

Національний університет «Запорізька політехніка»
 факультет радіоелектроніки та телекомунікацій
 кафедра радіотехніки та телекомунікацій
 спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
 освітня програма «Радіотехніка»
 Інформація до силлабусу

Назва курсу	Вакуумна та твердотільна електроніка НВЧ
Викладачі	Логачова Людмила Михайлівна
Профайл викладачів	http://www.zntu.edu.ua/kafedra-radiotekhniki-ta-telekomunikaciy?q=node/1054
Контактний телефон	764-32-81 (внутр. 4-31)
E-mail	logacheva.lm@gmail.com
Сторінка курсу в CMS	
Консультації	обговорення питань, що виникають при виконанні лабораторних робіт та підготовці до складання заліку
Публікації з прямої дисципліни	<p>1. Kutsak S.V. Parameter estimation of the H-plane absorption harmonic filter / S.V. Kutsak, L.M. Logacheva // Telecommunications and Radio Engineering (English translation of Elektrosvyaz and Radiotekhnika). – 2015. – Т.74. – №9. – Р. 797-806.</p> <p>2. Логачова Л.М. Класифікація поглинаючих фільтрів гармонік хвилеводного типу (огляд) / Логачова Л.М., Куцак С.В. // Тиждень науки: щорічна наук.-практ. конф. викладачів, науковців, молодих учених і аспірантів, 16-20 квітня 2018 р.: тези доповідей. – Запоріжжя. – 2018. – С. 817-819.</p> <p>3. Бугрова Т.І. Міліметрові хвилі та їх застосування в медицині: Навчальний посібник [Текст] / Т.І. Бугрова, Л.М. Логачова. – Запоріжжя: НУ «ЗП», 2020. – 200 с.</p> <p>4. Kutsak S.V. H-plane Tee Junction of Rectangular Waveguides: The Three Dimension Case. / S.V. Kutsak, L.M. Logacheva. / Mathematical Methods in Electromagnetic Theory (MMET), August 26-28, 2014. – Dnipropetrovsk. – 2014. – Р. 176-179.</p>

Національний університет «Запорізька політехніка»
факультет радіоелектроніки та телекомунікацій
кафедра радіотехніки та телекомунікацій
спеціальність 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
освітня програма «Радіотехніка»
ОПИС/Силлабус дисципліни/модуля

Коротка назва університету / підрозділу дата (місяць / рік)	НУ «Запорізька політехніка» 2020
Назва модулю / дисципліни	Вакуумна та твердотільна електроніка НВЧ
Код:	ППВ

Викладачі	Підрозділ університету
Логачова Людмила Михайлівна	Кафедра радіотехніки та телекомунікацій

Рівень навчання (ВА/МА)	Рівень модулю/дисципліни (номер семестру)	Тип модулю/дисципліни (обов'язковий / вибірковий)
перший (бакалаврський)	5	вибіркова

Форма навчання (лекції / лабораторні / практичні)	Тривалість (тижнів/місяців)	Мова викладання
лекції / лабораторні	15	Українська

Зв'язок з іншими дисциплінами	
Попередні: – Інформаційні технології; – Фізика; – Технічна електродинаміка; – Сигнали та процеси в радіотехніці	Супутні (якщо потрібно):

ECTS (Кредити модуля)	Загальна кількість годин	Аудиторні години	Самостійна робота
3,5	105	45	60

Мета навчання дисципліни (модуля): компетенції надбані внаслідок вивчення дисципліни (модуля)

Оволодіння знаннями у галузі НВЧ, електроніки та набування навичок роботи з електронними СВЧ приладами, рішення задач пов'язаних з раціональним вибором електронних приладів, їх режимів, схем вмикання в різних пристроях.

Результати навчання в термінах компетенцій	Методи навчання (теорія, лабораторні, практичні)	Контроль якості (письмовий екзамен, усний екзамен, звіт)
При вивченні даної дисципліни студент отримує: загальні компетентності: – здатність до абстрактного мислення,		

<p>аналізу та синтезу (ЗК-1);</p> <ul style="list-style-type: none"> – здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК-2); – здатність спілкуватися державною мовою як усно так і письмово(ЗК-5); – здатність працювати у команді (ЗК-6); – здатність вчитися та оволодівати сучасними знаннями (ЗК-7). <p>Фахові (професійні) компетентності:</p> <ul style="list-style-type: none"> – здатність розуміти сутність і значення інформації у розвитку сучасного суспільства (ПК-1); – здатність вирішувати стандартні завдання професійної діяльності на основі інформаційної та бібліографічної культури зі застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій із урахуванням основних вимог інформаційної безпеки (ПК-2); – здатність використовувати нормативну та правову документацію, що стосується інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем (закони України, технічні регламенти, міжнародні та національні стандарти, рекомендації Міжнародного союзу електрозв'язку і т.п.) (ПК-5); – здатність здійснювати приймання та освоєння нового обладнання відповідно до чинних нормативів (ПК-9). <p>Результати навчання:</p> <ul style="list-style-type: none"> – аналізувати, аргументувати, приймати рішення при розв'язанні спеціалізованих задач та практичних проблем телекомунікацій та радіотехніки, які характеризуються комплексністю та неповною визначеністю умов (РН-1); – застосовувати результати особистого пошуку та аналізу інформації для розв'язання якісних і кількісних задач подібного характеру в інформаційно-комунікаційних мережах, телекомунікаційних і радіотехнічних системах (РН-2); – пояснювати результати, отримані в результаті проведення вимірювань, в термінах їх значущості та пов'язувати їх з відповідною теорією (РН-4); – навички оцінювання, інтерпретації та синтезу інформації і даних (РН-5); – спілкуватись з професійних питань, 	<p>Використання при проведенні лекцій та лабораторних занять</p> <p>Теоретичні знання отриманні під час лекції та консультацій</p> <p>Самостійна та під керівництвом викладача підготовка та виконання лабораторної роботи</p>	<p>Окремого оцінювання не передбачено</p> <p>Оцінюються під час складання іспиту</p> <p>Окреме оцінювання не проводиться, оцінюється за звітом з лабораторної роботи</p>
--	--	--

включаючи усну та письмову комунікацію державною мовою та однією з поширених європейських мов (англійською, німецькою, італійською, французькою, іспанською) (PH-10);

- застосовувати міжособистісні навички для взаємодії з іншими людьми та залучення їх до командної роботи (PH-11);
- толерантно сприймати та застосовувати етичні норми поведінки відносно інших людей (PH-12);
- застосування фундаментальних і прикладних наук для аналізу та розробки процесів, що відбуваються в телекомунікаційних та радіотехнічних системах (PH-13);
- розуміння та дотримання вітчизняних і міжнародних нормативних документів з питань розроблення, впровадження та технічної експлуатації інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних і радіотехнічних систем (PH-17);
- знаходити, оцінювати і використовувати інформацію з різних джерел, необхідну для розв'язання професійних завдань, включаючи відтворення інформації через електронний пошук (PH-18);
- знати сучасні тенденції розвитку електроніки НВЧ та ВЧ діапазонів;
- вміти аналізувати стан науково-технічних проблем електронних приладів НВЧ та квантових приладів;
- володіти навичками проектування радіосистем з електронними приладами НВЧ і квантовими приладами;
- володіти методами складання звітів та оглядів за результатами досліджень електронних приладів НВЧ та квантових приладів;
- вміти порівнювати можливості різних приладів та правильно обирати найбільш відповідний для конкретного радіотехнічного пристрою вид приладу;
- набувати навичок користування довідковою літературою по таким приладам, а також експериментального дослідження їх характеристик і вимірювання основних параметрів;
- мати уявлення про стан виробництва електронних та квантових приладів НВЧ в

Україні та за кордоном, а також про перспективні напрямки їх подальшого розвитку.		
---	--	--

Теми курсу	Аудиторні заняття						Час та завдання на самостійну роботу	
	Лекцій	Консультацій	Семінарів	Практичні	Лабораторні	Загалом, годин	Самостійна робота	Завдання
Тема 1. Фізичні процеси у приладах НВЧ з короткочасною взаємодією модульованого електронного потоку з електромагнітним полем.	5				4	9	8	Конструкція і принцип роботи підсилювача на дворезонаторному пролітному клістріоні (ПК). Основні характеристики ПК. Помножувачі частоти і генераторі на ПК. Багаторезонаторні клістріони. Відбивний клістріон (ВК), конструкція і принцип роботи. Аналіз процесів у ВК. Потужність і частота коливань що генеруються. Електронне перестроювання частоти, характеристики і параметри ВК.
Тема 2. Тривала взаємодія електронів з полем рухомої хвилі НВЧ приладів типу О.	5				4	9	8	Конструкція і параметри сповільнюючих систем, теорема Флоке. Фазова то групова швидкості. Дисперсійні характеристики. Конструкція лампи рухомої

							хвилі (ЛРХ) і принцип дії. Параметри і характеристики ЛРХ. Лінійна теорія ЛРХ. Джерела та спосіб зниження шумів в ЛРХ. Конструкція лампи зворотної хвилі (ЛЗХ) та принцип її дії. Електронне перестроювання частоти ЛЗХ. Характеристики та область застосування генераторів НВЧ на ЛЗХ.
Тема 3. Взаємодія електронного потоку з полем НВЧ в схрещених, постійних, електричному і магнітному полях.	2			2	4	6	Основні властивості магнетронів. Коливальні системи магнетронів та їх види. Стабілізація робочого виду коливача, характеристика основного колювання π -виду. Статичний і динамічний режим роботи магнетрону. Утворення і рух електронних спиць. Области використання магнетронів.
Тема 4. Генератори та підсилювачі ЛРХ типу М (ЛРХМ) та ЛЗХ типу М (ЛЗХМ). Платинотрони.	3			2	5	8	Конструкція, принцип дії ЛРХМ. Характеристики і області застосування

							<p>магнетронних підсилювачів на ЛРХМ. Конструкція, принцип дії ЛЗХМ. Характеристики генераторів на ЛЗХМ та області застосування. Платинотрон в режимі амплітрона і стабілітрона. Конструкція, принцип дії. Області застосування платино тронних генераторів.</p>
Тема 5. Напівпровідникові діоди НВЧ з позитивним динамічним опором.	2				2	6	<p>Детекторні і змішувальні діоди. Їх структура та параметри. Схеми і параметри детекторів та змішувачів. Керуючі р-і-п діоди, їх структури. Варакторні діоди. Їх структура характеристики та параметри. Особливості застосування варакторів у схемах помножувачів частоти і параметричних підсилювачів. Шуми варакторних діодів.</p>
Тема 6.Лавинно - пролітний та інжекційно - пролітний діоди.	1				1	6	<p>Принцип дії лавинно-пролітного діоду (ЛПД). Просторова – часова діаграма.</p>

							<p>Параметри та характеристики ЛПД у різних режимах. Еквівалентні схеми, конструкції генераторів на ЛПД (хвилеводні, коаксіальні, смушкові). Інжекційно-пролітні діоди (ПЛ), їх принцип дії, конструкції параметри.</p>
Тема 7. Діоди з міждолинним електронним перенесенням (МЕР – діоди).	4			3	7	6	<p>Ефект Ганна, режим роботи генераторів на діодах Ганна: доменний (пролітний режим, режими з затримкою та придушенням домена, режим обмеженого накопичення об’ємного заряду); бездоменний режим стійкого підсилення. Основні характеристики та області застосування.</p>
Тема 8. Біполярні транзистори (БТ)	4				4	6	<p>Еквівалентна схема БТ, основні режими: активний, відсікання, насичення, інверсний. Схеми вмикання БТ, номінальний коефіцієнт підсилення БТ. Максимальна та гранична частоти.</p>

								Схеми і конструкція транзисторного генератора на БТ. Особливості топології потужних НВЧ транзисторів.
Тема 9. Польові транзисторі (ПТ) НВЧ	4				4	6		Структура та еквівалентна схема ПТ НВЧ, його номінальний коефіцієнт підсилення, гранична робоча частота. Параметри матриць розсіювання. Конструкція ПТ з бар'єром Шоттки. Шуми ПТ. Схеми та параметри підсилювачів генераторів НВЧ на ПТ. Принцип дії.
Усього годин	30				15	45	60	

Стратегія оцінювання	Вага, %	Термін	Критерії оцінювання
поточне оцінювання	20	впродовж семестру	теоретичний звіт за кожною з тем
захист лабораторних робіт	25		захист лабораторної роботи №1,2
	25		захист лабораторної роботи №3,4
	30	захист лабораторної роботи №5	
складання заліку	90-100	після модулю	відмінно
	75-89		добре
	60-74		задовільно
	35-59		незадовільно з можливістю повторного складання
	1-34		незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Автор	Рік видання	Назва	інформація про видання	Видавництво / онлайн доступ
Обов'язкова література				
Алексеев О.В.	2003	Генераторы высоких и сверхвысоких	підручник	– М.: Высшая школа, - 326 с.

		частот		
Пасынков В.В. Чиркин Л.К.	2009	Полупроводниковые приборы [Электронный ресурс]	навчальний посібник	– СПб.: Лань, 2009. – 480 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=300
Сушков А.Д.	2006	Вакуумная электроника. Физико-технические основы [Электронный ресурс]	навчальний посібник	– СПб.: Лань, 2004. – 463 с. Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=639
Додаткова література				
Гассанов Л.Г. Липатов А.А. Марков В.В. Могильченко Н.А.	1988	Твердотельные устройства СВЧ в системах связи	підручник.	– М.: Радио и связь, - 287 с.
Джонс М.Х.	2006	Электроника - практический курс.	підручник	– М.: Постмаркет, – 528 с.