

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інформаційних технологій
Кафедра Телекомунікацій, медійні та інтелектуальних технологій



Тетяна ГОВОРУЩЕНКО
 «05/10/2024» 2024 р.

СИЛАБУС

Навчальна дисципліна **Системи керування та позиціонування аерокосмічних платформ Control and positioning systems for aerospace platforms**

Освітньо-професійна програма **Електронні інформаційно-комунікаційні системи та мережі**

Рівень вищої освіти **другий (магістерський)**

Загальна інформація

| Позиція | Зміст інформації |
|---------------------------|---|
| Викладач | Бойко Юлій Миколайович |
| Профайл викладача | https://tmit.khmnu.edu.ua/kafedra/sklad-kafedry/ |
| E-mail викладача | boiko_julius@ukr.net |
| Контактний телефон | заповнюється за домовленістю |
| Сторінка дисципліну в ІСУ | https://msn.khmnu.edu.ua/course/index.php?categoryid=611 |
| Навчальний рік | 2024-2025 |
| Консультації | Очні: вівторок, 4-а пара, 4-209; он-лайн: за необхідністю та попередньою домовленістю |

Характеристика дисципліни

| Статус дисципліни | Форма навчання | Курс | Семестр | Обсяг дисципліни - ліни | Кількість годин | | | | | | Форма семестрового контролю | | | |
|-------------------|----------------|------|---------|-------------------------|-------------------|-------|--------|--------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------|----------------|-------|-------|
| | | | | | Аудиторні заняття | | | | Індивідуальна робота студента | Самостійна робота, в т.ч. ІРС | Курсовий проект | Курсова робота | Залік | Іспит |
| | | | | | Кредити ЄКТС | Разом | Лекції | Лабораторні роботи | | | | | | |
| В | Д | 1 | 2 | 8 | 240 | 90 | 36 | 36 | 18 | 150 | - | - | + | - |

Силабус розроблено на основі робочої програми навчальної дисципліни «Системи керування та позиціонування аерокосмічних платформ Control and positioning systems for aerospace platforms».

Силабус складено

Юлій БОЙКО

Завідувач кафедри ТМІТ

Сергій ПІДЧЕНКО

Анотація навчальної дисципліни

Стрімкий розвиток сучасних технологій телекомунікацій створює необхідність підготовки фахівців здатних до комплексного розв'язання задач проектування, модернізації та експлуатації супутникових мереж та систем передавання, приймання та обробки радіосигналів аерокосмічних платформ. Такі фахівці повинні виконувати як теоретичні дослідження щодо проектування супутникових систем зв'язку так і здійснювати аналіз та синтез систем передавання, приймання та обробки радіосигналів з метою їх використання для створення, позиціонування та експлуатації сучасних аерокосмічних платформ. Ефективне вирішення практичних завдань щодо розгортання, експлуатації та обслуговування супутникових телекомунікаційних систем можливе за умови творчого використання наукових досягнень та фундаментальних знань, фахових навичок щодо організації супутникового зв'язку, конвергенції технологій, концепції надання послуг, ґрунтовних знань щодо функціонування систем на фізичному рівні, методів багатостанційного доступу, стандартів супутникових систем зв'язку, архітектури і апаратно-програмних засобів станційного обладнання, методик керування та позиціонування аерокосмічних платформ.

Дисципліна «Системи керування та позиціонування аерокосмічних платформ» є однією із вибірових дисциплін і займає провідне місце у підготовці фахівців освітнього рівня «магістр» за спеціальністю 172 «Електронні комунікації та радіотехніка».

Пререквізити: завадостійкість та інформаційна безпека інфокомунікацій; програмно-конфігуровані системи передавання, приймання та обробки інформації; **кореквізити:** науково-професійна практика.

Мета і завдання дисципліни

Мета дисципліни. Метою навчальної дисципліни є надання студентам знань, навичок та умінь, щодо аналізу і синтезу системи керування та позиціонування аерокосмічних платформ, принципів побудови, логічної та фізичної структури супутникових телекомунікаційних систем передачі інформації, архітектури та технічних засобів формування та обробки сигналів, основних систем модуляції, синхронізації та формування сигнально-кодових конструкцій; перспектив розвитку супутникових систем передавання та приймання сигналів з аерокосмічних платформ.

Завдання дисципліни. Формування загальних та спеціальних компетентностей щодо аналізу структуру побудови та технічних характеристики пристроїв передавання, приймання та обробки радіосигналів з аерокосмічних платформ; оцінювання та оптимізації пропускної здатності пристроїв передавання, приймання та обробки радіосигналів супутникового зв'язку; розрахунку необхідного частотного та енергетичного ресурсу; оцінювання ефективності та оптимального проектування супутникових систем зв'язку на основі сучасних концепцій програмно-обумовленого радіо; формування та комплектації пристроїв передавання, позиціонування, приймання та обробки сигналів провідних фірм світу.

Очікувані результати навчання.

Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: **розуміти** загальні принципи організації технологій керування та позиціонування аерокосмічних платформ; **володіти** технологіями багатостанційного доступу і надання каналів, видами модуляції та синхронізація в супутникових системах зв'язку; **опанувати** принципи завадостійкого кодування в системах супутникового зв'язку; **мати здатність** розуміння концептуальних засад щодо формування програмно-обумовлених комплексів передавання та приймання сигналів з аерокосмічних платформ, складу земних та космічних станцій супутникового зв'язку.

Тематичний план дисципліни і календар його виконання.

Таблиця 3 – Тематичний план дисципліни

| № тижня | Тема лекції* | Тема практичного заняття* | Тема лабораторного заняття* | Самостійна робота студентів | | |
|---------|---|--|---|---|------|--------------------------------------|
| | | | | Зміст | Год. | Лігера тура |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 1 | Принципи побудови супутникових систем зв'язку. Основні засади побудови структурно-функціональних схем систем супутникового зв'язку. Головні вимоги до космічного сегменту, головні вимоги до земного сегменту. Основні параметри систем супутникового зв'язку. Склад земних та космічних станцій. Види орбіт та діапазони частот для супутникового зв'язку. | Практ. роб. №1 Розрахунок енергетичних характеристик супутникових радіотрас | Дослідження підсилювачів високої частоти. | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ЛБ 1. Підготовка до ПР 1. | 18 | [1, с. 4...28; [2, с. 37...5 5 |

| | | | | | | |
|---|--|---|--|---|----|------------------------------------|
| 2 | Принципи функціонування супутникових систем зв'язку. Основні структурні схеми радіозв'язку. Особливості передачі та обробки сигналів у супутникових системах зв'язку. Реалізація багатостанційного доступу. Наземні станції супутникових систем передачі. Основні параметри сигналів і шумів на вході приймальних пристроїв. | - | Дослідження балансних перетворювачів частоти | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ЛБ 1, підготовка до виконання ЛБ 2. Підготовка до ПР 2. | 18 | [1, с. 65...83; [5, с. 10...35 |
| 3 | Організація супутникових інформаційних мереж. Основні конфігурації побудови мережі супутникового зв'язку. Мережі супутникового зв'язку з незакріпленими каналами. Способи використання бортового ретранслятора при організації супутникових мереж зв'язку. | Практ. роб. № 2 Розрахунок шумових параметрів приймального обладнання супутникових систем | - | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ЛБ 3. Захист ПР1. | 18 | [4, с. 65...90; [5, с. 10...35 |
| 4 | Супутникові навігаційні аероплатформи. Класифікація технічних засобів навігації. Методи навігаційних визначень. Концепції супутникових навігаційних систем. Структура системи GPS та принципи функціонування. Принципи функціонування системи КОСПАС-САРСАТ. | - | Дослідження демодуляторів амплітудно-модульованих сигналів та частотно-модульованих сигналів | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ЛБ 3, підготовка до виконання ПР 3. | 20 | [4, с. 105...140; [5, с. 313...347 |
| 5 | Методики керування безпілотним літальним апаратом (БПЛА). Загальний огляд типів БПЛА. Принципи керування безпілотним літальним апаратом. Рискання, крен, тангаж. Система координат БПЛА. Математичний опис принципів керування. Методика керування безпілотним літальним апаратом на етапі зльоту та посадки. | Практ. роб. № 3 Дослідження принципів експлуатації приймального обладнання супутникових систем | - | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ПР 2. | 20 | [4, с. 182...216 |

| | | | | | | |
|---|--|--|---|--|----|-------------------|
| 6 | Принципи автономної навігації БпЛА. Засади навігації БпЛА. Особливості автономної навігації БпЛА. Налаштування та калібрування БпЛА. | - | Дослідження схеми радіопередавача | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ЛБ 4. | 20 | [3, с. 8....28 |
| 7 | Методи багатостанційного доступу і надання каналів. Багатостанційний доступ з частотним поділом каналів. Багатостанційний доступ з часовим поділом каналів. Багатостанційний доступ з кодовим поділом каналів. Методи надання каналів в мережах супутникового зв'язку: метод доступу з фіксованим закріпленням каналів; довільний доступ; з наданням каналів за запитом. Метод здвоєної несучої. | Практ. роб. № 4 Налаштування навігаційно-пілотажного комплексу безпілотного літального апарата | Дослідження генератора кварцовим резонатором генератора зовнішнім збудженням. 3 та із | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до захисту ЛБ 3, підготовка до виконання ПР 4. | 18 | [3, с. 48....52 |
| 8 | Види модуляції та синхронізація в супутникових системах зв'язку. Квадратурний метод формування сигналів амплітудно-фазової модуляції. Модуляційне кодування. Диференційне кодування. Офсетна модуляція. Формування сигналів частотної модуляції квадратурним способом. Модуляція з мінімальним зсувом. Решітчасте кодування. Задачі фільтрації модульованих сигналів. Фазова синхронізація. | Практ. роб. № 5 Дослідження принципів навігації БпЛА, взльоту та посадки. Отримання даних з БпЛА. | Формування сигналів з різними видами модуляції. | Опрацювання лекційного матеріалу, підготовка до виконання ЛБ 5 та 6. Підготовка до виконання ПР 5. | 18 | [3, с. 120....150 |

Політика дисципліни.

Організація освітнього процесу в Університеті відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції і лабораторні заняття згідно з розкладом, не запізнюватися на заняття, індивідуальну роботу та інші домашні завдання виконувати відповідно до графіка. Пропущене практичне заняття студент зобов'язаний опрацювати самостійно у повному обсязі і відзвітувати перед викладачем не пізніше, ніж за тиждень до чергової атестації. До лабораторних занять студент має підготуватися за відповідною темою і проявляти активність.

Критерії оцінювання результатів навчання.

Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за **чотирибальною** шкалою. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих **позитивно** з урахуванням коефіцієнта вагомості і встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. При оцінюванні знань студентів використовуються різні засоби контролю, зокрема: усне опитування; засвоєння теоретичного матеріалу з тем перевіряється тестовим контролем; якість виконання, набуття теоретичних знань і практичних навичок перевіряється шляхом розв'язання задач. Оцінка, яка виставляється за практичне заняття, складається з таких елементів: знання теоретичного матеріалу з теми; вміння студента обґрунтувати прийняті рішення та розв'язувати задачі; своєчасне виконання домашніх завдань з теми.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми навчання у семестрі за ваговими коефіцієнтами

| Аудиторна робота | Самостійна, індивідуальна робота | Семестровий контроль |
|-------------------------------|----------------------------------|----------------------|
| <i>I семестр</i> | | |
| Захист лабораторної роботи №: | Виконання практичних робіт | Контрольна робота |
| | | КР |
| ВК: 0,20 | 0,15 | 0,25 |
| Підсумковий контрольний захід | | |
| 0,4 | | |

Оцінювання тестових завдань

Тематичний тест для кожного студента складається з двадцяти п'яти тестових завдань, кожне з яких оцінюється одним балом. Максимальна сума балів, яку може набрати студент, складає 25. Оцінювання здійснюється за чотирибальною шкалою. Відповідність набраних балів за тестове завдання оцінці, що виставляється студенту, представлена у нижченаведеній таблиці.

| | | | | |
|--------------------------------|------|-------|-------|-------|
| Сума балів за тестові завдання | 1–13 | 14–16 | 17–22 | 23–25 |
| Оцінка за 4-бальною шкалою | 2 | 3 | 4 | 5 |

На тестування відводиться 30 хвилин. Правильні відповіді студент записує у талоні відповідей. Студент може також пройти тестування і в он-лайн режимі у модульному середовищі для навчання MOODLE.

При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну наступного контролю.

Співвідношення вітчизняної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЕКТС

| Оцінка ECTS | Інституційна шкала балів | Інституційна оцінка | Критерії оцінювання |
|-------------|--------------------------|---------------------|---|
| A | 4,75-5,00 | 5 | <i>Зараховано</i> Відмінно – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навиків. Добре – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками. Добре – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками. Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією. Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання |
| B | 4,25-4,74 | 4 | |
| C | 3,75-4,24 | 4 | |
| D | 3,25-3,74 | 3 | |
| E | 3,00-3,24 | 3 | |
| FX | 2,00-2,99 | 2 | <i>Незараховано</i> Незадовільно – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни Незадовільно – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни. |
| F | 0,00-1,99 | 2 | |

Контрольні питання з дисципліни.

1. Загальні відомості щодо видів орбіт. Склад та призначення систем супутникового зв'язку.
2. Принципи структурно-функціональної побудови систем супутникового зв'язку.
3. Основні вимоги до космічного сегменту системи зв'язку.
4. Основні вимоги до земного сегменту систем зв'язку.
5. Головні параметри систем супутникового зв'язку.
6. Показники земних та космічних станцій їх склад та параметри.
7. Діапазони частот систем супутникового зв'язку.
8. Головні служби супутникового зв'язку.
9. Види та принципи побудови супутникових ретрансляторів. Зони обслуговування.
10. Принципи електромагнітної сумісності та доступності до супутникових платформ.
11. Шумові параметри приймальних модулів.
12. Особливості енергетики супутникових ліній зв'язку.
13. Методики багатостанційного доступу і надання каналів в супутникових телекомунікаціях.
14. Види модуляції у супутникових системах.
15. Квадратурно-амплітудні та фазові методи формування сигналів.
16. Модуляційне кодування. Код Грея.
17. Офсетна модуляція, модуляція з мінімальним частотним зсувом. Решітчасте кодування.
18. Принципи завадостійкого кодування.
19. Зготкові та блокові коди.
20. Принципи каскадного кодування.
21. Типи БпЛА їх основні конструктивні особливості.

22. Методики керування БпЛА.
23. Рискання, крен, тангаж.
24. Система координат БпЛА.
25. Математичний опис принципів керування.
26. Методика керування безпілотним літальним апаратом на етапі зльоту
27. Методика керування безпілотним літальним апаратом на етапі посадки
28. Засади навігації БпЛА
29. Особливості автономної навігації БпЛА.
30. Налаштування та калібрування БпЛА.

Рекомендована література

Основна література

1. Срібна І.М. Супутникові системи зв'язку і навігації : навч. посіб. / І.М. Срібна, Є.І. Махонін, Г.М. Власенко, Л.А. Кирпач – Київ: ДУТ, 2019. –123 с.
2. Ніколаєнко Б.А. Сучасні супутникові системи зв'язку: навч. Посіб. / Б.А. Ніколаєнко, Є.В. Пелешок, Б.А. Ніколаєнко, Є.В. Пелешок. - Київ : ІСЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 146 с.
3. Конін В. В. Супутникові системи зв'язку, навігації, спостереження / В. В. Конін. - Київ: НАУ, 2017 - 350 с.
4. Данчук В.Д. Глобальні супутникові системи навігації та зв'язку на транспорті : підручник / В.Д. Данчук, Л.С. Беляєвський, А.А. Сердюк, Є.О. Топольськов. — Київ: НТУ, 2017. — 264 с.
5. 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.

Додаткова література

1. Minoli D. Satellite Transmission Systems / D. Minoli. - Telecommunication Technologies Handbook, First Edition, Artech House, 2021.
2. Альошин Г. В., Панченко С. В., Приходько С. І. Проблеми теорії телекомунікаційних систем і мереж: Підручник. – Харків: УкрДУЗТ, 2017. – 301 с
3. Математичні алгоритми приймання та оброблення сигналів. Частина II. Основи статистичної теорії приймання сигналів. Навчальний посібник для студентів спеціальності 172 «Телекомунікації та радіотехніка» / О. Я. Калюжний; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Електронні текстові дані (1 файл: 10,65 Мбайт). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. – 302 с.
4. de Cola T. Network and Protocol Architectures for Future Satellite Systems / de Cola T. A. Ginesi, G. Giambene; G. C. Polyzos; V. A. Siris; N. Fotiou; Y. Thomas. - Now Foundations and Trends, 2017. – 152 p.
5. Fraire J. Jorge Finochietto; Scott Burleigh, Delay Tolerant Satellite Networks / J..Fraire, J. Finochietto, S. Burleigh. - Artech, 2017. - 249 p.
6. Семенова О. О. Системи рухомого зв'язку. навч. посіб. / О. О. Семенова, А. О. Семенов, В. С. Белов. – Вінниця: ВНТУ, 2017. – 185 с/
7. Сайко В.Г. Основи цифрового оброблення сигналів в системах цифрового радіозв'язку. Ч. 1. навч. посіб. / В.Г. Сайко, О.Г. Оксіюк, О.В. Дікарев – Київ : ДУТ, 2016. – 107 с.

Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання (розміщені усі необхідні матеріали з дисципліни, в тому числі тестові завдання для поточного та семестрового контролю знань). <https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=8162>.
2. Електронна бібліотека університету <http://library.khmnu.edu.ua/>.
3. Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: <https://elar.khmnu.edu.ua/home>.