

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет
 Факультет аеронавігації, електроніки та телекомунікацій
 Кафедра телекомунікаційних та радіоелектронних систем

ПОГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи
 Євген РОМАНЕНКО

«20» 10 2021 р.

ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з навчальної роботи
 Анатолій ПОЛУХІН

«20» 10 2021 р.



УЗГОДЖЕНО

Декан Факультету аеронавігації,
 електроніки та телекомунікацій
 Сергій ЗАВГОРОДНІЙ

«15» 10 2021 р.



Система менеджменту якості

РОБОЧА ПРОГРАМА

навчальної дисципліни

«Сучасні технології стільникового зв'язку»

Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»
 Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
 Освітньо-наукова програма: «Телекомунікації та радіотехніка»

Форма навчання	Семестр	Усього (годин/кредитів ECTS)	Лекції	Практ. заняття	Лабораторні	Самост. робота	ДЗ / РГР / К.р	КР / КПр	Форма сем. контролю
Денна / вечірня	3	90/3,0	13	13	-	64	-	-	Екзамен – 3 с
Заочна	3	90/3,0	6	4	-	80	-	-	Екзамен – 3 с

Індекс: НДФ-06/02-172/20-1.3.3
 НДФ-06/02-172з/20-1.3.3

СМЯ НАУ РП 22.06-01-2021



Робочу програму навчальної дисципліни «Сучасні технології стільникового зв'язку» розроблено на основі освітньо-наукової програми «Телекомунікації та радіотехніка», навчальних планів № НДФ-06/02-172/20, № РДФ-06/02-172/20, № НДФ-06/02-172з/20, № РДФ-06/02-172з/20 підготовки здобувачів вищої освіти освітнього-наукового ступеня «Доктор філософії» за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка» та відповідних нормативних документів.

Робочу програму розробив

Доцент кафедри телекомунікаційних

та радіоелектронних систем, к.т.н. _____

Анатолій ТАРАНЕНКО

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні випускової кафедри спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» (освітньо-наукової програми «Телекомунікації та радіотехніка») – кафедри телекомунікаційних та радіоелектронних систем, протокол № 27 від «09» 10 2021 р.

Гарант освітньо-наукової програми
«Телекомунікації та радіотехніка» _____

Максим ЗАЛІСЬКИЙ

Завідувач кафедри _____

Роман ОДАРЧЕНКО

Робочу програму обговорено та схвалено на засіданні науково-методично-редакційної ради факультету авіонавігації, електроніки та телекомунікацій, протокол № 12 від «08» 10 2021 р.

Голова НМРР _____

Олександр КРИВОНОСЕНКО

УЗГОДЖЕНО

Завідувач відділу

аспірантури та докторантури

Анжела ЛЕЛЕЧЕНКО

«19» 10 2021 р.

Рівень документа – 3б

Плановий термін між ревізіями – 1 рік

Контрольний примірник



ЗМІСТ

	сторінка
Вступ	4
1. Пояснювальна записка	4
1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни	4
1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна	4
1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна	5
1.4. Передумови вивчення навчальної дисципліни.....	5
2. Зміст навчальної дисципліни	6
2.1. Програма навчальної дисципліни	6
2.2. Тематичний план навчальної дисципліни.....	7
2.3. Перелік питань для підготовки до екзамену.....	7
3. Навчально-методичні матеріали з дисципліни	8
3.1. Методи навчання	8
3.2. Рекомендована література (базова і допоміжна).....	8
3.3. Інформаційні ресурси в Інтернеті	8
4. Система оцінювання результатів навчання	9
4.1. Засоби оцінювання результатів навчальної діяльності	9
4.2. Методи контролю та схема нарахування балів	9
4.3. Критерії оцінювання досягнень аспірантів.....	10



ВСТУП

Робоча програма (РП) навчальної дисципліни «Сучасні технології стільникового зв'язку» розроблена на основі «Методичних рекомендацій до розроблення та оформлення робочої програми навчальної дисципліни денної та заочної форм навчання», затверджених наказом ректора від 29.04.2021 № 249/од, та відповідних нормативних документів.

1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

1.1. Місце, мета, завдання навчальної дисципліни

Місце дисципліни в системі професійної підготовки фахівця: ця навчальна дисципліна є дисципліною з оволодіння глибинними знаннями зі спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» та спрямована на формування навичок щодо вивчення і аналізу принципів побудови систем стільникового зв'язку (ССЗ).

Метою викладання дисципліни є детальне розкриття сутності технологій передачі цифрової інформації, які реалізовані в сучасних ССЗ.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни є:

- вивчення принципів побудови ССЗ з частотно-часовим доступом;
- вивчення принципів побудови ССЗ з кодовим доступом;
- вивчення принципів побудови ССЗ з мультиплексуванням потоків даних;
- дослідження методів підвищення швидкості передачі даних з метою впровадження нових телекомунікаційних послуг.

1.2. Результати навчання, які дає можливість досягти навчальна дисципліна

ПРН 14. Концептуальні поглиблені знання методологічних і теоретичних основ побудови сучасних телекомунікаційних, інформаційних, радіотехнічних та електронних систем, зокрема для авіаційно-космічної галузі.

ПРН 17. Знання спеціального математичного апарату для дослідження та розвитку відомих, а також синтезу нових методів і засобів аналізу та оцінювання ефективності функціонування телекомунікаційних та радіотехнічних систем, зокрема для авіаційно-космічної галузі, уміння та навички його використовувати.

ПРН 21. Уміння проводити вимірювальні експерименти та оцінювати їх результати для одержання нових наукових знань на основі сучасних методів метрології та стандартизації, а також використовувати методи аналізу та діагностики програмно-апаратних засобів телекомунікаційних та радіотехнічних систем, зокрема авіаційного призначення.

ПРН 23. Знання, уміння та навички з розроблення систем управління телекомунікаційними мережами для їх оптимізації та синтезу їх нових функціональних можливостей.

ПРН 27. Уміння відслідковувати тенденції та напрямки розвитку інформаційно-телекомунікаційних та радіотехнічних систем, а також суміжних і прикладних областей, зокрема пов'язаних з авіаційно-космічною галуззю.

ПРН 29. Уміння синтезувати за допомогою сучасних технологій нові функціональні вузли та структури в області телекомунікацій та радіотехніки.

ПРН 31. Уміння підготувати самостійне розгорнуте дослідження (дисертацію), що пропонує розв'язання актуального наукового завдання в галузі телекомунікацій та/або радіотехніки або на межі кількох галузей, результати якого становлять оригінальний внесок у суму знань галузі телекомунікацій та/або радіотехніки та інших галузей.



1.3. Компетентності, які дає можливість здобути навчальна дисципліна

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти освітнього наукового ступеня «Доктор філософії» повинен набути такі компетентності:

ФК 1. Здатність використовувати у науковій та науково-педагогічній діяльності концептуальні поглиблені знання методологічних і теоретичних основ побудови сучасних телекомунікаційних, інформаційних, радіотехнічних та електронних систем, зокрема для авіаційно-космічної галузі.

ФК 4. Здатність використовувати спеціальний математичний апарат для дослідження та розвитку відомих, а також синтезу нових методів і засобів аналізу та оцінювання ефективності функціонування телекомунікаційних та радіотехнічних систем, зокрема для авіаційно-космічної галузі.

ФК 6. Здатність використовувати теоретичні знання й практичні навички з математики, фізики, теорії інформації, оброблення сигналів, електроніки та програмування для розвитку теорії та методів передачі даних, зокрема для потреб авіації та космонавтики.

ФК 8. Здатність проводити вимірювальні експерименти та оцінювати їх результати для одержання нових наукових знань на основі сучасних методів метрології та стандартизації, а також використовувати методи аналізу та діагностики програмно-апаратних засобів телекомунікаційних та радіотехнічних систем, зокрема авіаційного призначення.

ФК 10. Здатність використовувати знання, уміння та навички розроблення систем управління телекомунікаційними мережами для їх оптимізації та синтезу їх нових функціональних можливостей.

ФК 12. Здатність використовувати методи та засоби обробки та кодування інформаційних сигналів для удосконалення та створення нових телекомунікаційних та радіотехнічних систем, зокрема авіаційного призначення.

ФК 14. Здатність відслідковувати тенденції та напрямки розвитку інформаційно-телекомунікаційних та радіотехнічних систем, а також суміжних і прикладних областей, зокрема пов'язаних з авіаційно-космічною галуззю.

ФК 15. Здатність працювати зі спеціалізованим програмним забезпеченням для моніторингу та аналізу роботи телекомунікаційних та радіотехнічних систем, зокрема авіаційного призначення.

ФК 16. Здатність синтезувати за допомогою сучасних технологій нові функціональні вузли та структури в області телекомунікацій та радіотехніки.

1.4. Передумови вивчення навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна "Сучасні технології стільникового зв'язку" базується на знаннях дисциплін: "Інноваційні методи прийняття рішень в соціотехнічних та соціокультурних системах", "Системносинергетичне моделювання об'єктів досліджень та математичні методи обробки даних за спеціальністю телекомунікації та радіотехніка", "Методи забезпечення надійності та ефективної експлуатації сучасних телекомунікаційних та радіотехнічних систем".

Знання і вміння, отримані студентом при вивченні даної навчальної дисципліни, використовуються при подальшому вивченні наступних дисциплін: "Оптимізація та синтез мережевих структур телекомунікацій", "Аналіз і синтез методів обробки інформації в системах CNS/ATM".



2. ЗМІСТ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

2.1. Програма навчальної дисципліни

Навчальний матеріал дисципліни структурований за модульним принципом і складається з одного навчального модуля, а саме навчального модуля № 1 «Сучасні технології стільникового зв'язку», який є логічно завершеною, самостійною, цілісною частиною навчальної дисципліни, засвоєння якої передбачає проведення модульної контрольної роботи та аналіз результатів її виконання.

Модуль № 1 «Сучасні технології стільникового зв'язку».

Інтегровані вимоги модуля №1:

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти освітнього-наукового ступеня «Доктор філософії» повинен **знати**:

- призначення, класифікацію та принципи дії основних видів ССЗ;
- міжнародні та державні нормативні вимоги, що стосуються ССЗ;
- принципи побудови та експлуатаційно-технічні характеристики обладнання;
- структури протоколів з обробки інформації;
- методи перетворення сигналів;
- основні напрямки та перспективи розвитку ССЗ.

У результаті вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти освітнього-наукового ступеня «Доктор філософії» повинен **уміти**:

- аналізувати процеси передачі інформації в ССЗ;
- обчислювати основні характеристики процесів передачі інформації;
- обґрунтовувати технічні та експлуатаційні характеристики обладнання;
- виконувати перевірку функціонування обладнання;
- обґрунтовувати шляхи підвищення якості обслуговування абонентів.

Навчальна дисципліна передбачає вивчення шести тем:

Тема 1. Система з частотно-часовим доступом.

Структура системи. Методи доступу в радіоінтерфейсі. Параметри частотних каналів. Структура часових інтервалів, поняття часового каналу. Поняття логічного каналу, класифікація каналів трафіка та управління. Суміщення логічних та фізичних каналів.

Тема 2. Мережні операції.

Структура узагальненої мережної операції. Реєстрація місцезнаходження мобільної станції. Оновлення місцезнаходження. Вихідний виклик. Маршрутизація виклику, що надійшов із зовнішньої мережі. Вхідний виклик. Передача обслуговування під час руху абонента.

Тема 3. Система з кодовим доступом.

Передача та приймання цифрової інформації з розширенням спектру цифрового сигналу. Поняття очікуваного сигналу. Структура кореляційного приймача, операції кореляційного приймання. Види опорних сигналів. Особливості побудови радіоінтерфейсу.

Тема 4. Канальні та кодові перетворення даних.

Види логічних, транспортних та фізичних каналів. Розширення спектру цифрового сигналу з використанням каналних кодів. Формування каналних кодів змінної довжини. Скремблювання даних. Формування скремблюючих кодів на основі псевдовипадкових послідовностей.



Тема 5. Система з мультиплексуванням потоків.

Пряме та зворотне перетворення Фур'є як метод аналізу та синтезу сигналів. Принцип побудови системи цифрового зв'язку. Множинний доступ з використанням мультиплексної передачі в прямому каналі. Ортогональне мультиплексування на одній частоті в зворотному каналі.

Тема 6. Підвищення швидкості передачі даних.

Особливості систем стандартів 3GPP та 3GPP2. Багатоантенні технології передачі даних. Передача потоків даних з просторовим розподіленням. Методи рознесеної передачі та рознесеного приймання сигналів. Перспективи розвитку систем стільникового зв'язку.

2.2. Тематичний план навчальної дисципліни

№ пор.	Назва теми	Обсяг навчальних занять (год.)							
		Очна форма навчання				Заочна форма навчання			
		Усього	Лекції	Практ. заняття	СРС	Усього	Лекції	Практ. заняття	СРС
Модуль №1 «Сучасні технології стільникового зв'язку»									
1.1	Система з частотно-часовим доступом.	14	2	2	10	15	1	1	13
1.2	Мережні операції.	14	2	2	10	14	1	—	13
1.3	Система з кодовим доступом.	14	2	2	10	16	1	1	14
1.4	Канальні та кодові перетворення даних.	14	2	2	10	15	1	—	14
1.5	Система з мультиплексуванням потоків.	14	2	2	10	15	1	1	13
1.6	Підвищення швидкості передачі даних.	15	2	3	10	15	1	1	13
1.7	Модульна к.р.№1	5	1	—	4	—	—	—	—
Усього за модулем № 1		90	13	13	64	90	6	4	80
Усього за навчальною дисципліною		90	13	13	64	90	6	4	80

2.3. Перелік питань для підготовки до екзамену

Перелік питань та зміст завдань для підготовки до екзамену розробляються провідними викладачами, затверджуються протоколом засідання кафедри та доводяться до відома здобувачів вищої освіти освітнього-наукового ступеня «Доктор філософії».



3. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ З ДИСЦИПЛІНИ

3.1. Методи навчання

Основним методом навчання є комунікативний метод. Для успішного засвоєння матеріалу лекційні заняття рекомендується проводити з використанням мультимедійного обладнання. З метою активації навчально-пізнавальної діяльності здобувачів вищої освіти освітнього-наукового ступеня «Доктор філософії» під час вивчення дисципліни під час проведення практичних занять застосовуються такі методи та технології навчання: робота в малих групах, проблемна дискусія, мозкова атака, презентація, комп'ютерне моделювання.

3.2. Рекомендована література.

Базова література

3.2.1. Кравчук С.О., Голубничий О.Г., Тараненко А.Г., Потапов В.Г., Ткаліч О.П. Системи зв'язку з рухомими об'єктами. — К.: «Спринт-Сервіс», 2012. — 452 с.

3.2.2. Олійник В.Ф., Кривуца В.Г., Сайко В.Г., Булгач С.В. Системи та мережі цифрового радіозв'язку. — Ніжин, "Аспект-Поліграф", 2011. — 612 с.

3.2.3. Воробієнко П.П., Нікітюк Л.А., Резніченко П.І. Телекомунікаційні та інформаційні мережі. — К.: "Самміт-Книга", 2010. — 640 с.

3.2.4. Мазурков М.І., Правда В.І., Баранов П.Ю., Єрімічой І.М., Чечельницький В.Я. Системи телекомунікацій. — Одеса: ТЕС, 2005. — 288 с.

3.2.5. S.Sesia, I.Toufik, M.Baker. LTE – The UMTS Long Term Evolution, Wiley, 2011, pp.794.

Допоміжна література

3.2.6. Y.Akaiwa. Introduction to Digital Mobile Communication. Wiley, 2015, pp.643.

3.2.7. R.Horak. Telecommunications and Data Communications Handbook. Wiley, 2007, pp.832.

3.2.8. Технічна документація виробників телекомунікаційного обладнання.

3.3. Інформаційні ресурси в інтернеті

3.3.1 Методичні розробки кафедри (в електронному вигляді).



4. СИСТЕМА ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

4.1. Засоби оцінювання результатів навчальної діяльності

Діагностика навчальних досягнень аспірантів здійснюється шляхом обов'язкового виконання аспірантами таких видів навчальної діяльності:

- робота на практичному занятті,
- виконання модульної контрольної роботи.

4.2. Методи контролю та схема нарахування балів

4.2.1. Оцінювання окремих видів виконаної здобувачем вищої освіти освітнього-наукового ступеня «Доктор філософії» навчальної роботи здійснюється в балах відповідно до табл. 4.1.

Таблиця 4.1

Вид навчальної роботи	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання завдань на практичних заняттях	3 семестр	3 семестр
	86×8 = 64	106×6 = 60
<i>Для допуску до виконання модульної контрольної роботи №1 студент має набрати не менше</i>	38 балів	-
Виконання модульної контрольної роботи №1	16	-
Усього за модулем №1	80	60
Семестровий екзамен	20	40
Усього за дисципліною	100	

4.2.2. Переведення підсумкової рейтингової оцінки в балах в оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS здійснюється відповідно до табл. 4.2.

Таблиця 4.2

Відповідність підсумкової рейтингової оцінки в балах оцінці за національною шкалою та шкалою ECTS

Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою	Оцінка за шкалою ECTS	
		Оцінка	Пояснення
90 – 100	Відмінно	A	Відмінно (відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок)
82 – 89	Добре	B	Дуже добре (вище середнього рівня з кількома помилками)
75 – 81		C	Добре (в загальному вірне виконання з певною кількістю суттєвих помилок)
67 – 74	Задовільно	D	Задовільно (непогано, але зі значною кількістю недоліків)
60 – 66		E	Достатньо (виконання задовольняє мінімальним критеріям)
35 – 59	Незадовільно	FX	Незадовільно (з можливістю повторного складання)
1 – 34		F	Незадовільно (з обов'язковим повторним курсом)



4.2.3. Підсумкова рейтингова оцінка з дисципліни заноситься до заліково-екзаменаційної відомості, індивідуального навчального плану здобувача вищої освіти освітнього-наукового ступеня «Доктор філософії» та до академічної довідки про виконання освітньо-наукової програми.

4.3. Критерії оцінювання досягнень аспірантів

4.3.1. Критерієм успішного проходження здобувачем вищої освіти освітнього-наукового ступеня «Доктор філософії» оцінювання є досягнення ним мінімальних рівнів оцінок за кожним запланованим видом навчальної діяльності.

Виконані види навчальної роботи зараховуються здобувачу вищої освіти освітнього-наукового ступеня «Доктор філософії», якщо він отримав за них позитивну оцінку (за національною шкалою) відповідно до даних табл. 4.3.

Таблиця 4.3

Відповідність рейтингових оцінок за окремі види навчальної роботи в балах оцінкам за національною шкалою


Рейтингова оцінка в балах			Оцінка за національною шкалою
Виконання завдань на практичних заняттях		Виконання модульної роботи	
8	9-10	15-16	Відмінно
6-7	8	12-14	Добре
5	6-7	10-11	Задовільно
менше 5	менше 6	менше 10	Незадовільно

4.3.2. Здобувач вищої освіти освітнього-наукового ступеня «Доктор філософії» допускається до виконання модульної контрольної роботи за умови наявності у нього поточної модульної рейтингової оцінки величиною не менше 60% максимальної поточної модульної рейтингової оцінки.

Слід мати на увазі, що отримання аспірантом лише мінімальних оцінок за виконання окремих видів навчальної роботи з певного модуля може виявитися недостатнім для отримання допуску до виконання модульної контрольної роботи та потребуватиме виконання ним додаткового індивідуального завдання, захистити його з позитивною оцінкою в балах, яка буде додана до поточної модульної рейтингової оцінки.

4.3.3. Здобувач вищої освіти освітнього-наукового ступеня «Доктор філософії» допускається до екзамену за умови отримання позитивних (за національною шкалою) контрольних модульних рейтингових оцінок.

У разі отримання незадовільних контрольної модульної чи екзаменаційної рейтингових оцінок здобувач вищої освіти освітнього-наукового ступеня «Доктор філософії» повинен повторно пройти відповідний контроль в установленому порядку. При повторному його проходженні максимальна величина рейтингової оцінки в балах не повинна перевищувати максимальне значення оцінки «Добре» за національною шкалою.

	Система менеджменту якості. Робоча програма навчальної дисципліни «Сучасні технології стільникового зв'язку»	Шифр документа	СМЯ НАУ РП 22.06-01-2021
		стор. 11 з 11	

(Ф 03.02 – 01)

АРКУШ ПОШИРЕННЯ ДОКУМЕНТА

№ прим.	Куди передано (підрозділ)	Дата видачі	П.І.Б. отримувача	Підпис отримувача	Примітки

(Ф 03.02 – 02)

АРКУШ ОЗНАЙОМЛЕННЯ З ДОКУМЕНТОМ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Підпис ознайомленої особи	Дата ознайомлення	Примітки

(Ф 03.02 – 04)

АРКУШ РЕЄСТРАЦІЇ РЕВІЗІЇ

№ пор.	Прізвище ім'я по-батькові	Дата ревізії	Підпис	Висновок щодо адекватності

(Ф 03.02 – 03)

АРКУШ ОБЛІКУ ЗМІН

№ зміни	№ листа (сторінки)				Підпис особи, яка внесла зміну	Дата внесення зміни	Дата Введення зміни
	Зміненого	Заміненого	Нового	Анульованого			

(Ф 03.02 – 32)

УЗГОДЖЕННЯ ЗМІН

	Підпис	Ініціали, прізвище	Посада	Дата
Розробник				
Узгоджено				
Узгоджено				
Узгоджено				