



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



# Пристрої генерування і формування сигналів

### Шифр та назва спеціальності

105 Прикладна фізика та наноматеріали

### Інститут

ННІ Комп'ютерного моделювання, прикладної фізики та математики

### Освітня програма

Прикладна фізика та наноматеріали для енергетики, медицини, радіоелектроніки та телекомунікацій

### Кафедра

Радіоелектроніка (164)

### Рівень освіти

Бакалавр

### Тип дисципліни

Вибіркова

### Семестр

7

### Мова викладання

Українська

## Викладачі, розробники



### Брезгунов Олександр Володимирович

[oleksandr.brezgunov@kphi.edu.ua](mailto:oleksandr.brezgunov@kphi.edu.ua)

Кандидат технічних наук, старший викладач. Сфера наукових інтересів: завадостійкість систем зв'язку, завадостійкий прийом сигналів, кількість публікацій - понад 60. Викладає курси: "Пристрої прийому сигналів", "Пристрої генерування і формування сигналів", "Телекомунікаційні системи".

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Розглядаються основні положення побудови радіопередавальних пристроїв. Основні розділи: генератор з зовнішнім збудженням; автогенератор; схеми генераторів з зовнішнім збудженням; радіопередавачі з амплітудною модуляцією; радіопередавачі з кутовою модуляцією; передавачі радіотехнічних систем.

### Мета та цілі дисципліни

Формування цілісного уявлення про радіопередавальні пристрої, що входять до складу систем радіо і телевізійного мовлення, радіозв'язку, радіолокації і радіонавігації, радіотелеметрії та радіокерування, сучасних телекомунікаційних систем.

### Формат занять

Лекції, практичні заняття, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

### Компетентності

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК02. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК05. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.  
ЗК06. Здатність до проведення досліджень на відповідному рівні  
ЗК07. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.  
СК02. Здатність брати участь у плануванні і виконанні експериментів та лабораторних досліджень властивостей фізичних систем, фізичних явищ і процесів, обробленні й презентації їхніх результатів.  
СК05. Здатність до постійного розвитку компетентностей у сфері прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.  
СК07. Здатність використовувати методи і засоби теоретичного дослідження та математичного моделювання в професійній діяльності.

### **Результати навчання**

Р03. Здатність брати участь у виготовленні експериментальних зразків, інших об'єктів дослідження.  
Р05. Вибирати ефективні методи та інструментальні засоби проведення досліджень у галузі прикладної фізики  
Р06. Відшуковувати необхідну науково-технічну інформацію в науковій літературі, електронних базах, інших джерелах, оцінювати надійність та релевантність інформації.  
Р11. Знати цілі сталого розвитку та можливості своєї професійної сфери для їх досягнення, в тому числі в Україні.

### **Обсяг дисципліни**

Загальний обсяг дисципліни 180 год. (6 кредитів ECTS): лекції – 48 год., практичні заняття - 16 год., лабораторні роботи – 16 год., самостійна робота – 100 год.

### **Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)**

Для успішного проходження курсу необхідно мати знання та практичні навички з наступних дисциплін: "Вища математика", "Фізика", "Радіотехнічні кола і сигнали", "Напівпровідникова і оптична електроніка", "Аналогова електроніка", "Цифрова електроніка".

### **Особливості дисципліни, методи та технології навчання**

Технології навчання: структурно-логічні (поетапна організація системи навчання), інтеграційні (забезпечують інтеграцію міжпредметних знань і вмінь) інформаційно-комп'ютерні (пошук інформації в мережах).

## **Програма навчальної дисципліни**

### **Теми лекційних занять**

#### **Тема 1. Генератор з зовнішнім збудженням.**

Вступ. Класифікація і загальна структура радіопередавальних пристроїв. Основні електричні показники радіопередавачів. Види модуляції. Основні структурні схеми радіопередавачів. Особливості генераторів з зовнішнім збудженням принцип роботи, основні показники. Режими АЕ. Класифікація підсилювачів. Схеми генераторів з зовнішнім збудженням. Гармонічні компоненти вихідного струму активного елемента; коефіцієнти Берга. Залежність коливальної потужності та К.К.Д. генератора від кута відсічки. Баланс потужностей генератора з зовнішнім збудженням. Навантажувальні характеристики генератора; умови існування граничного режиму АЕ. Ключові режими роботи активних елементів. Ключовий генератор з формуючою лінією. Визначення класу роботи підсилювачів по куту відсічки і рівню вхідного сигналу, параметру вихідного навантаження.

#### **Тема 2. Автогенератор**

Автогенератор: рівняння стаціонарного режиму; визначення амплітуди і частоти коливаний АГ. Схеми автогенераторів; кола живлення АГ. Нестабільність частоти АГ; вплив дестабілізуючих факторів на частоту автогенератора. Резонатори автогенераторів. Методи стабілізації частоти автогенераторів.

#### **Тема 3. Схеми генераторів з зовнішнім збудженням**

### Схеми послідовного і паралельного живлення вхідних і вихідних кіл підсилювачів потужності.

Схеми вузькосмугових та широкосмугових кіл узгодження опорів генератора і навантаження, смугові фільтри. Схеми додавання потужностей генераторів: паралельні, двотактні, мостові. Квадратурні мостові схеми додавання потужностей генераторів. Імпульсні модулятори з частковим і повним розрядом накопичувача енергії.

### Тема 4. Радіопередавачі з амплітудною модуляцією.

Амплітудна модуляція: статичні та динамічні модуляційні характеристики; енергетичні режими активного елементу. Амплітудна модуляція, що здійснюється зміною напруги зміщення (базова АМ): схема, модуляційні характеристики. Підсилення АМ коливань: Схема, динамічна характеристика модулятора, модуляційні характеристики. Амплітудна модуляція зміною напруги живлення (колекторна АМ): схема, модуляційні характеристики. Подвійна АМ. Односмугова модуляція: часова і векторна діаграми; схеми, діаграма перетворення спектра у односмуговому модуляторі.

### Тема № 5. Радіопередавачі з кутовою модуляцією.

Кутова модуляція: основні визначення, принципи побудови ЧМ і ФМ модуляторів; статичні та динамічні модуляційні характеристики. Спектри сигналів з ЧМ і ФМ. Схеми фазової модуляції. Схеми частотної модуляції. Опосередкований метод частотної модуляції. Прямий метод частотної модуляції. Частотний модулятор на варикапі: зв'язок частоти АГ і ємності варикапа. Використання множення і перетворення частоти у передавачах з ЧМ.

### Тема № 6. Передавачі радіотехнічних систем.

Характеристики передавачів цифрового зв'язку. Цифрова модуляція, маніпуляція. Відносна фазова маніпуляція: векторні діаграми, структурні схеми фазових маніпуляторів. Квадратурна АМ (КАМ, QAM). Схеми цифрових квадратурних модуляторів.

## Теми практичних занять

### Тема 1. Генератор з зовнішнім збудженням

Загальна структурна схема підсилювача потужності. Статичні ВАХ АЕ та їх апроксимація. Динамічна ВАХ АЕ. Навантаження генераторів: резонансні системи, широкосмугові кола. Фільтрація гармонік вихідною резонансною системою генератора.

### Тема 2. Автогенератор

Кварцова стабілізація частоти автогенератора; схеми кварцових автогенераторів.

### Тема 3. Схеми генераторів з зовнішнім збудженням

Схеми послідовного і паралельного живлення вхідних і вихідних кіл підсилювачів потужності. Схеми вузькосмугових та широкосмугових кіл узгодження опорів генератора і навантаження, смугові фільтри. Схеми додавання потужностей генераторів: паралельні, двотактні, мостові. Квадратурні мостові схеми додавання потужностей генераторів. Імпульсні модулятори з частковим і повним розрядом накопичувача енергії.

### Тема 1- 3.

Контрольна робота № 1.

### Тема 4. Радіопередавачі з амплітудною модуляцією.

Схеми амплітудних модуляторів.

### Тема № 5. Радіопередавачі з кутовою модуляцією.

Методи стабілізації середньої частоти при ЧМ. Схема с послідовним підключенням варикапів к кварцовому резонатору. Методи корекції модуляційних характеристик

### Тема № 6. Передавачі радіотехнічних систем.

Технологія OFDM. Формування сигналів OFDM.

### Тема №4-6.

Контрольна робота № 2.

## Теми лабораторних робіт

### Тема 1. Генератор з зовнішнім збудженням

Дослідження режимів роботи генератора з зовнішнім збудженням на біполярному транзисторі (лабораторне обладнання).

### Тема 2. Автогенератор

Дослідження нестабільності частоти транзисторного автогенератора (лабораторне обладнання).

### Тема 3. Схеми генераторів з зовнішнім збудженням

Дослідження кін узгодження в транзисторному генераторі з зовнішнім збудженням (лабораторне обладнання).

**Тема 4. Радіопередавачі з амплітудною модуляцією.**

Дослідження колекторної АМ змінуванням напруги живлення у транзисторному генераторі (лабораторне обладнання).

**Тема № 5. Радіопередавачі з кутовою модуляцією.**

Дослідження квадратурного модулятора (лабораторне обладнання).

### **Самостійна робота**

Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях:

- радіопередавачі систем SDR, DRM;
- радіопередавачі систем CDMA;
- конструкції потужних підсилювачів;
- прямий цифровий синтез частоти;
- непрямий цифровий синтез частоти;
- сучасні резонатори, та схеми з їх використанням;
- сучасні частотні фільтри;
- системи стиску аудіосигналів.

Перевірка та оцінка здійснюється на практичних заняттях.

КП - захист з представленням роботи.

### **Література та навчальні матеріали**

1. Довгий С.О., Воробієнко П.П., Гуляєв К.Д. Сучасні телекомунікації: Мережі, технології, безпека, економіка, регулювання. – Видання друге (доповнене). – / За загальною ред. Довгого С.О. — К.: «Азимут-Україна». – 2013. – 608 с.
2. Радіопередавальні пристрої : навчальний посібник / В. М. Ткачук, С. М. Цирульник, Т. А. Петренко. – Вінниця : Т. П. Барановська, 2015. – 188 с.
3. Єлізаренко А. О. Елементи радіоприймальних пристроїв: Конспект лекцій. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – 43 с.
4. Пристрої генерування та формування радіосигналів: навч. посібник [електронне видання] / О.В. Андреев, В.В. Ципоренко, В.Г. Ципоренко, І.І. Полещук – Житомир: ЖДТУ, 2018. – 138 с.
5. Приймання та оброблення сигналів : навчальний посібник / О. М. Шинкарук, В. І. Правда, Ю. М. Бойко. – Хмельницький : ХНУ, 2013. – 365 с.
6. Гайдук О. В. та ін. Радіотелекомунікаційні технології: Радіопередавальні та радіоприймальні пристрої. - Ніжин: ТОВ "Видавництво "АспектПоліграф", 2007. - 320 с.

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді екзамену, або поточного (рейтингового) оцінювання. Рейтингове оцінювання формується з результатів накопичення балів отриманих студентом під час виконання практичної, теоретичної та самостійної роботи

ЛР(30 балів) + ПЗ,СР(15 балів) + КМ1(15 балів)+  
+КМ2(15 балів)+ КП(25)=Екз(100 балів)

Екзамен: письмове завдання (2 запитання з теорії + розв'язання задачі) та усна доповідь (після захисту КП).

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

### Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

### Погодження

Силабус погоджено



Завідувач кафедри  
Наталія КУЗЬМЕНКО



Гарант ОП  
Сергій КОЗЛОВ