



Безпроводові та сенсорні системи

Робоча програма навчальної дисципліни «Безпроводові та сенсорні системи» (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Перший (бакалаврський)
Галузь знань	17 Електроніка та телекомунікації
Спеціальність	172 Телекомунікації та радіотехніка
Освітня програма	«Інформаційно-комунікаційні технології»
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	Очна (денна)/дистанційна
Рік підготовки, семестр	3 курс, зимовий семестр
Обсяг дисципліни	3,5 кредити/105 годин (18 годин – Лекції, 36 годин – Лабораторні роботи, 51 година – СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен/модульна контрольна робота
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент, Кононова Ірина Віталіївна viti21@ukr.net Лабораторні: к. т. наук, доцент, Кононова Ірина Віталіївна viti21@ukr.net , д.т.н., професор Могилевич Дмитро Ісакович viti21@ukr.net .
Розміщення курсу	Навчальні матеріали – ІКТС (kpi.ua)

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Цілі дисципліни	Метою викладання курсу «Безпроводові та сенсорні системи» є формування у студентів теоретичних знань щодо побудови безпроводових та сенсорних мереж, принципів роботи та методів розрахунку різних типів антен, що застосовуються у техніці радіозв'язку, а також практичних навичок, які необхідні для дослідження, проектування, моделювання та експлуатації обладнання безпроводових, сенсорних систем та антенно-фідерних пристроїв
Предмет навчальної дисципліни	Обладнання бездротових та сенсорних систем, а також різноманітні конструкції антен їх основні параметри, характеристики та методи їх розрахунку
Компетентності	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК-4); Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК-7); Здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах (ФК-6); Володіння сучасними підходами та технологіями для планування, проектування, використання та створення засобів для адміністрування інформаційно-комунікаційних мереж з використанням методів прихованої передачі інформації в телекомунікаційних мережах (ФК-19)
Програмні результати навчання	Забезпечувати надійну та якісну роботу інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних та радіотехнічних систем (ПРН 21); Контролювати технічний стан інформаційно-комунікаційних мереж, телекомунікаційних і радіотехнічних систем у процесі їх технічної експлуатації з метою виявлення погіршення якості функціонування чи відмов, та його систематична фіксація шляхом документування (ПРН 22); Виконувати пошуково-дослідні роботи щодо вдосконалення сучасних інфокомунікаційних технологій, провадити розрахунки необхідних параметрів проєктованих мереж; створювати та оформлювати проєктну і експлуатаційну документацію (ПРН 24);

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Пререквізити: електродинаміка, вища математика, загальна фізика, схемотехніка.

Постреквізити: Кредитні модулі «Безпроводові інформаційно-комунікаційні мережі», «Програмні засоби безпроводових мереж» та переддипломна практика бакалаврів і написання кваліфікаційної роботи.

3. Зміст навчальної дисципліни

Назва розділів і тем	Кількість годин			
	Всього	у тому числі		
		Лекції	Лабораторні роботи	СРС
Розділ 1. Основи побудови супутникових систем зв'язку				
Тема 1.1. Теорія приймальних антен	33	6	12	15
Тема 1.2. Принципи електричного розрахунку основних типів антен	36	6	12	18
Тема 1.3. Види антен, їх особливості, управління методи розрахунку	33	6	12	18
Модульна контрольна робота 1	5	-	-	-
Екзамен	5	-	-	-
Всього годин	105	18	36	51

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Стан і перспективи використання та розвитку супутникових телекомунікацій в світі і Україні. Частина 3 / М. Ю. Ільченко, С. В. Капштик, О. М. Мельник, Т. М. Наритник // Цифрові технології. - 2017. - Вип. 22. - С. 14-27.
http://nbuv.gov.ua/UJRN/ct_2017_22_4
2. Гнатушенко, В.В. Системи супутникового та стільникового зв'язку [Текст]: навч. посіб. / В.В. Гнатушенко, О.О. Дробахін, В.М. Корчинський. – Д.: РВВ ДНУ, 2012. – 80 с.
<http://repository.dnu.dp.ua:1100/upload/ea4fe66bc515cdbc021fd388f766af97Systems-of-satellite-and-cellular-communication.PDF>
3. Ільницький Л.Я., Савченко О.Я., Сібрук Л.В. «Анени та пристрої надвисоких частот»: Підручник для ВНЗ/ За ред. Л.Я. Ільницького. – К: Укртелеком, 2003. – 496с.
4. Ільницький Л.Я., Сібрук Л.В., Щербина О.А. «Пристрої надвисоких частот та антени»: Навч. посібник. – К: НАУ, 2013. – 188с.
5. Ільницький Л.Я., Савченко О.Я., Сібрук Л.В. Анени та пристрої надвисоких частот. Підручник для вузів, Київ, 2003.
6. Прудіус І.Н. Основи антенної техніки. - Посібник, Львів, 2000. - 220с.
7. Вельміскін Д.І. Антенні системи. –Одеса, 2007. – с. 144

Додаткова література

1. Соколов В. Ю., Бурячок В. Л., Тадждіні М. М. Безпека безпроводових і мобільних мереж: навч. посіб. Київ: КУБГ, 2019. 130 с.
2. Трубочанінова К. А., Жученко О. С., Лисечко В. П. Бездротові телекомунікаційні системи: Навч. посібник. – Харків: УкрДУЗТ, 2022. – 86 с.
3. Balanis C. Antenna Theory / Analysis and design. John Wiley & Sons Inc., 2005. 1073 с.
4. Modern Antenna Handbook / Ed. C.A. Balanis. John Wiley & Sons Inc., 2008. 1700 с.

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Очна/дистанційна форма

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Стан і перспективи використання та розвитку супутникових телекомунікацій у світі та Україні. Вступ до дисципліни. Стан розвитку супутникових систем. Перспективи розвитку супутникових телекомунікацій <i>Рекомендована література:</i> [1].
2	Принципи побудови супутникових систем зв'язку. Загальна характеристика супутникового зв'язку. Супутникові системи зв'язку. <i>Рекомендована література:</i> [2].
3	Глобальні навігаційні супутникові системи. Види навігації та основні задачі. Класифікація технічних засобів навігації. Методи навігаційних визначень. <i>Рекомендована література:</i> [2], [7].
4	Призначення і класифікація антен. Призначення передавальної і приймальної антен. Класифікація антен за діапазонами хвиль. Класифікація антен УКХ. <i>Рекомендована література:</i> [2].
5	Основні параметри передавальних антен. Далека зона антени. Особливості поля антени в далекій зоні. Діаграма спрямованості по полю і по потужності. Фазова діаграма спрямованості. Коефіцієнт спрямованої дії (КСД) і коефіцієнт підсилення (КП). <i>Рекомендована література:</i> [2], [7].
6	Основні параметри передавальних антен. Опір випромінювання антени. Вхідний опір антени. Поляризаційна діаграма антени. Робочий діапазон частот антени. Припустима величина випромінюваної потужності. <i>Рекомендована література:</i> [2].
7	Теорія приймальних антен. Основні питання теорії приймальних антен. Принцип взаємності. Струм і ЕРС у приймальній антені. Вхідний опір і ДН приймальної антени. Потужність, що віддається антеною приймачу. Коефіцієнт використання площі. КСД і КП приймальних антен. Шумова температура антени. Особливості передавальних і приймальних антен. <i>Рекомендована література:</i> [3], [7].
8	Вібраторні антени. Рупорні антени. Загальні відомості. Поле і ДН симетричного вібратора. Опір випромінювання, вхідний опір, КСД. Випромінювання з відкритого кінця прямокутного хвилеводу. Випромінювання з відкритого кінця круглого хвилеводу. Типи рупорних антен. Метод дослідження рупорів. Структура поля в рупорі. Амплітудно-фазовий розподіл у розкритті рупора. ДС і КСД рупорних антен <i>Рекомендована література:</i> [3], розд.2; [2], розд.3. [4].
9	Дзеркальні антени. Основні типи дзеркальних антен. Методи розрахунку поля випромінювання дзеркальних антен. Параболоїд обертання. Основні геометричні співвідношення та опромінювачі параболоїда обертання. Управління положенням ДС дзеркальної антени <i>Рекомендована література:</i> [4], [5].

Лабораторні роботи

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичного забезпечення, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	Дослідження рівня потужності сигналу випромінюваного космічним апаратом для передачі даних одного абонента
2	Дослідження еквівалентної шумової температури на вході лінійного тракту Земної станції в площині АА
3	Визначити необхідний рівень потужності сигналу на вході приймача в площині «ДД» для забезпечення зазначеної в паспорті приймача ймовірності бітової помилки при прийомі сигналу
4	Визначити необхідний рівень потужності сигналів на вході ЗС ССЗ в площині «АА» для забезпечення вказаної в параметрах приймача ймовірності бітової помилки при прийомі сигналу.
5	Визначення основної компоненти загасання сигналу на трасі КА-Земля
6	Дослідження втрат достовірності при передачі цифрової інформації по тропосферній лінії
7	Дослідження характеристик поширення радіохвиль у мобільному зв'язку. Розрахунок необхідної потужності передавача
8	Дослідження залежності коефіцієнта посилення антен з параболічними дзеркалами
9	Дослідження математичної моделі розрахунку покриття траси автобана однієї соті ділянки безпроводового доступу в міліметровому діапазоні
10	Визначення параметрів сигналу OFDM
11	Дослідження необхідної тривалості часового захисного інтервалу в OFDM-символі при багатопроменевості для боротьби з міжсимвольними спотвореннями
12	Дослідження необхідної кількості піднесучих, що працюють в паралельному режимі для забезпечення заданої бітової швидкості
13	Визначення потужності сигналу, що прийшов з космічного апарату (КА) від одного абонента в площині стикування антени з лінійним трактом земної станції (ЗС) системи супутникового зв'язку
14	Дослідження сумарної еквівалентної шумової температури на вході ЗС і добротності ЗС систем супутникового зв'язку (ЗС ССЗ) в площині стикування антени з лінійним трактом ЗС ССЗ
15	Визначення величини еквівалентної ізотропної випромінюваної потужності сигналу транспондером космічного апарату при передачі однієї телевізійної програми

6. Самостійна робота студента

Вивчення дисципліни включає наступні види самостійної роботи:

- підготовка до лекційних та практичних занять, виконання домашніх/контрольних завдань;
- підготовка до іспиту.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Рекомендовані методи навчання: вивчення основної та допоміжної літератури за тематикою лекцій, виконанні домашніх робіт.

Студенту рекомендується вести докладний конспект лекцій. Важливим аспектом якісного засвоєння матеріалу, відпрацювання методів та алгоритмів вирішення основних завдань дисципліни є самостійна робота. Вона містить читання літератури, огляд літератури за темою, підготовку до занять та іспиту.

Академічна доброчесність

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

Норми етичної поведінки

Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO) (очна\дистанційна форма)

Розподіл навчального часу за видами занять і завдань з дисципліни згідно з робочим навчальним планом.

Семестр	Навч. час		Розподіл навчальних годин			Контрольні заходи	
	Кредити	Акад. год.	Лекції	Лабораторні роботи	СРС	МКР	Семестр. атест.
5	3,5	105	18	36	51	1	екзамен

На першому занятті здобувачі ознайомлюються із рейтинговою системою оцінювання (PCO) дисципліни, яка побудована на основі Положення про систему оцінювання результатів навчання https://document.kpi.ua/files/2020_1-273.pdf.

Поточний контроль: фронтальний (усний/письмовий).

Календарний контроль: проводиться двічі на семестр як моніторинг поточного стану виконання вимог силябусу, результати якого відображаються в системі Електронний кампус <https://campus.kpi.ua>.

Рейтингова система оцінювання включає всі види тестування: контрольні роботи, виконання та якість виконання лабораторних робіт. Кожний студент отримує свій підсумковий рейтинг з дисципліни.

Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується виходячи із 100-бальної шкали складається з балів, які він отримує за:

- написання контрольних робіт (усні відповіді);
- виконання лабораторних робіт;
- МКР;
- Екзамен.

Відповіді під час занять або написання контрольних робіт

Ваговий бал 1

- якщо задача повністю розкрите питання, то здобувач отримує максимальну кількість запланованих балів;
 - якщо відповідь правильна, але є неточності, то здобувач отримує 0,5 запланованих балів;
 - якщо незадовільна відповідь – 0 балів
- Максимальний бал $8=1 \times 8$.

Виконання лабораторних робіт

Ваговий бал 2

- якщо робота повністю виконана та захищена (усно, письмово), то здобувач отримує максимальну кількість запланованих балів;
- якщо робота повністю виконана та захищена (усно, письмово), але здобувач плутається в уточненнях то здобувач отримує 0,75 запланованих балів;;
- якщо робота виконана правильна, але є неточності, то здобувач отримує 0,5 запланованих балів;
- якщо робота виконана але є неточності і здобувач не може чітко відповісти на запитання або є неточність у визначеннях чи розрахунках отримує 0,25 запланованих балів;

- якщо робота виконана незадовільно – 0 балів
Максимальний бал $30=2 \times 15$.

Модульна контрольна робота

Ваговий бал 12

- якщо робота повністю виконана та захищена (усно, письмово), то здобувач отримує максимальну кількість запланованих балів;
- якщо робота повністю виконана та захищена (усно, письмово), але здобувач плутається в уточненнях то здобувач отримує 0,75 запланованих балів;
- якщо робота виконана правильна, але є неточності, то здобувач отримує 0,5 запланованих балів;
- якщо робота виконана але є неточності і здобувач не може чітко відповісти на запитання або є неточність у визначеннях отримує 0,25 запланованих балів;
- якщо робота виконана незадовільно – 0 балів
Максимальний бал $12=1 \times 12$.

Штрафні та заохочувальні бали

- несвоєчасне (пізніше ніж на тиждень) подання лабораторної роботи -1 бал
 - заохочувальні бали за удосконалення дидактичного матеріалу, проходження
 - успішна участь у олімпіадах зі спеціальності 172 Телекомунікації та радіотехніка, написання фахової статті
- Максимальна кількість штрафних (заохочувальних) балів не перевищує 10% (5 балів)

Форма семестрового контролю – екзамен

Ваговий бал завдань: 1 – 18 балів, 2 – 18 балів та 3 – 5 балів.

На екзамені студенти виконують усну(письмову) екзаменаційну роботу. Білет складається з 3 питань.

Критерії оцінювання

- «відмінно»: повна відповідь на всі завдання (не менше 90% потрібної інформації; повне, безпомилкове розв'язування завдань) 19 – 20 та 14 – 15 балів;
- «добре»: достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації) або є незначні неточності 15 – 18 балів та 11 – 13;
- «задовільно»: неповна відповідь на завдання (не менше 60%) та є помилки і певні недоліки 12 – 15 балів та 9 – 10 балів;
- «незадовільно»: відповідь не відповідає умовам до «задовільно» (незадовільна відповідь) 0 – 14, 0 – 8 балів.

Максимальний бал $20+15 \times 2=50$

Розмір стартової шкали $R_C = 50$ балів. Розмір екзаменаційної шкали $R_E = 50$ бали.

Розмір шкали рейтингу $R = R_C + R_E = 100$ балів.

Умови позитивної проміжної атестації.

Для отримання “зараховано” з першої (8 тиждень) та другої проміжної атестації (14 тиждень) студент повинен мати не менше ніж 50% можливих балів на момент проведення календарного контролю.

Перескладання позитивної підсумкової семестрової атестації з метою її підвищення не допускається.

Студент допускається до екзамену, якщо його рейтинг семестру не менший 30 балів, при цьому він повинен мати зараховані контрольні та лабораторні роботи (виконано не менше, ніж на 80%).

Студенти, які в кінці навчального семестру мають стартовий рейтинг $R_C < 20$ балів до екзамену не допускаються і повинні виконати додаткові завдання до першого перескладання. Студенти з рейтингом $20 \leq R_C < 30$ мають можливість добрати бали до допускових, шляхом виконанням всіх лабораторних робіт на останньому тижні навчального семестру.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
95-100	Відмінно
85-94	Дуже добре
75-84	Добре
65-74	Задовільно
60-64	Достатньо
Менше 60	Незадовільно

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компоненту)

У випадку дистанційної форми навчання у РСО відбуваються наступні зміни:

- Контрольні заходи проводяться дистанційно із застосуванням електронної пошти, Telegram та Zoom.
- Максимальну суму вагових балів контрольних заходів протягом семестру R_C встановлюється на рівні 50 балів.
- Допусковий бал до екзамену R_D встановлюється на рівні 30 балів з урахування того, що виконані всі лабораторні роботи.
- Сума балів R_I , набрана студентом протягом семестру згідно затвердженого РСО, повідомляється на останньому занятті.
- Підтвердження виконання студентом вимог поточного контролю та умов допуску до екзамену повинно бути відображено в Електронному кампусі.
- У разі не отримання студентом допускового балу, йому надається можливість підвищити R_I шляхом проведення додаткових контрольних заходів до допускового з відповідним відображенням результатів в Електронному кампусі.
- Рівень набуття передбачених навчальною програмою компетентностей визначається на підставі проведених заходів поточного контролю, а також виконання студентом умов допуску до екзамену відповідно до затвердженого РСО.
- Екзаменаційна оцінка може бути виставлена «автоматом» за формулою шляхом перерахунку стартових балів за 100-бальною шкалою:

$$R = 50 + \frac{50(R_I - R_D)}{R_C - R_D}.$$

Переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено:

Доцент кафедри ІКТС, к.т.н., доцент Кононова І.В.

Ухвалено кафедрою ІКТС (протокол № 14 від 19.05.2023 р.)

Погоджено Методичною комісією НН ІТС (протокол № 4 від 08.06.2023 р.)