

ПРОГРАМА  
для складання вступного іспиту за спеціальністю  
172 Електронні комунікації та радіотехніка  
до очної ад'юнктури  
Харківського національного університету Повітряних Сил  
імені Івана Кожедуба

Програма складена в обсязі програми вищої освіти магістра за спеціальністю 172 Електронні комунікації та радіотехніка.

1 Спеціальні розділи вищої математики

1.1 Границя функції. Неперервність функцій. Похідна та диференціал

Границя функції. Основні теореми про границі. Визначення та геометричне значення похідної. Диференційованість функцій. Диференціал. Геометричне значення диференціалу. Похідні різних порядків. Диференціали різних порядків. Рівняння похідної і нормалі.

1.2 Комплексні числа

Комплексні числа та основні дії над ними. Формула Ейлера. Показникова форма комплексного числа.

1.3 Функції декількох змінних

Часткові похідні функцій декількох змінних. Похідна складної функції. Повна похідна. Повний диференціал складної функції. Часткові похідні різних порядків. Похідна за напрямком. Градієнт.

1.4 Невизначений та визначений інтеграли

Первісна. Невизначений інтеграл та його властивості. Визначений інтеграл та його основні властивості. Обчислення визначеного інтегралу. Заміна змінної у визначеному інтегралі. Інтегрування по частинам. Наближене обчислення визначених інтегралів.

1.5. Диференціальні рівняння. Диференціальні рівняння першого порядку (загальні поняття). Однорідні диференціальні рівняння першого порядку. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку. Диференціальні рівняння вищих порядків (загальні поняття). Неоднорідні лінійні рівняння другого порядку. Неоднорідні лінійні рівняння вищих порядків. Системи диференціальних рівнянь.

1.6 Кратні, криволінійні інтеграли та інтеграли по поверхні

Подвійний інтеграл. Обчислення площі і об'єму за допомогою подвійних інтегралів. Криволінійний та поверхневий інтеграли.

1.7 Ряди

Ряд. Сума ряду. Ряди із комплексними членами. Визначення ряду Фур'є. Приклади розкладання функцій у ряди Фур'є. Ряд Фур'є у комплексній формі.

1.8 Операційне числення

Початкова функція та її зображення. Властивість лінійності зображення. Теорема зміщення. Диференціювання зображення. Зображення похідних. Теореми розкладання, згортання та запізнення.

### 1.9 Теорія імовірності і математична статистика

Закони розподілу випадкових величин та їх характеристики (моменти). Визначення і властивості багатовимірного нормального закону. Визначення нормального випадкового процесу. Векторний нормальний процес. Властивості нормального процесу. Проходження нормального процесу через лінійну систему.

Перевірка статистичних гіпотез. Прості і складні гіпотези. Поняття критерію. Помилки першого і другого роду. Рівень значущості критерію. Оптимальний критерій. Критерії згоди. Точкові оцінки параметрів розподілів. Оптимальні незміщені оцінки. Метод найбільшої правдоподібності. Лінія регресії. Рекурентне оцінювання за методом найменших квадратів. Оцінювання за допомогою довірчих інтервалів.

## 2 Передавальні, приймальні і антенні пристрої радіоелектронних систем

Особливості побудови багатокаскадних радіопередавальних пристроїв. Способи і пристрої формування складних сигналів.

Варіанти побудови вхідних кіл сучасних приймальних пристроїв.

Підсилювачі високої частоти надвисокочастотного діапазону (регенеративні підсилювачі, напівпровідникові параметричні підсилювачі електронно-променеві параметричні підсилювачі, підсилювачі на тунельних діодах).

Застосування мікропроцесорів для контролю і управління роботою приймачів.

Дзеркальні антени сучасних радіоелектронних систем. Антенні решітки з електричним керуванням положенням діаграми спрямованості. Фазове і частотне сканування.

## 3 Класифікація, основні завдання та принципи побудови радіоелектронних систем

### 3.1 Загальні відомості

Хвилі, що застосовуються у радіоелектроніці. Класифікація радіоелектронних засобів і систем.

Радіолокаційні засоби, комплекси та системи. Види радіолокації. Класифікація радіолокаційних засобів, комплексів та систем.

Навігаційні радіоелектронні системи. Їх класифікація. Глобальні навігаційні супутникові системи.

Радіоелектронні системи передачі інформації, канали, тракти, системи передавання даних і зв'язку.

Повідомлення, інформація, сигнал. Перетворення, кодування та модуляція сигналів (повідомлень).

Дискретизація неперервних сигналів у часовій та частотній областях. Квантування за рівнем. Дискретні фільтри у часовій області. Швидке перетворення Фур'є.

### 3.2 Принципи побудови радіоелектронних систем

#### 3.2.1 За напрямком радіолокації

Основи теорії побудови пристроїв виявлення радіолокаційних сигналів. Показники якості виявлення радіолокаційних сигналів. Правило оптимального виявлення. Відношення правдоподібності. Структура оптимального виявлювача. Алгоритми і схеми пристроїв оптимальної обробки дискретизованого сигналу з цілком відомими параметрами. Алгоритми оптимальної обробки аналогових сигналів з відомими параметрами при одноканальному і багатоканальному прийманні. Показники якості і криві виявлення когерентних сигналів. Приклади практичної реалізації виявлювачів радіолокаційних сигналів у сучасних радіолокаторах.

Основи теорії побудови пристроїв вимірювання інформативних параметрів прийнятих радіолокаційних сигналів. Вимірювачі дальності та радіальної швидкості цілей. Приклади практичної реалізації вимірювачів дальності та радіальної швидкості у сучасних радіолокаторах. Потенційні точності поточного вимірювання дальності та радіальної швидкості. Вимірювачі кутових координат. Потенційні точності поточного вимірювання кутових координат. Приклади практичної реалізації вимірювачів кутових координат у сучасних радіолокаторах.

Вторинне випромінювання повітряних цілей. Методи математичного і фізичного моделювання характеристик радіолокаційного розсіювання повітряних цілей.

Алгоритми адаптивної обробки сигналу на фоні активних маскувальних перешкод при багатоканальному прийманні. Приклади практичної реалізації пристроїв (алгоритмів) захисту від активних маскувальних перешкод. Методи виділення сигналів цілей на фоні пасивних маскувальних перешкод. Приклади практичної реалізації пристроїв (алгоритмів) захисту від пасивних маскувальних перешкод.

Методи радіолокаційного розпізнавання повітряних цілей.

#### 3.2.2 За напрямком електронних комунікаційних систем

Шумоподібні сигнали та їх застосування у системах зв'язку. Завадостійкість систем передачі неперервних повідомлень. Кількісне визначення інформації. Поняття пропускнуєї спроможності каналу. Основи теорії кодування. Коди, що виявляють та виправляють помилки. Статистичні критерії приймання сигналу. Критерій максимальної правдоподібності.

Еталонна семирівнева модель взаємодії відкритих систем.

Цифрові методи передачі неперервних сигналів. Модуляція (маніпуляція) QAM, QPSK, BPSK, GMSK, OFDM, N-OFDM, SEFDM. Системи зв'язку з MIMO (визначення, загальні принципи функціонування). Системи зв'язку з OFDM (визначення, загальні принципи функціонування). Особливості побудови передавальних та приймальних пристроїв для систем зв'язку з сучасними видами модуляції (маніпуляції).

## ЛІТЕРАТУРА

До розділу 1 (“Спеціальні розділи вищої математики”)

1. Спеціальні глави вищої математики / О. К. Фурсенко, Є. О. Михайлов, З. Ю. Літвіна, О. Г. Марченко. – Х. : ХУПС, 2014. – 340 с.
2. Теорія ймовірностей: теорія, задачі, розв’язання : навчально-методичний посібник / О. К. Фурсенко, Є. О. Михайлов, Н. В. Лемешева. – Х.: ХНУПС, 2017. – 120 с.
3. Фурсенко О.К. Прикладна математика / О. К. Фурсенко, В. П. Похальчук. – Х. : ХУПС, 2010. – 57 с.
4. Военно-технические вопросы высшей математики и математические основы военной кибернетики / С. И. Гринберг, Л. И. Иванова, И. М. Сливняк, И. В. Сухаревский ; под ред. И. В. Сухаревского. – Х. : ВИРТА, 1979. – 383 с.
5. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления для втузов, т. 1 : учебное пособие для втузов / Н. С. Пискунов. – М. : Наука, 1985. – 432 с.
6. Пискунов Н. С. Дифференциальное и интегральное исчисления для втузов, т. 2 : учебное пособие для втузов / Н. С. Пискунов. – М. : Наука, 1985. – 560 с.
7. Вентцель Е.С. Теория вероятностей и ее инженерные приложения / Е.С. Вентцель, Л.А. Овчаров. – М.: Высшая школа, 2000. – 480 с.

До розділу 2 (“Передавальні, приймальні і антенні пристрої радіоелектронних систем”)

1. Приймання та оброблення сигналів. Навчальний посібник. Частина 1 / І.В.Красношарпа, Д.В. Максюта, Ю. М. Седишев, О.А. Шаповалов / за загальною редакцією Ю.М. Седишева // Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, 2007. – 132 с.
2. Barton D. K. Radar System Analysis and Modeling / D. K. Barton – Norwood, USA : Artech House, Inc., 2005. – 566 p.
3. Radar Handbook / M. I. Skolnik ed. – 3<sup>d</sup> ed. – New York : McGraw-Hill, 2008. – 1348 p.
4. Engineering for Advanced Radar and Electromagnetic Spectrum Operations. New Era of Security. – USA : Keysight Technologies, 2021. – 315 p. – Режим доступу : <https://www.keysight.com/zz/en/assets/7121-1111/ebooks/Engineering-for-Advanced-Radar-and-Electromagnetic-Spectrum-Operations.pdf>.

До розділу 3 (“Класифікація, основні завдання та принципи побудови радіоелектронних систем”)

Підрозділ 3.1 (“Загальні відомості”)

1. Радіоелектронні системи: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів за напрямом підготовки „Радіотехніка” / За заг. ред. Ю.М. Седишева – Х.: ХУПС, 2010. – 300 с.

2. Цифрове оброблення сигналів : курс лекцій / Д. В. Атаманський, В. А. Таршин, К. В. Садовий – Х. : ХУПС, 2013 – 253 с.
3. Загальні поняття про сигнали та канали зв'язку. Частина 1 / Л. Н. Беркман, С. І. Отрох, С. І. Тарбаєв, Н. С. Чумак. – К. : Державний університет телекомунікацій, 2017. – 130 с.
4. Сигнали в системах телекомунікацій та методи їх обробки. Частина 2 / Л. Н. Беркман, О. Г. Варфоломеева, Н. В. Коршун, А. О. Макаренко. – К. : Державний університет телекомунікацій, 2017. – 91 с.
5. Основи статистичної теорії інформаційно-вимірювальних радіотехнічних систем : підручник / П. Ю. Костенко, С. Я. Фалькович. – Х.: ХНУПС, 2021. – 612 с.
6. Barton D. K. Radar System Analysis and Modeling / D. K. Barton – Norwood, USA : Artech House, Inc., 2005. – 566 p.
7. Радиоэлектронные системы : Основы построения и теория. Справочник / под ред. Я. Д. Ширмана. – 2-е изд. – М. : Радиотехника, 2007. – 512 с.
8. Radar Handbook / M. I. Skolnik ed. – 3<sup>d</sup> ed. – New York : McGraw-Hill, 2008. – 1348 p.

### Підрозділ 3.2 (“Принципи побудови радіоелектронних систем”)

#### Пункт 3.2.1 (“За напрямком радіолокації”)

1. Радіолокаційна системотехніка, Навчальний посібник / С. Т. Багдасарян, Ю. В. Кулявець, С. І. Шипіцин. – Харків: ХВУ, 2002. – 273 с.
2. Довідник з протиповітряної оборони / А. Я. Торопчин, І. О. Романенко, Ю. Г. Даник та ін. – К. : МО України, Х. : ХВУ, 2003. – 368 с.
3. Радіоелектронні системи: навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів за напрямом підготовки „Радіотехніка” / За заг. ред. Ю.М. Седишева – Х.: ХУПС, 2010. – 300 с.
4. Цифрове оброблення сигналів : курс лекцій / Д. В. Атаманський, В. А. Таршин, К. В. Садовий – Х. : ХУПС, 2013 – 253 с.
5. Теоретичні основи радіолокації: курс лекцій / О.Л. Кузнецов, В.А. Таршин, Д.В. Атаманський та ін. – Х.: ХУПС, 2015. – 208 с.
6. Сухаревський О. І. Довідник характеристик розсіювання повітряних та наземних радіолокаційних об'єктів / О. І. Сухаревський, В. О. Василець, С. В. Нечитайло. – Х.: ХНУПС, 2019. – 304 с.
7. Вторинне випромінювання безпілотних літальних апаратів (математичне моделювання): монографія / О. І. Сухаревський, І. В. Калужинов, В. І. Василець, Г. С. Залевський та ін. // Під ред. О. І. Сухаревського. – Х. Видавець: О. А. Мірошніченко, 2022. – 272 с.
8. Гомозов В.И. Теория и техника формирования сложных СВЧ сигналов с высокой скоростью угловой модуляции для радиотехнических систем / В.И. Гомозов. – Харьков: Издатель Шуст А.И., 2002. – 398 с.

9. Тихонов В.И. Статистический анализ и синтез радиотехнических устройств и систем / В.И. Тихонов, В.Н. Харисов. - М.: Радио и связь, 2004. - 608 с.
10. Barton D. K. Radar System Analysis and Modeling / D. K. Barton – Norwood, USA : Artech House, Inc., 2005. – 566 p.
11. Радиоэлектронные системы : Основы построения и теория. Справочник / под ред. Я. Д. Ширмана. – 2-е изд. – М. : Радиотехника, 2007. – 512 с.
12. Radar Handbook / M. I. Skolnik ed. – 3<sup>d</sup> ed. – New York : McGraw-Hill, 2008. – 1348 p.
13. Engineering for Advanced Radar and Electromagnetic Spectrum Operations. New Era of Security. – USA : Keysight Technologies, 2021. – 315 p. – Режим доступа : <https://www.keysight.com/zz/en/assets/7121-1111/ebooks/Engineering-for-Advanced-Radar-and-Electromagnetic-Spectrum-Operations.pdf>.
14. Applied Problems in the Theory of Electromagnetic Wave Scattering / S. V. Nechitaylo, V. M. Orlenko, O. I. Sukharevsky, V. A. Vasilets, G. S. Zalevsky // Sukharevsky O.I. Ed. – Bristol, UK: IOP Publishing, 2022. – 280 p.

Пункт 3.2.2 (“За напрямком електронних комунікаційних систем”)

1. Банкет В. Л. Сигнально-кодовые конструкции в телекоммуникационных системах / В. Л. Банкет. – Одесса: Фенікс, 2009. – 180 с.
2. Загальні поняття про сигнали та канали зв'язку. Частина 1 / Л. Н. Беркман, С. І. Отрох, С. І. Тарбаєв, Н. С. Чумак. – К. : Державний університет телекомунікацій, 2017. – 130 с.
3. Сигнали в системах телекомунікацій та методи їх обробки. Частина 2 / Л. Н. Беркман, О. Г. Варфоломеева, Н. В. Коршун, А. О. Макаренко. – К. : Державний університет телекомунікацій, 2017. – 91 с.
4. Основы статистичної теорії інформаційно-вимірювальних радіотехнічних систем : підручник / П. Ю. Костенко, С. Я. Фалькович. – Х.: ХНУПС, 2021. – 612 с.
5. Proakis J. G. Contemporary communication systems using Matlab / J. G. Proakis, M. Salehi. – PWS Publishing Company, 2013. – 222 p.
6. Viswanathan M. Digital Modulations using Matlab: Build Simulation Models from Scratch (Black & White edition) / M. Viswanathan. – Amazon, 2017. – 202 p.
7. MIMO-OFDM Wireless Communications with MATLAB / Y. S. Cho, J. Kim, W. Y. Yang, C. G. Kang. – Wiley, 2010. – 457 p.

ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ  
для складання вступного іспиту за спеціальністю  
172 Електронні комунікації та радіотехніка  
до очної ад'юнктури  
Харківського національного університету Повітряних Сил

1. Границя функції. Неперервність функцій. Похідна та диференціал
2. Комплексні числа та основні дії над ними. Формула Ейлера. Показникова форма комплексного числа.
3. Часткові похідні функцій декількох змінних. Похідна складної функції. Повна похідна. Часткові похідні різних порядків. Похідна за напрямком. Градієнт.
4. Невизначений та визначений інтеграли
5. Диференціальні рівняння першого порядку (загальні поняття). Однорідні диференціальні рівняння першого порядку. Лінійні диференціальні рівняння першого порядку. Диференціальні рівняння вищих порядків (загальні поняття). Неоднорідні лінійні рівняння другого порядку.
6. Подвійний інтеграл. Обчислення площі і об'єму за допомогою подвійних інтегралів. Криволінійний та поверхневий інтеграли.
7. Ряд. Сума ряду. Ряди із комплексними членами. Визначення ряду Фур'є. Приклади розкладання функцій у ряди Фур'є. Ряд Фур'є у комплексній формі.
8. Операційне числення. Початкова функція та її зображення. Властивість лінійності зображення. Теорема зміщення. Диференціювання зображення. Зображення похідних. Теореми розкладання, згортання та запізнення.
9. Закони розподілу випадкових величин та їх характеристики (моменти). Визначення і властивості багатовимірного нормального закону. Визначення нормального випадкового процесу. Векторний нормальний процес. Властивості нормального процесу.
10. Перевірка статистичних гіпотез. Прості і складні гіпотези. Поняття критерію. Помилки першого і другого роду. Рівень значущості критерію. Оптимальний критерій. Критерії згоди.
11. Точкові оцінки параметрів розподілів. Оптимальні незміщені оцінки. Метод найбільшої правдоподібності. Лінія регресії. Рекурентне оцінювання за методом найменших квадратів. Оцінювання за допомогою довірчих інтервалів.
12. Особливості побудови багатокаскадних радіопередавальних пристроїв.
13. Способи і пристрої формування складних сигналів.
14. Варіанти побудови вхідних кіл сучасних приймальних пристроїв.
15. Регенеративні підсилювачі надвисокочастотного діапазону.

16. Напівпровідникові параметричні підсилювачі надвисокочастотного діапазону.

17. Електронно-променеві параметричні підсилювачі надвисокочастотного діапазону.

18. Підсилювачі надвисокочастотного діапазону на тунельних діодах).

19. Застосування мікропроцесорів для контролю і управління роботою приймачів.

20. Дзеркальні антени сучасних радіоелектронних систем.

21. Антенні решітки з фазовим скануванням.

22. Антенні решітки з частотним скануванням.

23. Хвилі, що застосовуються у радіоелектроніці. Класифікація радіоелектронних засобів і систем.

24. Радіолокаційні засоби, комплекси та системи. Види радіолокації. Класифікація радіолокаційних засобів, комплексів та систем.

25. Навігаційні радіоелектронні системи. Їх класифікація. Глобальні навігаційні супутникові системи.

26. Радіоелектронні системи передачі інформації, канали, тракти, системи передавання даних і зв'язку.

27. Повідомлення, інформація, сигнал. Перетворення, кодування та модуляція сигналів (повідомлень).

28. Дискретизація неперервних сигналів у часовій та частотній областях. Квантування за рівнем. Дискретні фільтри у часовій області. Швидке перетворення Фур'є.

За напрямком радіолокації

29. Показники якості виявлення радіолокаційних сигналів. Правило оптимального виявлення. Відношення правдоподібності. Структура оптимального виявлювача. Криві виявлення. Приклади практичної реалізації виявлювачів радіолокаційних сигналів у сучасних радіолокаторах.

30. Алгоритми і схеми пристроїв оптимальної обробки дискретизованого сигналу з цілком відомими параметрами.

31. Алгоритми оптимальної обробки аналогових сигналів з відомими параметрами при одноканальному і багатоканальному прийманні.

32. Принципи побудови вимірювачів дальності та радіальної швидкості цілей. Приклади практичної реалізації вимірювачів дальності та радіальної швидкості у сучасних радіолокаторах. Потенційні точності поточного вимірювання дальності та радіальної швидкості.

33. Вимірювачі кутових координат. Потенційні точності поточного вимірювання кутових координат. Приклади практичної реалізації вимірювачів кутових координат у сучасних радіолокаторах.

34. Вторинне випромінювання повітряних цілей. Методи математичного і фізичного моделювання характеристик радіолокаційного розсіювання повітряних цілей.



35. Алгоритми адаптивної обробки сигналу на фоні активних маскувальних перешкод при багатоканальному прийманні. Приклади практичної реалізації пристроїв (алгоритмів) захисту від активних маскувальних перешкод.

36. Методи виділення сигналів цілей на фоні пасивних маскувальних перешкод. Приклади практичної реалізації пристроїв (алгоритмів) захисту від пасивних маскувальних перешкод.

37. Методи радіолокаційного розпізнавання повітряних цілей.

За напрямком електронних комунікаційних систем

38. Шумоподібні сигнали та їх застосування у системах зв'язку.

39. Завадостійкість систем передачі неперервних повідомлень.

40. Кількісне визначення інформації. Поняття пропускну́ї спроможності каналу.

41. Основи теорії кодування. Коди, що виявляють та виправляють помилки.

42. Статистичні критерії приймання сигналу. Критерій максимальної правдоподібності.

43. Еталонна семирівнева модель взаємодії відкритих систем.

44. Цифрові методи передачі неперервних сигналів. Модуляція (маніпуляція) QAM, QPSK, BPSK, GMSK, OFDM, N-OFDM, SEFDM.

45. Системи зв'язку з MIMO (визначення, загальні принципи функціонування).

46. Системи зв'язку з OFDM (визначення, загальні принципи функціонування).

47. Особливості побудови передавальних та приймальних пристроїв для систем зв'язку з сучасними видами модуляції (маніпуляції).