

**Інформаційний пакет освітніх компонент навчального плану  
освітньо-професійної програми “Телекомунікаційні системи та мережі”**

(назва)

Освітнього рівня бакалавр

Спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка

Галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації

1. Назва освітньої компоненти Супутникові та радіорелейні системи передачі

(назва дисципліни)

2. Тип основна

3. Обсяг:	Кредитів ECTS	Годин	За видами занять:				
			Лекцій	Семінар	Практичних занять	Лабораторних занять	Самостійна підготовка
	4	120	18		18	18	66
<b>4. Взаємозв'язок у структурно-логічній схемі</b>							
Освітні компоненти, які передують вивченню	1. Фізика 2. Теорія передачі сигналів в інфокомунікаційних мережах 3. Супутникові системи зв'язку і навігації.						
Освітні компоненти для яких є базовою	1. Супутникові радіонавігаційні системи 2. Кваліфікаційна робота						
<b>5. Компетенції відповідно до ОПШ та вимог роботодавців:</b>							
<b>Компетенції відповідно до ООП</b>							
<b>Знати</b>				<b>Вміти</b>			
1. Принципи роботи космічних і наземних систем радіозв'язку і розуміти фізичні процеси, які в них відбуваються;				1. Використовувати нормативну і правову документацію, характерну для галузі космічних і наземних систем радіозв'язку.			
2. Основи побудови і функціонування систем радіозв'язку.				2. Правильно вибирати обладнання для будівництва і реконструкції РРЛ.			

3. Особливості передачі різноманітних сигналів по каналах систем радіозв'язку.	3. Виконувати енергетичний розрахунок РРЛ.
4. Сучасні і перспективні напрямлення розвитку систем радіозв'язку.	4. Моделювати і проектувати супутникові та радіорелейні системи зв'язку.

### Компетенції відповідно до вимог роботодавців

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Забезпечення передачі інформації через супутникові і радіорелейні системи передачі.</li> <li>• Знання теоретичних положень, технічних рішень, принципів проектування і розрахунок цифрових систем радіозв'язку</li> <li>• Сутність процесу модуляції, основні види модуляції, часові та спектральні характеристики модульованих сигналів, базові характеристики каналів зв'язку;</li> <li>• Основні концепції супутникових та радіорелейних систем зв'язку.</li> <li>• Основні принципи і етапи формування цифрового сигналу;</li> <li>• Принципи завадостійкого кодування і декодування, коефіцієнт надлишковості, його зв'язок з коригуючою здатністю;</li> <li>• Критерії оптимального прийому сигналів, алгоритми і структурні схеми можливих реалізацій оптимально-го прийому.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Проектування і розрахунок цифрових систем радіозв'язку, які використовують наземні і супутникові канали передачі.</li> <li>• Застосування методів і володіння основ побудови супутникових, при побудові радіорелейних систем зв'язку.</li> <li>• Визначення фізичних характеристик сигналів і узгодження їх з характеристиками каналу;</li> <li>• Використання математичного опису сигналів при вирішенні задач з проектування мереж та систем телекомунікацій; Володіння основними методами отримання цифрового сигналу і визначення основних вимог при проектуванні цифрових систем;</li> <li>• Створення моделей сигналів і завад для вирішення технічних задач спеціальності;</li> <li>• Визначення пропускної спроможності каналів при плануванні мережі;</li> <li>• Застосування методів оптимального прийому сигналів за обраним критерієм, алгоритмів і структурних схем можливих реалізацій оптимального прийому в практичній діяльності.</li> </ul>
---	--

### 6. Результати навчання відповідно до ОПП

1. Здатність пояснювати результати, отримані в результаті проведення вимірювань, в термінах їх значущості та пов'язувати їх з відповідною теорією
2. Вміння грамотно застосовувати термінологію галузі телекомунікацій та радіотехніки.
3. Вміння описувати принципи та процедури, що використовуються в телекомунікаційних системах, інформаційно-телекомунікаційних мережах та радіотехніці.
4 Уміння продемонструвати знання супутникових та радіорелейних систем передачі при розробці нових складних телекомунікаційних систем і вибір оптимального рішення..

### 7. План вивчення освітньої компоненти

Змістовний розділ	Вид заняття	Тема	Знати	Вміти	План заняття	Лекція, методична
-------------------	-------------	------	-------	-------	--------------	-------------------

						розробка
Розділ 1						
	Лекція 1	Основні принципи побудови радіорелейних систем передачі	Загальні принципи організації радіозв'язку. Класифікація розподілу радіочастот. Загальні принципи побудови РРЛ. Класифікація РРЛ. План розподілу частот на одностовбурних РРЛ прямої видимості. Діапазони частот, що відведені для РРЛ. Види станцій на РРЛ.		<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>
	Лекція 2	Загальні властивості радіохвиль та їх розповсюдження в вільному просторі	Загальні властивості радіохвиль Розповсюдження радіохвиль у вільному просторі Область простору, що впливає на поширення радіохвиль Ослаблення поля вільного простору в реальних умовах Розповсюдження земних радіохвиль		<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>
	Лекція 3	Поширення радіохвиль над поверхнею Землі та в атмосфері	Інтерференційну формулу Введенського. Відстань прямої видимості між антенами. Поширення хвиль над плоскою поверхнею Землі. Будова й склад атмосфери. Щільність атмосфери. Температура атмосфери. Діелектрична проникність		<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>

			атмосфери. Поглинання радіохвиль у тропосфері. Рефракція радіохвиль у тропосфері й еквівалентний радіус Землі. Атмосферна рефракція.			
Лекція 4	Антени УКХ. Їх характеристики та використання в радіорелейних і супутникових система передачі	Особливості поширення УКХ. Антени УКХ діапазону Ізотропний випромінювач Симетричний вібратор Основні характеристики антен		<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	
Лекція 5	Системи супутникового зв'язку	Історія супутникового зв'язку. Класифікація систем супутникового зв'язку. Основні складові систем супутникового зв'язку. Структура системи супутникового зв'язку		<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	
Лекція 6	Енергетичний розрахунок ССП. Станції VSAT.	Класифікація орбіт КА. Висота орбіти КА. Затінення супутника. Енергетичний розрахунок супутникових ліній зв'язку Станції VSAT.		<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	
Лекція 7	Основні принципи побудови ССП з багатостанційним доступом.	Розподіл ресурсу зв'язку. Ущільнення з частотним розділенням (множинний доступ, мультиплексування). Технологія FDM в супутникових системах. Ущільнення/множинний доступ з часовим розділенням. Технологія TDM/TDMA з		<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	

			фіксованим розподілом часових інтервалів. Множинний доступ з кодовим розділенням. Системи цифрової передачі.			
Лекція 8	Принципи побудови і типові структурні схеми бортових ретрансляторів.		Модель ретранслятора Типи ретрансляторів Конструктивні і енергетичні особливості БРТР Вхідні приймальні пристрої БРТР.		<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>
Лекція 9	Загальні принципи організації супутникового мобільного зв'язку.		Класифікація систем супутникового зв'язку з рухомими об'єктами (РО). Склад і основні характеристики ССЗ з РО. Розподіл ресурсів транспондерів КА. Орбіти, які використовуються в ССС з РО.		<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>
Практичне заняття 1	Визначення структури і траси РРЛ			Застосовувати методики і вміти практично розраховувати цифрові радіорелейні лінії.	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>
Практичне заняття 2	Розрахунок мінімально-допустимого множника послаблення			Проводити практичний розрахунок мінімально-допустимого множника послаблення	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>
Практичне заняття 3	Розрахунок стійкості зв'язку на РРЛ.			Розраховувати стійкість зв'язку на прольоті РРЛ. Вміти розраховувати та побудувати діаграму рівней сигналу на прольоті.	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>

Практичне заняття 4	Розрахунок шумів на вході приймача		Розраховувати рівень шумів на вході приймача та еквівалентну шумову температуру антени	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>
Практичне заняття 5	Аналіз геометричних та електродинамічних параметрів антен систем супутникового зв'язку		Розрахувати параметри антен супутникових систем передачі.	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>
Практичне заняття 6	Енергетичний розрахунок супутникової лінії зв'язку		Енергетичного розрахувати супутникову лінію зв'язку.	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>
Практичне заняття 7	Розрахунок параметрів наведення антен земних станцій супутникових систем зв'язку		Розраховувати геометричні параметри наведення: азимута, кута місця, похилої дальності	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>
Лабораторне заняття 1	Розрахунок інтервалу РРЛ		Проводити аналіз профілю РРЛ для забезпечення функціонування ліній зв'язку	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>
Лабораторне заняття 2	Побудова багатопрольотних радіорелейних ліній		Мати базові навички роботи з цифровими картами місцевості в програмному комплексі для проектування радіопокриття та багатопрольотними РРЛ	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>
Лабораторне заняття 3	Аналіз бюджету радіолінії для прольоту РРЛ		Розподілити частотні канали між прольотами РРЛ; дослідити прольоти РРЛ на предмет втрат та	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>

				завад	1518	
	Лабораторне заняття 4	Дослідження супутникового каналу зв'язку засобами програми MATLAB		Дослідити особливості роботи супутникового зв'язку, використовуючи модель, розроблену в програмі Matlab.	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>
	Лабораторне заняття 5	Приймання цифрових супутникових телевізійних програм за допомогою DVB-S2 карти		Мати навички роботи з DVBS-2 картою та відповідним програмним забезпеченням.	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>
	Самостійна робота	Принципи побудови радіосистем передачі. Види модуляції, які використовуються в радіорелейних, тропосферних та супутникових системах передачі. Антенні і фідерні пристрої радіорелейних і супутникових систем передачі. Системи супутникового зв'язку. Енергетичний розрахунок ССП. Мережі VSAT. Основні принципи побудови ССП з багатостанційним доступом. Методи ефективного використання пропускної здатності ретранслятора. Загальні принципи	Системи супутникового зв'язку і мовлення. План розподілу частот на одностовбурних РРЛ прямої видимості. Багатоканальні системи зв'язку з часовим розподілом каналів. Кодування і декодування. Дельта-модуляція. Взаємні завади між супутниками зв'язку і земними станціями. Відновлення несучої с затримкою сигналу при багатостанційному доступі з розподіленням сигналів в часі. Стандарти, системи і термінали супутникового мобільного зв'язку першого та другого покоління.	Отримання необхідних знань по основам організації і структурі знань, методів виявлення і рішень науково-прикладних задач забезпечення передачі інформації через супутникові і радіорелейні системи передачі.	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>	<a href="http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518">http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1518</a>

		організації спутникового мобільного зв'язку.				
--	--	--	--	--	--	--

### 8. Мова вивчення освітньої компоненти

(українська, англійська, розділи, що викладаються англійською мовою)

**українська**

### 9. Інформаційне забезпечення освітньої компоненти

1. Скляр Б. Цифровая связь. Теоретические основы и практическое применение / Скляр Б., 2-е изд.; пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2013. – 1104 с.
2. Камнев В.Е., Черкасов В.В., Чечин Г.В. Спутниковые сети связи: Учебн. пособие / В.Е. Камнев, В.В. Черкасов, Г.В. Чечин. – М.: «Альпина Паблишер», 2004. – 536 с.
3. Прокис Дж. Цифровая связь. Пер. с англ. / Под ред. Д. Д. Кловского. — М.: «Радио и связь», 2010. — 800 с.
4. Рид Р. Основы теории передачи информации. Пер. с англ. — М.: «Вильямс», 2015. — 320 с.
5. Вінницький В. П., Поліщук В. Г. Термінальне устаткування та передавання інфор-мації в телекомунікаційних системах. Підруч. для студентів ВНЗ. — К.: «Політехніка», 2014. — 436 с.
6. Беркман Л.Н., Варфоломеева О.Г., Коршун Н.В., Макаренко А.О. Сигнали в системах телекомунікацій та методи їх обробки Підруч. для студентів ВНЗ. — К.:ДУТ , 2018. — 136 с.
7. Варфоломеева О.Г., Отрох С.І., Твердохліб М.Г., Чумак О.І. Оптимальне приймання сигналів. Основи теорії завадостійкості. Підруч. для студентів ВНЗ. — К.:ДУТ , 2018. — 97 с.

### 10. Методи оцінювання, підсумкові звітності за освітньою компонентою

( заліки, екзамени, курсові проекти, тестування)

При вивченні навчальної дисципліни враховується комплексний системний підхід до оволодіння студентами знань, які дають можливість своєчасно адаптуватися до глибоких змін в техніці зв'язку, зростаючого потоку інформації, новітніх науково-технічних досягнень в галузі інформаційно-комунікаційних технологій.

Навчальна дисципліна має загально-інженерний характер і спрямована на використання набутих навиків студентами під час вивчення фахових дисциплін для розробки курсових, дипломних робіт (проектів), розрахунково-графічних робіт, а також виконання наукових експериментів та моделювання.

Підготовка до модульного контролю спирається на використання навчальної програми з дисципліни, а також кваліфікаційних занять відповідного виду контролю. Підсумок модульного контролю враховує індивідуальні здібності, оригінальний підхід до виконання курсової роботи, участь на практичних заняттях, індивідуальне виконання кваліфікаційного завдання згідно фонду відповідного Модуля.

Відповідь студента повинна бути стислою і вичерпною за змістом. Він зобов'язаний показати уміння правильно формулювати основні поняття, положення, методи, розуміння процесів передавання інформації в заданій системі зв'язку, що лежать в основі побудови телекомунікаційних мереж за відповідною технологією, здатність оперувати ними при викладенні матеріалу, а також уміння виявити творчі здібності, вести дискусію, відстоювати свої погляди.

Критерієм оцінювання є системність загально-професійних знань, умінь, навичок, яка:

по-перше, відображає єдність оволодіння змістовно-процесуальною і мотиваційно-ціннісною сторонами професійної діяльності;

по-друге, відображає взаємозв'язок знань, умінь, навичок (знання – теоретична основа умінь, уміння – форма функціонування знань, навички – високорозвинені уміння);



по-третє, об'єднує в собі різні характеристики якості знань і умінь (повнота, усвідомленість, дієвість);  
 по-четверте, відображає динамічність знань і умінь (їх застосування у найрізноманітніших умовах);  
 по-п'яте, показує єдність і взаємозв'язок пізнавальної і практичної діяльності студентів (в процесі яких формуються загально-професійні знання, уміння, навички) і її характер.

Формування знань, умінь і навичок здійснюється в основному в процесі діяльності (пізнавальної і практичної), їх якість перебуває у прямій залежності від характеру діяльності. Можна виділити 4 рівні загально-професійних знань, умінь і навичок студентів: репродуктивний, репродуктивно-творчий, творчо-репродуктивний, творчий.

**Репродуктивний рівень** характеризується діяльністю (пізнавальною і практичною) відтворюючого характеру: відтворення основних теоретичних положень, опис фактів на основі емоційного сприймання без глибокого розуміння зв'язків, що існують між ними, виникнення інтересу до нових фактів та їх пояснення, виконання окремих дій згідно зразка, слабка кореляція практичних дій з теоретичними знаннями.

**Репродуктивно-творчий рівень** характеризується засвоєнням основних ідей і понять, теоретичним осмисленням та аналізом окремих фактів і явищ, деяких функцій та способів діяльності соціолога, умінням підтверджувати теоретичні положення фактами практичної діяльності, виконання частково-пошукових практичних дій в типових ситуаціях.

**Творчо-репродуктивний рівень** характеризується осмисленням основних ідей, умінням встановлювати внутрішньодисциплінарні зв'язки, систематизувати факти, теоретично осмислювати систему методів і прийомів, окремих дій власної професійної діяльності, застосовувати теоретичні знання при розв'язанні типових завдань, розвитком інтересу до самостійного пошуку ефективних шляхів розв'язання професійних завдань, свідомим оволодінням системою взаємозв'язаних дій, самостійним визначенням власної діяльності з врахуванням конкретних умов, виконанням практичних дій в нестандартних ситуаціях.

**Творчий рівень** характеризується глибоким осмисленням міжпредметних понять, умінням теоретично аналізувати факти, явища, аналізувати та проектувати способи своєї професійної діяльності, застосовувати теоретичні знання в нових ситуаціях, знаходити творчі розв'язки практичних задач, шукати інноваційні способи роботи тощо.

Умовою допуску до заліку та іспиту є позитивні оцінки поточного контролю.

За умов кредитно-модульної системи організації навчального процесу до підсумкового контролю допускають студентів, які набрали в сумі за всіма змістовими модулями більше 30 % балів від загальної кількості з дисципліни (або більше 50 % балів з поточного контролю за всіма змістовими модулями).

**Іспит** здійснюється в письмовій формі за підсумковим тестовим завданням, що дає можливість здійснити оцінювання знань студента з усієї дисципліни.

Залікові відповіді оцінюються за 4-х бальною системою за національною шкалою, тестові завдання – за 100 бальною системою оцінювання за шкалою ECTS. В обох випадках оцінки згідно з методикою переведення показників успішності знань студентів перекладаються у відповідну систему оцінювання (таблиця 1)

- оцінка **“відмінно”** виставляється, коли студент виявляє глибокі і всебічні знання з курсу, рекомендованої літератури, аргументовано і логічно викладає навчальний матеріал, При виконанні практичного завдання студент застосовує системні знання навчального матеріалу.

- оцінка **“добре”** виставляється, коли студент твердо знає предмет, рекомендовану літературу, аргументовано викладає матеріал, вміє застосовувати теоретичні знання для аналізу успішного працевлаштування.

- оцінка **“задовільно”** виставляється, коли студент в основному знає предмет, рекомендовану літературу і вміє застосовувати отримані знання для аналізу успішного працевлаштування.

- оцінка **“незадовільно”** виставляється, коли студент не засвоїв зміст навчальної дисципліни.

### **11. Матеріально-технічне забезпечення освітньої компоненти**

1. Супутниковий комплект “tooway”
2. Офсетні антени
3. Фідер
4. DRRL 7.0 – програмний модуль для розрахунків якісних показників РРЛ
5. ProfEdit 3.0 – програма для проектування РРЛ