

## **ФОНД КВАЛІФІКАЦІЙНИХ ЗАВДАНЬ**

з дисципліни:

“Системи бездротового широкосмугового доступу”

Київ - 2015

**Державний комітет зв'язку та інформатизації України**  
**Міністерство освіти і науки України**  
**Державний університет телекомунікацій**

**Затверджую**

Декан факультету телекомунікацій

Коршун Н.В.,

„ ”

2015 року

### **ФОНД КВАЛІФІКАЦІЙНИХ ЗАВДАНЬ**

з дисципліни Системи радіорелейного та супутни-  
кового зв'язку  
напряму підготовки 0907 Радіотехніка  
освітньо-кваліфікаційного рівня – бакалавр

**Програму рекомендовано**

**Узгоджено з кафедрою РТЛ**

Завідуючий кафедрою Сайко В. Г.

Київ – 2015

## **I. ПРЕДМЕТ, МЕТА ТА ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ**

### **Предметом навчальної дисципліни є:**

Загальні принципи побудови, логічної та фізичної структури бездротових систем передачі інформації, включаючи персональні системи (стандарти Bluetooth, IEEE 802.15.1 (3,3a,4), локальні бездротові системи (стандарти IEEE 802.11 та DECT), регіональні системи стандарту ширококуткового мовлення IEEE 802.16, стільникові телефонні мережі, системи цифрового теле- та радіомовлення, супутникові системи та оптичні атмосферні системи зв'язку.

Принципи побудови та реалізації антенних систем ширококуткових систем зв'язку. Основи розробки та принципи функціонування smart-антен та технології MIMO, що базуються на них та зложені в основу ширококуткових стандартів IEEE 802.11n та IEEE 802.16-2004. Новітні технології побудови ширококуткових бездротових мереж з використанням висотних платформ.

Способи забезпечення безпеки бездротових мереж. Основні етапи побудови мереж бездротового доступу. Огляд радіообладнання бездротового зв'язку.

### **Метою вивчення навчальної дисципліни є:**

Загальні принципи побудови, логічної та фізичної структури бездротових систем передачі інформації, включаючи персональні системи (стандарти Bluetooth, IEEE 802.15.1 (3,3a,4), локальні бездротові системи (стандарти IEEE 802.11 та DECT), регіональні системи стандарту ширококуткового мовлення IEEE 802.16, стільникові телефонні мережі, системи цифрового теле- та радіомовлення, супутникові системи та оптичні атмосферні системи зв'язку.

Принципи побудови та реалізації антенних систем ширококуткових систем зв'язку. Основи розробки та принципи функціонування smart-антен та технології MIMO, що базуються на них та зложені в основу ширококуткових стандартів IEEE 802.11n та IEEE 802.16-2004. Новітні технології побудови ширококуткових бездротових мереж з використанням висотних платформ.

Способи забезпечення безпеки бездротових мереж. Основні етапи побудови мереж бездротового доступу. Огляд радіообладнання бездротового зв'язку.

**Завданнями навчальної дисципліни є формування наступних умінь:**

- аналізувати структуру побудови та технічні характеристики бездротових широкосмугових систем передачі інформації; оцінювати та оптимізувати пропускну здатність бездротової мережі; розраховувати необхідний частотний ресурс для мереж WiMAX;
- добирати програмно-технічні засоби комплектації широкосмугових бездротових мереж (високошвидкісні радіомодеми, керовані антенні пристрої і т.д.) вітчизняного та зарубіжного виробництва; вміти оцінювати ефективність та економічно та оперативно проектувати телекомунікаційні інфраструктури під керівництвом протоколів IEEE 802.11(16); самостійно опанувати новітні бездротові широкосмугові технології систем зв'язку.

## II. СИСТЕМА НАВЧАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

### МОДУЛЬ 1

№ з/п	Найменування навчального елементу	Група навчального елементу
1.	перспективи розвитку систем та мереж широкосмугового бездротового доступу	Явище
2.	Технологія побудови бездротових мереж широкосмугового доступу	Явище
3.	Основи теорії широкосмугової передачі. Системуляції та сигнально-кодові конструкції	Явище
4.	Персональні бездротові мережі (стандарты Bluetooth, Home RF, IEEE 802.15.3(4))	Явище
5	Бездротові локальні мережі (DECT IEEE 802.11)	Явище
6	Регіональні мережі широкосмугового бездротового доступу сімейства стандартів IEEE 802.16(WiMAX)	Явище
7	Перспективні стандарти бездротового доступу.	Явище
8	Надширокосмугові технології в системах радіодоступу.	Явище
9	Супутникові, стратосферні системи широко-	Явище

	смугового доступу. Оптичні атмосферні лінії зв'язку та мережі	
10	Класифікація та характеристики мереж бездротового доступу.	Явище
11	Основні технології широкосмугового бездротового доступу.	Явище
12	Методи доступу до середовища в бездротових мережах	Явище
13	Сучасні тенденції розвитку послуг стандартів 3G, 4G, Wi-Fi, WiMAX.	Явище
14	Технологія побудови глобальних мереж сімейства стандартів IEEE 802.16.	Явище
15	Архітектура та технічні засоби бездротових регіональних мереж	Явище
16	Практичні аспекти впровадження широкосмугових бездротових технологій.	Явище
17	Основні етапи побудови мереж бездротового доступу.	Явище
18	Основи частотно-територіального планування мереж бездротового доступу.	Явище
19	Електромагнітна сумісність радіоелектронних засобів систем та мереж радіодоступу	Явище
20	Модуляція як перенос сигналу по спектру.	Явище
21	Дискретна модуляція.	Явище
22	Сигнально-кодові конструкції в гаусовому каналі.	Явище
23	Опис блокових та згорткових сигнально кодових конструкції в Гаусовому каналі.	Явище
24	Створення та розвинення основних стандартів персональних мереж бездротового доступу.	Явище
25	Технічні аспекти побудови та функціонування мереж технології Bluetooth	Явище
26	Структура пристроїв для систем Bluetooth.	Явище
27	Високошвидкісні персональні мережі	Явище
28	Специфікація стандарту 802.15.3(3a).	Явище
29	Основні принципи IEEE 802.11. MAC-рівень стандарту.	Явище
30	Фізичний рівень стандарту IEEE 802.11b	Явище
31	Апаратна реалізація стандарту.	Явище
32	Особливості стандартів IEEE 802.11a та IEEE 802.11g	Явище
33	Діаграма мережі WiMAX.	Явище
34	Список 6 головних застосувань технології	Явище

	<b>WiMAX.</b>	
35	Опис відбиття частотного регулювання на конфігурації мережі.	Явище
36	Фізичне обладнання базової станції на прикладі устаткування WaveIP	Явище

## МОДУЛЬ 2

№ з/п	Найменування навчального елементу	Група навчального елементу
20.	Мережі широкосмугового доступу під керуванням IEEE 802.16-2004	Явище
21	Фізичний рівень стандарту IEEE 802.16-2004.	Явище
22.	MAC-рівень IEEE 802.16.	Явище
22.1	Режим WirelessMAN-SC та WirelessMAN-OFDM	
22.2	Підтримка адаптивних антенних систем.	
22.3	Особливості реалізації апаратури стандарту IEEE 802.16-2004	
22.4	Обладнання базової станції BreezeMAX. Базова станція High Density та її основні модулі.	
22.5	Обладнання базової станції BreezeMAX.	
23	Технічні можливості та перспективи системи WiBro.	Явище
24	Технологія мобільного широкосмугового бездротового доступу Flash OFDM (стандарт IEEE 802.20).	Явище
24.1.	Функціональні можливості систем Flash OFDM.	Явище

25	Історія розвитку надширокосмугових технологій.	
26.	Властивості надширокосмугових сигналів.	Явище
27	Генерація коротких електромагнітних імпульсів.	Явище
28	Особливості прийому надширокосмугових сигналів.	Явище
29	Методи множинного доступу в супутникових системах зв'язку.	Явище
30	Технології висотних платформ.	Явище
31	Український проект системи зв'язку на основі безпілотної системи „Фаетон”.	Явище
32	Бездротові мережі на основі прив'язних аеростатів.	Явище
33	Основи вибору раціональних технічних рішень на базі технологій радіодоступу.	Явище
34	Оглядовий аналіз характеристик широкосмугових безпроводних технологій та мобільних систем зв'язку.	Явище
35	Основні принципи конвергенції широкосмугових бездротових технологій та мобільних систем зв'язку.	Явище
36	Особливості впровадження систем стільникового зв'язку 3-го покоління в Україні	Явище
37	Аналіз пропускної здатності радіоканалів технологій широкосмугового бездротового радіодоступу.	Явище
38		Явище
39		Явище
40		Явище
41		Явище
42		Явище
43		Явище
44		Явище
45		Явище
46		Явище
47		Явище
48		Явище
49		Явище
50		Явище
51		Явище
52		Явище

53		Явище
54		Явище
55		Явище
56		Явище
57		Явище
58		Явище
59		Явище
60		Явище
61		Явище
62		Явище
63		Явище
64		Явище
65		Явище
66		Явище
67		Явище

### **III. КВАЛІФІКАЦІЙНІ ЗАВДАННЯ**

#### **МОДУЛЬ I**

##### **КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №1**

(Навчальний елемент – передача інформації)

1. Канал зв'язку, канал передачі даних. В чому різниця?
2. В чому полягає відмінність між передачею інформаційного потоку в аналоговому форматі передачею в цифровому форматі?
3. Різниця в складі каналів зв'язку та передачі даних.

##### **Ситуаційний тест**

Різниця в використанні частотного ресурсу в каналах зв'язку та передачі даних.

##### **КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №2**

(Навчальний елемент – передача інформації)

1. Процедури обробки при передачі та прийманні інформації
2. Суть завадостійкості та завадозахищеності каналів зв'язку та передачі даних.



3. Методи підвищення завадостійкості в каналі при передачі інформації в цифровому та аналоговому форматах.

### **Ситуаційний тест**

Що представляє собою лінія передачі? Чим відрізняється від каналу передачі?

### **КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №3**

(Навчальний елемент – передача інформації)

1. Процедури, що виконуються в бітовому потоці до його використання в якості модулюючого фактору.
2. Перестановка та скремблювання в бітовому потоці
3. Потреба в процедурах перестановки та скремблювання

### **Ситуаційний тест**

Вплив процедур перестановки та скремблювання на параметри бітового потоку.

### **КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №4**

(Навчальний елемент – передача інформації, модуляція в каналах РРЛ)

1. Види модуляції, що використовуються в РРЛ
2. Параметри різних видів модуляції
3. Спектральна та енергетична ефективність різних видів модуляції

### **Ситуаційний тест**

Вирахувати різницю в спектральній ефективності модуляцій QPSK, ФМ-8, КАМ-16, КАМ-64

### **КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №5**

(Навчальний елемент – передача інформації, модуляція в каналах РРЛ)

1. Вплив виду модуляції на енергетичну ефективність каналу зв'язку.

2. Енергетична ефективність каналу зв'язку. Залежність її від структури та побудови інформаційного потоку в каналі зв'язку.

3. Енергія на біт. Що визначає і на що впливає.

#### **Ситуаційний тест**

Оцінити енергетичну ефективність каналу зв'язку із модуляціями QPSK, ФМ-8, КАМ-16, КАМ-64

### **КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №6**

(Навчальний елемент – передача інформації, модуляція в каналах РРЛ)

1. Залежність частотної смуги в потоці на трасі розповсюдження від символної швидкості.

2. Зв'язок смуги, що зайнята потоком із позиційністю модуляції.

3. Одношарова та двохшарова модуляція в каналі передачі.

#### **Ситуаційний тест**

Розрахувати смугу символного потоку: швидкість символного потоку – 100Мбіт/с, модуляція КАМ-64, скруглення спектру відсутнє.

### **КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №7**

(Навчальний елемент – передача інформації, модуляція в каналах РРЛ)

1. Використання скруглення спектру. Мета, достоїнства, недоліки.

2. Вплив швидкості інформаційного потоку на смугу сигналу в каналі РРЛ.

3. Вплив швидкості інформаційного потоку та його обробки на смугу сигналу в каналі РРЛ.

#### **Ситуаційний тест**

Визначити смугу, що зайнята потоком на трасі. Параметри потоку: Інформаційний потік – швидкість 100Мбіт/с, кодування каскадне – внутрішнє згорткове,  $\frac{3}{4}$ ; зовнішнє – Рида Соломона 188, 104,16. коефіцієнт округлення спектру – 0,25.

### **КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №8**

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Склад РРЛ

2. Призначення та параметри прикінцевих станцій.

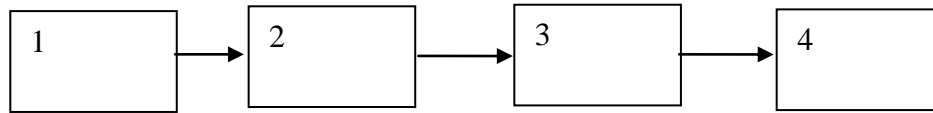
3. Призначення та параметри проміжних станцій.

4. Призначення та параметри вузлових станцій.

### Ситуаційний тест

Розрахувати відношення сигнал/шум на вході приймача прикінцевої станції РРЛ, що включає три станції

Розрахувати для тракту:



1) Значення ЕШТ входу

2) Потужність шуму на вході ( $P_{ш\_вх}$ ) в смузі 2,5МГц

3) Виразити  $P_{ш\_вх}$  в Вт, дБВт, дБм

Для значень характеристик вузлів

№ вузла	1 вузол	2 вузол	3 вузол	4 вузол
$K_{пер}$	- 0,5 дБ	20дБ	-10 дБ	30дБ
ЕШТ		100К	1500К	300К

№ вузла	1 вузол	2 вузол	3 вузол	4 вузол
$K_{пер}$	0дБ	10дБ	-10 дБ	30дБ
ЭШТ		300К	1500К	300К

№ вузла	1 вузол	2 вузол	3 вузол	4 вузол
$K_{пер}$	0 дБ	30дБ	-10 дБ	30дБ
ЕШТ		100К	2500К	500К

№ вузла	1 вузол	2 вузол	3 вузол	4 вузол
$K_{пер}$	0 дБ	20дБ	-10 дБ	30дБ
ЕШТ		500К	1500К	300К

### КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №9

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. ЕІВП передавача, Добротність приймача. Їх зв'язок із параметрами коефіцієнту підсилення антени та ЕШТ входу приймача.
2. Діаграма спрямованості антени, її зв'язок із коефіцієнтом підсилення антени.
3. Накопичування шуму при проходженні сигналу по РРЛ. Чим викликається і на що впливає?

### **Ситуаційний тест**

Визначити смугу радіосигналу на виході аналогового частотного модулятора, на вхід якого поступає сигнал телепередачі, що складається з повного колірною відеосигналу, 4-х сигналів звукового супроводу і звукового мовлення, а також пилот-сигнала (сигнал обриву ствола) на частоті 9,023 МГц. При цьому звукові сигнали передаються за допомогою тих, що частотно-модульованих, що піднесучих з девіацією частоти  $\pm 150$  КГц в діапазоні частот 7.8 МГц, а девіація частоти ТБ сигналу повним колірним відеосигналом для радіорелейних ліній не має бути більше  $\pm 4$  МГц.

### **КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №10**

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Особливості побудови РРЛ. Зигзоподібна лінія. Питання, що нею вирішуються.

1. Розповсюдження у вільному просторі і основні енергетичні співвідношення, що характеризують в цьому випадку поширення радіохвиль.

Множник послаблення (додаткові втрати) і його характеристика.

2 Явище рефракції радіохвиль і неоднорідність тропосфери. Еквівалентний радіус Землі.

3 Види рефракції радіохвиль в тропосфері. Ефективний вертикальний градієнт діелектричної проникності повітря.

Завмирання сигналу на інтервалах радіорелейних ліній. Характеристика завмирань рефракцій і завмирань із-за відображень від шаруватих неоднорідностей тропосфери.

### **Ситуаційний тест**

Визначити втрати в реальних умовах при передачі сигналу на відстані 60 км для частоти 6 ГГц, якщо додаткові втрати при передачі  $W_{\text{дод}} = 25$  дБ. Отриману величину виразити в децибелах.

**КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №11**  
(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Завмирання сигналу на інтервалах радіорелейних ліній. Характеристика завмирань рефракцій і завмирань через відбиття від шаруватих неоднорідностей тропосфери.
2. Завмирання через вплив діаграми спрямованості антен. Втрати посилення антен.
3. Завмирання через послаблення сигналу гідрометеорами. Послаблення сигналу в дощі, снігу, граді, в туманах і хмарах.

**Ситуаційний тест**

Визначити втрати в реальних умовах при передачі сигналу на відстані 25 км для частоти 2 ГГц, якщо додаткові втрати при передачі  $W_{\text{додаткові}}=25$  дБ. Отриману величину виразити в децибелах.

**КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №12**  
(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Завмирання через послаблення сигналу гідрометеорами. Послаблення сигналу в дощі, снігу, граді, в туманах і хмарах.

Ефективна довжина траси.

Завмирання із-за поглинання в газах, в піщаних і заповнених бурях.

2. Профіль, провіт і класифікація трас.

Повільні і швидкі завмирання.

Інтерференційні формули для розрахунку множника послаблення.

Коефіцієнт відображення від земної поверхні.

Частотна селективність множника послаблення.

3. Множник послаблення (додаткові втрати) і його характеристика.

Явище рефракції радіохвиль і неоднорідність тропосфери. Еквівалентний радіус Землі.

Види рефракції радіохвиль в тропосфері. Ефективний вертикальний градієнт діелектричної проникності повітря.

Завмирання сигналу на інтервалах радіорелейних ліній. Характеристика завмирань рефракцій і завмирань із-за відображень від шаруватих неоднорідностей тропосфери.

**Ситуаційний тест**

Привести визначення еквівалентного радіусу Землі. Вичислити еквівалентний радіус Землі для приморських районів України в літні місяці року. Вказати зміну траєкторії вектору Пойтинга для цього випадку.

**КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №13**  
(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Особливості енергетики супутникових радіоліній
2. Повна потужність шумів, що створюються на вході приймального обладштування телекомунікаційної системи різними джерелами.
3. Ефективна шумова температура, стандартний і ефективний коефіцієнт шуму. Повна еквівалентна шумова температура приймальної системи.

### **Ситуаційний тест**

Визначити величину просвіту  $H$ , при якому приймальна антена радіорелейної лінії зв'язку потрапляє в перший інтерференційний мінімум, якщо відомо, що відстань між передавальною і приймальною радіорелейними станціями  $R_0=38\text{км}$ , робоча частота  $7954\text{ МГц}$ , найвища точка профілю знаходиться від передавальної станції на відстані  $R_1=14\text{ км}$ .

### **КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №14**

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Еквівалентна шумова температура антени.
2. Космічне радіовипромінювання
3. Радіовипромінювання земної атмосфери з урахуванням гідрометеорів.
4. Радіовипромінювання земної поверхні і випромінювання атмосфери, відбите від Землі

### **Ситуаційний тест**

Визначити величину геометричного просвіту за відсутності рефракції для рівнинної місцевості при  $R=40\text{км}$ ,  $h_1=30\text{м}$ ,  $h_2=50\text{м}$ .

### **КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №15**

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Шумова температура антени, обумовлена омичними втратами в антені і втратами сигналу в радіо прозорому обтічнику.
2. Методика розрахунку послаблень радіосигналу в дощі.
3. Рішення при проектуванні радіорелейних ліній, що витікають з особливостей поширення радіохвиль.
4. Особливості визначення енергетичного потенціалу радіоліній.

### **Ситуаційний тест**

Визначити величину просвіту для рівнинної місцевості при стандартній рефракції для висот антен  $h_1=50\text{м}$ ,  $h_2=60\text{м}$  і довжині прольоту  $R=50\text{км}$ .

### **КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №16**

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Навести формулу кінцеве-різницевого рівняння опису ЛДС.
2. Дати визначення рекурсивних і нерекурсивних ЛДС.
3. Яким чином отримується імпульсна характеристика рекурсивної ЛДС: навести приклад.
4. Яким чином отримується імпульсна характеристика нерекурсивної ЛДС: навести приклад.
5. Яка властивість дельта-функції використовується при дискретизації безперервних сигналів ?

### **Ситуаційний тест**

Визначити сумарну напруженість поля в точці прийому за наявності ідеальної відзеркалювальної поверхні ( $\Phi=1$ ), якщо  $R=45$  км,  $h_1=35$  м,  $h_2=45$  м,  $E_{\text{пр}}=6$  мкВ/м і  $F=5$  ГГц. Рефракція відсутня. Кривизну земної поверхні не враховувати. Зрушення фаз в точці відображення вважати рівним  $\pi$ .

### **КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №17**

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Дати два визначення лінійних дискретних систем ЛДС.
2. Сформулювати основні властивості лінійних дискретних систем.
3. Яким образом згортка використовується при описі ЛДС.
4. Пояснити, що таке імпульсна характеристика ЛДС.
5. Що таке передатна функція ЛДС?

#### **і. Ситуаційний тест**

Для ізотропної передавальної антени, що випромінює потужність  $P_p$  і вільного простору без втрат вивести формулу для щільності потоку потужності через одиничну площадку на відстані  $r$  від передавальної антени.

### **КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №18**

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Надійність радіорелейних систем передачі. Чому залишковий коефіцієнт помилок по бітах (residual bit error ratio, RBER) характеризує рівень прийнятих рішень схемо технічних рішень?
2. Порівняльна характеристика радіорелейних станцій PDH і SDH ієрархії.
3. Вибір плану частот для радіорелейних систем передачі.

#### **Ситуаційний тест**

Визначити коефіцієнт підсилення круглої дзеркальної антени на частоті 6 ГГц при КВП  $k_{\text{вп}}=0,6$  для діаметрів апертури згідно таблиці.

d, м	1,5	2,4	4,8	7	12
------	-----	-----	-----	---	----

G, дБ					
-------	--	--	--	--	--

**КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №19**  
(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Завдання і призначення телекомунікаційних систем. Модель телекомунікаційної системи згідно Рекомендації МСЭ і її основні елементи.
2. Пропускна спроможність і завадостійка телекомунікаційних систем. Наведіть приклади.
3. Дати визначення радіосистеми передачі і привести ширину спектрів і швидкостей потоків для різних сигналів телекомунікацій.

**Ситуаційний тест**

Для систем радіозв'язку "точка-точка" (радіорелейні лінії зв'язку, міжсупутниковий зв'язок) фіксуються діаметри апертур передавальних і приймальних антен, виходячи з масогабаритних обмежень. Як змінюватиметься потужність сигналу  $P_c$ , що приймається, при переході від метрового діапазону довжин хвиль до дециметрового, сантиметрового, міліметрового і оптичного діапазонам хвиль. Як зміняться результати порівняння при обліку швидкого збільшення втрат сигналу  $L$  в дощі на частотах вище 10 ГГц?

**КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №20**  
(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Загальна схема організації радіосистем передачі.
2. Узагальнена структурна схема багатоканальної системи передачі.
3. Призначення і склад радіоствола, структурна схема ствола двосторонньої радіосистеми передачі.
4. Структурна схема ретрансляторів з виділенням і без виділення передаваних сигналів.

**Ситуаційний тест**

Для супутникової радіолінії зв'язку «Космос-земля», що працює в діапазоні 20 ГГц, побудувати залежність поглинання радіосигналу в дощі від кута місця наземної станції для інтенсивності дощу  $I=6$  мм/год.

**КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №21**  
(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)



1. Визначення, загальна структура каналу передачі сигналів і призначення його складових частин.
2. Причини спотворень сигналів в каналах передачі. Залежність завадостійкої каналу передачі від методу модуляції, методу і швидкості кодування.
3. Ідеальний радіоканал і його особливості.

### **Ситуаційний тест**

Визначити значення відстані, на якій головна пелюстка діаграми спрямованості параболічної дзеркальної антени передавача радіорелейної станції, працюючого на частоті 8680 МГц, діаметром дзеркала 0.6 м, з висотою підвісу над рівнем Землі 40 м, починає "торкатися" поверхні Землі. Кривизну поверхні Землі можна не враховувати і вважати її плоскою.

### **КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №22**

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Частота Найквіста у 2,3,10,1034 разів вище частоти найвищої гармоніки спектра сигналу (підкреслити і пояснити вірну відповідь).
2. Яким образом дискретний сигнал представляється через  $\delta$ -імпульс.
3. За формулою Котельнікова \_\_\_\_\_ (закінчити фразу).
4. Спектр окремої вибірки аналогового сигналу можна представити як \_\_\_\_\_ (закінчити фразу).
5. У чому полягає періодичність спектрів сигналів.

### **Ситуаційний тест**

Для параболічної антени з круглою формою дзеркала діаметром 0,6м визначити на середній частоті робочого діапазону 11,7-12,5 ГГц наступні параметри:

- Межу далекої зони (зони Фраунгофера)
- Межу ближньої зони (зони Релея)
- Межу зони Френеля
- Коефіцієнт посилення в головному напрямі
- Коефіцієнт посилення на межі ближньої зони.

Коефіцієнт використання поверхні апертури антени прийняти рівним 0,7 і 0,5.

### **КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №23**

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Бюджет каналу зв'язку. Можливі шляхи усунення дефіциту енергетичного бюджету.
2. Класифікація радіосистем передачі за приналежністю до різних служб радіозв'язку і за призначенням.

3. Класифікація радіосистем передачі по виду передаваних сигналів, за способом розділення каналів і по виду модуляції тієї, що несе.
4. Класифікація радіосистем передачі за пропускною спроможністю. Особливість пропускної спроможності (місткості) штучного супутника Землі.
5. Класифікація радіосистем передачі за діапазоном використовуваних радіочастот і за характером використовуваного фізичного процесу в тракці поширення радіохвиль.

### **Ситуаційний тест**

Визначити яскравісну температуру траси розповсюдження радіосигналу в дощі, якщо послаблення радіосигналу в дощі складає: а) 10дБ; б) 30 дБ.

### **КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №24**

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Визначення і характеристики, основні параметри якості телекомунікаційних каналів, систем і мереж.
2. Зміст і графік фундаментальної межі Шенона.
3. Порівняльна характеристика спектральної ефективності різних видів модуляції, використовуваних в радіорелейних і супутникових системах передачі.

### **Ситуаційний тест**

У скільки разів приймач погіршує співвідношення сигнал/шум на виході, якщо на його вході, досягши граничної чутливості, відношення сигнал/шум складає 20дБ?

### **КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №25**

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Критерії завадостійкої телекомунікаційних каналів фіксованого зв'язку.
2. Принципи завадостійкості і завадозахищеності каналу зв'язку.
3. Завадостійкість і завадозахищеність каналів зв'язку, що використовують різні типи одночастотної модуляції
4. На які процеси в каналі зв'язку впливають зовнішні і внутрішньо системні перешкоди? Фізика впливу. Оцінка впливу в каналах із завадостійким кодуванням і без кодування.

### **Ситуаційний тест**

При реконструкції тропосферної радіорелейної системи передачі антени на передачі і прийомі з посиленням по 45дБ (на частоті 4,5ГГц) були замінені на антени з посиленням 50дБ. Який сумарний виграш слід чекати від цієї заміни?

## МОДУЛЬ II

### КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №1

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Дайте характеристику критеріїв завадостійкої супутникових аналогових систем передачі з подальшим розподілом ТБ каналів безпосередньо ЧМ мовлення і цифрових систем передачі мовлення стандарту DVB - S.
2. Назвіть і поясніть критерії завадостійкої аналого-цифрових радіорелейних систем передачі (при передачі цифрового сигналу на тій, що піднесе).
3. Дайте характеристику надійності функціонування каналу зв'язку. Статистична крива відмов.

### Ситуаційний тест

Визначити смугу радіосигналу на виході аналогового частотного модулятора, на вхід якого поступає сигнал телепередачі, що складається з повного колірною відеосигналу, 4-х сигналів звукового супроводу і звукового мовлення, а також пилот-сигнала (сигнал обриву ствола) на частоті 9,023 МГц. При цьому звукові сигнали передаються за допомогою тих, що частотно-модульованих, що піднесуть з девіацією частоти  $\pm 150$  КГц в діапазоні частот 7.8 МГц, а девіація частоти ТБ сигналу повним колірним відеосигналом для радіорелейних ліній не має бути більше  $\pm 4$  МГц.

### КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №2

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Приведіть критерії надійності і порівняльну кількісну характеристику критеріїв надійності супутникових і радіорелейних систем передачі.
2. Назвіть особливості і дайте загальну характеристику радіорелейних і супутникових систем передачі.
3. Дайте пояснення побудови протяжних систем передачі.

### Ситуаційний тест

Визначити смугу частот радіосигналу на виході аналогового частотного модулятора, на вхід якого подаються 1800 телефонних каналів з граничним значенням частоти спектру 8204 КГц.

### КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №3

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

11. Принцип і структурна схема багатоствольної радіолінії зв'язку.
12. Спільна робота стволів в одній радіорелейній лінії передачі.
13. Охарактеризуйте види модуляції, вживані в радіорелейних, тропосферних і супутникових системах передачі.
14. Охарактеризуйте телевізійні канали, які організуються в супутникових системах передачі.

#### Ситуаційний тест

Знайти швидкість передачі  $R$  біт/в каналі тональної частоти для чотирьохфазної ФМ (ФМ- 4) і восьмифазною ФМ (ФМ- 8).

Заповнити таблицю:

Знайти швидкість передачі  $R$  біт/в каналі тональної частоти для чотирьохфазної ФМ (ФМ- 4) і восьмифазною ФМ (ФМ- 8).

Заповнити таблицю:

Вид фазової маніпуляції	ФМ-2	ФМ-4	ФМ-8
$F_{\text{СИМВ}}$ , Гц	2400	2400	2400
$R$ біт/с	2400		

### КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №4

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Відношення енергії на біт до спектральної потужності шуму
2. Залежність вірогідності помилки ( $P_B$ ) від  $E_b/N_o$ .
3. Що є шум; Спектральна потужність шуму –  $N_o$ ,  $Вт/Гц$ ; Абсолютна температура джерела шуму  $T$  ( $K^0$ )

#### Ситуаційний тест

При квадратурній амплітудно-фазовій модуляції (КАМ) використовуються 4 градації фази сигналу, так що утворюються два незалежні канали зв'язку, синфазний і квадратурний, в кожному з яких використовується  $L$  амплітудних значень сигналу ( $L/2$  позитивна полярність), разом  $M=L^2$ . При  $L=2$  отримуємо відому ФМ- 4.

Вимагається визначити швидкість передачі в каналі тональної частоти відповідно до пропонованої таблиці для модуляції методом КАМ.

Число амплітудних рівнів (L) сигналу КАМ	2	4	8	16	32	64	128
Єсимв, Гц	2400	2400	2400	2400	2400	2400	2400
Число біт на один символ, $\log M$							
R, біт/с							

### КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №5

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Що є енергія та потужність? Відмінність між ними.
2. Що таке Гаусова завада в каналі зв'язку?
3. Визначення шумової температури (ЕШТ) на вході тракту, що складається із n вузлів.
4. Якими параметрами оцінюються спотворення в каналі зв'язку.

#### Ситуаційний тест

За наявності в каналі зв'язку білого шуму гауса чи можлива передача цифрових співвідношень без помилок? Якщо так, то з якою швидкістю передачі інформації?

### КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №6

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Рекурсивні кінцево-різницеві рівняння описують \_\_\_\_\_ (закінчити) ЛДС, КІХ-фільтров, гармонійних коректорів, БІХ-фільтрів, спектр гаусового імпульсу (підкреслити і пояснити).
2. Конечність імпульсної характеристик свідчить: про структуру цифрового фільтра, його порядок, виді сигналу на вході, нормованої смуги пропускання (підкреслити і пояснити).
3. Сигнал на виході КІХ-фільтра буде: закінченим, нескінченним, тим й іншим (підкреслити і пояснити).
4. Яким чином отримують передаточну функцію КІХ-фільтру.
5. Назвати переваги БІХ-фільтрів перед КІХ-фільтрами.

#### Ситуаційний тест

Визначити максимально допустиму еквівалентну шумову температуру і діаметр дзеркала параболічної антени приймача земної станції, щоб забезпечити якісний індивідуальний прийом з супутника X кольорового телевізійного сигналу з частотною модуляцією на межі зони покриття за наступних умов: частота мовлення  $F_0$  з супутника, смуга займаних сигналом частот 36 МГц, коефіцієнта посилення приймальний антена ГПР, шумовий температури антена  $T_{ша}$ , коефіцієнт корисної дії антени прийняти рівним 0.6, енергетичні втрати  $L_{еп}$ .

Тип супутника	Hot Bird , 13° ВД	Astra, 19,2° ВД
Частота мовлення, $F_0$ , ГГц	11,506 11,320 10,813	11,523; 11,494 11,259; 10,714 11,391; 11,332
Шумова температура антени, $T_{ша}$ , К	50; 100; 150	
Енергетичні витрати, $L_{еп}$ , дБ	0; 2; 4; 6; 8; 10	
Коефіцієнт підсилення приймальної антени, $G_{ПР}$ , дБ	31; 33; 35; 37	

### КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №7

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. що таке завмирання рефракцій?
2. які основні види завмирань рефракцій?
3. як впливають діаграми спрямованості антен в каналі зв'язку на завмирання на трасі поширення ?
4. вплив висоти підвісу антени на дальність обслуговування
5. вплив гідрометеорів на загасання сигналу на трасі поширення

#### Ситуаційний тест

Для однорідних супутникових систем фіксованого зв'язку з ідентичними наземними станціями супутникового зв'язку визначити мінімальний діаметр наземної станції з круглою апертурою для забезпечення необхідного відношення сигнал-перешкода за наступних умов:

- дальність зв'язку від усіх наземних станцій до супутників однакова;
- середовище поширення сигналів - без втрат;
- усі супутники різних систем супутникового зв'язку однакові і мають вузлове рознесення на геостаціонарній орбіті;
- діапазон частот  $F_0/F_1$ ;
- рівні бічних пелюсток діаграми спрямованості антени відповідають виразу

$$\left\{ \begin{array}{l} 2 + 15 \lg(d/\lambda) \\ \theta_m < \theta < 100 \lambda/d \end{array} \right.$$

$$G(\theta) \leq \begin{cases} 49 - 10\lg(d/\lambda) - 25\lg \theta & \frac{100\lambda}{d} \leq \theta \leq 48^\circ \\ 10 - 10\lg(d/\lambda) & 48^\circ \leq \theta \leq 180^\circ \end{cases}$$

де  $\theta_m$  - межа основної пелюстки діаграми спрямованості, град.  
 $(\theta_m = 70\lambda/d)$ ,  $\theta$  є кут в градусах, відлічуваний від напрямку максимуму діаграми спрямованості антени,  $\lambda$  довжина хвилі.

Кутове рознесення, $\Delta\varphi$ , град	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Діапазон частот, $F_0/F_1$ , ГГц	11(11,2-11,7)/14(14,0-14,5)			20(17,7-21,2/30(27,5-31,0))		
Кодування	Без надмірності із $h_{пор.треб}^2$		Завадостійке із забезпеченням відношення сигнал/шум $h_{треб}^2 = 6\text{дБ}$			

### КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №8

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. послаблення сигналу в тумані і хмарах
2. завмирання в запарошених бурях
3. дати визначення параметрам З і Ш у відношенні З/Ш
4. як визначається еквівалентна шумова температура входу приймального тракту?
5. визначити ЕШТ входу приймача, коефіцієнт шуму якого складає 8дБ.

### Ситуаційний тест

Для радіолінії космічної телекомунікації з робочою частотою 1 ГГц протяжністю  $R_0=40\text{млн.км}$  знайти відношення сигнал/шум на вході приймача і оцінити пропускну спроможність за наступних умов:

- потужність бортового передавача РПД, дБВт: 10; 20; 17; 13
- посилення спрямованої антени (штатна ситуація) ГПД, дБ : 23; 25; 20; 17.
- посилення ненапрямленої антени (нештатна ситуація) :  $G_{ПД} = -3\text{дБ}$
- діаметр дзеркальної параболічної антени земної станції  $D_{ПМ}$ , м : 0,6; 0,9; 1,2.
- коефіцієнт використання антени земної станції  $K_{ВП}$  : 0,6; 0,7; 0,8.
- шумова температура антени земної станції  $T_{ша}$ , До: 20; 30; 40; 50.
- вхідна ефективна шумова температура приймача  $T_{ш.эф}$ , До: 10, 30, 50.

- ефективна шумова смуга приймача, завдяки стеженню по частоті  $\Delta f_T$  кГц: 1, 2, 5.
- додаткові втрати (множник послаблення) сигналу  $V=3$ дБ.

### КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №9

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Параметри, що визначають розмір ЗО. Що таке ЕИИМ, добротність антени? У яких одиницях вимірюються?
2. розрахувати оптичну дальність при висоті підвісу передавальної антени  $H$  і приймальної антени  $h$

$H_{(м)}$	50		100		150		200	
$H_{(м)}$	0	10	0	10	0	10	0	10
$R_{(км)}$								

3. розрахувати радіовидимість в км при висоті підвісу передавальної антени

$H_{(м)}$	50		100		150		200	
$H_{(м)}$	0	10	0	10	0	10	0	10
$R_{(км)}$								

### Ситуаційний тест

Для супутникової системи  $x$  передачі мовлення стандарту DVB - S в діапазонах частот 11,7-12,5 ГГц; 10,7-11,7ГГц і 12,5-12,75 ГГц з робочою частотою  $F_0$  визначити максимально допустиму еквівалентну шумову температуру входу приймача і необхідний діаметр дзеркальної приймальної антени індивідуальної земної станції за наступних умов:

- земна приймальна станція знаходиться на краю зони обслуговування і працює при куті місця  $\alpha=1508; \alpha=1546; ;$
- смуга займаних сигналом частот  $\alpha=1508; F;$
- коефіцієнт посилення приймальної антени ГПР;
- коефіцієнт використання поверхні антени  $K_{п};$
- внутрішній код - згортальний з відносною швидкістю  $3/4;$
- зовнішній код - укорочений код Рида-Соломона (204, 188);
- інтенсивність дощу, яка не перевищується в допустимому відсотку попри року на території України,  $I, \text{мм/ч};$
- шумами Землі, бічними пелюстками діаграми спрямованості, що приймаються, нехтувати;
- космічними шумами нехтувати.

Супутник $x$	Бонум 1,56 <sup>0</sup> ВД	EutelsatW4/ Eutelsat SeSat, 36 <sup>0</sup> ВД	Hot Bird, 13 <sup>0</sup> ВД	Thor2/Sirius4, 5 <sup>0</sup> ВД	Amos 2/3, 4 <sup>0</sup> ЗД	Hellas Sat, 39 <sup>0</sup> ВД
Кут місця	5; 10; 25; 40					



$\Delta\varphi$ , град						
Робоча частота $F_0$ , ГГц	12,303 12,226 12,456 12,476	12,910 12,380 12,437	10,723 12,713	11,766 12,073	10,722 10,759	12,577 12,718 11,512
Смуга зайнятих частот $\Delta F$ , МГц	27,36					
Коефіцієнт підсилення антени, дБ	29; 31; 33; 35					
Коефіцієнт використання поверхні антени	0,6; 0,75					
Інтенсивність дощу, I, мм/год	8; 20; 30; 40					

### КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №10

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. розрахувати розмір ЗО в умовах каналу Гауса (за умови прямої видимості, при необхідному відношенні З/Ш= 15дБ на вході приймача, смузі 4МГц)

Найменування параметра	Значення параметра	Розрахункове значення
висота підвісу передавальної антени Н, м	10	
висота підвісу приймальної антени Н, м	0	
Частота, ГГц	12	
Потужність передавача, Вт	0,5	
ЕШТ приймача, $K^0$	300	
Коефіцієнт посилення передавальної антени $G_{пер}$ , дБ	40	
Коефіцієнт підсилення приймальної антени $G_{пр}$ , дБ	32	
Коефіцієнт посилення	15	

приймальної антени, дБ		
висота підвісу приймальної антени Н, м	0	
Частота, ГГц	12	
Потужність передавача, Вт	0,5	
ЭШТ приймача, К <sup>0</sup>	300	
Коефіцієнт посилення передавальної антени, дБ	40	
висота підвісу передавальної антени Н, м	32	
висота підвісу передавальної антени Н, м	100	
висота підвісу приймальної антени Н, м	0	
Частота, ГГц	12	
Потужність передавача, Вт	0,5	
ЭШТ приймача, К <sup>0</sup>	300	
Коефіцієнт посилення передавальної антени, дБ	40	
Коефіцієнт посилення приймальної антени, дБ	32	

Розрахувати ті ж значення при  $G_{пер} = 30, 50$  дБ и  $G_{пр} = 40$ дБ

### Ситуаційний тест

Вичислити спектр (інтеграл Фур'є) поодинокого прямокутного імпульсу  $U_C(t)$ , зображеного на рис.1.

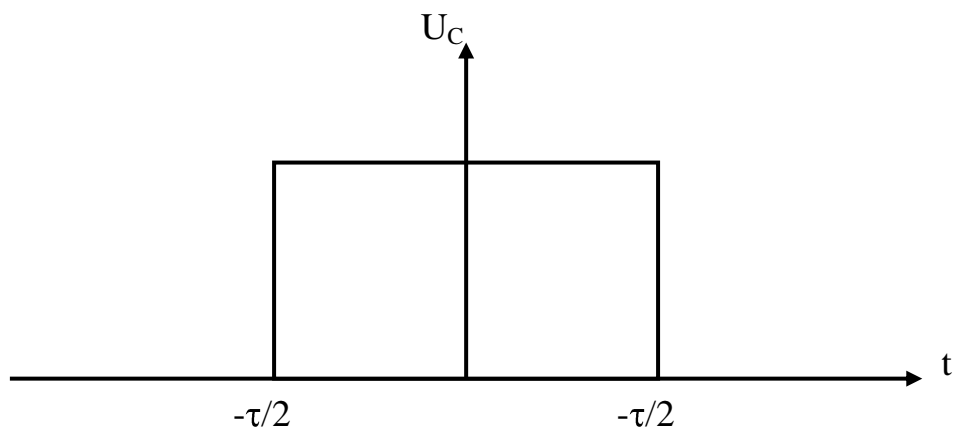


Рис.1. Прямокутний імпульс сигналу

**КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №11**  
(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Назвіть особливості і дайте загальну характеристику радіорелейних і супутникових систем передачі.
2. Дайте пояснення побудови протяжних систем передачі.
3. Опишіть принцип і структурну схему багатоствольної радіолінії зв'язку.

**Ситуаційний тест**

1. які основні типи зон обслуговування?
2. чим відрізняється зона обслуговування (ЗО) від зони покриття (ЗП)?
3. чи можливий збіг ЗО і ЗП?
4. у яких випадках ЗО і ЗП можуть не співпадати і чому?
5. принцип визначення максимального розміру ЗО?

**КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №12**  
(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Охарактеризуйте види модуляції, вживані в радіорелейних, тропосферних і супутникових системах передачі.
2. Охарактеризуйте телевізійні канали, які організовуються в супутникових системах передачі
3. Призначення і склад радіоствола, структурна схема ствола двосторонньої радіосистеми передачі.
4. Структурна схема ретрансляторів з виділенням і без виділення передаваних сигналів.
5. Назвіть і поясніть критерії завадостійкої аналого-цифрових радіорелейних систем передачі (при передачі цифрового сигналу на тій, що піднесе).

**Ситуаційний тест**

1. вплив спотворюючих чинників на трасі поширення
2. переваги і недоліки мереж різного типу
3. мережі з безпосереднім зв'язком з БС; мережі із зв'язком за допомогою додаткових ліній зв'язку
4. як визначаються втрати у вільному просторі?

### **КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №13**

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Побудова прикінцевої станції
2. Схема прикінцевої станції радіорелейної станції
3. Основні процедури, що виконуються апаратурою прикінцевої станції
4. Модуляція на станції
5. Реалізація резервування на станції
6. Об'єднання столів
7. Реалізація селективності
8. Вимоги, що пред'являються до приймачів

#### **Ситуаційний тест**

Втрати енергії на трасі поширення радіохвиль. Медіанні втрати. Дифракційні втрати.

### **КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №14**

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

Побудова проміжної станції

1. Принципи побудови проміжних радіорелейних станцій
2. Ретрансляція гетеродинним способом
3. Ретрансляція з використанням модуляції/демодуляції
4. Пряма ретрансляція

#### **Ситуаційний тест**

Евклідова відстань між крапками сигнального сузір'я. Вираження для сигнального сузір'я в системі КАМ з  $L$  рівнями модуляції.

### **КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №15**

(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

Вживані технології при передачі багатоканальної телефонії і телевізійного трафіку

1. Компресування
2. Предспотворення і відновлення
3. Компандування
4. Експандування

#### **Ситуаційний тест**

Визначити енергію на біт і на символ некодованого потоку.

Оцінку зробити для: швидкості - 10, 15, 25, 30 Мбіт/с; потужність - 100 Вт, 1,5, 2,5, 3 КВт.

**КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №16**  
(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

ЧМ сигнал

1. Достоїнства застосування ЧМ
2. Суть ЧМ
3. Недоліки ЧМ
4. Функції обмежувача амплітуд в апаратурі прийому ЧМ сигналу
5. Визначення коефіцієнта системи
6. Особливості реалізації необхідного коефіцієнта системи при передачі сигналів багатоканальної телефонії

**Ситуаційний тест**

Основні визначення траси: визначення ЕІВП, Визначення загасання енергії сигналу у вільному просторі, Повне значення втрат енергії на трасі поширення, Рівень сигналу на вході приймача.

**КВАЛІФІКАЦІЙНЕ ЗАВДАННЯ №17**  
(навчальний елемент – побудова РРЛ та ССЗ)

1. Залежність смуги сигналу на трасі від bit rate, виду модуляції, коефіцієнта скруглення спектру.
2. Вплив параметрів фільтру на характеристики системи.
3. Визначення мінімального множника ослаблення при передачі сигналів телефонії і телебачення.
4. Основні параметри частотної модуляції
5. Розрахунок смуги, що займається ЧМ сигналом
6. Визначення відношення сигнал/завада
7. Основні достоїнства прийомопередавачів частотно-модульованих коливань.

**Ситуаційний тест**

Розрахувати імовірність помилки BER для 64QAM сигналу із  $C/N = 26$  дБ. Швидкість кодування  $CR = 3/4$ . Гаусів канал приймання.

## ФОНД ЕКЗАМЕНАЦІЙНИХ БІЛЕТІВ

1. Назовите особенности и дайте общую характеристику радиорелейных и спутниковых систем передачи.
2. Дайте пояснения построения протяженных систем передачи.
3. Опишите принцип и структурную схему многоствольной радиолинии связи.
4. Поясните совместную работу стволов в одной радиорелейной линии передачи.
5. Охарактеризуйте виды модуляции, применяемые в радиорелейных, тропосферных и спутниковых системах передачи.
6. Охарактеризуйте телевизионные каналы, которые организуются в спутниковых системах передачи
7. Назначение и состав радиостола, структурная схема ствола двусторонней радиосистемы передачи.
8. Структурная схема ретрансляторов с выделением и без выделения передаваемых сигналов.
9. Назовите и поясните критерии помехоустойчивости аналого-цифровых радиорелейных систем передачи (при передаче цифрового сигнала на поднесущей).

10

10\_а. определить абсолютное значение:

Параметр	3дБ	5дБм	10дБ	-25дБн	-100дБ	100дБ
Значение						

10\_б. выразить в дБм

$P_1$ (Вт)	15	-26	0,5	-0,5
дБм				

10\_с. выразить в дБмк

$U_1$ (В)	15	-26	0,5	-0,5
дБмк				

11. определить значение мощности Гауссова шума в полосе:

40МГц	10Гц	150кГц

12. что такое спектральная эффективность? В каких единицах измеряется?
13. что такое энергетическая эффективность? В каких единицах измеряется?
14. понятие помехоустойчивости и помехозащищенности канала передачи
15. что такое рефракционные замирания?
16. как влияют диаграммы направленности антенн в канале связи на замирание на трассе распространения ?
17. влияние высоты подвеса антенны на дальность обслуживания
18. влияние гидрометеоров на затухания сигнала на трассе распространения
19. дать определение параметрам С и Ш в отношении С/Ш
20. как определяется эквивалентная шумовая температура входа приемного тракта?
21. определить ЭШТ входа приемника, коэффициент шума которого составляет 8дБ.
22. Параметры, определяющие размер ЗО. Что такое ЭИИМ, добротность антенны? В каких единицах измеряются?
23. По каким основным признакам классифицируют РРЛ?
24. Выражение для определения коэффициента усиления антенны. Что такое коэффициент усиления антенны?
25. Определение коэффициента шума приемника
26. Из каких станций организуется радиорелейная связь?
27. Функции станций различного типа (узловые, промежуточные, оконечные)
28. Что такое прямая видимость?
29. Различие между радио- и оптической прямой видимостью
30. От чего зависит и как определяется длина интервала?
31. Основные схемы организации связи
32. Принципы организации трассы
33. Назначение и состав АФТ
34. Принципы алгоритма определения уровня сигнала и шума на входе приемного устройства
35. Диаграмма уровней на интервале
36. принципы цифровой передачи по каналам РРЛ
37. принципы модуляции в РРЛ, виды модуляции.
- 29 понятие bit rate, символьной скорости
38. что является модулирующим сигналом в канале РРЛ?
39. способы обеспечения помехоустойчивости и помехозащищенности в канале связи
40. задачи, решаемые восстановлением потока в канале связи; принципы восстановления потока (средства модуляции, средства регенерации)
41. задачи, решаемые помехоустойчивым кодированием битового потока

42. показатели качества РРЛ
43. Особенности тропосферной связи
44. протоколы канального уровня, используемые в каналах связи РРЛ
45. процедуры, используемые для снижения вероятности ошибки (код Грея, скремблирование, перемежение и др.)
46. упрощенный состав оконечных и промежуточных станций
47. мешающие воздействия в канале связи (на трассе распространения, в трактах)
48. динамический диапазон приемного тракта, его характеристики.
49. влияние нелинейных искажений в тракте

Предлагаемые варианты билетов	
1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. спектральная эффективность; критерий; единицы измерения; от чего зависит и на что влияет</li> <li>2. принципы классификации ССС</li> <li>3. алгоритм определения полосы частот, занимаемой цифровым потоком</li> </ol>
2	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. энергетическая эффективность; критерий; единицы измерения; от чего зависит и на что влияет</li> <li>2. орбиты КА, основные их характеристики</li> <li>3. выразить: в дБ <math>U_1/U_2=1,45</math>; в размах 27дБм, в дБ <math>P_1/P_2=140</math></li> </ol>
3	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. помехи, действующие на трассе распространения пролета РРЛ</li> <li>2. принципы организации спутниковой связи</li> <li>3. алгоритм определения допустимой информационной скорости при заданной частотной полосе ствола; возможности ее увеличения</li> </ol>
4	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. основные характеристики РРЛ</li> <li>2. процедуры, обеспечивающие надежность спутниковой связи</li> <li>3. динамический диапазон тракта. Определение верхней и нижней границ ДД</li> </ol>
5	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. помехоустойчивость канала связи. Определение, чем измеряется, от чего зависит</li> <li>2. принципы классификации спутников</li> <li>3. пик фактор, квази пик фактор. На что влияет в канале связи. Регламентирование пик фактора</li> </ol>
6	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. рефракционные замирания в канале связи</li> <li>2. принцип организации Спутниковой связи</li> <li>3. отношение С/Ш на выходе частотного детектора</li> </ol>
7	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. интерференционные замирания в канале связи</li> <li>2. понятие ЭИИМ передающего оборудования; добротности приемного тракта</li> </ol>



	3. отношение С/Ш на выходе частотного детектора при наличии узкополосной помехи
8	1. искажения, вносимые приемным и передающим трактами 2. типы орбит и их характеристики 3. полоса частот, занимаемая сигналом на выходе частотного детектора
9	1. влияние высоты подвеса и диаграммы направленности антенной системы на дальность связи и качество передачи 2. геостационарная орбита, ее достоинства и недостатки 3. особенности частотной модуляции, ее влияние на канал связи
10	1. влияние расстояния (длины пролета) между передатчиком и приемником на уровень сигнала на входе приемника. Влияние частоты в канале связи на дальность связи 2. средневысотная орбита, ее достоинства и недостатки 3. диаграмма уровней канала связи, ее использование
11	1. влияние гидрометеоров на передачу сигнала 2. низкие эллиптические орбиты, достоинства и недостатки 3. ЭШТ приемного тракта, методы ее определения
12	1. определение С и Ш; отношение С/Ш, $E_b/N_0$ ; взаимное отношение между С/Ш и $E_b/N_0$ 2. низкие круговые орбиты, достоинства и недостатки 3. понятие о коэффициенте шума приемного тракта, его связь с ЭШТ
13	1. виды модуляции, применяемые в РРЛ 2. МДЧР в спутниковых системах связи 3. что такое коэффициент готовности (неготовности) системы связи
14	1. принципы ЧМ 2. TDMA, FDMA в спутниковых системах связи 3. наработка на отказ, средняя наработка на отказ, минимальная наработка на отказ; от чего они зависят
15	1. параметры ЧМ 2. принципы построения абонентских станций обмена данными и приема вещательных каналов 3. выразить в размах 15 дБмкВ и указать размерность полученной величины
16	1. общие принципы технологий SDH и PDH 2. задачи и принципы построения понижающего конвертора приемного тракта ЗС 3. 160мкВ/40 – выразить результат в дБ
17	1. цифровизация аналоговых РРЛ 2. особенности построения и применения системы спутниковой связи с подвижными объектами 3. что такое «основная полоса»
18	1. спектральная эффективность; критерий; единицы измерения; от чего зависит и на что влияет 2. принципы классификации ССС

	3. алгоритм определения полосы частот, занимаемой цифровым потоком
19	1. энергетическая эффективность; критерий; единицы измерения; от чего зависит и на что влияет 2. орбиты КА, основные их характеристики 3. выразить: в дБ $U_1/U_2=9$ ; в разгах 76дБм, в дБ $P_1/P_2=140$
20	1. помехи, действующие на трассе распространения пролета РРЛ 2. принципы организации спутниковой связи 3. алгоритм определения допустимой информационной скорости при заданной частотной полосе ствола; возможности ее увеличения
21	1. основные характеристики РРЛ 2. процедуры, обеспечивающие надежность спутниковой связи 3. динамический диапазон тракта. Определение верхней и нижней границ ДД
22	1. помехоустойчивость канала связи. Определение, чем измеряется, от чего зависит 2. принципы классификации спутников 3. пик фактор, квази пик фактор. На что влияет в канале связи. Регламентирование пик фактора
23	1. рефракционные замирания в канале связи 2. понятие ЭИИМ передающего оборудования; добротности приемного тракта 3. отношение С/Ш на выходе частотного детектора
24	1. интерференционные замирания в канале связи 2. принцип организации Спутниковой связи 3. отношение С/Ш на выходе частотного детектора при наличии узкополосной помехи
25	1. влияние высоты подвеса и диаграммы направленности антенной системы на дальность связи и качество передачи 2. типы орбит и их характеристики 3. полоса частот, занимаемая сигналом на выходе частотного детектора
26	1. искажения, вносимые приемным и передающим трактами 2. геостационарная орбита, ее достоинства и недостатки 3. особенности частотной модуляции, ее влияние на канал связи
27	1. влияние расстояния (длины пролета) между передатчиком и приемником на уровень сигнала на входе приемника. Влияние частоты в канале связи на дальность связи 2. средневысотная орбита, ее достоинства и недостатки 3. диаграмма уровней канала связи, ее использование
28	1. влияние гидрометеоров на передачу сигнала 2. TDMA, FDMA в спутниковых системах связи 3. ЭШТ приемного тракта, методы ее определения
29	1. определение С и Ш; отношение С/Ш, $E_b/N_0$ ; взаимное отношение между С/Ш и $E_b/N_0$ 2. низкие круговые орбиты, достоинства и недостатки

	3. понятие о коэффициенте шума приемного тракта, его связь с ЭШТ
30	1. виды модуляции, применяемые в РРЛ 2. МДЧР в спутниковых системах связи 3. что такое коэффициент готовности (неготовности) системы связи
31	1. принципы ЧМ 2. низкие эллиптические орбиты, достоинства и недостатки 3. наработка на отказ, средняя наработка на отказ, минимальная наработка на отказ; от чего они зависят

## V. ОРГАНІЗАЦІЙНО-МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ

Курс «Системи радіорелейного та супутникового зв'язку» відноситься до навчальних дисциплін освітньо кваліфікаційного рівня – бакалавр з напрямку підготовки 0502 “Менеджмент” професійного спрямування 6.050201 - ” Менеджмент організацій.” Навчальна дисципліна забезпечує подальше засвоєння студентами сучасних методів передачі інформації по каналам, створеним на радіорелейних (РРЛ) та супутникових (ССЗ) системах.

Основним призначенням викладання дисципліни є навчити студентів методам розгортання систем РРЛ та ССЗ, розраховувати параметри таких систем, де реалізується прийнятна якість передачі, уміти визначити параметри систем та реалізувати їх, при необхідності.

Заняття з студентами проводяться у 5 семестрі навчання. На засвоєння учбового матеріалу програми відводиться 48 годин, з них 16 години – лекції, 12 годин – лабораторні заняття, 22 години практичних занять.

Навчальний процес організується шляхом читання лекцій, проведення лабораторних робіт, проведення практичних занять. На лекціях закладаються основи розуміння студентами сутності знань з технології передачі інформації на значні відстані. цифрової обробки сигналів на лабораторних роботах та практичних заняттях – студенти набувають практичні навички на сучасній комп'ютерній техніці з використанням сучасних інформаційних технологій розраховувати параметри систем передачі. Для самостійної роботи студентам разом з рекомендованою літературою рекомендується користуватися електронними версіями підручників, посібників, документів, що підготовлені на кафедрі або представлені в інформаційній мережі та на оптичних дисках. Відповіді на питання по кожній темі комплексного завдання повинні охоплювати основні питання, які розглядаються в програмі дисципліни. Тут важливо поєднати загальні відповіді з конкретними, збагативши перші конкретним матеріалом, який зв'язаний з цією темою. Важливе місце у підготовці студентів із даної дисципліни займають консультації. Головна форма консультацій по дисципліні – індивідуальна робота з студентами в години, визначені для консультацій. Групові консультації проводяться перед лабораторними роботами безпосередньо на робочих місцях в лабораторії кафедри, на практичних заняттях, а також перед заліком.

Контроль засвоєння матеріалу здійснюється систематично, шляхом перевірки теоретичних знань та практичних навичок студентів у вигляді їх індивідуального 100% опитування на практичних та лабораторних заняттях, а також в ході виконання комплексного семестрового завдання та на підсумковому екзамені. Контроль знань студентів проводиться також за допомогою засобів модульного контролю. Модульний контроль базується на використанні навчальної програми з дисципліни, а також кваліфікаційних завдань відповідного виду контролю. Підготовка до модульного контролю спирається на використання навчальної програми з дисципліни, а також кваліфікаційних завдань відповідного виду контролю. Головна мета контролю - перевірка рівня засвоєних студентами основних положень інформаційної та комп'ютерної культури, використання практичних навичок роботи на сучасній комп'ютерній техніці для розв'язання різноманітних задач в практичній діяльності за фахом.

## VI. ІНФОРМАЦІЙНО-МЕТОДИЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

### Список літератури

#### 1. Основна

1. Дикарев А.В. Цифровая обработка сигналов. Учебно-методическое пособие. К., “Копидрук”, 2006, 108 с.
2. Дикарев А.В. Конспект лекцій професора А.В.Миленького по цифровій обробці сигналів. К., “Копидрук”, 2006, 65 с.
3. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. СПб: ”Питер”, 2002, 608 с.
4. Айфичер Эммануил С., Джервис Барри У. Цифровая обработка сигналов: практический поход. М.: ”Вильямс”, 2004, 992 с.
5. Солонина А.И., Уласович Л.А., Арбузов С.М., Соловьева Е.Б., Гук И.И. Основы цифровой обработки сигналов: Курс лекций.: СПб, БХВ-Петербург, 2003,- 608 с.
4. Бондарев В.Н., Трестер Г. Цифровая обработка сигналов: методы и средства.: ”Конус”, 2001, 368 с.
5. Захарченко М.В. та ін. Автоматизація проектування пристроїв, систем та мереж зв'язку.: К., ”Радіоаматор”, 1996, 268 с.

Розробник фонду кваліфікаційних завдань

доцент

Дікарев О.В.