

Рекомендовано
на засіданні кафедри
транспортного зв'язку
прот. № 1 від 27.08.2019 р.

СИЛАБУС З ДИСЦИПЛІНИ
БАГАТОКАНАЛЬНІ СИСТЕМИ ПЕРЕДАЧІ
ІНФОРМАЦІЇ

Освітній рівень перший (бакалаврський)

Галузь знань 15 Автоматика та приладобудування

Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології

Освітня програма Мережеві технології та комп'ютерна техніка

Проведення занять згідно розкладу <http://rasp.kart.edu.ua/>

Команда викладачів:

Лектор:

Трубчанінова Карина Артурівна (кандидат технічних наук, доцент),

Контакти: +38 (057) 730-10-81, e-mail: tz@kart.edu.ua

Асистент лектора:

Трубчанінова Карина Артурівна (кандидат технічних наук, доцент),

Контакти: +38 (057) 730-10-81, e-mail: tz@kart.edu.ua

Години прийому та консультації: понеділок з 14.10-15.30

Веб сторінка курсу: <http://do.kart.edu.ua/>

Додаткові інформаційні матеріали: <http://metod.kart.edu.ua>

Завданнями викладання курсу «Багатоканальні системи передачі інформації» є вивчення загальних принципів побудови і функціонування апаратури багатоканальних цифрових систем передачі (ЦСП), принципів організації лінійних трактів (ЛТ) на провідних і волоконно-оптичних лініях зв'язку і розрахунку довжин регенераційних ділянок. Крім того, метою викладання курсу є ознайомлення студентів з нормуванням параметрів якості передачі по каналах і трактах ЦСП і ВОСП. Метою викладання дисципліни також є ознайомлення студентів з національними і міжнародними стандартами в галузі телекомунікацій та перспективами розвитку багатоканальних ЦСП.

Чому ви маєте обрати цей курс?

Якщо Вас цікавлять питання функціонування, проектування та експлуатації сучасних багатоканальних систем передачі інформації, то Вам потрібно саме цей курс!

Від здобувачів очікується: базове розуміння принципів багатоканальної передачі, основи формування, передачі та прийняття сигналів, а також обізнаність в питаннях проектування та функціонування багатоканальних систем передачі.

Перша частина курсу присвячена загальним відомостям багатоканальних систем передачі, особливостям формування та обробки сигналів та принципам мультиплексування в багатоканальних системах передачі, а друга частина курсу – принципам функціонування плезіохронних, синхронних та повністю оптичних цифрових ієрархій, системам управління мережами електровз'язку TMN.

Команда викладачів і Ваші колеги будуть готові надати будь-яку допомогу з деякими з найбільш складних аспектів курсу по електронній пошті і особисто – у робочий час.

Огляд курсу

Цей курс, який вивчається два семестри, дає студентам здатність формування теоретичних та практичних знань та звичок, що необхідні для грамотного проектування сучасних багатоканальних систем передачі: вибору середовища передачі, розрахунку необхідних параметрів приймально-передавальних пристроїв з метою забезпечення необхідних показників якості передачі даних.

Курс складається з лекцій, практичних занять та лабораторних занять, а також курсового проекту. Курс супроводжується пояснювально-ілюстративним та наочним матеріалом. Студенти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання протягом обговорень на заняттях та виконання курсового проекту.

Схема курсу

Поміркуй	Лекції	Виконай
	Матеріал для самостійної роботи	
	Обговорення на заняттях	
	Лабораторні заняття	
	Практичні заняття	
	Курсовий проект	
	Консультації	
	Екзамен	

Вивчення в лекційному курсі теоретичних основ систем передачі доповнюється лабораторними заняттями, метою яких є закріплення теоретичних знань у галузі багатоканальних систем передачі.

Метою практичних занять є набуття практичних навичок з інженерних методів розрахунку багатоканальних систем передачі та проектування телекомунікаційних мереж.

Ряд розділів і питань курсу виносяться на самостійне вивчення під керівництвом і контролем викладача.

Ресурси курсу

Інформація про курс розміщена на сайті Університету (<http://metod.kart.edu.ua/>), включаючи навчальний план, матеріали, завдання та правила оцінювання курсу).

Додатковий матеріал та посилання на електронні ресурси доступні на сайті Університету у розділі «дистанційне навчання» поряд із питаннями, над якими необхідно поміркувати під час підготовки для обговорення на заняттях. Необхідна підготовка повинна бути завершена до початку наступного заняття. Ви повинні бути готовими до дискусій та мозкових штурмів – ми хочемо знати, що Ви думаєте!

Приклади питань для обговорення на заняттях:

- 1) Поясніть принципи функціонування багатоканальних систем передачі інформації.
- 2) Наведіть загальну схему методів мультиплексування сигналів в системах багатоканальної передачі.
- 3) Наведіть структуру синхронного транспортного модулю STM-4.

Опис навчальної дисципліни.

Кількість кредитів – 7.

Загальна кількість годин вивчення дисципліни – 210.

Кількість годин відведена на проведення лекцій – 50.

Кількість годин відведена на самостійну роботу – 95.

Рік та курс навчання – 2019/2020, 4 курс.

Термін викладання – 2 семестри.

Ресурси курсу

Інформація про курс розміщена на сайті Університету (<http://metod.kart.edu.ua/>), включаючи навчальний план, матеріали, завдання та правила оцінювання курсу).

Додатковий матеріал та посилання на електронні ресурси доступні на сайті Університету у розділі «дистанційне навчання» поряд із питаннями, над якими необхідно поміркувати під час підготовки для обговорення на заняттях. Необхідна підготовка повинна бути завершена до початку наступного заняття. Ви повинні бути готовими до дискусій та мозкових штурмів – ми хочемо знати, що Ви думаєте!

Приклади питань для обговорення на заняттях:

- 1) Поясніть принципи функціонування телекомунікаційних мереж.
- 2) Наведіть загальну схему методів мультиплексування сигналів в телекомунікаційних системах.
- 3) Наведіть структуру синхронного транспортного модулю STM-16.

Теми курсу

Тема 1. Цифрові сигнали та принципи їх мультиплексування.

Тема 2. Цифрові ієрархії передачі сигналів. Плезіохронна та синхронна цифрові ієрархії.

Тема 3. Волоконно-оптичні системи передачі.

Тема 4. Системи управління мережами електров'язку TMN.

Тема 5. Технологія абонентського доступу по цифровим абонентським лініям (xDSL).

Лекції, лабораторні заняття, практичні заняття

Список основних лекцій курсу наведений нижче. Пильнуйте за змінами у розкладі.

Теми лекцій.

Вступ. Предмет вивчення і задачі дисципліни. Місце дисципліни в учбовому плані. Основні етапи розвитку засобів передачі інформації. Сучасні тенденції розвитку засобів передачі інформації. Транспортні телекомунікаційні мережі та їх функції. Способи подання транспортних телекомунікаційних мереж. Технічні засоби транспортних телекомунікаційних мереж.

Цифрові сигнали. Основні етапи перетворення аналогового сигналу в цифровій. Дискретизація за часом, квантування за рівнем та кодування. Компаундування (стиск динамічного діапазону). Диференційна ІКМ (ДІКМ). Дельта – модуляція (ДМ). Кодування з адаптивним проорокуванням. Кодування з розбиттям на піддіапазони.

Принципи мультиплексування сигналів. Загальна схема методів мультиплексування сигналів. Частотне мультиплексування сигналів (FDM). Оптичне частотне (хвильове) мультиплексування сигналів (WDM). Часове мультиплексування сигналів (TDM.) Оптичне часове мультиплексування сигналів (OTDM). Кодове мультиплексування сигналів (CDM). Системи оптичного множинного доступу з кодовим мультиплексуванням сигналів (O-CDMA). Системи первинного групоутворення.

Плезіохронна цифрова ієрархія PDH. Основні принципи функціонування. Ієрархія швидкостей. Синхронізація в плезіохронних системах передачі. Структура кадру ієрархії PDH. Узгодження (вирівнювання) швидкостей цифрових потоків. Недоліки плезіохронних систем передачі.

Синхронна цифрова ієрархія SDH. Основні принципи функціонування. Ієрархія швидкостей. Функціональні шари і інформаційні структури синхронної системи передачі, взаємозв'язок між ними. Схема перетворень даних при формуванні контейнерів STM. Формат циклу STM-1. Принципи розміщення контейнерів і блоків STM-1. Розміщення цифрових потоків PDH у контейнерах SDH. Трактовий і секційний заголовки. Показники. Виявлення помилок у системі SDH. Апаратура мереж SDH.

Архітектура транспортної мережі. Архітектура транспортної мережі Основні моделі. Самовідновлюючі мережі SDH. Варіанти побудови. Процедури реконфігурації. Синхронізація в синхронних системах передачі.

Системи управління телекомунікаційною мережею TMN. Загальні принципи TMN. Функціональна архітектура TMN. Інформаційна архітектура TMN. Фізична архітектура TMN. Практична реалізація TMN. Особливості побудови систем управління мережами SDH.

Узагальнена структурна схема ВОСП. Основні особливості. Лінійні коди. Вимоги до методів лінійного цифрового кодування. Методи лінійного цифрового кодування. Логічне кодування. Скремблювання.

Введення в технологію хвильового мультиплексування WDM. Модель взаємодії основних технологій SDH / SONET, ATM, IP (Ethernet) і WDM. Блок-схема систем з WDM. Методи передачі WDM-обладнання. Односпрямована WDM-система. Двонаправлена WDM-система. Вузкосмугові та широкосмугові системи WDM. Канальний план. Класифікація WDM на основі каналного плану. Технологія з щільним спектральним

розділенням каналів DWDM та з грубим (нешільним) спектральним розділенням каналів CWDM. Типові топології систем DWDM.

Оптичне волокно. Типи сучасних оптичних волокон. Стандартне одномодове волокно зі ступінчастим профілем SF. Одномодове волокно зі зсунутою дисперсією DSF. Одномодове волокно з ненульовою зсунутою дисперсією NZDSF. Параметри волокна, що впливають на ефективність роботи елементів WDM-систем. Хроматична та поляризаційна дисперсії. Нелінійні явища. Фазова само модуляція. Фазова крос-модуляція. Чотирьоххвильове змішання. Вимушене зворотне розсіювання Бріллюена - Мандельштама. Вимушене комбінаційне розсіювання (Рамана). Параметри мультиплексорів/демультиплексорів, що впливають на ефективність роботи елементів WDM-систем. Параметри оптичних підсилювачів, що впливають на ефективність роботи елементів WDM-систем.

Компоненти систем DWDM. Передавальний та приймальний оптичний модуль. Принцип роботи, конструкція та основні технічні характеристики полупровідникових світлодіодів та лазерів. Принцип роботи, основні вимоги. p-n, p-i-n та лавинні фотодіоди. Принцип дії порівняльна характеристика. Система обробки сигналів приймального оптичного модулю. Види і методи модуляції оптичної несучою. Порівняльна характеристика ідеальної і реальної системи зв'язку. Структурна схема оптичного приймача. Критерії вибору характеристик фільтру. Око-діаграма, призначення, принцип побудови.

Компоненти систем DWDM. Оптичні мультиплексори (демультиплексори). Призначення, принцип дії, класифікація, приклади реалізації. Оптичні комутатори та маршрутизатори. Оптичні вентиля та фільтри. Оптичні перетворювачі: конвертори довжин хвиль і транспондери. Оптичні розгалужувачі і атенуатори. Компенсатори дисперсії. Волоконно-оптичні підсилювачі на основі рідкоземельних елементів. Оптичні підсилювачі на основі ефекту розсіювання.

Вимірювання й моніторинг WDM систем. Технологія SWDM. Волоконно-оптичні системи з солітонною передачею. Визначення оптичного солітону. Нелінійні оптичні ефекти в скловолокні та існування солітонів. Принципи побудови солітонних волоконно-оптичних систем передачі. Вимірювання й моніторинг WDM систем. Короткий огляд оптичного моніторингу. Рефлектометри при вимірюванні параметрів оптичних компонентів. Оптичні аналізатори спектра при вимірюванні параметрів оптичних компонентів. Тестування елементів WDM системи.

Принципи побудови мереж абонентського доступу. Класифікація технологій абонентського доступу по цифровим абонентським лініям (xDSL). Види кодування і модуляції в технологіях xDSL.

Теми практичних занять.

Вибір і обґрунтування системи спектрального ущільнення.

Елементна база WDM систем.

Енергетичний розрахунок волоконно-оптичного лінійного тракту з хвильовим розподілом каналів.

Вибір топології проекрованої первинної мережі зв'язку на основі SDH.

Розрахунок довжини ділянок регенерації й кількості регенераторів мережі зв'язку на основі SDH.

Синхронізація проекрованої первинної мережі зв'язку на основі SDH.

Розрахунок обсягу обладнання вузла проекрованої первинної мережі зв'язку на основі SDH.

Розрахунок показників надійності лінійного тракту проекрованої первинної мережі зв'язку на основі SDH.

Розрахунок пропускної здатності для проекрованої мережі доступу.

Розрахунок параметрів лінії при використанні технології ADSL.

Розрахунок пропускної здатності системи мережі доступу.

Теми лабораторних занять.

Дослідження процесів дискретизації за часом, квантування за рівнем та кодування.

Дослідження системи ІКМ з проорокуванням.

Дослідження компандування дискретизованих сигналів за А та μ - законами компандування.

Дослідження принципів лінійного кодування та скремблювання цифрових сигналів.

Дослідження асинхронного та синхронного об'єднання цифрових сигналів.

Вивчення цифрових систем передачі PDH.

Принципи розміщення контейнерів і блоків в STM-1: адміністративний блок AU-4, адміністративний блок AU-3, група адміністративних блоків AUG в STM-1. Навантажувальні блоки TU-3, TU-12. Група навантажувальних блоків TUG-3.

Дослідження схеми формування STM-1 з цифрового потоку 2 Мбіт/с, 34 Мбіт/с та 140 Мбіт/с. Дослідження схеми формування STM-1 з потоку чарунок ATM та кадрів Ethernet.

Дослідження схем формування покажчиків та заголовків циклу STM.

Дослідження обладнання та архітектури мереж SDH.

Дослідження апаратних засобів гнучкого мультиплексора та синхронного мультиплексора.

Дослідження впливу нелінійних ефектів в системах DWDM на енергетичні характеристики сигналу.

Дослідження зміни рівня потужності сигналу, а також величини відношення сигнал/шум, з урахуванням втрат через вплив нелінійних ефектів.

Дослідження параметрів лінії при використанні технології ADSL.

Правила оцінювання

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, переводиться до державної шкали (5, 4, 3) та шкали ECTS (A, B, C, D, E).

Визначення назви за державною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS оцінка
ВІДМІННО – 5	Відмінно – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
ДОБРЕ – 4	Дуже добре – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	Добре – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
ЗАДОВІЛЬНО - 3	Задовільно - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	Достатньо – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
НЕЗАДОВІЛЬНО - 2	Незадовільно – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік або екзамен (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	Незадовільно - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

Лабораторні заняття

Оцінюються за ступенем залученості (до 15 балів) та виконання завдання (до 15 балів). Ступінь залученості визначається рівнем виконання завдань індивідуальної роботи. Максимальна сума становить 30 балів.

Практичні заняття

Оцінюються за ступенем залученості (до 15 балів) та виконання завдання (до 15 балів). Ступінь залученості визначається рівнем виконання завдань самостійної роботи. Максимальна сума становить 30 балів.

Модульний контроль

Оцінюються за вірними відповідями на тестові модульні питання (15 питань в тесті). Максимальна кількість становить 40 балів за модуль.

Екзамен

Підсумковий контроль знань здійснюється шляхом обчислення середньоарифметичної суми балів двох модульних оцінок за 100-бальною шкалою (без складання екзамену) або проведення екзамену шляхом комп'ютерного тестування або відповідей на питання екзаменаційних білетів.

Курсовий проект

Захист курсового проекту здійснюється перед комісією у складі науково-педагогічних працівників кафедри шляхом опитування.

Результати навчання

Результати навчання за даним курсом:

Вміння проводити розрахунки елементів телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних та телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного та радіомовлення, згідно технічного завдання у відповідності до міжнародних стандартів, з використанням засобів автоматизації проектування, в т.ч. створених самостійно;

Здатність брати участь у проектуванні нових (модернізувати існуючі) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного та радіомовлення тощо;

Вміння застосовувати сучасні досягнення у галузі професійної діяльності з метою побудови перспективних телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного та радіомовлення тощо.

Команда викладачів:

Трубчанінова Карина Артурівна (<http://kart.edu.ua/pro-kafedry-tz-ua/kolectuv-kafedru-tz-ua/trubchaninova-ka-ua>) – лектор з телекомунікаційних систем передачі в УкрДУЗТ. Отримала ступінь к.т.н. за спеціальністю 05.12.02 телекомунікаційні системи та мережі в УкрДУЗТ у 2008 році. Напрямки наукової діяльності: проектування та дослідження телекомунікаційних і інформаційних систем (підсистем, окремих компонентів) та мереж залізничного транспорту; розробка методів, алгоритмів, моделей та систем передачі, розподілу та обробки інформації.

Кодекс академічної доброчесності

Порушення Кодексу академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним. Кодекс доступний за посиланням:

<http://kart.edu.ua/documentu-zvo-ua>

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи студенти можуть консультуватися з викладачами та з іншими студентами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, уміннями та навичками. Посилання на всі ресурси та джерела (наприклад, у звітах, самостійних роботах чи презентаціях) повинні бути чітко визначені та оформлені належним чином. У разі спільної роботи з іншими студентами над виконанням індивідуальних завдань, ви повинні зазначити ступінь їх залученості до роботи.

Інтеграція студентів із обмеженими можливостями

Вища освіта є провідним чинником підвищення соціального статусу, досягнення духовної, матеріальної незалежності і соціалізації молоді з обмеженими функціональними можливостями й відображає стан розвитку демократичних процесів і гуманізації суспільства.

Для інтеграції студентів із обмеженими можливостями в освітній процес Українського державного університету залізничного транспорту створена система дистанційного навчання на основі сучасних педагогічних, інформаційних, телекомунікаційних технологій.

Доступ до матеріалів дистанційного навчання з цього курсу можна знайти за посиланням: <http://do.kart.edu.ua/>

Політика курсу:

Курс передбачає роботу в команді.

Середовище в аудиторії є дружнім, творчим, відкритим до конструктивної критики.

Усі завдання, передбачені програмою, мають бути виконані у встановлений термін.

Якщо слухач відсутній з поважної причини, він/вона презентують виконані завдання під час самостійної підготовки та консультації викладача.

Під час роботи над індивідуальним завданням не допустимо порушення академічної доброчесності.

Презентації та виступи мають бути авторськими оригінальними.