

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ
з вивчення дисципліни
«НАПРЯМНІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТА ОПТИЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ»
для студентів спеціальності
172 – Телекомунікації та радіотехніка

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**Методичні вказівки
до самостійної роботи студентів
з вивчення дисципліни
«Напрямні системи електричного та оптичного зв'язку»
для студентів спеціальності
172 – Телекомунікації та радіотехніка**

Вінниця 2018

Рекомендовано до видання Методичною Радою Вінницького національного технічного університету Міністерства освіти і науки України (протокол № 1 від 20. 09. 2018 р.)

Рецензенти:

О. В. Осадчук, доктор технічних наук, професор

С. В. Тимчик, кандидат технічних наук, доцент

Методичні вказівки до самостійної роботи студентів з вивчення дисципліни «Напрявні системи електричного та оптичного зв'язку» для студентів спеціальності 172 – Телекомунікації та радіотехніка [Електронний ресурс] / М. В. Васильківський. – Вінниця : ВНТУ, 2018. – (PDF, 38 с.)

Методичні вказівки є комплексом рекомендацій навчально-методичного характеру з питань організації самостійної роботи студентів, виконання та захисту контрольної роботи з дисципліни «Напрявні системи електричного та оптичного зв'язку». Наведено основні принципи побудови та використання волоконно-цифрових трактів передавання з урахуванням сучасних технологій побудови станційного обладнання телекомунікаційних мереж. В основі самостійної роботи лежить програма дисципліни, яка наводиться в даних вказівках і є дороговказом для опрацювання необхідних матеріалів. Наведено комплект тестових завдань, які студент може використати для самоперевірки. Призначений для студентів спеціальності 172 – Телекомунікації та радіотехніка.

Навчальне самостійне електронне мережне видання

Методичні вказівки до самостійної роботи студентів
з вивчення дисципліни «Напрявні системи електричного та оптичного зв'язку»
для студентів спеціальності 172 – Телекомунікації та радіотехніка

Укладач: Микола Володимирович Васильківський

Оригінал-макет підготовлено М. Васильківським

Електронний ресурс PDF.

Підписано до видання 17.10.2018 р. Зам. № P2018-035

Видавець та виготовлювач - Вінницький національний технічний університет,

Інформаційний редакційно-видавничий центр. ВНТУ, ГНК, к.114,

Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021,

тел. (0432) 65-18-06.

press.vntu.edu.ua;

Email: irvc.vntu@gmail.com.

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи серія ДК № 3516 від 01.07.2009 р.

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Організація вивчення дисципліни.....	5
2. Загальні вказівки щодо організації самостійної роботи.....	10
3. Завдання для самостійної та індивідуальної роботи студентів.....	12
4. Контроль індивідуальної роботи та СРС.....	16
5. Тестові завдання.....	21
6. Методичні вказівки до написання контрольних робіт студентами заочної форми навчання.....	29
7. Питання до заліку з дисципліни «Напрямні системи електричного та оптичного зв'язку».....	34
Перелік літератури.....	37

ВСТУП

Сучасна реформа вищої освіти — це насамперед перехід від парадигми навчання до парадигми освіти, самоосвіти. Тому значно зростає роль самостійної роботи студентів. Самостійна робота студентів є основним засобом опанування навчального матеріалу у позааудиторний час. Студент, який хоче якомога краще оволодіти професією, має добре розуміти: на занятті викладач подає основи знань, навчає, як учити, виділяє ті ключові істини дисципліни, які пробуджують у молодій людини потяг до поглиблення й удосконалення усіх знань. Лише постійне самостійне навчання дає можливість якомога ближче підійти до вершини знань певної галузі, оволодіти такою сумою знань і вмінь, які б дали змогу заявити про себе як про професіонала.

Самостійна робота студентів є надзвичайно важливою складовою підготовки спеціалістів з напрямку “Телекомунікації”.

Самостійна робота має такі складові і форми їх оцінювання:

- підготовка та власне аудиторна робота під час лекційних та лабораторних занять, результати її оцінюються під час поточного контролю;
- виконання самостійних робіт у формі рефератів з конкретних проблем та складання письмових звітів на електронних або паперових носіях або усних доповідей;
- опрацювання програмного матеріалу зі змістового модуля та оцінка його результатів під час проміжного контролю;
- підготовка до колоквіуму або тестування;
- звіт про науково-дослідну роботу, результати якої можуть бути використані при написанні випускної роботи і за рішенням кафедри опубліковані.

Метою дисципліни є формування основних знань та положень про теорію побудови напрямних систем електричного та оптичного зв’язку.

Основними завданнями вивчення дисципліни «Напрявні системи електричного та оптичного зв’язку» є формування теоретичних знань, практичних навиків і представлення про:

- теоретичну базу, практичні навички та представлення про основи побудови ліній зв’язку;
- конструкцію оптичних, симетричних та коаксіальних кабелів зв’язку, кінцевих пристроїв і кабельних муфт;
- основні методи та засоби захисту напрямних систем, особливості проектування;
- принципи захисту та монтажу нових ліній зв’язку, особливості технічного обслуговування і вимірювання існуючих ліній зв’язку.

1. ОРГАНІЗАЦІЯ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

В результаті вивчення основного матеріалу студенти повинні:

знати:

- матеріал програми курсу “Напрямні системи електричного та оптичного зв’язку”;
- принципи функціонування напрямних систем та побудови кабельних ліній зв’язку;
- методи та засоби вимірювання ліній зв’язку;
- галузеві стандарти та нормативну базу.

вміти:

- логічно та послідовно викласти засвоєний ним матеріал;
- використовувати під час відповіді карти, схеми, діаграми та інші унаочнення;
- робити самостійні науково обґрунтовані висновки та узагальнення;
- аргументовано відстоювати свою точку зору та міркування;
- виконувати монтажно-вимірювальні роботи на лініях зв’язку;
- знаходити та усувати пошкодження на кабельних лініях зв’язку;
- користуватись керівними нормативними документами та відомчими будівельними нормами.

Опис навчальної дисципліни

Таблиця 1.1 – Опис курсу

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5	Галузь знань <u>17 – Електроніка та телекомунікації</u> (шифр і найменування)	Нормативна	
Модулів – 2	спеціальності <u>172 – Телекомунікації та радіотехніка освіти програма – Телекомунікації</u>	Рік підготовки:	
Змістових модулів – 2		3	3
Індивідуальне науково-дослідне завдання — контрольна робота для студентів заочної форми		Семестр	

навчання, реферати з окремих тем курсу та доповіді на щорічну науково-теоретичну конференцію викладачів, співробітників та студентів ВНТУ			
Загальна кількість годин - 150		1-й	1-й
		Лекції	
		36 год.	10 год.
		Практичні, семінарські	
		9	5
		Лабораторні	
		18	5
		Курсовий проект (робота)	
		-	-
		Самостійна робота	
		87 год.	130 год.
		Вид контролю: іспит	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,2 самостійної роботи студента – 5,8	Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)		

Примітка.

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

для денної форми навчання – 42% - 58%;

для заочної форми навчання – 13,3% - 86,7%.

Організація навчального процесу за кредитно-модульною системою

Таблиця 1.2 – Вид контролю – іспит

Поточне тестування та самостійна робота														Підсумковий тест (екзамен)	Сума
Змістовий модуль 1							Змістовий модуль 2								
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	25 балів	100
37 балів							38 балів								

T1, T2 ... T14 – теми змістових модулів.

Таблиця 1.3 – Оцінювання знань, умінь та навичок студентів з окремих видів роботи та в цілому по модулях (в балах)

Вид роботи	Модуль	
	1	2
1. Підготовка до лекційних занять і активна участь в них	4	4
2. Колоквіуми	14	14
3. Виконання та захист лабораторних робіт.	10	10
4. Контрольна робота	9	10
Всього	37	38
Іспит	25	

Таблиця 1.4 – Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		Екзамен, диференційований залік
90 - 100	A	відмінно
82 - 89	B	добре
75 - 81	C	
64 - 74	D	задовільно
60 - 63	E	
35 - 59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0 - 34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Лекційний курс

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Змістовий модуль 1. Основи побудови та використання напрямних систем передачі. Вступ. Література. Предмет і задачі дисципліни. Класифікація напрямних систем та ліній зв'язку.	3
2	Математичні основи розрахунку електричних параметрів напрямних систем зв'язку.	2
3	Особливості визначення параметрів хвилеводних напрямних систем.	3
4	Кабельні лінії електричного зв'язку.	2
5	Коаксіальні напрямні системи електрозв'язку.	3
6	Електромагнітна сумісність напрямних систем електричного зв'язку.	2
7	Кабельні лінії оптичного зв'язку.	3
8	Змістовий модуль 2. Будова та функціонування напрямних систем оптичного зв'язку. Будова волоконно-оптичних кабелів.	3
9	Визначення первинних параметрів ОВ та ВОК.	2
10	Енергетичні та частотні характеристики оптичних ліній зв'язку.	3
11	Розрахунок довжини елементарної кабельної ділянки ВОЛТ.	2
12	Особливості монтажу ВОК при будівництві ВОЛТ.	3
13	Когерентні ВОЛЗ та підвищення ефективності ВОЛТ.	2
14	Комп'ютерне моделювання частотних та енергетичних характеристик напрямної системи.	3

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Дослідження параметрів кабельних ліній електричного зв'язку за допомогою цифрового тестера АТК-01.	2
2	Дослідження частотних та енергетичних характеристик кабельних ліній електричного зв'язку за допомогою програми "xDSLcalc".	2
3	Дослідження характеристик ОВ та ВОЛТ за допомогою	2

	програми OptiSystem 15.0.	
4	Дослідження параметрів оптичних передавачів у ВОЛТ за допомогою програми OptiSystem 15.0.	2
5	Дослідження параметрів оптичних приймачів у ВОЛТ за допомогою програми OptiSystem 15.0.	2
6	Дослідження параметрів оптичних підсилювачів у ВОЛТ за допомогою програми OptiSystem 15.0.	2
7	Дослідження параметрів одноканальних ВОЛТ за допомогою програми OptiPerformer 15.0.	2
8	Дослідження параметрів багатоканальних ВОЛТ на основі WDM технології за допомогою програми Optisystem 15.0.	2
9	Дослідження енергетичних характеристик НВЧ радіотракту за допомогою програми ADS.	2

2. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ЩОДО ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ

Самостійна робота студента під час лекції.

Лекційний матеріал призначається для спрямування студентів у найбільш раціональному напрямі щодо вивчення навчальної дисципліни і акцентуванні уваги на найбільш складних, вузлових питаннях навчальної дисципліни. Належне ведення конспекту під час лекції сприяє збереженню необхідної інформації та дає студенту змогу в подальшому проаналізувати її. За умови подання лекційного матеріалу в усній формі одночасно засвоюється до 20% інформації.

Робота над конспектами лекцій, планами лабораторних занять.

При підготовці до практичних занять студент має спиратися на складений ним конспект лекції. При опрацюванні матеріалу лекції слід зіставити законспектований матеріал з планом практичного заняття, що міститься у методичних матеріалах для практичних занять або у навчально-методичному комплексі. Якщо у конспекті бракує матеріалу з окремих питань лекції або недостатньо розкриті деякі питання практичного заняття, або вони винесені на самостійне опрацювання, студент повинен звернутися до рекомендованих підручників, навчальних посібників і відповідних методичних матеріалів. Підготовку для лабораторного заняття найкраще здійснювати з використанням ПЕОМ зі встановленим на ньому відповідним програмним забезпеченням. За такої можливості слід використовувати інтерактивні довідкові системи програм *MS Office* та інформаційно-пошукові системи *Internet*.

Вивчення навчального матеріалу за підручниками, навчальними посібниками, методичними вказівками, опрацювання матеріалу за першоджерелами, науковою і спеціальною літературою.

Працювати із підручниками, навчальними посібниками, методичними вказівками, практикумами, науковою і спеціальною літературою незалежно від типу їх носія (паперового чи електронного) необхідно так, щоб отримати максимум теоретичних знань і навичок. Під час роботи з цими джерелами студент насамперед повинен ознайомитися з їх змістом, щоб визначити, чи потрібно опрацювати це джерело і чи стосується воно навчального курсу, що вивчається, і тільки після цього визначити послідовність його опрацювання і відібрати необхідний для вивчення матеріал із цього джерела (глави, розділи тощо). У разі роботи з інтерактивними електронними джерелами слід використовувати можливості навігації за документом, що надаються сучасними програмами, призначеними для читання електронних документів відповідних форматів (*MS Word, Adobe Reader, Adobe Acrobat* та ін.) і, особливо, переваги гіпертекстової технології подання навчального

матеріалу, а саме: за допомогою гіперпосилань знаходити відповіді на поставлені питання. При опрацюванні матеріалу необхідно з'ясувати сутність питання, що вивчається, не уникаючи при цьому визначення сутності незрозумілих чи незнайомих слів, термінів. Саме інтерактивні гіпертекстові електронні джерела (довідки в складі програмних продуктів, електронні посібники та словники) дають змогу конкретизувати терміни та визначення якнайшвидше. У процесі вивчення матеріалу необхідно аналізувати прочитане, порівнюючи з прослуханою та законспектованою лекцією, робити логічні висновки, позначати незрозумілі положення з метою їх подальшого з'ясування на практичному занятті. Бажано відпрацювати зручну для себе певну систему позначень (позначки на полях конспекту, підкреслення маркерами різних кольорів, доповнення конспекту альтернативними формулюваннями та посиланнями на інші джерела тощо) та фіксації опрацьованого матеріалу. Сучасні текстові редактори (насамперед *MS Word*) надають можливість створення електронного конспекту з примітками, виносками, коментарями та його роздрукування. Для самостійного поглибленого вивчення навчального матеріалу студенту слід звертатися до наукової та спеціальної літератури, яка може і не бути зазначена в навчально-методичному комплексі. Використання самостійно отриманих відомостей як у навчанні, так і на практиці, є, безперечно, цінним здобутком діяльності студента на шляху формування свого професійного потенціалу.

Робота з бібліотечними фондами та дистанційними джерелами з метою пошуку необхідної інформації.

Знання з дисципліни «Оптичні транспортні системи та мережі» становлять основу для подальшого поглибленого засвоєння матеріалу з того чи іншого розділу. З позицій випереджаючої освіти навчання тільки за конспектом лекцій і основною літературою, зазначеною у навчальній програмі, є недостатнім. У більшості випадків належна підготовка вимагає вмінь швидко знаходити та опрацьовувати необхідний матеріал за першоджерелами, науковою і спеціальною літературою та коректно цитувати знайдене. Перелік такої літератури, як правило, наводиться у навчально-методичному комплексі навчальної дисципліни. Тому завдання студента зводиться до самостійного знаходження цих матеріалів шляхом пошуку у паперових або електронних фондах бібліотек, а також у різноманітних файлових архівах, базах даних та базах знань, доступ до яких здійснюється за допомогою відповідних сервісів *Internet*

3. ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОЇ ТА ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Підготовка до лекційних занять передбачає самостійне вивчення теоретичного матеріалу з кожної теми, наданого в основній та додатковій літературі, конспекті лекцій. При цьому необхідно звернути увагу на необхідність чіткого засвоєння основних термінів та визначень, розуміння їх змісту, обов'язкового аналізу використання теоретичних положень для розв'язання поставлених задач.

Змістовий модуль 1. Основи побудови та використання напрямних систем передачі.

Тема 1. Класифікація напрямних систем та ліній зв'язку.

Предмет, завдання та місце навчальної дисципліни «Напрявні системи електричного та оптичного зв'язку» в системі технічних наук. Класифікація напрямних систем зв'язку. Основи теорії ліній передачі. Типи та класи електромагнітних хвиль в напрямних системах зв'язку. Основні рівняння електромагнітного поля. Частотні характеристики напрямних систем. Класифікація режимів передачі енергії в напрямних системах.

Література до теми 1

Рекомендується література [1-4].

Тема 2. Математичні основи розрахунку електричних параметрів напрямних систем зв'язку.

Розповсюдження енергії напрямними системами. Розповсюдження енергії з урахуванням індукції. Розповсюдження енергії з урахуванням випромінювання. Хвильовий опір напрямної системи електричного зв'язку. Коефіцієнт розповсюдження напрямної системи. Швидкість проходження електромагнітної енергії колами зв'язку. Особливості ефективного використання напрямних систем зв'язку.

Література до теми 2

Рекомендується література [1, 2, 4].

Тема 3. Особливості визначення параметрів хвилеводних напрямних систем.

Фізичні процеси в хвилеводах. Методика розрахунку параметрів циліндричних хвилеводів. Переваги та недоліки спіральних хвилеводів. Характеристичні параметри волоконно-оптичних хвилеводів. Класифікація типів оптичного волокна. Конструкція оптичних кабелів. Типові конструкції оптичних кабелів.

Література до теми 3

Рекомендується література [1, 4].

Тема 4. Кабельні лінії електричного зв'язку.

Класифікація симетричних кабелів та їх характеристики. Частотні залежності первинних електричних параметрів симетричних ліній. Методика розрахунку первинних параметрів симетричного кабелю електрозв'язку. Визначення первинних електричних параметрів екранованих симетричних ліній. Визначення вторинних електричних параметрів симетричних ліній електрозв'язку. Визначення оптимальних співвідношень параметрів симетричних напрямних систем. Методика розрахунку вторинних параметрів передачі симетричного кабелю електрозв'язку.

Література до теми 4

Рекомендується література [1, 4, 5].

Тема 5. Коаксіальні напрямні системи електрозв'язку.

Електричні процеси в коаксіальних напрямних системах. Функціональні характеристики коаксіальних кабелів. Електричні параметри коаксіальних ліній. Частотні залежності первинних електричних параметрів коаксіальних ліній. Методика розрахунку первинних параметрів передачі коаксіального кабелю. Оптимальне співвідношення діаметрів провідників. Методика розрахунку вторинних параметрів передачі коаксіального кабелю електрозв'язку.

Література до теми 5

Рекомендується література [1, 4, 5].

Тема 6. Електромагнітна сумісність напрямних систем електричного зв'язку.

Первинні та вторинні параметри взаємного впливу. Частотні характеристики взаємного впливу. Часові характеристики взаємного впливу. Взаємні впливи в коаксіальних кабелях електрозв'язку. Особливості магнітного впливу ЛЕП на кабельні лінії електрозв'язку.

Література до теми 6

Рекомендується література [1, 4, 5].

Тема 7. Кабельні лінії оптичного зв'язку.

Волоконно-оптичні лінії зв'язку. Фізичні процеси в оптичних волокнах. Променева теорія передачі енергії оптичними волокнами. Хвильова теорія передачі енергії оптичними волокнами.

Література до теми 7

Рекомендується література [2, 6, 7, 10, 14].

Змістовий модуль 2. Будова та функціонування напрямних систем оптичного зв'язку.

Тема 8. Будова волоконно-оптичних кабелів.

Типи конструкцій волоконно-оптичних кабелів. Основні елементи волоконно-оптичного кабелю. Основні елементи оптичного волокна. Технології з'єднання оптичних волокон. З'єднання оптичних волокон за допомогою зварювання та склеювання. Типи рознімних з'єднань оптичних волокон та кабелів. Причини втрат при з'єднанні оптичних волокон. Причини затухання потужності оптичних сигналів в оптичних волокнах.

Література до теми 8

Рекомендується література [3, 4, 6, 7].

Тема 9. Визначення первинних параметрів ОВ та ВОК.

Особливості визначення первинних параметрів ОВ та ВОК. Оптичні параметри ОВ. Визначення профілю показника заломлення ОВ. Визначення режиму роботи ОВ. Розрахунок апертури ОВ. Критична довжина хвилі та діапазон робочих частот ВОК.

Література до теми 9

Рекомендується література [6-10].

Тема 10. Енергетичні та частотні характеристики оптичних ліній зв'язку.

Додаткові кабельні втрати ОВ. Розрахунок коефіцієнта затухання потужності оптичних сигналів в ОВ. Дисперсія та пропускна здатність ВОЛЗ. Дальність зв'язку та довжина ділянки оптичного підсилення. Типи дисперсій в ОВ. Коригування хроматичної та поляризаційно-модової дисперсії в ООВ. Ширина смуги пропускання ОВ та ВОК. Механічні параметри ВОК. Особливості проектування ВОЛТ.

Література до теми 10

Рекомендується література [6-10].

Тема 11. Розрахунок довжини елементарної кабельної ділянки ВОЛТ.

Визначення фазового коефіцієнта оптичного волокна. Фазова та групова швидкості мод в оптичному волокні. Розрахунок довжини елементарної кабельної ділянки ВОЛТ за енергетичними параметрами ВОК. Оцінювання довжини ділянки регенерації за частотними характеристиками ВОК. Діаграма рівнів енергетичного потенціалу ВОСП на довжині однієї ділянки регенерації. Визначення оптимальної довжини ділянки оптичного підсилення у ВОЛТ.

Література до теми 11

Рекомендується література [6, 7, 14, 15].

Тема 12. Особливості монтажу ВОК при будівництві ВОЛТ.

Захист ВОК від зовнішніх впливів електромагнітних полів. Захист оптичних кабелів від грозових розрядів. Розрахунок небезпечних магнітних впливів на ВОК. Організація будівельно-монтажних робіт. Вимірювання та випробування ВОК.

Література до теми 12

Рекомендується література [1, 4, 6, 7].

Тема 13. Когерентні ВОЛЗ та підвищення ефективності ВОЛТ.

Ізотропні ООВ. Параметри стандартних ООВ. ООВ із зміщеною хроматичною дисперсією. Характеристики всіхвильового ООВ. Оцінювання пропускну здатності ВОЛТ. Методи та засоби підвищення ефективності використання оптичних каналів у ВОЛЗ.

Література до теми 13

Рекомендується література [3, 9, 16, 17].

Тема 14. Комп'ютерне моделювання частотних та енергетичних характеристик напрямної системи.

Дослідження методів підвищення спектральної ефективності використання оптичних каналів напрямної системи оптичного зв'язку. Дослідження характеристик ВОЛТ для одного спектрального каналу. Дослідження роботи багатоканальної ВОСП на основі DWDM технології. Визначення частотних характеристик цифрових ліній зв'язку на основі SHDSL технології.

Література до теми 14

Рекомендується література [3, 7, 11, 18].

4. КОНТРОЛЬ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ РОБОТИ ТА СРС

Питання до колоквиуму 1

1. Основні переваги та недоліки радіоліній.
2. Основні переваги та недоліки кабельних ліній.
3. Вказати діапазон робочих частот симетричних кабельних ліній.
4. Вказати діапазон робочих частот коаксіальних кабельних ліній.
5. Вказати діапазон робочих частот волоконно-оптичних кабельних ліній.
6. Пояснити причину зниження використання симетричних та коаксіальних кабельних ліній.
7. Вказати в якій схемі організації зв'язку краща заводозахищеність від взаємних впливів та пояснити чому (4-х провідній чи 2-х провідній).
8. Вказати в якій схемі організації зв'язку краща дальність та стійкість зв'язку та пояснити чому (4-х провідній чи 2-х провідній).
9. Вказати основні вимоги, що висувуються до напрямних систем зв'язку.
10. Пояснити основні напрямки розвитку сучасних напрямних систем зв'язку.
11. Вказати типи та пояснити призначення і умови використання хвилеводних напрямних систем.
12. Пояснити будову хвилеводних напрямних систем.
13. Пояснити залежність затухання хвилі H_{01} в хвилеводі від робочої частоти.
14. Пояснити методику розрахунку електричних параметрів хвилеводних напрямних систем.
15. Пояснити переваги та недоліки хвилеводних напрямних систем.
16. Пояснити будову симетричних та коаксіальних кабелів електрозв'язку.
17. Вказати конструктивні та електричні параметри провідників кабелів електрозв'язку.
18. Вказати конструктивні та електричні параметри ізоляції симетричних і коаксіальних кабелів електрозв'язку.
19. Пояснити типи скрутки ізольованих провідників у групи в кабелях електрозв'язку.
20. Вказати параметри та пояснити будову захисних оболонок кабелів електрозв'язку.
21. Пояснити умови використання симетричних та коаксіальних кабельних ліній електрозв'язку.
22. Виконати класифікацію кабельних ліній електрозв'язку.
23. Вказати типи та пояснити конструкції кабелів електрозв'язку.
24. Пояснити особливості маркування кабелів електрозв'язку.
25. Вказати типи симетричних і коаксіальних кабелів електрозв'язку та пояснити умови їх використання

26. Пояснити методику розрахунку елементів конструкції симетричних і коаксіальних кабелів електрозв'язку.

27. Пояснити призначення та умови використання симетричних кабелів структурованих мереж і мереж абонентського доступу.

28. Пояснити призначення та умови використання радіочастотних кабелів.

29. Виконати класифікацію первинних параметрів кабельних ліній електрозв'язку.

30. Пояснити залежність зміни первинних параметрів кабельних ліній від їх робочої частоти.

31. Пояснити методику розрахунку ємності провідників симетричних кабелів електрозв'язку.

32. Пояснити методику розрахунку первинних параметрів коаксіальних кабелів електрозв'язку.

33. Пояснити особливості використання приладів вимірювання первинних параметрів симетричних кабельних ліній електрозв'язку.

34. Пояснити методику вимірювання первинних параметрів симетричних кабельних ліній електрозв'язку.

35. Пояснити функціональну схему приладу вимірювання первинних параметрів симетричних кабельних ліній електрозв'язку.

36. Пояснити фізичний зміст втрат енергії в екрані, оболонці та інших елементах екранованого кабелю.

37. Пояснити залежність значення хвильового опору від робочої частоти кабельних ліній електрозв'язку.

38. Класифікувати неоднорідності в кабельних лініях та пояснити їх вплив на передачу інформаційного сигналу.

39. Пояснити методику визначення вторинних параметрів симетричних та коаксіальних кабелів електрозв'язку.

Питання до колоквиуму 2

1. Пояснити сутність проблеми електромагнітної сумісності напрямних систем електричного зв'язку та причини її виникнення.

2. Пояснити причини виникнення взаємних впливів в симетричних кабельних лініях.

3. Вказати первинні параметри взаємного впливу та пояснити їх фізичний зміст.

4. Пояснити залежність перехідного затухання на ближньому кінці симетричного кабелю від значення робочої частоти та довжини лінії зв'язку.

5. Пояснити залежність захищеності на дальньому кінці симетричного кабелю від значення робочої частоти та довжини лінії зв'язку.

6. Пояснити причини виникнення взаємних впливів в коаксіальних кабельних лініях.

7. Пояснити залежність перехідного затухання на ближньому кінці та захищеності на дальньому кінці коаксіального кабелю від значення робочої частоти та довжини лінії зв'язку.

8. Вказати часові характеристики впливу в симетричних кабелях та пояснити їх зв'язок з частотними характеристиками впливу.

9. Пояснити необхідність та методику симетрування кабельних ліній електрозв'язку.

10. Пояснити необхідність екранування кабельних ліній електрозв'язку.

11. Пояснити електричні властивості, характеристики та норми низькочастотних кабелів.

12. Пояснити методику вибору операторів схрещування.

13. Які НЧ кабелі місцевих мереж зв'язку використовуються для ущільнення апаратурою ЦСП? Конструкція та маркування цих кабелів?

14. Які параметри кабелів визначають можливість відбору пар НЧ кабелів місцевих мереж зв'язку для ущільнення?

15. У чому полягає методика відбору пар, які використовуються для ущільнення ЦСП ?

16. На яких частотах необхідно виконувати вимірювання перехідних затухань?

17. Що означає поняття запас заводо захищеності ?

18. Від чого залежить величина запасу заводо захищеності ?

19. Яке обладнання використовується для ущільнення НЧ кабелів місцевих мереж зв'язку ?

20. Від чого залежить наведена в жилах кабелю ЕРС ?

21. В яких режимах може працювати ЛЕП ? Який з них є найбільш небезпечний для кабельної лінії зв'язку ?

22. Який з варіантів стану проводу зв'язку за магнітного впливу найбільш небезпечний:

- ізолюваний по кінцях;

- заземлений по кінцях;

- заземлений з одного кінця ?

23. Від чого залежить коефіцієнт M_{12} ?

24. Що таке коефіцієнт екранувальної (захисної) дії? Від чого він залежить та в яких межах змінюється ?

25. Як називається і в чому полягає метод визначення поздовжньої наведеної ЕРС за небезпечного впливу ЛЕП на ЛЗ ?

26. Які вимоги ставляться до конструкції ВОК?

27. З яких елементів складається ВОК?

28. Які матеріали використовуються для виготовлення ОВ?
29. Вкажіть властивості матеріалів для виготовлення ОВ?
30. Поясніть конструктивні заходи захисту від взаємних впливів між сусідніми ОВ у ВОК.
31. Типи ОВ за конструкцією, їхні особливості.
32. Одномодові і багатомодові ОВ, їх розміри.
33. Види укладання ОВ у кабелі.
34. Вкажіть характерні властивості силових та армувальних елементів конструкції ВОК та з яких матеріалів вони виготовляються ?
35. Вкажіть варіанти розміщення силових та армувальних елементів у ВОК, поясніть їх переваги і недоліки.
36. Яке призначення зовнішньої оболонки ВОК?
37. Класифікація ВОК за призначенням.
38. Що таке числова апертура ОВ?
39. Вкажіть основні варіанти з'єднання активних та пасивних компонентів ВОЛТ і пояснити проблеми, що виникають при їх здійсненні.
40. Вкажіть причини виникнення втрат при з'єднанні однакових волокон між собою. Які похибки юстирування волокон вносять найбільші втрати?
41. Вкажіть види втрат, що мають місце при з'єднанні волокон з технологічними відхиленнями?
42. Поясніть у яких випадках значення втрат при з'єднанні волокон залежить від напрямку поширення оптичних сигналів?
43. Вкажіть методи підготовки торців з'єднуваних волокон, що використовуються на практиці, і в яких випадках?
44. Вкажіть методи виконання нероз'ємних з'єднань волокон і порівняйте їх за втратами, міцністю та вартістю.
45. Вкажіть спосіб зниження втрат при клейовому з'єднанні волокон.
46. Вкажіть спосіб зниження втрат при механічному з'єднанні волокон.
47. Вкажіть основні вимоги, що висуваються до параметрів рознімних з'єднань волокон.
48. Вкажіть варіанти суміщення торців штекерів з волокнами використовуються в рознімних з'єднаннях.
49. Які матеріали використовуються для штекерів оптичних з'єднувачів і чому?

50. Вкажіть який із варіантів підготовки (полірування) торців штекерів (фізичний контакт, кутовий фізичний контакт) забезпечує мінімальні внесені втрати та мінімальну потужність відбиття.

51. Які основні матеріали й легуючі домішки використовують в ОВ?

52. Поясніть механізми поглинання світла матеріалом ОВ. Вкажіть різновиди поглинання спостерігаються у кварцових ОВ.

53. Поясніть явище розсіювання світла в ОВ. Що розуміють під розсіюванням Релея і в якій спосіб його вплив можна зменшити?

54. Класифікуйте геометричні дефекти, що мають місце в ОВ та з яких причин вони виникають і як впливають на власне затухання оптичного волокна?

55. Поясніть, що розуміють під вікнами прозорості кварцового ОВ і як пояснити їхнє виникнення.

56. Чому коефіцієнт затухання одномодового ОВ є меншим, ніж багатомодового?

57. Чому збільшується коефіцієнт затухання оптичного волокна після його впакування у ВОК?

58. Поясніть причини втрат потужності оптичних сигналів на мікро- та макровигинах ОВ.

59. Методи вимірювання коефіцієнта затухання оптичних волокон.

Теми рефератів

1. Техніко-економічне обґрунтування вибору напрямної системи зв'язку.
2. Визначення основних параметрів та характеристик напрямних систем зв'язку.
3. Дослідження залежності вторинних параметрів напрямних систем від робочої частоти.
4. Класифікація методів та засобів вимірювання параметрів і характеристик напрямних систем електричного та оптичного зв'язку.
5. Дослідження залежності характеристик передавання ВОЛЗ від довжини робочої хвилі.
6. Дослідження дисперсійних характеристик ВОЛЗ від довжини робочої хвилі.
7. Визначення спектральної ефективності використання ВОЛЗ.
8. Методи підвищення спектральної ефективності ВОЛЗ.
9. Комп'ютерне моделювання основних характеристик ВОЛЗ.

10. Аналіз результатів комп'ютерного моделювання основних характеристик ВОЛЗ.
11. Будова волоконно-оптичних кабелів.
12. Визначення первинних параметрів ОВ та ВОК.
13. Енергетичні та частотні характеристики оптичних ліній зв'язку.
14. Розрахунок довжини елементарної кабельної ділянки ВОЛТ.
15. Особливості монтажу ВОК при будівництві ВОЛТ.
16. Когерентні ВОЛЗ та підвищення ефективності ВОЛТ.
17. Комп'ютерне моделювання частотних та енергетичних характеристик прямої системи.
18. Проектування волоконно-оптичної транспортної мережі.

5. ТЕСТОВІ ЗАВДАННЯ

Варіант 1

1. Міський телефонний кабель з парним скрученням жил та паперовою ізоляцією без зовнішнього покриття

- 1) ТБ;
- 2) ТПП;
- 3) ТГ;
- 4) ТПВ;
- 5) МКС.

2. Вкажіть тип коаксіального кабеля, який призначений для прокладання в районах підвищеної грозової діяльності та на ділянках, що наближені до ЛЕП, а також електрифікованої залізної дороги:

- 1) КМЕ;
- 2) МКСБ;
- 3) КМГ;
- 4) ТДСБ;
- 5) КМК.

3. Вкажіть тип електромагнітної хвилі, яка забезпечує передавання електромагнітної енергії в квазістаціонарному режимі.

- 1) Е;
- 2) Н;
- 3) Т;
- 4) НЕ;
- 5) ЕН.

4. Вкажіть норму перехідного затухання (дБ) НЧ симетричного кабеля на ближньому кінці.

- 1) 140;
- 2) 123,3;
- 3) $73,8 + \alpha l$;
- 4) $60,8 + \alpha l$;
- 5) залежить від типу кабеля.

5. Вкажіть тип кабеля сільського зв'язку.

- 1) ТЗГ;
- 2) ЗКП;
- 3) МКС;
- 4) КСПП
- 5) ТПП.

6. Як називаються основні рівняння електромагнітного поля ?

- 1) Рівняння Френеля;
- 2) Рівняння Максвелла;
- 3) Рівняння Пойнтинга;
- 4) Рівняння Умова-Пойнтинга;
- 5) Рівняння Гюйгенса.

7. Вкажіть первинний електричний параметр лінії електрозв'язку.

- 1) α ;
- 2) β ;
- 3) γ ;
- 4) $Z_{хв}$;
- 5) G.

8. Вкажіть умови забезпечення електродинамічного режиму.

- 1) $\lambda \approx D$;
- 2) $\lambda \geq D$;
- 3) $\lambda < D$;
- 4) $\lambda \leq D$;
- 5) $\lambda > D$.

9. Вкажіть марку міського телефонного кабелю з поліетиленовою ізоляцією жил в пластиковій оболонці.

- 1) ТПП;
- 2) ТГ;
- 3) ЗКП;

- 4) МКС;
- 5) КСПП.

10. § $\dot{E}dl$.

- 1) Перше рівняння Максвелла;
- 2) Друге рівняння Максвелла;
- 3) Третє рівняння Максвелла;
- 4) Четверте рівняння Максвелла;
- 5) Вектор Пойтинга.

11. Вкажіть вторинний електричний параметр лінії електрозв'язку.

- 1) R;
- 2) C;
- 3) L;
- 4) α ;
- 5) G.

12. Вкажіть якій напрямній системі відповідає формула захищеності

$$A_{зз} = 58,2 + 10 \lg N, \text{ дБ.}$$

- 1) Повітряна;
- 2) Симетричний кабель;
- 3) Оптичний кабель;
- 4) Хвилевод;
- 5) Коаксіальний кабель.

13. Вкажіть тип захисного покриття кабелю, який має броню із круглого дроту.

- 1) Б;
- 2) К;
- 3) Ш;
- 4) Г;
- 5) БкШп.

14. Вкажіть типи хвиль, що передаються по напрямним системам в електродинамічному режимі.

- 1) Т;
- 2) HE;
- 3) TM;
- 4) EH;
- 5) E та H.

15. Вкажіть марку симетричного міжміського кабелю в свинцевій оболонці з кордельно-паперовою ізоляцією струмопровідних жил.

- 1) МКС;
- 2) МКГ;
- 3) ЗКП;
- 4) МКП;
- 5) КСПП.

16. Вкажіть методику розрахунку напрямної системи в квазіоптичному режимі.

- 1) Телеграфні рівняння;
- 2) Закон Ома;
- 3) Закони Кіргофа;
- 4) Рівняння Гюйгенса-Френеля;
- 5) Рівняння Максвелла.

17. Перехідне затухання на частоті ω на дальньому кінці лінії $A_l(\omega)$ можна визначити за формулою.

- 1) $10\lg(P_{11}(\omega)/P_{21}(\omega))$;
- 2) $10\lg(P_{11}(\omega)/P_{10}(\omega))$;
- 3) $10\lg(P_{10}(\omega)/P_{21}(\omega))$;
- 4) $10\lg(P_{10}(\omega)/P_{20}(\omega))$;
- 5) $10\lg(P_{11}(\omega)/P_{21n}(\omega))$.

18. Яке зовнішнє джерело завад створює лише заважальні впливи на лінії зв'язку.

- 1) Високовольтна лінія передачі;
- 2) Гроза;
- 3) Електрофікована залізна дорога;
- 4) Радіостанції;
- 5) Тролейбус.

19. Що враховує коефіцієнт скручення в кабелі ($\chi = 1,02 \div 1,07$)?

- 1) Подовження жил кабеля;
- 2) Вкорочення жил кабеля;
- 3) Зменшення жил кабеля;
- 4) Вкорочення довжини кабеля;
- 5) Збільшення довжини кабеля.

20. Вкажіть як зміняться первинні параметри R та G лінії зв'язку при збільшенні частоти.

- 1) Зменшуються;
- 2) Не змінюються;
- 3) Збільшуються;
- 4) Зменшуються лінійно;
- 5) Не залежать.

21. Вкажіть марку коаксіального магістрального кабеля в свинцевій оболонці.

- 1) КМА;
- 2) МКС;
- 3) ЗКП;
- 4) КМГ;
- 5) ТЗП.

22. Тип захисного покриття кабеля, який використовується в телефонній каналізації.

- 1) А;
- 2) Г;
- 3) Шп;
- 4) Бл;
- 5) К.

23. В формулі $A_z = 10 \lg(P_c / P_n)$ P_c означає

- 1) Потужність завад;
- 2) Напруженість сигналу;
- 3) Потужність сигналу;
- 4) Струм сигналу;
- 5) Напруга завад.

24. Вкажіть чим зумовлена біологічна корозія.

- 1) Взаємодією мікроорганізмів;
- 2) Неоднорідністю оболонки кабеля;
- 3) Електрохімічною взаємодією;
- 4) Впливом солей;
- 5) Впливом кислот.

25. Вкажіть параметри, що відносяться до електричних кабелів та повітряних ліній.

- 1) L;
- 2) R;
- 3) α ;
- 4) C;
- 5) G.

26. Вкажіть тип захисного покриття кабеля, яке складається з поліетиленового шлангу з підклеюваним шаром:

- 1) Г;
- 2) Б;
- 3) К;
- 4) Шп;
- 5) КСт.

27. Еквівалентна глибина проникнення в провідниках при збільшенні частоти струму що передається:

- 1) не змінюється;
- 2) зменшується;
- 3) збільшується;
- 4) не змінюється до критичної частоти;
- 5) різко змінюється після критичної частоти.

28. В повітряних лініях зв'язку, в яких провідники розміщені порівняно далеко один від одного та відсутні зовнішні металічні оболонки, необхідно враховувати:

- 1) Поверхневий ефект;
- 2) Ефект близькості;
- 3) Вплив на параметри кола навколишніх металічних мас;
- 4) Всі відповіді правильні;
- 5) Немає правильної відповіді.

29. Поперечна хвиля типу T поширюється в:

- 1) у волоконно-оптичних хвилеводах;
- 2) діелектричних хвилеводах;
- 3) коаксіальних кабелях;
- 4) у вільному просторі;
- 5) оптичних хвилеводах.

30. При симетруванні кабельних напрямних систем:

- 1) компенсуються діючі в кабелях електромагнітні зв'язки;
- 2) покращується добротність контура;

- 3) покращується броня;
- 4) зменшуються експлуатаційні витрати;
- 5) спрощується монтаж кабеля.

31. Процес поширення електромагнітної енергії вздовж прямої системи визначається:

- 1) $M = r + i\omega m$;
- 2) $K = g + i\omega k$;
- 3) параметрами впливу;
- 4) параметрами передачі;
- 5) завадозахищеністю.

32. Вкажіть тип скручування жил в кабелі, який забезпечує найкращу стабільність за електричними параметрами.

- 1) Парний;
- 2) Подвійна пара;
- 3) Зірковий;
- 4) Вісімка;
- 5) Подвійна зірка.

33. Вкажіть призначення параметру a при розрахунку електричних характеристик симетричних кабельних напрямних систем.

- 1) Відстань між провідниками;
- 2) Діаметр провідника;
- 3) Коефіцієнт скручення;
- 4) Радіус провідника;
- 5) Коефіцієнт вихрових струмів.

34. Вкажіть засоби захисту від корозії на лінійних спорудах електрозв'язку.

- 1) Електричний дренаж;
- 2) Ресорні підвіски;
- 3) Катодні установки;
- 4) Ізоляційні муфти;
- 5) Протекторні установки.

35. Вкажіть тип захисного покриття кабеля, який використовується в ґрунті.

- 1) Г;
- 2) Шп;

- 3) Кп, Шп;
- 4) К;
- 5) Б.

36. Вкажіть назву параметру $K = q + iwk$ напрямної системи.

- 1) Первинний параметр передачі;
- 2) Первинний параметр впливу;
- 3) Вторинний параметр впливу;
- 4) Завадозахищеність.

37. Вкажіть марку малогабаритного коаксіального кабеля у свинцевій оболонці.

- 1) КМГ;
- 2) МКТГ;
- 3) КМА;
- 4) МКС;
- 5) КМЕ.

38. Вкажіть параметри взаємного впливу в напрямних системах.

- 1) Поверхневий ефект;
- 2) Ефект близькості;
- 3) Еквівалентна глибина проникнення;
- 4) Опір кола;
- 5) Захищеність кіл.

39. Вкажіть якій лінії відповідає норма перехідного затухання $A_0 = 69,5$ дБ.

- 1) Симетричному кабелю;
- 2) Повітряним лініям;
- 3) Оптичному кабелю;
- 4) Хвилеводу;
- 5) Коаксіальним кабелям.

40. Вкажіть недолік хвилеводних напрямних систем.

- 1) Простота конструкції;
- 2) Присутність критичних частот;
- 3) Складність виготовлення;
- 4) Складність стикування з іншими системами;
- 5) Залежність від конструктиву.

6. МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ДО НАПИСАННЯ КОНТРОЛЬНИХ РОБІТ СТУДЕНТАМИ ЗАОЧНОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ

Контрольна робота складається з комплексного завдання, яке охоплює теоретичний матеріал програми навчальної дисципліни та містить теоретичну та практичну частини.

Завдання є індивідуальним.

Завдання для виконання контрольної роботи студент отримує під час установчої сесії на першій лекції з дисципліни. Виконану контрольну роботу, завірену у деканаті, студент повинен здати для перевірки на кафедру (викладачу) під час сесії до проведення заліку з дисципліни.

Контрольна робота складається із 3 теоретичних питань та одного практичного завдання. Теоретичні питання вибираються залежно від варіанту із відповідного переліку.

Перелік питань для контрольних робіт:

1. Вкажіть типи та поясніть будову оптичного волокна.
2. Поясніть первинні (оптичні) параметри основних типів ОВ.
3. Поясніть параметри передавання основних типів ОВ.
4. Поясніть методику розрахунку показника заломлення матеріалів та ОВ.
5. Вкажіть типи ОВ та поясніть різницю між ними.
6. Вкажіть типи профілів показників заломлення осердя ОВ та поясніть різницю між ними.
7. Поясніть поширення оптичного сигналу в ОВ на основі геометричної оптики.
8. Поясніть хвильовий характер поширення мод в ОВ.
9. Поясніть сутність критичної частоти та довжини хвилі відсікання ОВ.
10. Поясніть методику визначення оптичних параметрів ОВ.
11. Поясніть методи виготовлення ОВ та ВОК.
12. Поясніть методику маркування ОВ та ВОК.
13. Вкажіть режими роботи ОВ та поясніть умови їх дотримання.
14. Поясніть причини виникнення загасання потужності оптичних сигналів в ОВ.
15. Поясніть причини виникнення власних втрат в ОВ.
16. Поясніть причини вимкнення додаткових втрат в ОВ.
17. Вкажіть типи дисперсії та поясніть причини виникнення в ОВ.
18. Поясніть методику розрахунку матеріальної та хвилеводної дисперсії в ОВ.
19. Поясніть сутність дисперсії оптичних сигналів в ОВ.
20. Поясніть причини виникнення хроматичної дисперсії в ООВ.

21. Поясніть методику визначення фазового коефіцієнту та хвильового опору ОВ.
22. Поясніть методику визначення фазової та групової швидкості мод в ОВ.
23. Поясніть методику визначення довжини елементарної кабельної ділянки в ВОЛЗ за потужністю.
24. Поясніть методику визначення довжини елементарної кабельної ділянки в ВОЛЗ за дисперсією.
25. Поясніть призначення діаграми рівнів енергетичного потенціалу ВОЛЗ.
26. Поясніть методику визначення міри пошкодження ВОК від грозового розряду.
27. Поясніть методику захисту ВОК від грозових розрядів.
28. Поясніть заходи захисту ВОК від магнітного впливу ЛЕП.
29. Поясніть методику розрахунку розтягувальних навантажень при прокладанні та експлуатації ВОК.
30. Поясніть методику виконання нерознімного з'єднання ОВ.
31. Поясніть методику вимірювання параметрів передавання ОВ при монтажу ВОК.
32. Поясніть будову та умови експлуатації ВОК.
33. Поясніть призначення та параметри елементів ВОК.
34. Вкажіть прилади для вимірювання оптичних та електричних параметрів ВОК та поясніть методику їх використання.
35. Вкажіть типи рознімних та нерознімних з'єднань в ВОЛЗ.
36. Вкажіть типи рознімних з'єднань в ВОЛЗ та поясніть різницю між ними.
37. Вкажіть типи матеріалів та домішок, які використовуються для виготовлення ОВ.
38. Вкажіть типи геометричних дефектів в ОВ та поясніть їх вплив на параметри передавання в ВОЛЗ.
39. Поясніть сутність вікон прозорості та особливості їх використання.
40. Поясніть причини виникнення втрат потужності оптичних сигналів на мікро- та макровигинах в ОВ.
41. Поясніть фізичні явища відбиття та розсіювання світла в ОВ.
42. Вкажіть типи нелінійних ефектів в ОВ та поясніть причини їх виникнення.
43. Вкажіть умови когерентності ОВ та поясніть необхідність їх дотримання в ООВ.
44. Поясніть необхідність використання різних профілів показників заломлення осердя ОВ.
45. Поясніть призначення домішок в основному матеріалі ОВ.
46. Поясніть принцип дії ООВ та БОВ та порівняйте їх.

47. Поясніть (графічно) проходження оптичного сигналу в ступінчатому ОВ.
48. Поясніть необхідність визначення числової апертури ОВ.
49. Поясніть хвильовий характер поширення мод в ОВ.
50. Поясніть необхідність визначення критичної частоти та довжини хвилі відсікання для ОВ.
51. Вкажіть основні оптичні параметри ОВ та поясніть їх призначення.
52. Поясніть необхідність визначення нормованої частоти для ОВ.
53. Поясніть необхідність визначення кількості мод для БОВ.
54. Поясніть необхідність визначення діаметру модового поля для ООВ.
55. Поясніть методику визначення первинних (оптичних) параметрів ВОК.
56. Поясніть принцип дії градієнтних ОВ та їх відмінність від ступінчатих ОВ.
57. Порівняйте параметри та призначення БОВ з ступінчатим та градієнтним профілем показника заломлення.
58. Виконайте класифікацію типів ОВ згідно з стандартами ІТУ-Т.
59. Поясніть будову ВОК та вкажіть їх умови використання.
60. Поясніть методи виготовлення ОВ.
61. Виконайте класифікацію типів ВОК за функціональним призначенням.
62. Поясніть будову осердя та зміцнювальних елементів ВОК.
63. Поясніть правила маркування ВОК.
64. Поясніть методику вибору та обґрунтування типу ОВ для ВОЛЗ.
65. Поясніть методику вибору і обґрунтування конструкції та типу ВОК.
66. Поясніть особливості виготовлення ВОК.
67. Поясніть методику вимірювання конструктивних та механічних параметрів ОВ та ВОК.
68. Поясніть методику розрахунку основних елементів конструкції ВОК.
69. Поясніть методику розрахунку оптичних параметрів ВОК.
70. Поясніть умови одномодового режиму роботи ОВ.
71. Поясніть причини загасання (втрат) потужності оптичних сигналів в ОВ.
72. Поясніть (графічно) спектральну залежність втрат потужності оптичних сигналів в матеріалі ОВ.
73. Вкажіть параметри передавання ВОК та поясніть їх залежність від типу ВОЛЗ.
74. Поясніть причини виникнення власних втрат в ОВ.
75. Поясніть причини виникнення додаткових (кабельних) втрат в ОВ.
76. Поясніть (графічно) залежність затухання потужності оптичних сигналів від довжини хвилі в ОВ.
77. Поясніть методику вимірювання загасання оптичних сигналів в ВОК.

78. Поясніть методику вимірювання загасань оптичних сигналів оптичним рефлектометром.

79. Поясніть методику розрахунку коефіцієнта загасання оптичного сигналу в ОВ.

80. Поясніть методику розрахунку коефіцієнта загасання оптичного сигналу в ВОК.

81. Поясніть необхідність поділу робочого діапазону ОВ на піддіапазони (ВП).

82. Поясніть особливості використання вікон прозорості в спектральному діапазоні ОВ.

83. Поясніть методику визначення кабельних втрат потужності оптичних сигналів на макро- та мікрОВИГАХ ОВ.

84. Поясніть методику визначення пропускної здатності ОВ та ВОК.

85. Поясніть методику визначення затухання оптичного сигналу на рознімних та нерознімних з'єднаннях ВОЛЗ.

86. Поясніть причини виникнення затухання оптичних сигналів на рознімних та нерознімних з'єднаннях ВОЛЗ.

87. Вкажіть типи та причини виникнення дисперсії в ОВ.

88. Поясніть класифікацію ОВ за дисперсійною характеристикою.

89. Поясніть методику визначення ширини смуги пропускання ОВ.

90. Поясніть методику визначення міжмодової дисперсії в БОВ.

91. Поясніть методику визначення хроматичної дисперсії в ООВ.

92. Поясніть методику розрахунку довжини елементарної кабельної ділянки.

93. Поясніть методику розрахунку бюджету потужності ВОЛЗ.

94. Поясніть методику розрахунку довжини ділянки регенерації ВОЛЗ за дисперсією.

95. Поясніть методику розрахунку небезпечних магнітних впливів в ВОЛЗ.

96. Поясніть методику вимірювання та випробування ВОК.

Практичне завдання полягає в розрахунку параметрів та розробленні структурної схеми ВОЛТ згідно заданих тем задач.

1. Вибір і обґрунтування типу ОВ та ВОК для ВОЛЗ.
2. Обґрунтування вибору технології побудови цифрових лінійних трактів телекомунікаційних систем.
3. Розрахунок оптичних параметрів ОВ та параметрів передачі ВОК.
4. Визначення частотних характеристик ВОЛЗ.
5. Розрахунок параметрів оптичних каналів.
6. Коригування хроматичної та поляризаційно-модової дисперсії у ВОЛЗ.

7. Розрахунок та коригування енергетичного потенціалу багатоканального ВОЛТ.

8. Визначення оптичних параметрів оптимального ООВ.

9. Дослідження залежностей основних оптичних параметрів ВОК.

10. Розрахунок спектральної ефективності формату модуляції оптичних сигналів у ВОСП.

11. Розрахунок енергетичної характеристики ВОЛТ.

12. Дослідження залежності пропускну здатності ВОЛТ від обраного методу мультиплексування, формату модуляції та технології кодування оптичних сигналів.

13. Розрахунок OSNR та коефіцієнта помилок у ВОЛТ.

14. Розрахунок завадозахищеності магістральної ділянки ВОЛЗ.

15. Визначення первинних електричних параметрів цифрового лінійного тракту на основі xDSL технологій.

16. Розрахунок вторинних електричних параметрів кабелю електрозв'язку.

17. Визначити оптичні параметри та режим роботи ОВ, якщо: робоча довжина хвилі становить $\lambda=1,51$ мкм; діаметр осердя ОВ – $d_{oc}=8,3$ мкм; хімічний склад осердя ОВ – 100% SiO_2 , а оболонки – 3,0% B_2O_3 , 97% SiO_2 .

18. Визначити оптичні параметри та режим роботи ОВ, якщо: робоча довжина хвилі становить $\lambda=1,45$ мкм; діаметр осердя ОВ – $d_{oc}=8,9$ мкм; хімічний склад осердя ОВ – 100% SiO_2 , а оболонки – 3,3% GeO_3 , 9,2% B_2O_3 , 87,5% SiO_2 .

19. Визначити оптичні параметри та режим роботи ОВ, якщо: робоча довжина хвилі становить $\lambda=1,56$ мкм; діаметр осердя ОВ – $d_{oc}=8,5$ мкм; хімічний склад осердя ОВ – 100% SiO_2 , а оболонки – 9,1% P_2O_5 , 90,9% SiO_2 .

20. Визначити оптичні параметри та режим роботи ОВ, якщо: робоча довжина хвилі становить $\lambda=1,48$ мкм; діаметр осердя ОВ – $d_{oc}=9,3$ мкм; хімічний склад осердя ОВ – 100% SiO_2 , а оболонки – 13,5% Be_2O_3 , 86,5% SiO_2 .

21. Визначити оптичні параметри та режим роботи ОВ, якщо: робоча довжина хвилі становить $\lambda=1,41$ мкм; діаметр осердя ОВ – $d_{oc}=9,6$ мкм; хімічний склад осердя ОВ – 100% SiO_2 , а оболонки – 4,1% GeO_2 , 95,9% SiO_2 .

22. Визначити оптичні параметри та режим роботи ОВ, якщо: робоча довжина хвилі становить $\lambda=1,5$ мкм; діаметр осердя ОВ – $d_{oc}=8,0$ мкм; хімічний склад осердя ОВ – 100% SiO_2 , а оболонки – 16,9% Na_2O , 32,5% B_2O_3 , 50,6% SiO_2 .

7. ПИТАННЯ ДО ІСПИТУ З ДИСЦИПЛІНИ «НАПРЯМНІ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРИЧНОГО ТА ОПТИЧНОГО ЗВ'ЯЗКУ»

1. Вказати переваги і недоліки радіоліній та пояснити умови їх використання.
2. Пояснити залежність перехідного затухання на ближньому кінці симетричного кабелю від робочої частоти та довжини лінії.
3. Пояснить структурну схему та вкажіть основні вимоги до систем електричного та оптичного зв'язку.
4. Пояснити методику вимірювання електричних параметрів та пошуку пошкоджень в симетричних кабельних лініях електрозв'язку за допомогою аналізаторів кабельних ліній.
5. Порівняти 2-х провідну та 4-х провідну симетричні лінії електрозв'язку по завадозахищеності від взаємних впливів та пояснити чому.
6. Вкажіть типи та класи електромагнітних хвиль в напрямних системах зв'язку.
7. Пояснити сутність оптимальності конструктивних рішень для кабелів електрозв'язку.
8. Вказати вторинні параметри взаємного впливу та пояснити їх сутність.
9. Пояснити режими передачі енергії в напрямних системах зв'язку.
10. Вказати типи волоконно-оптичних кабельних ліній зв'язку та пояснити особливості їх використання.
11. Пояснити залежність електричних параметрів комбінованих кабелів від конструктивних особливостей кабелю.
12. Пояснить умови розповсюдження енергії напрямними системами зв'язку.
13. Пояснити методику вимірювання перехідних затухань в симетричних кабельних лініях.
14. Вказати первинні параметри передачі симетричних кабелів електрозв'язку та пояснити їх залежність від частоти.
15. Пояснить умови передавання енергії через напрямні системи зв'язку з урахуванням випромінювання.
16. Вказати типи коаксіальних кабелів та пояснити умови їх використання.
17. Пояснити частотні характеристики впливу в симетричних кабелях.
18. Пояснить рівняння однорідної лінії зв'язку.
19. Вказати типи симетричних кабельних ліній електрозв'язку та пояснити особливості їх використання.
20. Вказати типи та умови використання надпровідних кабельних ліній зв'язку.
21. Пояснить методику розрахунку коефіцієнта розповсюдження напрямної системи електричного зв'язку.
22. Пояснити параметри напрямних кабельних систем неоднорідних по довжині.

23. Пояснити залежність швидкості передачі сигналу від робочої частоти кабельних ліній.
24. Поясніть електричні процеси в симетричних колах напрямних систем зв'язку.
25. Пояснити фізичні процеси в надпровідниках та діелектриках при низьких температурах.
26. Пояснити методику розрахунку первинних параметрів передачі коаксіальних кабелів електрозв'язку.
27. Поясніть умови виникнення ефекту близькості в напрямних системах електричного зв'язку.
28. Пояснити фізичний зміст втрат енергії на поверхневий ефект та ефект зближення в кабелі електрозв'язку.
29. Вказати типи та пояснити будову НЧ кабелів для місцевих мереж зв'язку на основі обладнання ЦСП.
30. Поясніть методику визначення первинних електричних параметрів кабельних ліній електрозв'язку.
31. Пояснити методику розрахунку загального діаметру симетричних кабелів електрозв'язку.
32. Пояснити необхідність та будову захисного обладнання лінійних трактів електрозв'язку.
33. Поясніть методику розрахунку ємності та провідності ізоляції напрямних систем електричного зв'язку.
34. Вкажіть типи та поясніть будову оптичного волокна.
35. Вкажіть параметри передавання ВОК та поясніть їх залежність від типу ВОЛЗ.
36. Порівняйте параметри та призначення потоків E1 та Ethernet.
37. Вкажіть типи та причини виникнення дисперсії в ОБ.
38. Поясніть методику розрахунку показника заломлення матеріалів та ОБ.
39. Вкажіть призначення та характеристики потоку E1 згідно рекомендації G.703.
40. Порівняйте параметри ОБ SMF та NZDSF.
41. Поясніть методи виготовлення ОБ та ВОК.
42. Вкажіть призначення та характеристики потоку Ethernet згідно рекомендації G.8010.
43. Поясніть спектральну ефективність оптичного каналу ВОЛТ.
44. Поясніть необхідність визначення числової апертури ОБ.
45. Поясніть необхідність та методику визначення коефіцієнта помилок в оптичному лінійному тракті.
46. Поясніть хвильовий характер поширення мод в ОБ.
47. Поясніть методику розрахунку основних елементів конструкції ВОК.

48. Поясніть необхідність та методику визначення коефіцієнта помилок в електричному лінійному тракті.
49. Поясніть необхідність модового та поляризаційного мультиплексування.
50. Поясніть первинні (оптичні) параметри основних типів ОВ.
51. Вкажіть типові значення коефіцієнта помилок в оптичному лінійному тракті і поясніть їх залежність від оптичних, енергетичних та частотних параметрів ВОЛТ.
52. Поясніть призначення діаграми рівнів енергетичного потенціалу ВОЛЗ.
53. Поясніть будову та призначення ОВ типу MCF.
54. Вкажіть типові значення коефіцієнта помилок в електричному лінійному тракті і поясніть їх залежність від конструктивних та електричних параметрів ЦЛТ.
55. Вкажіть типи профілів показників заломлення осердя ОВ та поясніть різницю між ними.
56. Поясніть методику визначення хроматичної дисперсії в ООВ.
57. Порівняйте характеристики та умови використання ВОЛЗ та ЦЛЗ на основі xDSL технологій.
58. Поясніть методику захисту ВОК від грозових розрядів.
59. Поясніть критерій Шенона для ОВ та ВОЛТ.
60. Поясніть залежність параметрів передавання ВОЛЗ від довжини та типу ВОЛТ.
61. Поясніть методику розрахунку матеріальної та хвилеводної дисперсії в ОВ.
62. Поясніть методику вимірювання загасання оптичних сигналів в ВОК.
63. Поясніть залежність параметрів передавання ЦЛЗ від довжини та типу ЦЛТ.
64. Поясніть геометричні, оптичні параметри та параметри передавання ОВ типу MCF.
65. Поясніть методику маркування ОВ та ВОК.
66. Поясніть вплив умов та терміну експлуатації ВОЛЗ на характеристики ВОЛТ.
67. Поясніть сутність вікон прозорості та особливості їх використання.
68. Поясніть методику розрахунку небезпечних магнітних впливів в ВОЛЗ.
69. Поясніть вплив умов та терміну експлуатації ЦЛЗ на характеристики ЦЛТ.
70. Вкажіть смугу пропускання стандартного ООВ.
71. Поясніть причини виникнення втрат потужності оптичних сигналів на мікро- та макровигинах в ОВ.
72. Вкажіть послідовність етапів розрахунку основних параметрів та характеристик ВОЛЗ.

ПЕРЕЛІК ЛІТЕРАТУРИ

1. Абрамов С. К. Лінії передачі: навч. посіб. / С. К. Абрамов. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2009. – 70 с.
2. Волоконно-оптическая техника: современное состояние и новые перспективы / [сборник статей под редакцией С. А. Дмитриева, Н. Н. Слепова]. – М. : Техносфера, 2010. – 608 с.
3. Фокин В. Г. Оптические системы с терабитными и петабитными скоростями передачи: Учебное пособие. – Н. : СибГУТИ, 2016.
4. Андреев В. А. Направляющие системы электросвязи: Учебник для вузов. В 2-х т. Том 1 – Теория передачи и влияния / под ред. В. А. Андреева. – Горячая линия - Телеком, 2009. – 424 с.
5. Бондаренко О. В. Розрахунок конструкції та визначення параметрів передачі кабелю електрозв'язку : Методичні вказівки до виконання комплексної роботи з дисципліни «Напрямні системи електричного та оптичного зв'язку». – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2014 – 78 с.
6. Бондаренко О. В. Проектування однохвильової волоконно-оптичної лінії передачі : Методичні вказівки з курсового проектування з дисципліни «Напрямні системи електричного та оптичного зв'язку». – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2015 – 117 с.
7. Кись О. М, Корнійчук В. І. Проектування волоконно-оптичної транспортної мережі : Навчальний посібник з курсового та дипломного проектування . – Одеса: ОНАЗ ім. О.С. Попова, 2014 – 92 с.
8. Фокин В. Г. Когерентные оптические сети: Учебное пособие. – Н. : СибГУТИ, 2015.
9. Бортник Г. Г., Васильківський М. В., Кичак В. М. Транспортні телекомунікаційні технології. – В. : ВНТУ, 2017.
10. Цуканов В. Н, Яковлев М. Я. Волоконно-оптическая техника: Практическое руководство. – М. : Инфа-Инженерия, 2014.
11. Трошин А. В. Цифровой оптический тракт: Методические рекомендации по подготовке к лабораторным работам. – Самара: ПГУТИ, 2016. – 44 с.
12. Родина О. В. Волоконно-оптические линии связи. Практическое руководство - М. : Горячая линия – Телеком, 2009. – 400 с.
13. Фриман Р. Волоконно-оптические системы связи / Р. Фриман – М. : Техносфера, 2007. 512 с.
14. Бунас В. Ю. Проектирование линейного тракта цифровой ВОСП : учеб.-метод. пособие / В. Ю. Бунас, Н. В. Тарченко, В. Н. Урядов. – Минск : БГУИР, 2012. – 70 с.

15. Shiva Kumar and M. Jamal Deen Fiber Optic Communications Fundamentals and Applications - Department of Electrical and Computer Engineering, McMaster University, Canada, 2014.
16. Herbert Venghaus, Norbert Grote Fibre Optic Communication - Springer Series in Optical Sciences, 2017.
17. John M. Senior Optical Fiber Communications Principles and Practice. – Prentice Hall, 2009.
18. Исследование параметров волоконно-оптической линии передачи. [сайт]. Режим доступа: <http://www.techexpose.ru/techob-860.html> (дата звернения 14.09.2018). — Назва з екрана.