

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	Пристрої генерації, формування, передавання радіосигналів
Викладачі	Чорнобородов Михайло Петрович
Профайл викладачів	https://zp.edu.ua/kafedra-radiotekhniki-ta-telekomunikacij?q=node/1068
Контактний телефон	764-32-81 (внутр. 4-31)
E-mail	chornobm@zntu.edu.ua
Сторінка курсу в CMS	https://moodle.zp.edu.ua/course/view.php?id=2931
Консультації	обговорення питань, що виникають при виконанні лабораторних робіт та курсового проекту, при підготовці до складання заліку та іспиту
Публікації з напрямку дисципліни	1. Чорнобородова Н.П. Кодові послідовності з низьким рівнем бічних пелюсток / Н.П. Чорнобородова, М.П. Чорнобородов // XV Міжнародна наукова конференція Харківського університету Повітряних Сил: наук. конф., 10-11 квітня 2019 р.: матеріали конф. – Х.: ХУПС, 2019. – С. 254. 2. Чорнобородова Н.П. Нові псевдовипадкові послідовності з оптимальними характеристиками / Н.П. Чорнобородова, М.П. Чорнобородов // X Міжнародна науково-технічна конференція «Інформаційно-комп'ютерні технології»: наук.-техн. конф., 18-20 квітня 2019 р.: матеріали конф. – Житомир.: ЖДТУ, 2019. – С. 182-183. 3. Мороз Г.В. Синтез ансамблів псевдовипадкових послідовностей / Г.В. Мороз, М.П. Чорнобородов // Науково-практична конференція "Тиждень науки-2019. Факультет радіоелектроніки та телекомунікацій": наук.-практ. конф., 15-19 квітня 2019 р.: матеріали конф. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – С. 13-14. 4. Чорнобородова Н.П. Підвищення пропускну здатності радіоканалу стандарту IEEE-802.11 / Н.П. Чорнобородова, М.П. Чорнобородов // XVI міжнародна наукова конференція Харківського університету Повітряних Сил: наук. конф., 15-16 квітня 2020 р.: матеріали конф. – Х.: ХУПС, 2020. – С. 368-369. 5. Чорнобородова Н.П. РЛС, захищена від впливу імітаційних завад / Н.П. Чорнобородова, М.П. Чорнобородов // XVI міжнародна наукова конференція Харківського університету Повітряних Сил: наук. конф., 15-16 квітня 2020 р.: матеріали конф. – Х.: ХУПС, 2020. – С. 329-330.

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	Пристрої генерації, формування, передачі радіосигналів
Код:	ППВ 03

Викладачі	Підрозділ університету
Чорнобородов Михайло Петрович	Кафедра радіотехніки та телекомунікацій

Рівень навчання (ВА/МА)	Рівень модулю/дисципліни (номер семестру)	Тип модулю/дисципліни (обов'язковий / вибірковий)
Перший (бакалаврський)	5, 6	вибіркова

Форма навчання (лекції/лабораторні/практи чні)	Тривалість (тижнів/місяців)	Мова викладання
лекції/лабораторні/КП	29	Українська

Зв'язок з іншими дисциплінами	
Попередні:	Супутні (якщо потрібно):
– Вища математика; – Фізика; – Технічна електродинаміка; – Теорія електричних кіл та сигналів; – Основи схемотехніки; – Основи автоматизації проектування радіоелектронної апаратури	– Електроживлення систем зв'язку; – Системи сучасних сигналів; – Програмування мікропроцесорів; – Основи теорії передачі інформації та статистична радіотехніка

ECTS (Кредити модуля)	Загальна кількість годин	Аудиторні години	Самостійна робота
8,5	255	86	169

Мета навчання дисципліни (модуля): компетенції, надбані внаслідок вивчення дисципліни (модуля)		
формування у студентів знань, навиків та умінь, які дозволять їм здійснювати аналіз і синтез радіозв'язкових пристроїв та систем та використовувати їх для створення й експлуатації сучасних комунікаційних засобів.		
Результати навчання в термінах компетенцій	Методи навчання (теорія, лабораторні, практичні)	Контроль якості (письмовий іспит, усний іспит, звіт)
Загальні компетентності:		

– здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК-1); – здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК-2); – здатність планувати та управляти часом (ЗК-3); – знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК-4); – здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК-5); – здатність працювати в команді (ЗК-6); – здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК-7); – вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми (ЗК-8); – навички здійснення безпечної діяльності (ЗК-9); – прагнення до збереження навколишнього середовища (ЗК-10).	використання за проведення лекцій та лабораторних занять	окремого оцінювання не передбачено
Фахові компетентності: – здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації (ПК-3); – готовність до вивчення науково-технічної інформації, вітчизняного і закордонного досвіду з тематики інвестиційного (або іншого) проекту засобів телекомунікацій та радіотехніки (ПК-14); – здатність вирішувати стандартні завдання професійної діяльності на основі інформаційної та бібліографічної культури із застосуванням інформаційно-комунікаційних технологій і з урахуванням основних вимог інформаційної безпеки (ПК-2); – здатність використовувати нормативну та правову документацію, що стосується інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем (закони України, технічні регламенти, міжнародні та національні стандарти, рекомендації Міжнародного союзу електрозв'язку і т.п.) для вирішення професійних завдань (ПК-5); – готовність до контролю дотримання та забезпечення екологічної безпеки (ПК-7); – готовність сприяти впровадженню перспективних технологій і стандартів (ПК-8); – здатність здійснювати монтаж, налагодження, налаштування,	теоретичні знання отримано під час лекцій та консультацій самостійна та під керівництвом викладача підготовка та виконання лабораторної роботи чи курсового проекту	оцінюються під час складання заліку окреме оцінювання не проводиться, оцінюється за звітом з лабораторної роботи чи за пояснювальною запискою з курсового проекту

регулювання, дослідну перевірку працездатності, випробування та здачу в експлуатацію споруд, засобів і устаткування телекомунікацій та радіотехніки (ПК-10);

– здатність складати нормативну документацію (інструкції) з експлуатаційно-технічного обслуговування інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, а також за програмами випробувань (ПК-11);

– здатність проводити розрахунки у процесі проектування споруд і засобів інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем, відповідно до технічного завдання з використанням як стандартних, так і самостійно створених методів, прийомів і програмних засобів автоматизації проектування (ПК-15).

Очікувані програмні результати навчання:

– 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);

– визначати та застосовувати у професійній діяльності методики випробувань інформаційно-телекомунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем на відповідність вимогам вітчизняних та міжнародних нормативних документів (РН-3);

– 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);

– адаптуватись в умовах зміни технологій інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем (РН-6);

– грамотно застосовувати термінологію галузі телекомунікацій та радіотехніки (РН-7); – описувати принципи та процедури, що використовуються в телекомунікаційних системах, інформаційно-телекомунікаційних мережах та радіотехніці (РН-8); – формування у фахівця зважених підходів до вибору способів чи алгоритмів формування та обробки сигналів, технічних розв'язків щодо забезпечення завадозахищеності, дальності роботи, надійності та мобільності складних радіотехнічних систем.	
--	--

Теми курсу	Аудиторні заняття						Час та завдання на самостійну роботу	
	Лекцій	Консультацій	Семінарів	Практичні заняття	Лабораторні роботи	Загалом, годин	Самостійна робота	Завдання
Модуль 1. Пристрої генерування та формування радіосигналів								
Змістовий модуль 1. Електронні генератори								
Тема 1. Загальні відомості про генератори з зовнішнім збуренням (ГЗЗ)	2					2	4	Загальні відомості про ГЗЗ. Режими роботи активного елементу (АЕ). Напруженість режиму АЕ.
Тема 2. Режим роботи підсилювача потужності (ПП)	2				4	6	4	Гармонійний аналіз імпульсів вихідного струму. Вплив навантаження і розлаштування на режим роботи ПП. Ознаки й властивості режимів АЕ у ПП.
Тема 3. Підсилювачі потужності	2				6	8	4	Схеми ПП на біполярних й польових транзисторах, лампах.
Тема 4. Помножувачі (ПЧ) й подільники (ПД) частоти	2					2	4	Призначення, класифікація й схемотехніка ПЧ та ПД.

Тема 5. Загальні відомості про автогенератори (АГ)	2					2	4	Структурна схема АГ. Принцип дії АГ. LC-АГ з трансформаторним зв'язком.
Тема 6. Трикрапкові схеми LC-автогенераторів	2					2	4	Індуктивна і ємнісна трикрапки, схема Клапа
Тема 7. Режими збурення коливань в автогенераторі	2					2	4	Жорсткий та м'який режими збурення коливань в АГ. Автозміщення в АГ.
Тема 8. Генератор, керований напругою	2					2	4	Загальні відомості про варикапи. Увімкнення варикапів до контуру. Генератор, керований напругою.
Змістовий модуль 2. Методи створення високостабільних коливань								
Тема 9. Шуми автогенераторів	1					1	4	Спектральна щільність потужності фазових шумів (СЦПФШ). Вплив режимів роботи АГ й типу АЕ на СЦПФШ.
Тема 10. Стабільність частоти автогенераторів	2				2	4	4	Стабільність частоти LC-АГ. Розв'язування АГ й навантаження. Вплив типу АЕ на стабільність частоти АГ. Кварцовий резонатор (КвР).
Тема 11. Автогенератори із кварцовими резонаторами	2					2	4	Осциляторна й фільтрова схеми увімкнення КвР в ємнісній трикрапці. Придушування паразитних коливань у кварцових АГ.
Тема 12. Основи синтезу частот	1					1	4	Загальні відомості про синтезатори частот. Прямий аналоговий синтез. Перетворювач частоти.

Тема 13. Синтезатори частоти з фазовим автопідлаштуванням частоти (ФАПЧ)	2				2	4	4	Поняття ФАПЧ. Непрямий синтез частоти на основі ФАПЧ. Синтезатори з цілочисельним й дробовим коефіцієнтами ділення частоти.
Тема 14. Прямий цифровий синтез	2					2	3	Дискретний спосіб здійснення. Інтегральний DDS-синтезатор. Принцип роботи акумулятора фази.
Тема 15. Основні параметри DDS-синтезаторів	2					2	3	Фазовий шум і тремтіння фронтів синтезаторів прямого цифрового синтезу (СПЦС). Динамічний діапазон, вільний від гармонік. Значення вихідної частоти й частотний поділ. Швидкість переналаштування частоти.
Тема 16. Модуляція й маніпуляція	2					2	3	Фазова й частотна маніпуляції. Застосування синтезаторів DDS для маніпуляції. Квадратурна модуляція.
Усього годин	30				14	44	61	
Модуль 2. Пристрої передавання радіосигналів								
Змістовий модуль 1. Радіомовні передавачі								
Тема 1. Вступ	1					1	3	Класифікація й призначення передавачів. Принципи побудови передавачів.

Тема 2. Передавачі з амплітудною модуляцією (АМ)	1				4	5	4	Спектр АМ-сигналу. Поняття глибини модуляції. Енергетичні характеристики АМ. Структурні схеми АМ-передавачів.
Тема 3. Способи здійснення амплітудної модуляції	2					2	4	Сіткова, базова, анодна й колекторна модуляції.
Тема 4. Односмугова амплітудна модуляція (ОМ)	1					1	4	Переваги й недоліки ОМ. Типи й способи формування ОМ-сигналів.
Тема 5. Передавачі з ОМ	2				4	6	4	Класичний передавач з ОМ. Односмугові передавачі для випромінювань НЗЕ й РЗЕ. Підвищення ефективності потужних ПП з ОМ.
Тема 6. Кутова модуляція (КМ)	2					2	4	Частотна й фазова модуляції. Методи отримання.
Тема 7. Передавачі з кутовою модуляцією	2				4	6	4	Модулятори КМ. Передавачі з КМ. Режим роботи й спотворення за підсиленні потужності сигналів з КМ.
Тема 8. Радіопередавачі ВЧ-діапазона різного призначення	2					2	4	Радіомовні АМ- й ЧМ-передавачі. КХ-трансивери. Особливості проектування проміжних каскадів.
Змістовий модуль 2. Передавачі РТС0								
Тема 9. Передавачі телевізійного мовлення	2					2	4	Передавачі аналогових станцій телевізійного мовлення. Передавачі станцій цифрового телебачення.

Тема 10. Передавачі радіорелейного й супутникового зв'язку	2					2	4	Груповий сигнал й канална передача даних. Передавачі аналогових й цифрових радіорелейних ліній. Передавачі супутникового зв'язку.
Тема 11. Додавання потужностей сигналів НВЧ-генераторів	1					1	4	Додавання й поділ потужностей. Трансформаторна схема й багатополюсна схеми. Додавання потужностей у просторі. Устрій фазообертача.
Тема 12. Передавачі бездротових інтерфейсів зв'язку	2				2	4	4	Мікросхеми (МС) фізичного рівня: МС радіоканалу, трансивери. Контролери фізичного рівня. Протоколи високого й низького рівнів.
Тема 13. Вступ до стандарту цифрового радіомовлення DRM	2					2	4	Структура передавальної частини системи DRM. Кодування цифрових даних.
Тема 14. OFDM у DRM	2					2	4	Режими й структура передачі. Завадозахищеність системи із структурою OFDM-символів. Структура OFDM-фрейму. Спільна передача аналого-цифрових даних.
Тема 15. MPEG-4 у DRM	2					2	4	Обмеження смуги звукового сигналу за кодування. Алгоритми SBR, CELP, HVXC.

Тема 16. Перетворення даних й кодування каналів передачі DRM	2					2	4	Квадратурна амплітудна модуляція (КАМ) й завадостійкий згортковий код. Підансамблі сигналів М-КАМ. Скремблювання. Мультиплексування даних й захист від помилок. Схеми кодування.
Усього годин	28					14	42	63
Курсове проектування								45
Усього годин	58					28	86	184

Стратегія оцінювання	Вага, %	Термін	Критерії оцінювання
поточне оцінювання	60	впродовж	теоретичний звіт за усіма темами
захист лабораторних робіт	40	семестру	захист лабораторних робіт

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для іспиту, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
1-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Автор	Рік видання	Назва	інформація про видання	Видавництво / онлайн доступ
Обов'язкова література				
Кабак В.С.	2016	Схемотехніка сучасних синтезаторів частот	навчальний посібник	Запоріжжя: ЗНТУ
Под ред. Шахгильдяна В.В.	2003	Радиопередающие устройства	учебник для ВУЗов	М.: Радио и связь http://publ.lib.ru/ARCHIVES/SH/SHAHGIL%27DYAN_Vagan_Vaganov_ich/Shahgil'dyan_V.V..._Radioperedayusche_ustroystva.(2003).[djv-fax].zip

Под ред. Шахгильдяна В.В.	2000	Проектирование радиопередатчиков	учебник для ВУЗов	М.: Радио и связь http://publ.lib.ru/ARCHIVES/SH/SHAHGIL%27DYAN_Vagan_Vaganovich/Shahgil'dyan_V.V..._Proektirovanie_radiopere datchikov.(2000).[djv-fax].zip
Ильин А.Г.	2001	Устройства формирования сигналов. Часть 1. Генераторы с внешним возбуждением. Автогенераторы	учебное пособие	Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования
Бордус А.Д.	2001	Устройства формирования сигналов. Часть 2. Модуляция	учебное пособие	Томск: Томский межвузовский центр дистанционного образования
Царапкин Д.П.	2007	Устройства формирования сигналов – типовой расчёт.	методическ ое пособие	М.: Издательский дом МЭИ
Додаткова література				
Хиленко В.И., Малахов Б.М.	1991	Радиопередающие устройства	учебное пособие	М.: Радио и связь
Под ред. Кулешова В.Н. и Удалова Н.Н.	2008	Генерирование колебаний и формирование радиосигналов	учебное пособие	М.: Издательский дом МЭИ
Белов Л.А.	2005	Формирование стабильных частот и сигналов	учебное пособие	М.: Изд. центр "Академия"
Алексеев О.В.	2003	Генераторы высоких и сверхвысоких частот	учебное пособие	М.: Высш. школа
Ткачук В.М.	2015	Радіопередавальні пристрої	навчальний посібник	Вінниця https://library.kre.dp.ua/Books/2-4kurs/Радіопередавальні_пристрої/Ткачук_Радіопередавальні_пристрої_2015.pdf