



[RE-65] СУПУТНИКОВІ ІНФОРМАЦІЙНІ СИСТЕМИ



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	17 - Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність	172 - Електронні комунікації та радіотехніка
Освітня програма	Всі ОП
Статус дисципліни	Вибіркова (Ф-каталог)
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	Доступно для вибору починаючи з 1-го курсу, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кред. (Лекц. 36 год, Практик. 18 год, Лаб. 18 год, СРС. год)
Семестровий контроль/контрольні заходи	Залік
Розклад занять	https://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська / Англійська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекц.: Дубровка Ф. Ф. , Практ.: Дубровка Ф. Ф. , Лаб.: Сушко О. Ю. ,
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

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

Супутникові інформаційні системи (СІС) це інформаційні системи, в яких передача інформації здійснюється по радіоканалах з використанням штучних супутників Землі, як ретрансляторів (у випадку телекомунікаційних систем) або джерел інформації (у випадку навігаційних супутників або супутників дистанційного зондування Землі). Це повністю автономна система, здатна обробляти і/або передавати інформацію. СІС мають незаперечні переваги над наземними телекомунікаційними системами завдяки спроможності охоплювати великі території Землі незалежно від характеру ландшафту, забезпечувати мобільність і можливість швидкого розгортання у зонах стихійного лиха, гарячих точках тощо. Сучасні СІС спроможні забезпечувати інформаційну глобалізацію, лозунгом якої є « Communication with anybody, anywhere, at any time» (Зв'язок з будь-ким і будь-якому місці в будь-який час).

Дисципліна СІС включає: Робочі діапазони СІС, принципи побудови та структурні схеми, особливості та переваги СІС, закони Кеплера та орбіти штучних супутників Землі, зони обслуговування СІС, енергетику (Link Budget) СІС, методи багатостанційного доступу СІС, особливості та характеристики антенних систем СІС, методи модуляції в СІС, наземна та бортова апаратура в СІС, сучасні та перспективні низькоорбітальні, середньоорбітальні та геостаціонарні СІС. Серцевиною курсу є енергетика СІС, яка включає побудову передавальних земних станцій із використанням сучасних видів модуляції, кодування та поляризаційного ущільнення каналів, враховуючи фізичні процеси поширення радіохвиль на великі відстані у реальних умовах атмосфери та космосу, приймання, обробку та підсилення радіосигналів на борту супутника, побудову приймальних земних станцій. На практичних заняттях розробляється проєкт єдиної цифрової супутникової системи передачі інформації України. На лабораторних роботах досліджуються характеристики супутникових сигналів (BER, MER, C/N, які є достатніми для якісного прийому супутникових сигналів стандарту DVB- S та DVB- S2 при фазовій маніпуляції BPSK, QPSK, 8-PSK, 16-PSK) із використанням сучасного приладу для аналізу супутникових сигналів PROMAX TV Explorer і великих ТБ екранів та дистанційного керування налаштуванням антени на заданий супутник, азимут та кут місця якого розраховуються аргіогі. У курсовій роботі виконуються індивідуальні проєкти побудови передавальних-приймальних земельних станцій для різних міст України та з різними технічними завданнями.

Дисципліна СІС забезпечує наступні програмні результати навчання (ПРН):

ПРН 19 Дотримуватись принципів побудови та способів інженерної реалізації телекомунікаційних радіосистем. Уміти оцінювати та вимірювати характеристики, проєктувати надвисокочастотні складові частини наземних та бортових сегментів сучасних супутникових систем

ПРН 20 Дотримуватись принципів побудови та способів інженерної реалізації телекомунікаційних радіосистем. Уміти оцінювати та вимірювати характеристики, проєктувати надвисокочастотні складові частини наземних та бортових сегментів сучасних інформаційно-комунікаційних систем

Дисципліна СІС забезпечує наступні фахові компетентності (ФК):

ФК 9 Здатність демонструвати і використовувати знання методів та технологій розробки, тестування та застосування інформаційно-вимірювальних, цифрових електронних систем.

ФК 14 Здатність проєктувати та експлуатувати радіоелектронні НВЧ підсистеми наземних та бортових сегментів супутникових систем.

ФК 15 Здатність проєктувати та оптимізувати характеристики сучасних та перспективних антенних систем

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

Для успішного проходження курсу студенти має пройти курси Електродинаміка та поширення радіохвиль, Антени та пристрої мікрохвильової техніки, Сигнали та процеси в радіотехніці.

Студенти отримують знання з:

- Фізичних процесів та їх математичного опису, що мають місце в радіопередавальній земній станції, радіолінії Земля-супутник, на борту супутника, радіолінії супутник-Земля, та радіоприймальної земній станції;
- Теоретичних основ побудови супутникових інформаційних систем, що використовують супутники на геостаціонарних та інших орбітах;
- Основ реального проектування супутникових інформаційних систем із використанням новітніх досягнень в області кодування, модуляції, багатостаціонарного доступу, підсилення і обробки цифрових сигналів, побудови опромінювально-перетворювальних модулів та антенних систем, що забезпечують поляризаційне ущільнення каналів;
- Теорії та практики наведення антени земної станції на заданий супутник;
- Теорії та практики аналізу бітових помилок, відношення сигналу/шуму, форм констеляційних діаграм, які є достатніми для якісного прийому супутникових сигналів стандартів DVB-S та DVB-S2;

Студенти зможуть:

- Вибирати оптимальні види кодування та модуляції для заданих каналів TV, Audio, Data і визначати необхідну смугу частот для їх передачі;
- Визначати азимут та кут місця антени Земної станції для її точного спрямування на заданий супутник;
- Спроекувати радіопередавальну земну станцію, яка забезпечить якісну передачу інформації (заданих TV каналів, Audio каналів, Data чи їх комбінації) на заданий супутник і максимізувати відношення якість/ціна;
- Спроекувати оптимальну радіоприймальну земну станцію для якісного прийому супутникових цифрових сигналів стандартів DVB-S та DVB-S2;
- Спроекувати конкурентоспроможну національну або корпоративну інформаційну систему із однією передавальною та багатьма радіоприймальними земними станціями для передачі заданої інформації (TV, Audio, Data)
- Спроекувати конкурентоспроможну наземну радіосистему (із ретранслятором або без нього) із оптимальним використанням частотного ресурсу та енергетики з врахуванням умов роботи системи та мінімізацією відношення ціна/якість.

3. Зміст навчальної дисципліни

1. Вступ до СІС: від Генріха Герца до Артура Кларка. Минуле, сучасне та майбутнє СІС. Переваги та недоліки СІС. (4 год.)
2. Принципи побудови та функції СІС. (2 год.)
3. Орбіти штучних супутників Землі. Закони Кеплера. Пояси Ван-Алена. Ефект Доплера. LEO, MEO, GEO - орбіти. Зони обслуговування - переваги та недоліки. (8 год.)
4. Методи багатостанційного доступу в СІС (FDMA, TDMA, CDMA). (4 год.)
5. Енергетика СІС (LINK BUDGET), UPLNK; SPASE SEGMENT; DOWN LINK. (12 год.)
6. Антени СІС (10 год.)
7. Апаратура земних станцій СІС (12 год.)
8. Бортова апаратура супутників (4 год.)

4. Навчальні матеріали та ресурси

1. Roddy Dennis. Satellite Communications / Dennis Roddy. – New York:

McGraw-Hill, 4th Edition, 2006. – 636 p.

2. Gerard Maral, Michael Bousquet, Zhili Sun, "Satellite Communication Systems: Systems, Techniques and Technology", 6th Edition, Wiley, April 2020, 792 p.

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Для кожної теми курсу вказані відповідні літературні джерела. Студентам рекомендовано після лекції додатково пропрацювати самостійно відповідні матеріали. На практичних заняттях проводиться детальне пояснення практичних аспектів курсу і студентам рекомендовано активно долучатись до обговорення і задавати уточнюючі запитання.

Додатково для кращого засвоєння матеріалу проводяться відповідні консультації протягом семестру, так і перед іспитом і лабораторними роботами.

6. Самостійна робота студента

По кожному лекційному та практичному заняттю студент одержує завдання для самостійної роботи з пройденого матеріалу. Виконані домашні завдання конспектуються і регулярно перевіряються викладачем.

До лабораторних робіт є окреме домашнє завдання, а також контрольні завдання які виконуються самостійно до початку лабораторних робіт.

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування занять

Відвідування лекцій та практичних та лабораторних занять є обов'язковим згідно Положення про організацію освітнього процесу КПІ ім. Ігоря Сікорського. У разі хвороби студент зобов'язаний представляти довідку про термін проходження лікування, оформлену належним чином, з установи, де проходило лікування. У інших випадках (наприклад, сімейні обставини) питання вирішується в індивідуальному порядку з викладачем. Матеріал занять, які були з тих чи інших причин пропущені, необхідно опанувати самостійно. Для допомоги студентам в СДН <http://dtsp.kiev.ua> та <https://do.ipk.kpi.ua/course/view.php?id=454> містяться посилання на відеозаписи всіх лекцій.

Пропущені контрольні заходи

Подання результатів лабораторних робіт є обов'язковим. Несвоєчасне подання дає нульову оцінку. У разі несвоєчасного подання з поважних причин (наприклад, хвороби), підтверджених відповідними документами, студент має можливість написати контрольний захід в інший узгоджений з викладачем термін без зниження оцінки.

Пропущений іспит не зараховується незалежно від причин пропуску; у такому випадку студент отримує запис у відомості «не з'явився» та повинен складати іспит на додатковій сесії.

Оголошення результатів контрольних заходів

Результати виконання самостійних робіт проставляються в СДН Moodle і оголошуються кожному студенту окремо у присутності або у дистанційній формі та супроводжуються оціночними листами (в СДН Moodle), в яких студенти можуть побачити свою оцінку за певними

критеріями, а також позначення основних помилок та коментарі до них.

Результати письмово екзамену вказуються на бланках для письмової екзаменаційної роботи (завдання, які виконували студенти) з позначенням усіх помилок, коректної або некоректної відповіді, а також з коментарями, зауваженнями тощо. Екзамен може проводитися у формі тестів та завдань з використанням можливостей СДН Moodle.

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>.

Процедура оскарження результатів контрольних заходів

Студенти мають можливість поставити будь-яке питання, яке стосується процедури проведення та/або оцінювання контрольних заходів, та очікувати, що воно буде розглянуто згідно із наперед визначеними процедурами.

Студенти мають право оскаржити результати контрольних заходів, але обов'язково аргументовано, пояснивши, з яким критерієм не погоджуються відповідно до оціночного листа та/або зауважень.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Відвідування занять є обов'язковим. Контролю підлягають виконання домашніх завдань, практичних і лабораторних робіт. Весь семестр ведеться поточна успішність. Допуск студента до екзамену можлива у випадку, коли його поточна успішність є не меншою за 60 балів. Якщо поточна успішність студента на момент початку екзаменаційної сесії перевищує 80 балів, то студент може бути звільнений від складання іспиту.

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

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

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

У курс СІС входить 4 лабораторні роботи:

ЛР1 - Вивчення можливостей наведення антени Земної станції із заданою геолокацією на заданий геостаціонарний супутник із використанням азимутально-кутомісної підвіски антени.

ЛР2. Дослідження енергетичних та інформаційних характеристик супутникових сигналів для

GEO та LEO орбіт.

ЛР3. Вивчення багатопозиційних фазових маніпуляцій супутникових сигналів СІС.

ЛР4. Дослідження поляризаційних характеристик супутникових сигналів Ku-діапазону.

Для проведення лабораторних робіт виділена окрема лабораторія, де встановлене відповідне обладнання, а саме: параболічна антена, опромінювач параболічної антени у вигляді гофрованої рупорної антени Ku-діапазону, поворотний механізм до антени та відповідний блок керування поворотним механізмом, приймачі-аналізатори цифрових сигналів Promax TV Explorer II, широкоформатні монітори для перегляду відео сигналу прийнятого каналу.

Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни

Лабораторії, обладнання, програмне забезпечення, опис макетів для проведення лабораторних робіт та їх кількість

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено [Дубровка Ф. Ф.](#); [Сушко О. Ю.](#);

Ухвалено кафедрою РІ (протокол № 06/2023 від 22.06.2023)

Погоджено методичною комісією факультету/ННІ (протокол № 06-2023 від 29.06.2023)