

Робоча програма Основи радіолокації для студентів
(назва навчальної дисципліни)

спеціальності 173 – Авіоніка

освітня програма (спеціалізація) Електротехнічні комплекси та системи літальних апаратів

(назва освітньої програми (спеціалізації))

„___” _____ 2020 року - ___ с.

Розробники: Морщавка С.В., завідувач кафедри радіотехніки та телекомунікацій, к.т.н., доцент
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри Радіотехніки та телекомунікацій

Протокол від “___” _____ 2020 року № ___

Завідувач кафедри Радіотехніка та телекомунікація

(найменування кафедри)

«___» _____ 20___ року _____ (Морщавка С.В.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено науково-методичною комісією ЕТФ факультету Електротехнічний

(найменування факультету)

Протокол від “_17_” вересня _____ 2020 року №_1_

«_17_» вересня 20 20 року Голова _____ (Антонов М.Л.)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Узгоджено групою забезпечення освітньої програми*

«___» _____ 20___ року Керівник групи _____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)

*Якщо дисципліна викладається невипусковою кафедрою

1 Опис навчальної дисципліни

| Найменування показників | Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень | Характеристика навчальної дисципліни | |
|--|---|--------------------------------------|-----------------------|
| | | денна форма навчання | заочна форма навчання |
| Кількість кредитів – 4 | Галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації | вибіркова | |
| Змістових модулів – 2 | Спеціальність 173 "Авіоніка" ОПП "Електротехнічні комплекси та системи літальних апаратів" | Рік підготовки: | |
| Індивідуальне науково-дослідне завдання – | | 3-й | 3-й |
| Загальна кількість годин – 120 | | Семестр | |
| | | 6-й | 6-й |
| Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 7,8 | Освітній ступінь: Другий (магістерський) | Лекції | |
| | | 14 год. | 6 год. |
| | | Практичні, семінарські | |
| | | 0 год. | 0 год. |
| | | Лабораторні | |
| | | 30 год. | 4 год. |
| | | Самостійна робота | |
| 76 год. | 110 год. | | |
| Індивідуальні завдання: | | | |
| - | | | |
| Вид контролю: іспит | | | |

Примітка:

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 44/76;

для заочної форми навчання – 10/110.

2 Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета викладання дисципліни

"Основи радіолокації" – дисципліна, яка дозволяє навчити студентів системному мисленню за проектування складних радіолокаційних систем. Дисципліна викладається на третьому курсі за підготовки фахівців за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти.

Мета викладання дисципліни полягає у формуванні у фахівця зважених підходів до вибору алгоритмів формування та обробки сигналів, способу та темпу огляду простору, способу виміру координат, технічних рішень щодо забезпечення заводо захищеності, надійності та мобільності складних радіотехнічних систем.

Задачі вивчення дисципліни

Задачами дисципліни є:

- вивчення принципів роботи та побудови РЛС, можливих алгоритмів обробки радіолокаційних сигналів, методів виявлення цілей та вимірювання їх координат;
- формування навичок щодо вибору компромісних технічних розв'язків за проектування підсистем для виконання вимог технічного завдання на радіолокаційну систему в цілому у межах критерію "ефективність-вартість";
- освоєння методик розрахунків параметрів та характеристик основних підсистем РЛС з урахуванням системних обмежень, зокрема антенної системи, чутливості приймального пристрою, потужності передавача тощо з метою забезпечення зони виявлення, вимірювання координат та супроводження радіолокаційних цілей згідно вимог технічного завдання на систему в цілому.

У підсумку вивчення навчальної дисципліни, студент мусить отримати

загальні компетентності:

- здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК 5);
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 1);
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК 4);

фахові компетентності:

- здатність описувати і використовувати сучасні технології виготовлення систем авіоніки (ФК 8);
- здатність оцінювати технічні і економічні характеристики систем та пристроїв авіоніки (ФК 9);
- здатність прогнозувати зміни в технологіях та параметрах радіотехнічних систем та їх складових, використовуючи рекомендації і стандарти, світову наукову та технічну літературу;
- здатність обґрунтовувати прийняті рішення, ефективно працювати автономно та у складі колективу (ФК 10);
- здатність до критичного аналізу, оцінки і синтезу нових та складних ідей;
- дослідження теоретичних і експериментальних моделей об'єктів

професійної діяльності;

- вміння здійснювати постановку та проведення експериментів за заданою методикою;
- здатність проводити аналіз результатів експериментів, здійснювати вибір оптимальних рішень, готувати і складати звіти.

Очікувані програмні результати навчання

Формування у фахівця зважених підходів до вибору алгоритмів формування та обробки сигналів, способу та темпу огляду простору, способу вимірювання координат, технічних розв'язків щодо забезпечення заводозахисності, надійності та мобільності складних радіотехнічних систем.

3 Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Фізичні основи радіолокації

Тема 1. Фізичні основи дистанційного зондування простору. Узагальнені структурні схеми, принцип дії та призначення (умови застосування) неперервних й імпульсних (когерентних та некогерентних) РЛС. Когерентний й некогерентний прийом. Основне рівняння локації у вільному просторі й з урахуванням впливу Землі.

Тема 2. Виявлювачі. Ймовірність вірного виявлення й хибних тривог. Переваги й недоліки найпростішого виявлювача корисних сигналів. Стабілізація рівня хибних тривог за дальністю. "Сліпі" швидкості. Поняття селекції рухомих об'єктів. Вобуляція періоду повторення імпульсів зондування. Дискретне перетворення Фур'є як спосіб спектрального аналізу.

Тема 3. Спектральний аналіз методом перетворення Фур'є. Вагові вікна для дискретного перетворення Фур'є. Місце розташування й призначення дискретного перетворення Фур'є у каналі первинної обробки радіолокаційної інформації РЛС. Швидке перетворення Фур'є. Швидкісна характеристика виявлення РЛС. Стабілізація рівня хибних тривог за радіальною швидкістю.

Тема 4. Радіолокаційні завади. Радіолокаційні завади природного й штучного походжень. Спектральні характеристики й спектральні портрети сигналів та завад за зондування простими сигналами. Дальність радіолокаційного виявлення в умовах впливу завад. Дальність дії метеорадіолокатора. Переваги й недоліки застосування різних типів діаграм спрямованості антен РЛС для виявлення цілей в умовах впливу завад.

Тема 5. Методи заводозахисту РЛС. Оптимальний прийом за небілої завади. Оптимальна фільтрація. Автокомпенсатори активних й пасивних завад. Додаткові канали прийому. Пристрої бланкування імпульсних завад.

Тема 6. Вимірювання координат цілей. Принцип визначення координат цілей. Способи однозначного й неоднозначного вимірювання дальності. Методи вимірювання азимуту, висоти й радіальної швидкості польоту цілі. Уточнення координат цілей.

Тема 7. Радіолокаційні сигнали. Складні сигнали у радіолокації: мета, типи, принципи обробки. Функції невизначеності. Похибки вимірювання

координат й параметрів руху цілі. Критерії вибору типів радіолокаційних сигналів.

Тема 8. Потужність передавача РЛС. Імпульсна потужність передавача РЛС. Шпаруватість імпульсів зондування. Середня потужність імпульсного передавача. "Мертва" зона РЛС: причини виникнення й способи зменшення.

Змістовий модуль 2. Фахові питання радіолокації

Тема 9. Сучасні методи спектрального аналізу. Засади ґратчастої фільтрації. Засади авторегресійного спектрального оцінювання.

Тема 10. РЛС з синтезованою апертурою. Картографування. Методи синтезу апертури. Вплив швидкості руху носія синтезованої апертури на точність визначення координат й параметрів руху цілі.

Тема 11. Гідролокація. Особливості радіолокації над водневою поверхнею. Гідролокаційне зондування дна. Гідролокаційні цілі й завади.

Тема 12. Методи зондування космосу. Методи зондування космосу. Радіооптичні методи обробки інформації за дослідження космічного простору. Активне теплове зондування ґрунту малих небесних тіл.

4 Структура навчальної дисципліни

| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|--------------|----|----|-----|------|--------------|--------------|----|----|-----|------|
| | денна форма | | | | | | заочна форма | | | | | |
| | разом | у тому числі | | | | | разом | у тому числі | | | | |
| | | лк | пр | лб | інд | с.р. | | лк | пр | лб | інд | с.р. |
| Змістовий модуль 1. Фізичні основи радіолокації | | | | | | | | | | | | |
| Тема 1. Фізичні основи дистанційного зондування простору | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 10,5 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 10 |
| Тема 2. Виявлювачі | 15 | 2 | 0 | 7 | 0 | 6 | 11,5 | 0,5 | 0 | 1 | 0 | 10 |
| Тема 3. Спектральний аналіз методом перетворення Фур'є | 17 | 2 | 0 | 9 | 0 | 6 | 10,5 | 0,5 | 0 | 1 | 0 | 9 |
| Тема 4. Радіолокаційні завади | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 9,5 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| Тема 5. Методи завадозахисту РЛС | 14 | 1 | 0 | 7 | 0 | 6 | 10,5 | 0,5 | 0 | 1 | 0 | 9 |
| Тема 6. Вимірювання координат цілей | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 9,5 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 9 |
| Тема 7. Радіолокаційні сигнали | 14 | 1 | 0 | 7 | 0 | 6 | 10,5 | 0,5 | 0 | 1 | 0 | 9 |
| Тема 8. Імпульсна потужність передавача | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 6 | 9,5 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 9 |

| Назви змістових модулів і тем | Кількість годин | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------|--------------|----------|-----------|----------|-----------|--------------|--------------|----------|----------|----------|------------|--|
| | денна форма | | | | | | заочна форма | | | | | | |
| | разом | у тому числі | | | | | разом | у тому числі | | | | | |
| | | лк | пр | лб | інд | с.р. | | лк | пр | лб | інд | с.р. | |
| РЛС | | | | | | | | | | | | | |
| Змістовий модуль 2. Фізичні основи радіолокації | | | | | | | | | | | | | |
| Тема 9. Сучасні методи спектрального аналізу | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 | 9,5 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 9 | |
| Тема 10. РЛС з синтезованою апертурою | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 | 9,5 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 9 | |
| Тема 11. Гідролокація | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 | 9,5 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 9 | |
| Тема 12. Методи зондування космосу | 8 | 1 | 0 | 0 | 0 | 7 | 9,5 | 0,5 | 0 | 0 | 0 | 9 | |
| Разом | 120 | 14 | 0 | 30 | 0 | 76 | 120 | 6 | 0 | 4 | 0 | 110 | |

5 Теми лабораторних занять

| № з/п | Назва теми | Кількість годин |
|-------|---|-----------------|
| 1 | Цифрові доплерівські фільтри | 6 |
| 2 | ФКМ-сигнал | 6 |
| 3 | ЛЧМ-сигнал | 6 |
| 4 | Виявлювач радіолокаційних сигналів зі стабілізацією рівня хибних тривог | 6 |
| 5 | Автокомпенсатор активних завад | 6 |
| | Разом | 30 |

6 Методи навчання

Поєднання (різною мірою) пасивного, активного і інтерактивного методів на лекційних, практичних і лабораторних заняттях, на консультаціях по курсовому проектуванню.

7 Очікувані результати навчання з дисципліни

РН 1 Адаптуватися до змін технологій професійної діяльності, прогнозувати їх вплив на кінцевий результат.

РН 2 Автономно отримувати нові знання в своїй предметній та суміжних областях з різних джерел для ефективного розв'язання спеціалізованих задач професійної діяльності

РН 3 Відповідально та кваліфіковано ставити та вирішувати задачі, пов'язані зі створенням приладів і систем авіоніки

PH 4 Розуміти стан і перспективи розвитку предметної області

PH 11 Розробляти технічні вимоги до систем та пристроїв авіоніки; здійснювати проектування систем та пристроїв авіоніки з урахуванням вимог замовника та нормативно-технічної документації.

PH 12 Аналізувати, розраховувати та проектувати електричні та електронні системи авіоніки.

PH 14 Застосовувати сучасні інформаційні технології для забезпечення функціонування літальних апаратів та наземних комплексів

PH 16 Вміти описувати інформаційні процеси, пов'язані з авіонікою, аналізувати їх завадостійкість.

PH 17 Вміти створювати радіоелектронну апаратуру та прилади літальних апаратів і наземних комплексів із використанням систем автоматизованого проектування

Формування у фахівця зважених підходів до вибору алгоритмів формування та обробки сигналів, способу та темпу огляду простору, способу виміру координат, технічних рішень щодо забезпечення заводо захищеності, надійності та мобільності складних радіотехнічних систем.

8 Методи контролю

Поточний, рубіжний, семестровий контроль (з урахуванням відвідування, виконання і захисту лабораторних робіт, тестування за складання іспиту).

9 Критерії оцінювання

Приклад для іспиту

| Поточне тестування та самостійна робота | | | | | | | | | | | | Сума |
|---|----|----|----|----|----|---------------------|----|----|----|----|-----|------|
| Змістовий модуль №1 | | | | | | Змістовий модуль №2 | | | | | | |
| T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 | T7 | T8 | T9 | T10 | 100 |
| 9 | 9 | 9 | 9 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | |

T1, T2, ..., T12 – теми змістових модулів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

| 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 | | |
| 60-69 | E | задовільно | не зараховано з можливістю повторного складання |
| 35-59 | FX | незадовільно з можливістю повторного складання | |
| 1-34 | F | незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни | не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни |

13 Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до лабораторної роботи "Цифрові доплерівські фільтри з малим рівнем бокових пелюстків" з дисципліни "Теорія і проектування радіотехнічних систем" для студентів спеціальності 173 "Авіоніка" ОПП "Електротехнічні комплекси та системи літальних апаратів" всіх форм навчання / Укл.: М.П. Чорнобородов, Д.М. Піза. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 27 с.

2. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи "ФКМ-сигнал" [Текст] / Укладач: М.П. Чорнобородов. – Запоріжжя, ЗНТУ, 2014.

3. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни "Теорія і проектування радіотехнічних систем" для студентів спеціальності 173 "Авіоніка" всіх форм навчання. Лабораторна робота "Виявлювач радіолокаційних сигналів зі стабілізацією рівня хибних тривоги" / Укл.: М.П. Чорнобородов, Д.М. Піза. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2018. – 26 с.

4. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи "Дослідження підсистеми захисту радарів від активних шумових завад" [Текст] / Укладачі: Д.М. Піза, О.П. Залевський. – Запоріжжя, ЗНТУ, 2014.

5. Методичні вказівки до виконання лабораторної роботи "Засоби відображення інформації в РЛС" [Текст] / Укладачі: О.П. Залевський, Д.М. Піза. – Запоріжжя, ЗНТУ, 2014.

6. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни "Теорія і проектування радіотехнічних систем" для студентів спеціальності 173 "Авіоніка" ОПП "Електротехнічні комплекси та системи літальних апаратів" усіх форм навчання: Лабораторна робота "Автокомпенсатор активних завад" / Укл.: Д.М. Піза, М.П. Чорнобородов – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019, – 17 с.

14 Рекомендована література

основна:

1. Піза Д.М. Теорія і проектування радіолокаційних систем навчальний посібник [Текст] / Д.М. Піза, Б.М. Бондарев. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2019. – 82 с.

2. Ситнік О. В. Радіотехнічні системи : навч. посібник [Текст] / О. В. Ситнік, В. М. Карташов. – Харків : СМІТ, 2009. – 448 с.

3. Радиоэлектронные системы: Основы построения и теория. Справочник [Текст] / Под ред. Я.Д. Ширмана. - М.: Радиотехника, 2007. – 512 с.

4. Бакулев П.А. Радиолокационные системы. Учебник для ВУЗов [Текст]. - М.: Радиотехника, 2004. – 320 с.

5. Финкельштейн М.И. Основы радиолокации. Учебник для ВУЗов [Текст]. - М.: Радио и связь, 1983. – 536 с.

додаткова:

6. Чердынцев В.А. Радиотехнические системы [Текст] / В.А. Чердынцев, Б.А. Чернышов. – Минск: Высшая школа, 1998. – 370 с.

7. Финкельштейн М.И. Подповерхностная радиолокация [Текст] / М. И. Финкельштейн, В. И. Карпухин, В. А. Кутев, В. Н. Метелкин; Под ред.

М. И. Финкельштейна. - М.: Радио и связь, 1994. – 216 с.