

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Голова приймальної комісії  
Національного аерокосмічного  
університету ім. М.Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

 М.В. Нечипорук

«  » 2021 р.

**ПРОГРАМА  
ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

для здобуття освітнього ступеня доктора філософії  
за освітньо-науковою програмою  
зі спеціальності

**172 «Телекомунікації та радіотехніка»**

(код та найменування)

(освітньо-наукова програма Телекомунікації та радіотехніка)  
(найменування)

**у 2021 році**

Харків  
2021

## ВСТУП

Вступне випробування для здобуття освітнього ступеня доктора філософії за освітньо-науковою програмою спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка»

(код та найменування)

(освітньо-наукова програма Телекомунікації та радіотехніка)

(найменування)

відбувається відповідно до «Правил прийому на навчання до Національного аерокосмічного університету імені М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» в 2021 році» у формі індивідуального письмового фахового іспиту, який приймає фахова екзаменаційна комісія з певної спеціальності (освітньої програми), склад якої затверджується наказом ректора Університету.

До фахового іспиту входять питання за темами:

1. СИГНАЛИ І ПРОЦЕСИ В РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ.
  - 1.1. Теорія сигналів.
  - 1.2. Теорія кіл.
  - 1.3. Дискретні і цифрові радіотехнічні системи.
2. СТАТИЧТИЧНА ТЕОРІЯ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ.
  - 2.1. Основи теорії виявлення сигналів.
  - 2.2. Теорія оптимальної фільтрації
  - 2.3. Теорія розрізнення сигналів.
  - 2.4. Теорія роздільності сигналів.
  - 2.5. Теорія оптимальної фільтрації.
3. ТРАКТИ ПЕРЕДАЧІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ЕНЕРГІЇ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ.
  - 3.1. Питання загальної теорії НВЧ.
  - 3.2. Напрямні хвилі та пристрої НВЧ.
  - 3.3. Антенні пристрої.
4. ОСНОВИ ТЕОРІЇ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ.
  - 4.1. Фізичні основи радіолокації і радіонавігації.
  - 4.2. Вимірювачі дальності, швидкості, такутових координат в РЛС і РНС.
  - 4.3. Фазовані антенні ґрати в кутомірних системах.
  - 4.4. Методи захисту від завад в РЛС і РНС.
  - 4.5. Методи пасивної радіолокації.
  - 4.6. Керовані об'єкти і особливості систем радіо керування.
  - 4.7. Космічні радіотехнічні комплекси.
5. ОСНОВИ ТЕОРІЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ!
  - 5.1. Теорія інформації.
  - 5.2. Передача інформації по каналах зв'язку.
  - 5.3. Загальні відомості про радіотехнічні системи передачі інформації.
  - 5.4. Системи передачі дискретних повідомлень.
  - 5.5. Системи передачі неперервних повідомлень.

Перелік питань за темами наведених у програмі.

### Критерії оцінювання знань

1. Результат фахового іспиту визначається за шкалою від 100 до 200 балів.

2. Екзаменаційний білет складається з трьох питань.

Результат фахового іспиту розраховується за формулою:

$80+k*n$ , де  $k$  – кількість балів за правильну відповідь на питання,  $n$  – кількість правильних відповідей).

3. Якщо вступник отримав менше ніж 100 балів, то вважається що він не склав іспит і до участі в конкурсі не допускається.

## Питання за розділами та темами

### 1. СИГНАЛИ І ПРОЦЕСИ В РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

#### 1.1 Теорія сигналів

Зображення сигналів за допомогою ортогональних функцій. Спектри сигналів. Перетворення Фур'є. Радіосигнали, види модуляції. Частотні спектри радіосигналів. Випадкові процеси та їх зображення. Дискретне перетворення Фур'є. Дискретизація і відновлення неперервних сигналів. Швидкі алгоритми перетворень, швидке перетворення Фур'є.

#### 1.2 Теорія кіл

Моделі радіотехнічних кіл і пристроїв. Лінійні кола. Методи аналізу стаціонарних і перехідних режимів. Кола і пристрої зі змінними параметрами. Параметричне підсилення, перетворення і генерація сигналів. Нелінійні кола і пристрої та методи їх аналізу. Вплив детермінованих і випадкових сигналів на нелінійні пристрої. Перетворення сигналів і завад при детектуванні. Радіотехнічні системи слідкуючого типу. Статистична динаміка слідкуючих систем. Синтез радіотехнічних кіл і систем.

#### 1.3 Дискретні і цифрові радіотехнічні системи

Методи аналізу і синтезу дискретних і цифрових радіотехнічних систем. Цифрові перетворення і фільтрація сигналів. Моделювання кіл, пристроїв і систем. Математичне моделювання неперервних і дискретних процесів. Числові методи моделювання на ЕОМ.

### 2. СТАТИСТИЧНА ТЕОРІЯ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

#### 2.1 Основи теорії виявлення сигналів

Апріорні та апостеріорні вірогідності сигналу. Критерії виявлення сигналів. Виявлення сигналу з повністю відомими параметрами, з випадковими амплітудою та начальною фазою. Кореляційні схеми оптимальних приймачів.

#### 2.2 Теорія розрізнення сигналів

Правило рішення та вирішуюча схема. Вірогідність помилок і потенціальна завадостійкість при бінарному коді. Вибір найкращого типу сигналу. Пропускна спроможність бінарного каналу.

#### 2.3 Теорія роздільності сигналів

Критерій роздільності. Роздільність радіолокаційних сигналів. Функція невизначеності. Тіла невизначеності радіоімпульсу та когерентної пачки радіоімпульсів. Стиснення імпульсів. Використання радіоімпульсів з лінійною частотною модуляцією та фазоманіпульсованих імпульсів. Шумоподібні сигнали та їх якості.

## 2.4 Теорія оптимальної фільтрації

Використання лінійних фільтрів для побудови оптимальних фільтрів. Імпульсна та частота характеристики оптимального фільтра. Співвідношення сигнал-шум. Квазіоптимальні фільтри. Оптимальна лінійна фільтрація в дискретних динамічних системах. Нелінійна фільтрація. Структурні схеми і характеристики радіотехнічних пристроїв оптимальної нелінійної фільтрації.

## 3. ТРАКТИ ПЕРЕДАЧІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ЕНЕРГІЇ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ

### 3.1 Питання загальної теорії НВЧ

Енергія електромагнітного поля. Вільні електромагнітні хвилі як розв'язання однорідних рівнянь електродинаміки в різних системах координат. Падіння плоскої хвилі на плоску межу розподілу однорідних середовищ. Скін-ефект, рефракція в неоднорідних середовищах. Поширення радіохвиль у природних умовах. Випромінювання електромагнітних хвиль. Елементарні випромінювачі. Близня і дальня зони

### 3.2 Напрямні хвилі та пристрої НВЧ

Типи напрямних систем. Особливості конструювання ліній передачі різних типів. Електромагнітні резонатори. Теорія кіл НВЧ. Взаємні і невзаємні пристрої НВЧ. Елементи пристроїв НВЧ. Принципи побудови і методи проектування приймально-передавальних пристроїв НВЧ. Активні НВЧ мікроелектронні пристрої. Потужні НВЧ пристрої на вакуумних приладах.

### 3.3 Антенні пристрої

Елементи теорії антен. Приймальна і передавальна антени, їх параметри і характеристики, теорема взаємності. Антена в реальних умовах. Вплив амплітудно-фазових характеристик і конфігурації апертури на основні параметри антен. Типи антен і їх реалізація в різних діапазонах хвиль. Тракткування дзеркальних, рупорних, лінзових та інших антен як апертурних. Система одно типових випромінювачів. Теорема перемноження діаграм. Багатоеlementні антени, взаємодія елементів. Фазовані антенні решітки (ФАР). Способи сканування променем. Синтезовані апертури.

## 4. ОСНОВИ ТЕОРІЇ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИТЕМ

### 4.1 Фізичні основи радіолокації і радіонавігації.

Методи визначення координат об'єктів. Характеристики радіолокаційних цілей. Далекосяжність радіолокації. Класифікація РЛС.

### 4.2 Вимірювачі дальності і швидкості в РЛС і РИС

Методи вимірювання дальності і швидкості. Стежні вимірювачі дальності і швидкості. Цифрові вимірювачі дальності в імпульсних РЛС і РНС. Доплерівський вимірювач швидкості і кута знесення повітряного судна.

#### 4.3 Вимірювачі кутових координат в РЛС і РНС

Методи вимірювання кутових координат. Стежні вимірювачі кутових координат.

#### 4.4 Фазовані антенні ґрати в кутомірних системах.

Синтезування розкриву при боковому обзори.

4.5 Методи захисту від завад в РЛС і РНС. Загальні відомості про методи захисту від завад. Селекція рухомих цілей. Компенсація завад.

#### 4.6 Методи пасивної радіолокації

Загальні відомості про методи захисту від завад. Селекція рухомих цілей. Компенсація завад.

#### 4.7 Керовані об'єкти і особливості систем радіокерування.

Класифікація систем радіо керування. Системи радіотеленаведення. Системи самонаведення. Системи командного радіо керування. Системи автономного радіо керування.

#### 4.8 Космічні радіотехнічні комплекси.

Організація космічних радіотехнічних комплексів. Супутникові радіонавігаційні комплекси.

### **5. ОСНОВИ ТЕОРІЇ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ!**

#### 5.1 Теорія інформації

Кількість інформації та її міра. Ентропія як міра невизначеності. Кількість інформації при передачі дискретних сигналів за умови завад. Ентропія безперервних розподілів.

#### 5.2 Передача інформації по каналах зв'язку

Передача інформації по каналах з завадами. Канал для передачі дискретних сигналів за умови відсутності завад. Пропускна спроможність дискретного каналу зв'язку без завад. Швидкість передачі інформації по дискретному каналу зв'язку за умови завад. Надмірність та її кількісне визначення. Кодування повідомлень. Перша теорема Шеннона о кодування за умови відсутності завад. Теорема Шеннона об оптимальному кодуванні за умови завад. Пропускна спроможність безперервних сигналів.

#### 5.3 Загальні відомості про радіотехнічні системи передачі інформації

Характеристика і класифікація. Основні положення РТС П. Інформаційні характеристики РТС П.

#### 5.4 Системи передачі дискретних повідомлень

Вибір сигналів в системах передачі дискретних повідомлень. Способи приймання двійкових сигналів у каналах з постійними параметрами. Приймання сигналів у каналах з постійними параметрами. Приймання сигналів у каналах з випадковими параметрами. Кодування у системах передачі дискретних повідомлень.

#### 5.5 Системи передачі неперервних повідомлень

Вибір сигналів у системах передачі неперервних повідомлень. Методи приймання повідомлень. Системи з імпульсною модуляцією. Цифрові методи передачі і приймання неперервних повідомлень.

### Література

1. Гоноровский И.С. Радиотехнические цепи и сигналы. - М.: Сов. Радио, 1977.
2. Баскаков С.И. Радиотехнические цепи и сигналы - М.: Высшая школа, 2002. - 448с.
3. Волощук Ю.І. Сигнали та процеси у радіотехніці: підручник для студентів: у 4 т.: гриф МОН України. - Х.: Компанія СМІТ, 2005.
4. Ивашко А.В., Методы и алгоритмы цифровой обработки сигналов: учеб, пособие для студентов вузов: гриф МОН Украины. Харьков: НТУ "ХПИ", 2005.
5. А.Б. Сергиенко. Цифровая обработка сигналов. Учебник для вузов. 2002.
6. В. Бондарев, Г. Трестер, В. Чернега. Цифровая обработка сигналов: методы и средства. Учебник для вузов 2001.
7. Э. Айфичер, Б. Джервис. Цифровая обработка сигналов. Практический подход. М.: Издательский дом "Вильямс", 2004.
8. Рабинер П., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. - М.: Мир, 1978.
9. Основы статистической теории радиотехнических систем / С.Е. Фалькович, П.Ю. Костенко. - Учеб. Пособие. - Харьков: Нац. аэрокосми. ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2005. - 390 с.
10. Тихонов В.И. Статистическая радиотехника. Оптимальный прием сигналов. - М.: Радио и связь, 1982.
12. Фалькович С.Е., Хомяков Э.Н. Статистическая теория измерительных радиосистем. -М.Радио и связь, 1981.
13. Караваев В.В., Сазонов В.В. Статистическая теория пассивной радиолокации. М.: Радио и связь, 1989.
14. М.Волосюк В.К., Статистическая теория радиотехнических систем дистанционного зондирования и радиолокации, М.: Физматлит, 2008
15. Марков Г.Т., Сазонов Д.М. Антенны. -М.: Энергия, 1975.
16. Никольский В.В. Электродинамика и распространение радиоволн. - М.: Наука, 1973.
17. Альтман Дж. Устройства СВЧ. - М.: Мир, 1968.
18. Радиотехнические системы: Учеб. Для вузов по спец. «Радиотехника» / Ю.П. Гришин, В.П. Ипатов, Ю.М. Казаринов и др.; Под ред. Ю.М. Казаринова. - М.: Высш. шк., 1990. - 496с.: ил.
19. Сосулин Ю.Г., Теоретические основы радиолокации и радионавигации: Учеб. Пособие для вузов. - М.: Радио и связь, 1992. - 304 с.: ил.

20. Спутниковые системы координатно-временного обеспечения неподвижных потребителей / Э.Н. Хомяков, Е.Э. Наумова, С.Г. Шаповалов, Д.В. Трикоз. - Учеб. Пособие. - Харьков; Над. Аэрокосмический ун-т «Харьк. авиац. ин-т», 2000.- 109 с.
21. Бакулев П.А. Радиолокационные системы. Учебник Для вузов. - М.: Радиотехника, 2004, 320с., ил.
22. Чердынцев В.А. радиотехнический системы: Учебник для ВУЗов. - Минск: Высшая школа, 1988. - 369 с.
23. Авиационные систем! радиоправления: в 3т./Меркулов В.И., Дрогалин В.В., Канащенков А.И., Чернов В.С. и др.; под ред. А.И. Канащенкова, В.И. Меркулова, - М.: Радиотехника 2003.
24. Голдман С. Теория информации. М.: 1957
25. Финк Л.М. Теория передачи дискретных сообщений. 2-е изд., переработанное, дополненное. -М.: Сов. Радио, 1970. -728 с.
26. Основы теории передачи информации. Ч. 2. Помехоустойчивое кодирование / В.И. Шульгин.-Учеб, пособие. - Харьков: Нац. аэрокосм, ун-т « Харьк. авиац. ин-т » , 2003.
27. Кларк Дж., Кейн Дж. Кодирование с исправлением ошибок в системах цифровой связи. - М.: Радио и связь, 1987.

Гарант освітньо-наукової програми Телекомунікації та радіотехніка

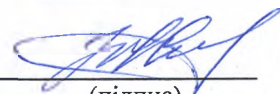
  
(підпис)

В.В. Лукін  
(ініціали та прізвище)

Програму розглянуто й узгоджено на випусковій кафедрі аерокосмічних радіоелектронних систем

Протокол № 6 від «29» січня 2021 р.

Завідувач кафедри 501

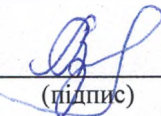
  
(підпис)

С.С. Жила  
(ініціали та прізвище)

Програму розглянуто й узгоджено на випусковій кафедрі інформаційно-комунікаційних технологій імені О.О. Зеленського

Протокол № 6 від «21» січня 2021 р.

Завідувач кафедри 504

  
(підпис)

В.В. Лукін  
(ініціали та прізвище)

ПОГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи  
університету



В. В. Павліков

Завідувач відділу  
аспірантури і докторантури



В. Б. Селевко