

**Інформаційний пакет освітніх компонент навчального плану
освітньо-наукової програми третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
«ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЇ ТА РАДІОТЕХНІКА»**

Освітнього рівня доктора філософії

Спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка

Галузь знань 17 Електроніка та телекомунікації

Дисципліна «Мережі та системи цифрового радіозв'язку і радіодоступу нового покоління» забезпечує виконання норм неформальної освіти згідно «Положення про неформальну та інклюзивну освіту Державного університету телекомунікацій».

РНП вивчення навчальної дисципліни складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки докторів філософії спеціальності «172 Телекомунікації та радіотехніка» та забезпечує засвоєння пунктів 1, 4, 11 і 12 відповідно Паспорту спеціальності 05.12.02 - телекомунікаційні системи та мережі.

1. Назва освітньої компоненти Мережі та системи цифрового радіозв'язку і радіодоступу нового покоління
(назва дисципліни)

2. Тип Дисципліни циклу вільного вибору професійної та практичної підготовки.

3. Обсяг:	Кредитів ECTS	Годин	За видами занять:				
			Лекцій	Семінар	Практичних занять	Лабораторних занять	Самостійна підготовка
	4	150	18		18	18	96
4. Взаємозв'язок у структурно-логічній схемі							
Освітні компоненти, які передують вивченню	1. Комп'ютерне моделювання систем радіозв'язку, мобільного зв'язку і радіодоступу 2. Мережі бездротового широкосмугового доступу 3. Іноземна мова професійного спрямування 4. Організація проведення наукових досліджень						
Освітні компоненти для яких є базовою	1. Методологія наукових досліджень 2. Сучасні технології обробки інформації в телекомунікаціях						

5. Компетенції відповідно до ОПШ та вимог роботодавців:

Компетенції відповідно до ООП

Знати	Вміти
<ul style="list-style-type: none"> ● системні зв'язки дисциплін фахової підготовки і їх комплексного використання для розв'язання задач предметної області; ● принципів побудови математичних моделей технічних систем і процесів, особливостей алгоритмів і програм обчислювальних процедур, що реалізують процес математичного моделювання на сучасних комп'ютер; ● математичних моделей різного виду для технічних систем та процесів. 	<ul style="list-style-type: none"> ● створювати адекватні моделі об'єктів дослідження з метою оптимізації процесів моделювання та проектування; ● ставити задачу моделювання та розробляти математичну модель системи чи процесу; ● проводити практичну роботу по математичному моделюванню систем і процесів на комп'ютерах з використанням сучасних програмних середовищ.

Компетенції відповідно до вимог роботодавців

<ul style="list-style-type: none"> ● Розуміння процесів та моделювання і розрахунок спектру сигналу, модуляції і кодування. ● Монтаж, налагодження та введення в експлуатацію нового обладнання. ● Контроль за станом обладнання базових та релейних станцій. ● Проведення планових та позапланових вимірювань та випробувань. ● Прогнозувати на найближчі роки інноваційні зміни в технологіях передачі та параметрах ТКС, їх складових елементів, використовуючи патентні дослідження, рекомендації і стандарти ISO, ITU та ETSI, світову наукову та технічну літературу 	<ul style="list-style-type: none"> ● Вміти розподілити задачу проектування мультисервісної мережі на взаємопов'язані складові, визначати порядок проектування мережі, визначати сукупність нормативних документів, що необхідно використовувати при проектуванні мережі, визначати ролі та взаємодію організацій, що приймають участь у проектуванні мережі, використовувати системи автоматизованого проектування ● Планувати інноваційні види послуг, впроваджувати нові інформаційні технології, працювати з новим програмним забезпеченням цих додаткових видів послуг ● Вміти проектувати радіомережі згідно визначеним вимогам, включаючи вибір відповідного обладнання з оптимальною конфігурацією і проведення економічного обґрунтування цього вибору ● Вміти обробляти первинну інформацію, за шириною смуги пропускання, за видами інформації, що передається, використаною технологією проводити класифікацію бездротових мереж. Вміти використовувати методи доступу до середовища передавання в бездротових мережах, включаючи множинний доступ з просторовим, частотним та часовим розподілом, системи модуляції та сигнально-кодові конструкції
---	---

2.		2.				
6. Результати навчання відповідно до ОПП						
1.						
2.						
7. План вивчення освітньої компоненти						
Змістовний розділ	Вид заняття	Тема	Знати	Вміти	План заняття	Лекція, методична розробка
Розділ 1						
	Лекція 1.	Технологія мобільного зв'язку п'ятого покоління.	базові принципи побудови мобільного зв'язку п'ятого покоління.		посилання на електронний ресурс	посилання на електронний ресурс
	Лекція 2.	Вимоги, що пред'являються до мереж п'ятого покоління.	вимоги, що пред'являються до мереж п'ятого покоління.		http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941
	Лекція 3.	Ключові рішення і потенційні технологічні компоненти мереж 5G.	ключові рішення і потенційні технологічні компоненти мереж 5G.		http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941
	Лекція 4.	Концепція реалізації опорної мережі в 5G.	концепцію реалізації опорної мережі в 5G.		http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941
	Лекція 5.	Конкурентні пропозиції щодо радіоінтерфейсу в 5G.	конкурентні пропозиції щодо радіоінтерфейсу в 5G.		http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941
	Лекція 6.	Частотні аспекти функціонування мереж 5G.	частотні аспекти функціонування мереж 5G.		http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941
	Лекція 7.	Якість обслуговування (Quality of Service) в 5G.	якість обслуговування (Quality of Service) в 5G.		http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941
	Лекція 8.	Якість обслуговування в інфокомунікаційних мережах нового покоління.	якість обслуговування в інфокомунікаційних мережах нового покоління.		http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941

Лекція 9.	Сучасні моделі надання послуг систем цифрового радіозв'язку і радіодоступу нового покоління.	сучасні моделі надання послуг систем цифрового радіозв'язку і радіодоступу нового покоління.		http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941
Практичне заняття 1.	Основні напрямки розвитку мобільного зв'язку		орієнтуватися в процесах та практично моделювати і розраховувати спектр сигналу, модуляцію і кодування, основні параметри радіоінтерфейсу.	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941
Практичне заняття 2.	Огляд технологій віртуалізації		орієнтуватися в процесах технологій віртуалізації	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941
Практичне заняття 3.	Віртуалізація мережі радіодоступу мереж мобільного зв'язку		орієнтуватися в процесах технологій віртуалізації, які застосовуються в МСЦРРНП	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941
Практичне заняття 4.	Спільне використання операторами мережевої інфраструктури		орієнтуватись в процесах роботи нових рішень МСЦРРНП, що використовуються операторами при спільному використанні мережевої інфраструктури	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941
Практичне заняття 5.	Big data - новий підхід до даних		орієнтуватися в процесах технології Big data стосовно МСЦРРНП	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941
Практичне заняття а 6.	Інтернет речей (IoT)		орієнтуватися в процесах технології Інтернет речей стосовно МСЦРРНП	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941
Практичне заняття 7.	Інноваційні підходи у виділенні та використанні частотного спектра		орієнтуватися в інноваційних підходах провідних компаній світу при використанні	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941

				частотного спектра		
Практичне заняття 8.	Організація професійної мобільного радіозв'язку на основі мереж мобільного зв'язку стандарту LTE			орієнтуватися в методах створення професійної мобільного радіозв'язку на основі мереж мобільного зв'язку стандарту LTE	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941
Практичне заняття 9.	Кешування трафіку			орієнтуватися в процесах кешування трафіку стосовно МСЦРРП	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941
Лабораторна робота 1.	Дослідження фізичного рівня технології LTE			практично моделювати і розраховувати параметри фізичного рівня технології LTE	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941
Лабораторна робота 2.	Дослідження синхронізації випадкового доступу до фізичного каналу			практично моделювати і розраховувати параметри синхронізації випадкового доступу до фізичного каналу	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941
Лабораторна робота 3.	Виявлення інформації управління низхідній лінії зв'язку			практично моделювати і розраховувати виявлення інформації управління низхідній лінії зв'язку	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941
Лабораторна робота 4.	Дослідження та аналіз сценарію використання декількох антен			практично моделювати і розраховувати сценарії використання декількох антен	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941
Лабораторна робота 5.	Дослідження впливу завад і затування на сигнал			практично моделювати і розраховувати вплив завад і затування на сигнал	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941
Лабораторна робота 6.	Дослідження MAC-рівня технології LTE			практично моделювати MAC-рівень технології LTE	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941
Лабораторна робота 7.	Декодування прийнятого безпроводового сигналу технології LTE			практично моделювати і розраховувати декодування прийнятого безпроводового сигналу	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941

				технології LTE		
Лабораторна робота 8.	Дослідження MAC-рівня технології LTE для сценарію з однією несучою			практично моделювати і розраховувати сценарії для базових станцій з однією несучою	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941
Лабораторна робота 9.	Дослідження MAC-рівня технології LTE для сценарію з двома несучими			практично моделювати і розраховувати сценарії для базових станцій з двома несучими	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941
Самостійна робота	<ol style="list-style-type: none"> 1. Базові принципи побудови радіопідсистеми UMTS 2. Особливості функціонування радіопідсистеми UMTS 3. Планування та оптимізація радіомережі LTE Advanced Pro 4. Забезпечення електромагнітної сумісності МСЦРРНП 5. Інноваційні зміни в технологіях передачі та параметрах ТКС 	<ol style="list-style-type: none"> 1. базові принципи побудови радіопідсистеми UMTS. 2. особливості функціонування радіопідсистеми UMTS. 3. методику планування та оптимізації радіомережі LTE Advanced Pro. 4. методи забезпечення електромагнітної сумісності МСЦРРНП. 5. перспективи розвитку мобільних мереж 5G. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. орієнтуватися в процесах та практично моделювати і розраховувати спектр сигналу, модуляцію і кодування, основні параметри радіоінтерфейсу. 2. орієнтуватися в процесах та практично моделювати і розраховувати управління доступом до мережі, динамічне регулювання потужності і внутрішньосистемні перешкоди радіоінтерфейсу UMTS. 3. планувати та оптимізації радіомережі LTE Advanced Pro використовуючи алгоритми планування і оптимізації радіомережі, статистичне моделювання. 4. орієнтуватися в загальних проблемах 	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	http://dl.dut.edu.ua/course/view.php?id=1941	

				<p>радіочастотного забезпечення нових радіотехнологій, міжнародно-правові актах галузі по EMC та практично моделювати і розраховувати параметри систем LTE Advanced Pro для оцінки EMC.</p> <p>5. орієнтуватись в новітніх напрямках розвитку мереж від 5G до 6G таких як концепція Internet of Everything та інтеграція мереж 5G з супутниковими мережами для глобального покриття</p>		
8. Мова вивчення освітньої компоненти						
(українська, англійська, розділи, що викладаються англійською мовою)						
українська						
9. Інформаційне забезпечення освітньої компоненти						
Рекомендовані джерела та інші навчальні ресурси: вказати підручники, навчальні посібники не пізніше 2010 року видання, які є у нас у бібліотеці на державній мові; електронні ресурси, посилання, електронна бібліотека ДУТ, іншомовні джерела						
<ol style="list-style-type: none"> 1. Скрынников В.Г. Радиоподсистемы UMTS/LTE. Теория и практика - М.: Горячая линия - Телеком. 2016. - 864 с. 2. Степутин, Николаев: Мобильная связь на пути к 6G. - М.: Инфра-Инженерия, 2017. - 796 с. 3. Rodriguez J. Fundamentals of 5G Mobile Networks / J. Rodriguez – Wiley, 2015. - 334 p. 4. Osseiran F., Monserrat J., Marsch P. 5G Mobile And Wireless Communications Technology / Osseiran F., Monserrat J., Marsch P. - Cambridge: University Printing House, 2016. - 439 p. 5. Marsch P., Bulakci O., Queseth O., Boldi M. 5G System Design: Architectural and Functional Considerations and Long Term Research / Marsch P., Bulakci O., Queseth O., Boldi M. - John Wiley & Sons, 2018. - 608 p. 						
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).

Диференційований залік та 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

Мережні маршрутизатори TP-Link 840N.

Мобільна базова платформа стандарту GSM 900/1800.

SIM808 GPRS/GSM модуль.

Програмне забезпечення Matlab; MathCad; Cisco Packet Tracer; Microsoft Visio.