і проектування напівпровідникових інтегральних мікросхем; сучасні автоматизовані методи проектування інтегральних мікросхем.

вміти: виконувати основні конструкторські розрахунки інтегральних мікросхем; оформляти нормативну документацію; користуватися нормативною та довідковою літературою.

Програмні результати навчання.

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

Застосовувати знання і розуміння фізики, відповідні теорії, моделі та методи для розв’язання практичних задач синтезу пристроїв мікро- та наносистемної техніки.

Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для розв’язання задач проектування та налагодження обладнання геліоенергетики, приладів фізичної та біомедичної електроніки.

Застосовувати навички планування та проведення експерименту для перевірки гіпотез та дослідження явищ мікрота наноелектроніки, вміти використовувати стандартне обладнання, складати схеми пристроїв, аналізувати, моделювати та критично оцінювати отримані результати.

Досліджувати характеристики і параметри мікро- та наносистемної техніки, приладів фізичної та біомедичної електроніки з урахуванням цілей дослідження, вимог та специфіки вибраних технічних засобів.

Будувати та ідентифікувати математичні моделі технологічних об’єктів, використовувати їх при розробці нової мікро- та наносистемної техніки та виборі оптимальних рішень.

Проектувати пристрої мікро- та наносистемної техніки у відповідності до вимог замовника і наявних ресурсних обмежень.

Розробляти технічні засоби діагностування технічного стану мікро- та наносистемної техніки, приладів фізичної та біомедичної електроніки.

Організовувати та проводити планові та позапланові технічні обслуговування, налагодження технологічного устаткування у відповідності до поточних вимог виробництва.

Вміти засвоювати нові знання, прогресивні технології та інновації, знаходити нові нешаблонні рішення і засоби їх здійснення.

Застосовувати результати досліджень фізичних явищ в тонкоплівкових і мікро- та нанорозмірних напівпровідникових об’єктах для побудови елементів мікро- та наносистемної техніки.

5. Опис навчальної дисципліни

5.1. Загальна інформація

Проектування і конструювання інтегральних мікросхем												
Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість			Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	годин	Змістових модулів	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна, дистанційна	4	7	4,5	135	3	30			30	75		Екзамен
	Курсова робота										Залік	

5.2. Дидактична карта навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р.	
1	2	3	4	5	6	7
Змістовий модуль 1. Елементи гібридних інтегральних мікросхем						
Тема 1. Вступ. Основні поняття і визначення	5	2				3
Тема 2. Основні характеристики ГІМС	5	2				3
Тема 3. Резистори в ГІМС	5	2				3
Тема 4. Розрахунок геометричних розмірів резисторів	5	2				3
Тема 5. Конденсатори в ГІМС	5	2				3
Тема 6. Індуктивності в ГІМС	5	2				3
Тема 7. Контрольно-провірочні розрахунки ГІМС	5	2				3
Тема 8. Проектування топології ГІМС	5	2				3
Разом за змістовим модулем 1	40	16				24
Змістовий модуль 2. Елементи напівпровідникових ІМС						
Тема 9. Методи ізоляції елементів напівпровідникових ІМС	5	2				3
Тема 10. Загальна характеристика інтегральних транзисторів	5	2				3
Тема 11. Основні типи біполярних транзисторів	6	2				4
Тема 12. Резистори в напівпровідникових ІМС	6	2				4
Тема 13. Конденсатори в напівпровідникових ІМС	6	2				4
Тема 14. Проектування МДН-ІС	6	2				4
Тема 15. Герметизація та топологія напівпровідникових ІМС	6	2				4
Разом за змістовим модулем 2	40	14				26
Змістовий модуль 3. Лабораторні заняття						
Тема 16. Розрахунок та проектування елементів ІМС	55			30		25
Разом за змістовим модулем 3	55			30		25
Усього годин	135	30		30		75

5.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Конструктивний розрахунок плівкових резисторів	3
2	Конструктивний розрахунок плівкових конденсаторів	3
3	Конструктивний розрахунок плівкових індуктивностей	3

4	Розрахунок теплових режимів гібридної інтегральної мікросхеми	3
5	Розрахунок вологозахисту гібридної інтегральної мікросхеми	3
6	Розробка топології гібридної інтегральної мікросхеми	3
7	Конструктивний розрахунок дифузійних резисторів	4
8	Конструктивний розрахунок біполярних транзисторів	4
9	Конструктивний розрахунок МДН-конденсаторів	4

5.4. Зміст завдань для самостійної роботи

№	Назва теми	К-ть годин
1	Вступ. Основні поняття і визначення	3
2	Основні характеристики ГІМС	3
3	Резистори в ГІМС	3
4	Розрахунок геометричних розмірів резисторів	3
5	Конденсатори в ГІМС	3
6	Індуктивності в ГІМС	3
7	Контрольно-провірочні розрахунки ГІМС	3
8	Проектування топології ГІМС	3
9	Методи ізоляції елементів напівпровідникових ІМС	3
10	Загальна характеристика інтегральних транзисторів	3
11	Основні типи біполярних транзисторів	4
12	Резистори в напівпровідникових ІМС	4
13	Конденсатори в напівпровідникових ІМС	4
14	Проектування МДН-ІС	4
15	Герметизація та топологія напівпровідникових ІМС	4
16	Розрахунок та проектування елементів ІМС	25

5.5. Завдання курсового проектування

Мета проектування: навчитись самостійно розробляти топологію гібридних інтегральних мікросхем; навчитись методики розрахунку складових елементів та використанню типових методик і довідкової літератури; навчитись правильному складанню конструкторської документації.

Формування тем та етапи виконання курсового проекту

Вихідними даними для курсового проекту є схема електрична принципова та перелік елементів, що пропонується викладачем кожному індивідуально. Дозволяється вибирати теми із технічної періодичної літератури самостійно з обов'язковим узгодженням з викладачем. Не допускається використання однакових тем.

Студент виконує курсовий проект під керівництвом викладача, який визначає дні та години консультацій. Під час роботи студент повинен показати здатність самостійно вирішувати поставлені задачі, працювати з нормативно-довідковою та технічною літературою.

Попередньо керівник видає індивідуальне завдання до проекту, яке повинно бути другою сторінкою після титульного листа та не вноситься до переліку змісту.

Проектування складається із таких основних етапів:

Етап 1 – розробка технічного завдання, аналіз схеми електричної принципової та елементної бази.

Етап 2 – вибір технології виготовлення гібридної мікросхеми.

Етап 3 – розрахунок елементів з урахуванням технологічних обмежень.

Етап 4 – розробка топології і вибір корпусу. Вибір корпусу здійснюється із числа уніфікованих конструкцій за такими вихідними даними: розміром плати, кількістю виводів і умов експлуатації.

Етап 5 – перевірка якості розробки топології і конструкції: розрахунок паразитних зв'язків та надійності.

Етап 6 – коригування або переробка топології конструкції.

Етап 7 – оформлення пояснювальної записки. Записка повинна бути виконана відповідно до ГОСТ 2.105-95.

Етап 8 – Оформлення конструкторської документації. Креслення повинні бути виконані з урахуванням вимог ЄСКД ручним або автоматизованим методом.

Етап 9 – підготовка до захисту проекту.

Після закінчення курсового проекту керівник перевіряє його і якщо він задовольняє всі вимоги, то студент допускається до захисту.

Зміст курсового проекту

Пояснювальна записка на курсовий проект повинна містити розділи у такій послідовності:

- аналіз схеми електричної принципової та елементної бази;
- розрахунок плівкових елементів мікросхеми;
- розробка топології мікросхеми;
- вибір корпусу мікросхеми;
- розрахунок паразитних зв'язків та надійності мікросхеми;
- висновки;
- література;
- додатки.

Графічна частина повинна містити: схему електричну принципову, перелік елементів, комутаційну схему, креслення топології плати – загальну та пошарові, специфікацію.

Розширене технічне завдання повинно містити всі необхідні вимоги до конструкції мікросхеми: найменування та застосування; вимоги до електричних параметрів; конструктивні обмеження; вимоги до експлуатації; вимоги до живлення; надійності і уніфікації, програму випуску.

В розділі «Аналіз схеми електричної принципової» студент повинен проаналізувати кожен складову на предмет її виготовлення за типовими технологічними методами, ті елементи, які неможливо виготовити в плівковому виконанні, необхідно замінити на навісні малогабаритні та проаналізувати їх за електричними, габаритними та експлуатаційними показниками.

6. Система контролю та оцінювання

Види та форми контролю

Форми поточного контролю: усні та письмові (тестування, лабораторні роботи) відповіді студента.

Форма підсумкового контролю дисципліни: екзамен.

Форма підсумкового контролю курсового проекту: залік.

Засоби оцінювання

Засоби оцінювання та демонстрування результатів навчання:

- контрольні роботи;
- стандартизовані тести;
- завдання на лабораторному обладнанні, тренажерах, реальних об'єктах тощо;
- інші види індивідуальних та групових завдань.

Критерії оцінювання навчальних досягнень студентів за шкалою ECTS та національною шкалою на екзамені з дисципліни "Проектування і конструювання інтегральних мікросхем"

Знання студентів на іспиті оцінюється як з теоретичної, так і з практичної підготовки. Студент має відповісти на три питання до дисципліни «Проектування і конструювання інтегральних мікросхем», які поставлені у відповідному білеті. За відповідь на перше і друге питання у білеті студент може максимально одержати по 13 балів, на третє питання – 14

балів. Результати іспиту оцінюються відповідно до прийнятої уніфікованої університетської шкали: 40 балів від загальної 100-бальної, при цьому:

0–2 балів. Студент виявляє слабке уявлення про основні етапи проектування та конструювання ІМС. Не може пояснити технологічні процеси необхідні для формування ІМС.

3-5 балів. Студент має фрагментарні уявлення з проектування та конструювання ІМС і може відтворити окремі його частини. Знає основні закономірності технічних процесів, але не розуміє їх призначення.

6-7 балів. Студент знає окремі факти, що стосуються проектування та конструювання ІМС та елементів, що їх формують.

8-9 балів. Студент за допомогою викладача відтворює окремі частини начального теоретичного матеріалу, дає визначення основних понять і формулює окремі закони й закономірності, що розглядалися в курсі.

10-11 бала. Студент самостійно відтворює значну частину навчального матеріалу, формулює закони й закономірності, що розглядалися в курсі, але допускає несуттєві помилки. Може пояснити процеси або явища формування ІМС.

11-12 балів. Студент самостійно відтворює фактичний і теоретичний навчальний матеріал, пояснює суть явищ та процесів проектування та конструювання ІМС, узагальнює їх і надає кількісну характеристику з використанням математичного апарату, але допускає неточності.

12-14 балів. Студент вільно володіє засвоєними знаннями і використовує їх у нестандартних ситуаціях, самостійно оцінює суть явищ і процесів, що виникають в процесі проектування та конструювання ІМС, встановлює зв'язки між цими явищами, має системні знання з предмета, аргументовано використовує їх, у тому числі в проблемних ситуаціях; самостійно знаходить і використовує інформацію згідно з поставленим завданням; аналізує додаткову інформацію.

У відомість обліку успішності та залікову книжку (індивідуальний навчальний план) студента заноситься сумарна кількість балів поточного (0-60 балів) та підсумкового контролю (іспит; 0-40 балів) згідно такої таблиці:

Шкала переведення балів, отриманих студентом за результатами поточного та підсумкового контролів

Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
	Оцінка (бали)	Пояснення за розширеною шкалою
Відмінно	A (90-100)	відмінно
Добре	B (80-89)	дуже добре
	C (70-79)	добре
Задовільно	D (60-69)	задовільно
	E (50-59)	достатньо
Незадовільно	FX (35-49)	(незадовільно) з можливістю повторного складання
	F (1-34)	(незадовільно) з обов'язковим повторним курсом

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)								Кількість балів (екзамен)	Сумарна к-ть балів
Змістовий модуль 1				Змістовий модуль 2					
T1	T2	T3	T4	T9	T10	T11	T12	40	100
2	2	2	2	2	3	3	3		
T5	T6	T7	T8	T13	T14	T15			
3	3	3	3	3	3	3		20	

T1, T2 ... T16 – теми змістових модулів.

Критерії оцінювання курсового проекту

Оцінка за шкало	Критерії оцінок	Оцінка в балах
A	Оцінка A може бути виставлена лише у тому випадку, якщо на захисті студент показав вільне і глибоке володіння змістом роботи, використовував ілюстративний матеріал, точно і повно відповів на всі задані запитання.	90-100
B	Оцінка B виставляється, якщо на захисті студент показав вільне і глибоке володіння змістом роботи, використовував ілюстративний матеріал, проте, при відповіді на запитання студентом, були допущені незначні неточності, які він не зумів повністю виправити після того, як на них було звернуто увагу викладача.	80-89
C	Оцінка C виставляється, якщо на захисті студент показав, що він в основному володіє змістом роботи, під час доповіді використовувався ілюстративний матеріал, при відповіді на запитання студентом були допущені незначні неточності, які він однак так і не зумів повністю виправити після того, як на них було звернуто увагу з боку викладача. Під час доповіді використовувався ілюстративний матеріал, в якому теж були деякі помилки та неточності.	70-79
D	Оцінка D виставляється, якщо на захисті студент показав, що він в основному володіє змістом роботи, проте, доповідь містить суттєві помилки. Під час доповіді використовувався ілюстративний матеріал, в якому теж були деякі помилки та неточності. Відповіді на запитання були не зовсім чітко сформульовані.	60-69
E	Оцінка E виставляється, якщо на захисті студент показав, що він в основному володіє змістом роботи, проте, відповідь була побудована нелогічно і містить помилки. Під час доповіді використовувався ілюстративний матеріал, в якому теж були деякі помилки та неточності і при коментуванні якого студент наражався на певні труднощі, що важко долав. Відповіді на запитання викладача були нечітко сформульовані.	50-59
Fx	Оцінка Fx виставляється, якщо на захисті студент показав, що він не володіє частиною змісту роботи, його доповідь нелогічна і містить серйозні помилки, а ряд висновків неправильно обґрунтовуються чи взагалі є неправильними. В роботі міститься неправильні розрахунки та креслення.	35-49
F	Робота неоформлена згідно вимог. Розрахунки не відповідають заданому варіанту. Розрахунки виконані із грубими технічними помилками.	1-34

7. Рекомендована література

основна

1. Белоус, А. И. Основы проектирования субмикронных микросхем / А. И. Белоус, Г. Я. Красников, В. А. Солодуха. – Москва : Техносфера, 2020. – 782 с.
2. Бондаренко І.М., Бородин О.В., Карнаушенко В.П. Проектування напівпровідникових приладів та інтегральних схем: Навч. посібник для студентів ЗВО. – Харків: ХНУРЕ. – 2018. – 177 с.
3. Технологічні основи електроніки. Книга 1. Технологія виробництва микросхем / А.І. Кузьмичев, Л.Д. Писаренко, Л.Ю. Цибульський. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019. – 127 с.
4. Зебрев, Г. И. Физические основы кремниевой нанoeлектроники : учебное пособие : / Г. И. Зебрев. – 4-е изд., электрон. – Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 243 с.
5. Шука, А. А. Нанoeлектроника : учебное пособие / А. А. Шука ; под ред. А. А. Сигова. – 5-е изд., электрон. – Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 345 с.
6. Крилик, Л. В. Надійність та стандартизація приладів мікро- і нанoeлектроніки : навчальний посібник / Л. В. Крилик, О. О. Селецька ; ВНТУ. – Вінниця : ВНТУ, 2016. – 132 с.
7. Основы електроніки : навчальний посібник / А. С. Васюра, Г. Д. Дорощенко, В. П. Кожем'яко, Г. Л. Лисенко ; ВНТУ. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – 197 с.
8. Павлов, С. М. Технологія мікроелектронних засобів : навчальний посібник / С. М. Павлов, О. В. Войцеховська ; ВНТУ. – Вінниця : ВНТУ, 2017. – 169 с.

допоміжна

1. Васильев, В. Ю. Технология тонких пленок для микро- и нанoeлектроники : учебное пособие : / В. Ю. Васильев ; Новосибирск : Новосибирский государственный технический университет, 2019. – 107 с.
2. Волович, Г. И. Схемотехника аналоговых и аналогово-цифровых электронных устройств : практическое пособие : / Г. И. Волович. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва : ДМК Пресс, 2018. – 636 с.
3. Бабёр, А. И. Основы схемотехники: пособие : / А. И. Бабёр. – Минск : РИПО, 2018. – 112 с.
4. Электроника интегральных схем: лабораторные работы и упражнения : учебно-методическое пособие / К. О. Петросянц, П. А. Козынько, Н. И. Рябов [и др.] ; под ред. К. О. Петросянц ; Москва : СОЛОН-ПРЕСС, 2017. – 556 с.
5. Агеев, И. М. Нанoeлектроника: элементы, приборы, устройства : учебное пособие / И. М. Агеев, Г. Г. Шишкин. – 4-е изд. (эл.). – Москва : Лаборатория знаний, 2020. – 411 с.
6. Быковский С.В., Горбачев Я.Г., Ключев А.О., Пенской А.В., Платунов А.Е. Сопряжённое проектирование встраиваемых систем (Hardware/Software Co-Design). Часть 2. Учебное пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2016. – 105 с. с. 75–90.
7. Родионов, Ю. А. Технологические процессы в микро- и нанoeлектронике : учебное пособие / Ю. А. Родионов. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2019. – 353 с.

8. Інформаційні ресурси

1. Дистанційне навчання
2. Література по курсу
3. Інтернет.