Національний технічний університет України
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»

Кафедра
Мікроелектроніки

Електроніка надвисоких частот Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	***Перший (бакалаврський)***
Галузь знань	*15 Автоматизація та приладобудування*[1]
Спеціальність	*153 Мікро- та наносистемна техніка*
Освітня програма	*Мікро- та наноелектроніка (для бакалаврів і магістрів), Мікро- та наносистемна техніка (для PhD)*
Статус дисципліни	*вибіркова*
Форма навчання	*очна(денна)*
Рік підготовки, семестр	*4 курс,весняний семестр*
Обсяг дисципліни	*4 кредити (120 годин)*
Семестровий контроль/ контрольні заходи	*залік*
Розклад занять	
Мова викладання	*Українська*
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: *к.т.н., доц., Діденко Ю.В., yu.didenko-me@lll.kpi.ua* Практичні: *асистент Малюта С. В., serhiy.malyuta@gmail.com, м. 0683274048*
Розміщення курсу	https://meet.google.com/gpw-gbyi-azm?authuser=0&hs=179
Код курсу	2mz2pif

Програма навчальної дисципліни

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

Мета кредитного модуля - формування у студентів здатностей:

- грамотної експлуатації пристроїв НВЧ;

- грамотного проектування та розрахунку (в т.ч. топології) НВЧ схем;

- використовувати різні фізичні ефекти в напівпровідникових, діелектричних, та магнітних матеріалах для створення елементів, вузлів та пристроїв діапазону НВЧ;

Основні завдання кредитного модуля:

- надати знання сучасного стану особливостей та призначення мікрохвильових пристроїв і систем, характерних параметрів мікрохвильових пристроїв ,принципів побудови сучасних резонаторів і фільтрів, фазообертачів, інтегральних пристроїв НВЧ, підсилювачів і генераторних елементів.

- розвинути уміння використовувати набуті знання та різні фізичні ефекти в напівпровідникових, діелектричних і магнітних матеріалах для створення елементів, вузлів та пристроїв діапазону НВЧ.

- сформувати досвід експлуатації НВЧ пристроїв, вимірювання НВЧ параметрів матеріалів, розробки вузлів НВЧ апаратури.

[1] 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».

Дисципліна формує:

1. Загальні компетентності:

- *ЗК 1. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;*
- *ЗК 2. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності;*
- *ЗК 7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.*

2. Фахові компетентності:

- *ФК 1. Здатність використовувати знання і розуміння наукових фактів, концепцій, теорій, принципів і методів для проектування та застосування мікро- та наносистемної техніки;*
- *ФК 3. Здатність використовувати математичні принципи і методи для проектування та 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'язання професійних задач в галузі мікро- та наносистемної техніки;*
- *ФК 7. Здатність розв'язувати інженерні задачі в галузі мікро- та наносистемної техніки з урахуванням всіх аспектів розробки, проектування, виробництва, експлуатації та модернізації;*
- *ФК 13. Здатність ефективно вибирати належні напрями і відповідні методи для розв'язування задач моделювання, проектування та конструювання в області мікроелектронних інформаційних систем.*

В результаті успішного засвоєння дисципліни здобувачі вищої освіти досягають таких ***програмних результатів навчання:***

- *ПРН 1. Застосовувати знання принципів дії пристроїв і систем мікро- та наносистемної техніки при їхньому проектуванні та експлуатації;*
- *ПРН 4. 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;*
- *ПРН 5. Використовувати інформаційні та комунікаційні технології, прикладні та спеціалізовані програмні продукти для розв'язання задач проектування та налагодження обладнання геліоенергетики, приладів фізичної та біомедичної електроніки;*
- *ПРН 9. Проектувати пристрої мікро- та наносистемної техніки у відоповідності до вимог замовника і наявних ресурсних обмежень.*

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

Дисципліна базується на дисциплінах «Математичний аналіз», «Обчислювальна математика», «Фізика твердого тіла», «Теорія електронних кіл» і забезпечує підготовку до дипломного проектування.

Зміст навчальної дисципліни

Розділ1. Особливості та призначення мікрохвильових систем.

Тема1.1. Електромагнітний спектр.

Тема 1.2. Особливості побудови НВЧ пристроїв.
Розділ 2. Елементи електродинаміки
Тема 2.1. Рівняння Максвела. Хвильові рівняння.
Тема 2.2. Граничні умови для полів Е та Н.
Тема 2.3. Лінії передачі НВЧ. Параметри лінії передачі.
Розділ3. Пасивні пристрої НВЧ
Тема3.1.Резонансні і реактивні властивості ліній НВЧ.
Тема 3.2.Резонатори НВЧ.
Розділ 4.Активні пристрої НВЧ.
Тема4.1.Нелінійні ємності їх використання.
Тема 4.2. Параметричні підсилювачі.
Тема 4.3. p-i-n діоди, їх використання.
Тема 4.4. Польові транзистори, ЛПД діоди, діоди Ганна.
Тема 4.5. Мікрохвильові інтегральні пристрої.
Тема 4.6. Магнітні матеріали, їх використання в пристроях НВЧ.
Тема 4.7. Електронні лампи НВЧ та пристрої на їх основі.
Розділ 5. НВЧ методи дослідження діелектричних матеріалів.
Тема 5.1. Принципи вимірювання НВЧ параметрів.
Тема 5.2. Застосування композитних структур з діелектричним резонансом Е- типу для вимірювання НВЧ параметрів матеріалів.
Тема 5.3. Вимірювання НВЧ параметрів матеріалів методом тонкого діелектричного резонатора.
Тема 5.4 Вимірювання НВЧ параметрів матеріалів методом неоднорідного мікросмужкового резонатора
Тема 5.5. Інші методи вимірювання НВЧ параметрів матеріалів.

2. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Д.Д. Татарчук, В.І. Молчанов, М.М. Кобак Мікрохвильова електроніка: Навч. Посіб. – К.: ”Аверс” ”, 2017. – 125 с.
2. Молчанов В., Поплавко Ю., Основи мікрохвилевої електроніки / К., НТУУ «КПІ», 2010, 348 стор.
3. Тимофєєв, В. І. Мікрохвильова техніка. Електронні кола надвисоких частот [Електронний ресурс] : підручник для студентів спеціальності 153 «Мікро- і наносистемна техніка», спеціалізацій «Інформаційні технології проектування в електроніці та наносистемах», «Електронні біомедичні системи і технології» / В. І. Тимофєєв ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 4,2 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 231 с.
4. Бондаренко І.М. Мікроелектроніка НВЧ. Ч. 1. Елементи та пристрої НВЧ-тракту: Навч. посібник для студентів ВНЗ. – Харків: ХНУРЕ. – 2017. – 152 с.
5. Бондаренко І.М. Мікроелектроніка НВЧ. Ч.2. Напівпровідникові елементи та пристрої НВЧ: навч. посібник для студентів ЗВО. – Харків: ХНУРЕ, 2019. – 172 с.

Додаткові матеріали та ресурси:

1. Y. Prokopenko, Y.M.Poplavko, Y.S.You, andV.I.Molchanov. Band–passandband–rejection filters with electrically controlled dielectric resonators. Wireless Communication 1997, Conf. Proc., Boulder, USA, pp.170–174.
2. Y.M. Poplavko, V.I.Molchanov andV.N. Borisov.Microwave dielectric relaxation in barium lantanidetetratitanates(BLT). Ferroelectrics (USA), 1994, 156, 351–356.

3. Y.S.You, Y. Prokopenko, V. Molchanov and Y.M. Poplavko. Frequency control of the microwave dielectric resonator filters. J. Korean Phys. Soc., Vol. 32, 1998, pp.1784–1789.
4. V.M. Pashkov, V.I. Molchanov, and Y.M. Poplavko. Temperature compensation of dielectric resonator frequencyCriMiCo–2004 Conference Proceedings, pp. 457–459.
5. Y. Poplavko, V. Molchanov,V. Pashkov, E. Furman, M. Lanagan. Frequency tunable microwave dielectric devices.Telecommunication and Radio Engineering, Begell House Press, USA, 2007, vol.66, Issue 15, pp. 1371–1379.
6. Y.M. Poplavko, V.I. Molchanov, Y.V.Prokopenko. Microwave examination of ferroelectric films. Integrated Ferroelectrics (USA), 1994, 5, p.19–28.
7. Y. Poplavko, Y.Prokopenko, V.Molchanov, A.Dogan. Frequency–tunable microwave dielectric resonator.IEEE Trans. on Microwave Theory and techniques. 2001, Vol. 48, №6, pp. 1020–1027
8. Y.M. Poplavko, V. Molchanov, A. Eremenko, D. Shmigin.Dielectric Resonator with Cross–cut non–homogeneity.«Электроника и связь». 2004, №24, p. 22–25.
9. Y. Poplavko, A. Eremenko, D. Shmigin,V. Pashkov, V. Molchanov. High–Q Dielectric Resonator with Operated Slit(Tunability, Thermal Stability, Film Measurements) International Microwave Symposium in Long Beach, California, June 11–17, 2005. Conference Proceedings, paper ID is: WEPA–7
10. Y. Poplavko, V. Molchanov, V. Pashkov, E. Furman, M. Lanagan Frequency tunable microwave dielectric devices. Invited report in the International Workshop "Microwaves, Radar and Remote Sensing" in Kiev, September 19–21, 2005. MRRS Proceedings, pp.298–303.
11. Y. Poplavko, A. Yeremenko, V. Pashkov, D. Shmygin, V. Molchanov Electromechanically tunable phase shifter. "Microwave & telecommunication Technology", Sept. 12–16, 2005, Sevastopol, Crimea, Proceedings, pp. 522–523
12. Y. Poplavko, V. Pashkov, V. Molchanov, Y. Prokopenko, V. Kazmirenko Tunable microwave devices based on thedesign reconfiguration by piezoelectric actuator Microwave & Radar Week 2006, MIKON 2006, May 24–26, Conference Proceed. V.1, pp. 163–166, Krakow, Poland.
13. Y.Poplavko, Y. Prokopenko, V. Pashkov, V. Molchanov, I. Golubeva, Low loss microwave piezo–tunable devices.European Microwave Week 2006, September 11–14, Manchester, England.EuMW–2006 Proceedings, pp. 657–660.
14. Y. Poplavko, V. Pashkov, V. Molchanov, D. Shmigin, A. Yeremenko. Dielectric phase shifter based on Piezotunable double–link impedance–step filter "Microwave & telecommunication Technology", September 8–12, 2007, Sevastopol, Crimea, Proceedings, pp. 445–447.

Навчальний контент

3. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття:
Лекція №1
Тема1.1. Електромагнітний спектр.
Лекція №2
Тема 1.2. Особливості побудови НВЧ пристроїв.
Лекція №3
Тема 2.1. Рівняння Максвела. Хвильові рівняння.
Лекція №4
Тема 2.2. Граничні умови для полів E та H.
Лекція №5
Тема 2.3. Лінії передачі НВЧ. Параметри лінії передачі.
Лекція №6
Тема3.1.Резонансні і реактивні властивості ліній НВЧ.
Лекція №7
Тема 3.2.Резонатори НВЧ.
Лекція №8
Тема4.1.Нелінійні ємності їх використання.

Лекція №9
Тема 4.2. Параметричні підсилювачі.
Лекція №10
Тема 4.3. p-i-n діоди, їх використання.
Лекція №11
Тема 4.4. Польові транзистори, ЛПД діоди, діоди Ганна.
Лекція №12
Тема 4.5. Мікрохвильові інтегральні пристрої.
Лекція №13
Тема 4.6. Магнітні матеріали, їх використання в пристроях НВЧ.
Лекція №14
Тема 4.7. Електронні лампи НВЧ та пристрої на їх основі.
Лекція №15
Тема 5.1. Принципи вимірювання НВЧ параметрів.
Лекція №16
Тема 5.2. Застосування композитних структур з діелектричним резонансом Е- типу для вимірювання НВЧ параметрів матеріалів.
Лекція №17
Тема 5.3. Вимірювання НВЧ параметрів матеріалів методом тонкого діелектричного резонатора.
Лекція №18
Тема 5.4 Вимірювання НВЧ параметрів матеріалів методом неоднорідного мікросмужкового резонатора
Тема 5.5. Інші методи вимірювання НВЧ параметрів матеріалів.

Практичні заняття:
Заняття №1
Хвилевий опір ліній передачі НВЧ.
Заняття №2
Електродинамічний метод та метод еквівалентних схем.
Заняття №3
Резонансні і реактивні властивості відрізків лінії передачі НВЧ.
Заняття №4
Модульна контрольна робота №1.
Заняття №5
Топологія НВЧ схем на смушкових та щілинних ліній передачі.
Заняття №6
Діелектричні резонатори, розрахунок їх параметрів.
Заняття №7
Пристрої НВЧ на діелектричних резонаторах.
Заняття №8
Модульна контрольна робота №2.
Заняття №9
Залік

4. Самостійна робота студента/аспіранта

Розрахункова робота
Для стимуляції самостійної роботи студентів, заохочення їх до самовдосконалення та знайомства з новітніми інформаційними технологіями в кредитному модулі передбачено в якості індивідуального завдання РГР за тематикою кредитного модуля. В роботі необхідно

розрахувати топологію мікросмужкового фільтру. Також на самостійну роботу додатково винесено вивчення частини теоретичного матеріалу.

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Електромагнітний спектр	3
2	Особливості побудови НВЧ пристроїв	3
3	Граничні умови для полів Е та Н	3
4	Лінії передачі НВЧ. Параметри лінії передачі	6
5	Резонансні і реактивні властивості ліній НВЧ	7
6	Мікрохвильові інтегральні пристрої	6
7	Магнітні матеріали, їх використання в пристроях НВЧ	4
8	Польові транзистори, ЛПД діоди, діоди Ганна	4
9	Підготовка до виконання практичних робіт (1 година на кожну аудиторну годину)	6
10	Підготовка до контрольної роботи 1	4
11	Підготовка до контрольної роботи 2	4
12	ДКР	10
13	Підготовка до заліку	6
	Всього	66

Політика та контроль

5. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Виконання всіх завдань є обов'язковою умовою допуску до заліку.
Перед практичними заняттями необхідно попередньо ознайомитись з завданням на дане заняття. Завдання повинне бути виконане і показане викладачеві. В противному випадку знімаються рейтингові бали згідно вимог РСО.
Захист практичних робіт може здійснюватися на протязі всього семестру. На захист практичнорної роботи повинен бути оформлений протокол виконаної роботи. Протокол оформлюється за загальними правилами університету і повинен містити титульний аркуш, завдання і необхідні розрахунки. Процедура захисту складається з відповідей на запитання викладача за темою роботи. За неправильні відповіді або неправильне оформлення протоколу оцінка знижується згідно вимог РСО. За умови неправильної відповіді більш ніж на третину запитань захист не зараховується.
Домашня контрольна робота також повинна бути захищена. На захист повинна бути пред'явлена виконана робота у друкованому варіантах. Друкований варіант повинен бути оформлений згідно вимог університету і повинен містити титульний аркуш, завдання, розрахунок і зображення топології у масштабі зручному для ознайомлення. Процедура захисту складається з відповідей на запитання викладача за темою роботи. За неправильні відповіді або неправильне оформлення роботи оцінка знижується згідно вимог РСО. За умови неправильної відповіді більш ніж на третину запитань захист не зараховується.

6. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (РСО)

З метою контролю процесу засвоєння учбового матеріалу у курсі передбачено дві модульні контрольні роботи. Перша робота за матеріалом лекцій 1…6, друга за матеріалами лекцій 7-14. Оцінювання контрольних робіт здійснюється згідно рейтингової системи. За неправильні відповіді бали не зараховуються, за неточні або не повні відповіді бали знижуються.
Календарний контроль: провадиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силабусу. Для успішного проходження першого календарного контролю: студент повинен набрати не менше 20% балів від максимального сумарного рейтингу

протягом семестру. Для успішного проходження другого календарного контролю студент повинен набрати не менше 40% балів від максимального рейтингу.
Семестровий контроль здійснюється у вигляді заліку.
Студенти, які набрали протягом семестру необхідну для позитивної оцінки кількість балів мають можливості:
- не складати залік, а отримати оцінку „ автоматом ” відповідно до набраного рейтингу з дисципліни;
- складати залік з метою підвищення оцінки.
У разі отримання на заліку оцінки нижчої , ніж за рейтингом, за студентом не зберігається оцінка отримана „ автоматом ”.
Студенти, семестровий рейтинг яких відповідає оцінці „ незадовільно ”, зобов'язані складати залік.
Студенти, які за семестровим рейтингом не допущені до заліку з цієї дисципліни, зобов'язані підвищити його до рівня не менше 60%.
Оцінка визначається за сумою набраних рейтингових балів відповідно до системи розрахунку шкали рейтингу.
Рейтинговий бал студента нараховується за наступними правилами;
1. Виконання всіх завдань практичних робіт
Ваговий бал 2. Максимальна кількість балів 2х9=18.
2. Захист практичних робіт
Ваговий бал 2. Максимальна кількість балів 2х9=18. Бали нараховуються за результатами захисту робіт. Захист полягає у відповіді на 2-запитання викладача. За правильну відповідь на запитання нараховується 1 бал. За неправильну відповідь бали не нараховуються. Якщо не зараховано два запитання захист не зараховується В цьому випадку студент повинен підготуватися і прийти на повторний захист.
3. Модульна контрольна робота 1 – максимальний бал 20.
4. Модульна контрольна робота 2 – максимальний бал 20.
5. ДКР – максимальний бал 24.

Система рейтингових (вагових) балів

№ п/п	Заняття, що підлягають рейтинговій оцінці	Загальна кількість	Макс. бал	Число балів на відмінно
1.	Виконання завдань практичних робіт	9	2	18
2.	Практичні роботи: захист	9	2	18
3.	Модульна контрольна робота 1	1	20	20
4.	Модульна контрольна робота 2	1	20	20
5.	ДКР	1	24	24
	Рейтинг за курс, R			100

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

7. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік запитань для семестрового контролю.

1. На які піддіапазони умовно розбивають НВЧ діапазон?

2. Як розподіляються мікрохвильові системи по діапазону НВЧ?

3. В якихгалузях народного господарства використовують електромагнітні хвилі НВЧ діапазону?

4. Які особливості функціонування НВЧ систем?

5. Які переваги та недоліки використання НВЧ в системах зв'язку?

6. На яких рівняннях базується класична теорія електромагнетизму?

7. Яким чином здійснюється перехід від загальної системи рівнянь до опису конкретних електромагнітних явищ?

8. Які припущення використовують, щоб із загальної системи отримати телеграфні рівняння?

9. Яку додаткову умову використовують, щоб із телеграфних рівнянь отримати хвильові рівняння?

10. Яку додаткову умову використовують, щоб отримати рівняння Лапласа?

11. Як отримати рівняння неперервності?

12. Що таке скалярний потенціал?

13. Що таке векторний потенціал?

14. Що таке електричний вектор Герця?

15. Що таке магнітний вектор Герця?

16. Які умови на межах областей використовують для розрахунку електродинамічних систем?

17. Якого вигляду набувають умови на межах при нескінно малій провідності середовища на межі розділу областей?

18. Якого вигляду набувають умови на межах при нескінченно великій провідності середовища на межі розділу областей?

19. Які умови для напруженості електричного поля використовують у випадку нескінченною області?

20. Які умови для напруженості магнітного поля використовують у випадку нескінченною області?

21. В якому випадку можна розглядати лінію передчі як довгу лінію?

22. Яка еквівалентна схема заміщення довгої лінії?

23. Якою системою рівнянь описуються властивості довгих ліній?

24. Що таке хвильовий опір?

25. Що таке коефіцієнт розповсюдження хвилі?

26. Як обчислити хвильовий опір довгої лінії?

27. Як обчислити коефіцієнт розповсюдження хвилі для довгої лінії?

28. Який фізичний зміст дійсної частини коефіцієнту розповсюдження хвилі?

29. Який фізичний зміст уявної частини коефіцієнту розповсюдження хвилі?

30. Які складові коефіцієнту затухання реальної лінії?

31. Як змінюється опір лінії без втрат в режимі КЗ в залежності від його довжини?

32. Як змінюється опір лінії без втрат в режимі ХХ в залежності від його довжини?

33. Що представляє собою прямокутний хвилевід?

34. Які типи хвиль можуть розповсюджуватись у прямокутному хвилеводі?

35. Що таке критична довжина хвилі?

36. Як обчислюється критична довжина хвилі у випадку прямокутного хвилеводу?

37. Що таке мода? Яку моду називають нижчою?

38. Як обчислити довжину хвилі в лінії у випадку прямокутного хвилеводу?

39. Як обчислити хвильовий опір прямокутного хвилеводу для різних типів коливань?

40. Що представляє собою круглий хвилевід?

41. Як обчислюється критична довжина хвилі у випадку круглого хвилеводу?

42. Що таке коаксіальна лінія?

43. Як обчислити хвильовий опір коаксіальної лінії?

44. Як обчислити довжину хвилі в лінії у випадку коаксіальної лінії?
45. Які типи смужкових ліній ви знаєте?
46. Що представляє собою симетрична смужкова лінія?
47. Що представляє собою несиметрична смужкова лінія?
48. Які типи коливань можуть розповсюджуватись в симетричній та несиметричній смужкових лініях?
49. Що таке щілинна лінія?
40. Який основний тип хвилі у щілинній лінії?
51. Які переваги та недоліки щілинної лінії у порівнянні з мікросмужковою?
52. Що таке копланарна лінія?
53. Де переважно використовують копланарні лінії і чому?
54. Які типи НВЧ діодів ви знаєте?
55. Для яких цілей використовують діоди у техніці НВЧ?
56. Що таке діод з накопиченням заряду?
57. Для яких цілей використовують діоди з накопиченням заряду у техніці НВЧ?
58. Який принцип дії діоду з накопиченням заряду?
59. Що таке варикап?
60. Який принцип дії варикапу?
61. Намалюйте еквівалентну схему варикапу.
62. Чим визначається максимальна робоча частота варикапу?
63. Який матеріал найчастіше використовується для виготовлення НВЧ варикапів? Чому?
64. Для яких цілей використовують варикапи у техніці НВЧ?
65. Що таке параметричний підсилювач?
66. Який принцип дії параметричного підсилювача?
67. Яка умова повинна виконуватись при роботі параметричного підсилювача для більш ефективної накачки?
68. Як обчислити коефіцієнт підсилення параметричного підсилювача?
69. При якій умові параметричний підсилювач перетворюється на параметричний генератор?
70. Який основний недолік одноконтурного параметричного підсилювача?
71. За допомогою зміни яких параметрів схеми можна досягти параметричного підсилення?
72. Які пристрої НВЧ можуть бути реалізовані на основі тунельного діоду?
73. Що таке резонансний перемикаючий діод? Який принцип його дії?
74. Яка основна перевага діодів з бар'єром Шотткі перед діодами з p-n переходом в діапазоні НВЧ?
75. Чому рівень шумів в діодах з бар'єром Шотткі нижчий, ніж в аналогічних за використанням точкових діодах на p-n переходах?
76. Як використовують діоди з бар'єром Шотткі в техніці НВЧ?
77. Використання яких діодів Шоткі є більш ефективним при множенні частоти виготовлених з кремнію чи з арсеніду галію?
78. Що таке p-i-n діоди?
79. Які основні переваги p-i-n діодів перед p-n діодами в діапазоні НВЧ?
80. Для яких цілей використовують p-i-n діоди в техніці НВЧ?
81. Який принцип дії перемикача каналів на основі p-i-n діоду?
82. Який принцип дії дискретного фазообертача відбивного типу на основі p і n діодів?
83. Чи можна реалізувати на основі p-i-n діоду фільтр НВЧ з електронним керуванням? Відповідь пояснити.
84. Чи можна реалізувати на основі p-i-n діоду фазообертач з плавним електричним керуванням фазою? Відповідь пояснити.
85. Що треба враховувати при реалізації пристроїв НВЧ з електричним керуванням на основі p-i-n діодів?
86. Який принцип дії лавино-пролітного діоду?
87. Для яких цілей використовують лавино-пролітні діоди в техніці НВЧ?

88. За рахунок яких чинників можна змінювати частоту генерації НВЧ генераторів на основі лавино-пролітних діодів?
89. Яка основна проблема використання лавино-пролітних діодів для генерації НВЧ коливань?
90. Що таке діод Ганна?
91. Який принцип дії діоду Ганна?
92. Які напівпровідники використовують для виготовлення діодів Ганна? Чому?
93. Як розрахувати частоту генерації для генератора на основі діоду Ганна?
94. Які чинники впливають на граничні частоти біполярних транзисторів?
95. В чому складність реалізації біполярних НВЧ транзисторів?
96. Які основні методи підвищення граничної частоти біполярних транзисторів?
97. Які переваги біполярних транзисторів?
98. Що таке польовий транзистор з бар'єром Шотткі?
99. Який принцип дії транзистору з бар'єром Шотткі?
100. Які переваги у транзистора з бар'єром Шотткі перед іншими НВЧ транзисторами?
101. На основі якого напівпровідника найчастіше виготовляють транзистори з бар'єром Шотткі?
102. Які є обмеження при виготовленні транзисторів з бар'єром Шотткі?
103. Яка структура сучасних транзисторів з бар'єром Шотткі?
104. Яку еквівалентну схему транзистора з бар'єром Шотткі використовують прирозрахунку НВЧ схем?
105. Які основні параметри транзисторів з бар'єром Шотткі?
106. Для яких цілей використовують транзистори з бар'єром Шотткі у техніці НВЧ?
107. Як розрахувати коефіцієнт підсилення для схеми з спільним витоком?
108. Для чого в структуру ПТШ вводять шар з малою концентрацією домішки?
109. Як реалізувати генератор на осові ПТШ?
110. Як реалізувати змішувач на основі ПТШ?
111. Які переваги ламп над напівпровідниковими приладами?
112. Чим відрізняються лампи О-типу від ламп М-типу?
113. Які особливості роботи ламп на НВЧ?
114. Які є типи спеціалізованих НВЧ ламп і в чому їх відмінність?
115. Для чого призначені клістрони, і які види клістронів використовують?
116. Який принцип дії пролітного клістрону О-типу?
117. Який принцип дії пролітного клістрону?
118. Який принцип дії відбивного клістрону?
119. Які переваги багаторезонаторного клістрону?
120. Який принцип дії магнетрону?
121. Який принцип дії ЛБХ О-типу?
122. Який принцип дії ЛБХ М-типу?
123. Який принцип дії ЛЗХ О-типу?
124. Який принцип дії ЛЗХ М-типу?
125. Що таке амплітрон? Який принцип дії амплітрону?
126. Що таке карматрон? Який принцип дії карматрону?
127. Які є групи методів дослідження НВЧ характеристик матеріалів?
128. Які переваги резонансних методів?
129. Які недоліки резонансних методів?
130. В чому полягає суть методів складеного діелектричного резонатора з Е-типом коливань?
131. В чому полягає суть методу неоднорідного мікросмужкового резонатора?
132. В чому полягає суть методу тонкого діелектричного резонатора?
133. Як підключається вимірювальна комірка до до панорамного вимірювача для вимірювання параметру ?
134. Як підключається вимірювальна комірка до до панорамного вимірювача для вимірювання параметру ?

135. Чим зумовлюється похибка при використанні резонансних методів?

За наявності сертифікатів проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою можливе зарахування курсу повністю або частково за результатами співбесіди викладача зі студентом за темою курсу.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено завідувачем кафедри мікроелектроніки, д.т.н., доц.,Татарчуком Д.Д.

Ухвалено кафедрою мікроелектроніки (протокол № 27 від 21.06.2024).

Погоджено Методичною комісією факультету електроніки (протокол № 06/2024 від 27.06.2024).