

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
 Декан факультету інформаційних  
 технологій  
Тетяна ГОВОРУЩЕНКО  
 Ім'я, ПРІЗВИЩЕ  
 2025 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**Системи керування та позиціонування аерокосмічних платформ**

Назва дисципліни

**Призначення Робочої програми** Для освітніх програм різних спеціальностей

**Рівень вищої освіти** Другий (магістерський)

**Мова навчання** Українська

**Обсяг дисципліни, кредитів ЄКТС** 8

**Статус дисципліни** Вибіркова

**Факультет** Інформаційних технологій

**Кафедра** Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій

Форма здобуття освіти	Обсяг дисципліни		Кількість годин					Самостійна робота (в т.ч. ІРС)	Форма семестрового контролю
			Аудиторні заняття						
	Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні і роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття	Залік	
Д	8	240	82	32	32	18	158	+	

Робоча програма складена на основі освітніх програм підготовки бакалавра.

Робоча програма складена Леся Карпова канд. тех. наук, доцент Леся КАРПОВА  
 Підпис Науковий ступінь, вчене звання, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Схвалена на засіданні кафедри Телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій  
 Назва

Протокол від 28.08 2025 № 1.

Зав. кафедри ТМІТ

Сергій Підченко  
 Підпис Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Хмельницький 2025

## ЛИСТ ПОГОДЖЕННЯ

<b>Посада</b>	<b>Назва кафедри</b>	<b>Підпис</b>	<b>Ініціали, прізвище</b>
Завідувач кафедри, д-р. техн. наук, проф.	Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій		Сергій ПІДЧЕНКО
Гарант освітньо-професійної програми, д-р. техн. наук, проф.	Кафедра телекомунікацій, медійних та інтелектуальних технологій		Юлій БОЙКО

### 3. Пояснювальна записка

Дисципліна «Системи керування та позиціонування аерокосмічних платформ» є однією із фахових дисциплін і займає провідне місце у підготовці здобувачів другого (магістерський) рівня вищої освіти, очної (денної) (далі – денної) форми здобуття вищої освіти, які навчаються за освітньо-професійною програмою «Електронні системи та мережі комунікації» за освітньо-професійною в межах спеціальності G5 «Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка».

**Пререквізити** – вихідна.

**Кореквізити:** кваліфікаційний проект

Відповідно до освітньої програми дисципліна сприяє забезпеченню:

**компетентностей:** здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі та практичні проблеми у галузі систем керування та позиціонування аерокосмічних платформ, що характеризуються складністю, взаємозалежністю компонентів та невизначеністю умов (ІК); здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК 01); здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК 02); здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології (ЗК 06); здатність генерувати нові ідеї (креативність) (ЗК 08); здатність розробляти проекти та управляти ними (ЗК 09); здатність обґрунтовано обирати та ефективно застосовувати математичні методи, комп'ютерні технології моделювання, а також сучасні підходи та методи оптимізації для проектування, дослідження й удосконалення систем керування та позиціонування аерокосмічних платформ (ФК 03); здатність розв'язувати складні професійні задачі на основі застосування новітніх технологій приймання, передавання і обробки інформації (ФК 08); здатність проводити системний аналіз у складних радіотехнічних та навігаційних системах аерокосмічних платформ (ФК 09); здатність здійснювати дослідження, розробку і застосування програмно-апаратних засобів керування з елементами штучного інтелекту (ФК 10);

**програмних результатів навчання:** здатність організувати власну професійну, науково-дослідницьку та інноваційну діяльність на основі принципів системного підходу (ПРН 01); здатність розробляти і реалізовувати сучасні та перспективні системи керування, позиціонування та навігації аерокосмічних платформ (ПРН 03); здатність аналізувати напрями розвитку та новітні стандарти у сфері аерокосмічних систем керування і позиціонування (ПРН 06); здатність керувати складними виробничими, експлуатаційними процесами, забезпечувати професійний розвиток персоналу (ПРН 12).

**Мета дисципліни.** Формування у студентів системи знань, умінь і практичних навичок з теоретичних основ, методів аналізу, проектування та оптимізації систем керування та позиціонування аерокосмічних платформ, а також набуття компетентностей у використанні сучасних технологій автоматичного керування, навігації, стабілізації та орієнтації об'єктів у просторі.

**Предмет дисципліни.** Закономірності, принципи побудови, функціонування та проектування систем керування, навігації й позиціонування аерокосмічних платформ; методи моделювання динаміки руху, алгоритми стабілізації та орієнтації, використання сенсорів, навігаційних систем (GNSS, INS) та елементів штучного інтелекту для підвищення точності та надійності функціонування аерокосмічних систем.

**Завдання дисципліни.** Формування практичних навичок аналізу, моделювання та оптимізації систем керування і позиціонування аерокосмічних платформ із використанням сучасних інформаційних технологій, сенсорних засобів, методів математичного моделювання та програмних комплексів для розв'язання спеціалізованих задач у галузі навігації, стабілізації та автоматизованого керування аерокосмічними об'єктами.

**Результати навчання.** Після вивчення дисципліни студент повинен знати принципи побудови, функціонування та взаємодії елементів систем керування і позиціонування аерокосмічних платформ; розуміти принципи дії інерціальних, супутникових, оптичних та комбінованих навігаційних систем; уміти моделювати та аналізувати динаміку руху об'єктів, синтезувати закони керування та алгоритми стабілізації; володіти методами обробки сигналів і даних навігаційних сенсорів; використовувати сучасні інформаційно-комп'ютерні технології для моделювання, оптимізації та тестування систем керування; бути здатним проектувати та реалізовувати системи керування з урахуванням вимог точності, надійності, енергоефективності та безпеки; уміти інтегрувати сучасні технології та програмно-апаратні засоби, зокрема з елементами штучного інтелекту, у структуру аерокосмічних систем; аналізувати результати досліджень, робити обґрунтовані висновки та приймати інженерні рішення щодо вдосконалення систем керування і позиціонування.

#### 4. Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:			
	Лекції	Лабораторні заняття	Практичні заняття	СРС
<b>Тема 1.</b> Принципи побудови супутникових систем зв'язку	4	4	2	20
<b>Тема 2.</b> Принципи функціонування супутникових систем зв'язку	4	4	6	20
<b>Тема 3.</b> Організація супутникових інформаційних мереж	4	4	-	20
<b>Тема 4.</b> Супутникові навігаційні аероплатформи	4	4	-	20
<b>Тема 5.</b> Методики керування безпілотним літальним апаратом	4	4	2	20
<b>Тема 6.</b> Принципи автономної навігації БпЛА	4	4	-	20
<b>Тема 7.</b> Методи множинного доступу і надання каналів	4	4	6	20
<b>Тема 8.</b> Види модуляції та синхронізація в супутникових системах зв'язку	4	4	2	18
<b>Разом за семестр:</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>18</b>	<b>158</b>

#### 5. Програма навчальної дисципліни

##### 5.1. Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	К-ть годин
	<b>Тема 1. Принципи побудови супутникових систем зв'язку</b>	<b>4</b>
1	Основні засади побудови структурно-функціональних схем систем супутникового зв'язку. Головні вимоги до космічного сегменту, головні вимоги до земного сегменту. Літ.: [1] с. 4-28; [2] с. 37-55	2
2	Основні параметри систем супутникового зв'язку. Склад земних та космічних станцій. Види орбіт та діапазони частот для супутникового зв'язку. Літ.: [1] с. 4-28; [2] с. 37-55	2
	<b>Тема 2. Принципи функціонування супутникових систем зв'язку</b>	<b>4</b>
3	Основні структурні схеми радіозв'язку. Особливості передачі та обробки сигналів у супутникових системах зв'язку. Літ.: [1] с. 65-83; [5] с. 10-35.	2
4	Реалізація багатостанційного доступу. Наземні станції супутникових систем передачі. Основні параметри сигналів і шумів на вході приймальних пристроїв. Літ.: [1] с. 65-83; [5] с. 10-35.	2
	<b>Тема 3. Організація супутникових інформаційних мереж</b>	<b>4</b>
5	Організація супутникових інформаційних мереж. Основні конфігурації побудови мережі супутникового зв'язку. Літ.: [1] с. 65-83; [5] с. 10-35.	2
6	Мережі супутникового зв'язку з незакріпленими каналами. Способи використання бортового ретранслятора при організації супутникових мереж зв'язку. Літ.: [1] с. 65-83; [5] с. 10-35.	2
	<b>Тема 4. Супутникові навігаційні аероплатформи</b>	<b>4</b>
7	Супутникові навігаційні аероплатформи. Класифікація технічних засобів навігації. Методи навігаційних визначень. Концепції супутникових навігаційних систем. Літ.: [1] с. 65-83; [5] с. 10-35.	2
8	Структура системи GPS та принципи функціонування. Принципи функціонування системи КОСПАС-САРСАТ. Літ.: [1] с. 65-83; [5] с. 10-35.	2
	<b>Тема 5. Методики керування безпілотним літальним апаратом</b>	<b>4</b>
9	Методики керування безпілотним літальним апаратом (БпЛА). Загальний огляд типів БпЛА. Літ.: [1] с. 65-83; [5] с. 10-35.	2
10	Математичний опис принципів керування. Методика керування безпілотним літальним апаратом на етапі зльоту та посадки. Літ.: [1] с. 65-83; [5] с. 10-35.	2
	<b>Тема 6. Принципи автономної навігації БпЛА</b>	<b>4</b>
11	Принципи автономної навігації БпЛА. Засади навігації БпЛА. Літ.: [1] с. 65-83; [5] с. 10-35.	2
12	Особливості автономної навігації БпЛА. Налаштування та калібрування БпЛА. Літ.: [1] с. 65-83; [5] с. 10-35.	2

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	К-ть годин
	<b>Тема 7. Методи множинного доступу і надання каналів</b>	<b>4</b>
13	Методи багатостанційного доступу і надання каналів. Багатостанційний доступ з частотним поділом каналів. Багатостанційний доступ з часовим поліом каналів. Багатостанційний доступ з кодовим поділом каналів. Літ.: [4] с. 65-90; [5] с. 10-35.	2
14	Методи надання каналів в мережах супутникового зв'язку: метод доступу з фіксованим закріпленням каналів; довільний доступ; з наданням каналів за запитом. Метод здвоєної несучої. Літ.: [4] с. 65-90; [5] с. 10-35.	2
	<b>Тема 8. Види модуляції та синхронізація в супутникових системах зв'язку</b>	<b>4</b>
15	Види модуляції та синхронізація в супутникових системах зв'язку. Квадратурний метод формування сигналів амплітудно-фазової модуляції. Літ.: [4] с. 105-140; [5] с. 313-347	2
16	Модуляційне кодування. Диференційне кодування. Офсетна модуляція. Формування сигналів частотної модуляції квадратурним способом. Модуляція з мінімальним зсувом. Літ.: [4] с. 105-140; [5] с. 313-347	2
<b>Разом за семестр:</b>		<b>32</b>

### 5.2 Зміст лабораторних занять

№ n/n	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	Дослідження підсилювачів високої частоти	4
2	Дослідження балансних перетворювачів частоти	6
3	Дослідження демодуляторів амплітудно-модульованих сигналів та частотно-модульованих сигналів	6
4	Формування сигналів з різними видами модуляції	6
5	Дослідження генератора з кварцовим резонатором та генератора із зовнішнім збудженням	6
6	Дослідження схеми радіопередавача	4
<b>Разом за семестр:</b>		<b>32</b>

### 5.2 Зміст практичних занять

№ n/n	Тема практичного заняття	Кількість годин
1	Розрахунок енергетичних характеристик супутникових радіотрас	4
2	Розрахунок шумових параметрів приймального обладнання супутникових систем	4
3	Дослідження принципів експлуатації приймального обладнання супутникових систем	3
4	Налаштування навігаційно-пілотажного комплексу безпілотної літального апарата.	3
5	Дослідження принципів навігації БпЛА, взльоту та посадки. Отримання даних з БпЛА	4
<b>Разом за семестр:</b>		<b>18</b>

### 5.3 Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи здобувача вищої освіти

Самостійна робота студентів усіх форм здобуття освіти полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу з відповідних джерел інформації, підготовці до лабораторних занять, тестування, виконанні індивідуальних завдань тощо. Крім цього до послуг студентів сторінка навчальної дисципліни у Модульному середовищі для навчання, де розміщені Робоча програма дисципліни та необхідні документи з її навчально-методичного забезпечення.

Номер тижня	Вид самостійної роботи	К-ть годин
1,2	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т1. Підготовка до лабораторного заняття	20
3,4	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т2. Підготовка до лабораторного заняття	20
5,6	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т3. Підготовка до лабораторного заняття	20
7,8	Підготовка до контрольної роботи з Т1-3. Підготовка до тестового контролю з Т1-3	20
9,10	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т4-5. Підготовка до лабораторного заняття	20
11,12	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т6-7. Підготовка до лабораторного заняття	20
13,14	Опрацювання теоретичного матеріалу з Т8. Підготовка до лабораторного заняття	20
15,16	Підготовка до практичного заняття. Підготовка до контрольної роботи з Т4-8	18
<b>Разом за семестр:</b>		<b>158</b>

Примітки: Т – тема навчальної дисципліни, ТК – тестовий контроль.

На самостійне опрацювання студентів виносяться визначені у методичних рекомендаціях до практичних або лабораторних, або семінарських занять та самостійної роботи питання з кожної теми) з відповідних тем. Керівництво самостійною роботою та контроль за виконанням індивідуального завдання здійснюється викладачем згідно з розкладом консультацій у позаурочний час.

Вимоги до виконання індивідуального домашнього завдання викладені в Модульному середовищі для навчання на сторінці навчальної дисципліни.

## 6. Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних технологій та методів навчання, зокрема: лекції (з використанням методів візуалізації, проблемного й інтерактивного навчання, **мотиваційних прийомів, інформаційно-комунікаційних технологій**); практичні заняття (з використанням інструктування, демонстрування, розв'язування типових і прикладних задач, аналізу кейсів, ситуаційних завдань, елементів дискусії тощо); самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання практичних робіт, поточного та підсумкового контролю, виконання індивідуальних та домашніх завдань), з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та технологій дистанційного навчання.

## 7. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час аудиторних лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком освітнього процесу, в т.ч. з використанням Модульного середовища для навчання. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- оцінювання результатів роботи на лабораторних заняттях;
- тестовий контроль засвоєння теоретичного та практичного матеріалу з теми;

Підсумкова семестрова оцінка виставляється за результатами поточного контролю. Здобувач вищої освіти, який набрав з будь-якого виду навчальної роботи, суму балів нижчу за 60 відсотків від максимального балу, вважається таким, який *має* академічну заборгованість. Ліквідація академічної заборгованості із семестрового контролю здійснюється у період екзаменаційної сесії або за графіком, встановленим деканатом відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». Це варіант якщо є залік

## 8. Політика дисципліни

Політика навчальної дисципліни загалом визначається системою вимог до здобувача вищої освіти, що передбачені чинними положеннями Університету про організацію і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу. Зокрема, проходження інструктажу з техніки безпеки; відвідування занять з дисципліни є обов'язковим. За об'єктивних причин (підтверджених документально) теоретичне навчання за погодженням із лектором може відбуватись в он-лайн режимі. Успішне опанування дисципліни і формування фахових компетентностей і програмних результатів навчання передбачає необхідність підготовки до лабораторного заняття (вивчення теоретичного матеріалу з теми роботи, попередню підготовку протоколу роботи, підготовку до усного опитування для допуску до заняття (наведені у Методичних рекомендаціях до лабораторних занять)), активно працювати на занятті, якісно підготувати звіт (креслення і протокол роботи відповідно до теми), захистити результати виконаної роботи, брати участь у дискусіях щодо прийнятих конструктивних рішень при виконанні здобувачами лабораторних робіт тощо.

Здобувачі вищої освіти мають дотримуватися встановлених термінів виконання всіх видів навчальної роботи відповідно до робочої програми навчальної дисципліни. Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті). Пропущене лабораторне заняття студент зобов'язаний відпрацювати у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється за результатами опитування під час лабораторних занять, тестування й виконання індивідуального домашнього завдання та контрольної роботи. Виконання індивідуального завдання завершується його здачею на перевірку у терміни, встановлені графіком самостійної роботи.

Здобувач вищої освіти, виконуючи самостійну роботу або індивідуальну роботу з дисципліни, має дотримуватися політики доброчесності (заборонені списування, плагіат (в т.ч. із використанням мобільних девайсів)). У разі виявлення порушення політики академічної доброчесності в будь-яких видах навчальної роботи здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати завдання з відповідної теми (виду роботи), що передбачені робочою програмою. Будь-які форми порушення академічної доброчесності **не допускаються**.

У межах вивчення навчальної дисципліни здобувачам вищої освіти передбачено визнання і зарахування результатів навчання, набутих шляхом неформальної освіти, що розміщені на доступних платформах, які сприяють формування компетентностей і поглибленню результатів навчання, визначених робочою програмою дисципліни, або

забезпечують вивчення відповідної теми та/або виду робіт з програми навчальної дисципліни (детальніше у Положенні про порядок визнання та зарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ).

## 9. Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». При поточному оцінюванні виконаної здобувачем роботи з кожної структурної одиниці і отриманих ним результатів викладач виставляє йому певну кількість балів із встановлених Робочою програмою для цього виду роботи. При цьому кожна структурна одиниця навчальної роботи може бути зарахована, якщо здобувач набрав не менше 60 відсотків (мінімальний рівень для позитивної оцінки) від максимально можливої суми балів, призначеної структурній одиниці.

При оцінюванні результатів навчання здобувачів вищої освіти з будь-якого виду навчальної роботи (структурної одиниці) рекомендується використовувати наведені нижче узагальнені критерії:

**Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти**

Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей	Узагальнений зміст критерія оцінювання
Відмінно (високий)	Здобувач вищої освіти глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає логічний виклад відповіді мовою викладання (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними приладами та інструментами, прикладними програмами. Здобувач не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки, демонструє практичні навички з вирішення фахових завдань. При відповіді допустив дві–три несуттєві <i>похибки</i> .
Добре (середній)	Здобувач вищої освіти виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання правил, закономірностей тощо. Відповідь здобувача вищої освіти будується на основі самостійного мислення. Здобувач вищої освіти у відповіді допустив дві–три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно (достатній)	Здобувач вищої освіти виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь здобувача вищої освіти будується на рівні репродуктивного мислення, здобувач вищої освіти має слабкі знання структури навчальної дисципліни, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно (недостатній)	Здобувач вищої освіти виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекручує їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка «незадовільно» виставляється здобувачеві вищої освіти, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення навчальної дисципліни.

### Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів денної форми здобуття освіти у семестрі

Аудиторна робота										Контрольні заходи		Семестровий контроль		
Лабораторні роботи					Практичні роботи					Тестовий контроль:		Залік		
1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	1	2		
Кількість балів за вид навчальної роботи (мінімум-максимум)														
3-5					6-10					6-10		6-10		За рейтингом
18-30					30-50					12-20				<b>60-100*</b>

Виконана й оформлена відповідно до встановлених Методичними рекомендаціями вимог лабораторна робота комплексно оцінюється викладачем при її захисті з урахуванням таких критеріїв: самостійність та

правильність виконання; повнота відповіді та знання теоретичного матеріалу; уміння застосовувати набуті знання на практиці; обґрунтованість висновків та якість оформлення звіту.

Результат виконання і захисту здобувачем вищої освіти кожної лабораторної роботи оцінюється відповідно до таблиці Критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти.

У випадку виявлення здобувачем рівня знань, нижчого ніж 60 відсотків від максимального балу, встановленого Робочою програмою для кожної структурної одиниці, лабораторна робота йому *не зараховується* і для її захисту він має детальніше опрацювати матеріал з теми роботи, методику її виконання, виправити грубі помилки та повторно вийти на її захист у призначений для цього викладачем час.

#### Оцінювання результатів тестового контролю

Кожний з тестів, передбачених Робочою програмою, складається із 10 тестових завдань, кожне з яких є рівнозначним.

Відповідно до таблиці структурування видів робіт за тестовий контроль здобувач залежно від кількості правильних відповідей може отримати від 3 до 5 балів.

#### Розподіл балів в залежності від наданих правильних відповідей на тестові завдання

Кількість правильних відповідей	1-13	14-16	17-18	19-20	21-22	23-25
Відсоток правильних відповідей	0-59	60-65	66-72	73-82	83-89	90-100
Кількість балів	-	6	7	8	9	10

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення».

Семестровий залік виставляється на останньому занятті за умови якщо загальна сума балів, яку накопичив здобувач з дисципліни (іншого освітнього компонента) за результатами *поточного* контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «*зараховано*», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення. Присутність здобувача у цьому випадку не є обов'язковою.

Таблиця – Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Рейтингова шкала балів	Інституційна оцінка (рівень досягнення здобувачем вищої освіти запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни)	
		Залік	Іспит/диференційований залік
A	90-100	Зараховано	<i>Відмінно/Excellent</i> – високий рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни, що свідчить про безумовну готовність здобувача до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
B	83-89		<i>Добре/Good</i> – середній (максимально достатній) рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
C	73-82		<i>Задовільно/Satisfactory</i> – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни
D	66-72		
E	60-65		
FX	40-59	Незараховано	<i>Незадовільно/Fail</i> – Низка запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни відсутня. Рівень набутих результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
F	0-39		<i>Незадовільно/Fail</i> – Результати навчання відсутні

## 10. Питання для самоконтролю результатів навчання

### Тема 1. Принципи побудови супутникових систем зв'язку

1. Які основні елементи входять до складу супутникової системи зв'язку?
2. Що таке геостационарна орбіта, і які її переваги та недоліки?
3. Як класифікуються супутникові системи за висотою орбіти?
4. Які основні параметри орбіти впливають на роботу супутникової системи зв'язку?
5. Яку роль відіграють наземні станції в архітектурі супутникового зв'язку?

### Тема 2. Принципи функціонування супутникових систем зв'язку

6. Яким чином відбувається передача сигналу від передавача до приймача через супутник?
7. Що таке "пряма" і "зворотна" лінія зв'язку?
8. Як впливають атмосферні умови на якість супутникового сигналу?
9. Які типи антен застосовуються у супутниковому зв'язку?
10. Які способи підвищення енергетичної ефективності каналу використовуються?

### Тема 3. Організація супутникових інформаційних мереж

11. Які топології супутникових мереж існують (точка-точка, зірка, mesh тощо)?
12. У чому полягає різниця між фіксованими та мобільними супутниковими мережами?
13. Як забезпечується маршрутизація трафіку у супутникових мережах?
14. Які особливості інтеграції супутникових систем із наземними телекомунікаційними мережами?
15. Як забезпечується надійність і резервування каналів зв'язку?

#### **Тема 4. Супутникові навігаційні аероплатформи**

16. Що таке GNSS, і які системи входять до її складу (GPS, Galileo, ГЛОНАСС, BeiDou)?
17. Як формується навігаційний сигнал супутникової системи?
18. Які фактори впливають на точність визначення координат?
19. Як реалізується корекція похибок у навігаційних системах?
20. Яку роль відіграють авіаційні аероплатформи у використанні GNSS?

#### **Тема 5. Методики керування безпілотним літальним апаратом**

21. Які основні типи систем керування БПЛА існують?
22. Що таке контур стабілізації та як він реалізується?
23. Які сенсори використовуються для вимірювання параметрів руху БПЛА?
24. Як реалізується дистанційне керування через супутникові канали зв'язку?
25. Які алгоритми забезпечують автоматичне повернення апарата на базу?

#### **Тема 6. Принципи автономної навігації БПЛА**

26. Які джерела інформації використовуються в автономній навігації (GNSS, INS, LIDAR тощо)?
27. Як реалізується інтеграція інерціальної та супутникової навігації?
28. У чому полягає роль фільтра Калмана у системах автономної навігації?
29. Як вирішується задача позиціонування у разі втрати GNSS-сигналу?
30. Які принципи побудови маршрутів автономного польоту?

#### **Тема 7. Методи множинного доступу і надання каналів**

31. Які існують методи множинного доступу (FDMA, TDMA, CDMA, OFDMA)?
32. У чому різниця між динамічним і статичним розподілом каналів?
33. Як забезпечується сумісна робота кількох користувачів в одному частотному діапазоні?
34. Як здійснюється планування частот у супутникових мережах?
35. Які переваги має CDMA для супутникових систем зв'язку?

#### **Тема 8. Види модуляції та синхронізація в супутникових системах зв'язку**

36. Які основні види модуляції використовуються у супутниковому зв'язку (BPSK, QPSK, 8PSK, QAM)?
37. Як вибір виду модуляції впливає на якість зв'язку та пропускну здатність каналу?
38. У чому полягає процес демодуляції сигналу?
39. Які методи синхронізації застосовуються для прийому сигналу?
40. Як компенсуються частотні та часові зсуви у супутникових каналах?

### **11. Навчально-методичне забезпечення**

Освітній процес з дисципліни «Системи керування та позиціонування аерокосмічних платформ» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою.

### **12. Матеріально-технічне та програмне забезпечення дисципліни (за потреби)**

Інформаційна та комп'ютерна підтримка: ПК, планшет, смартфон або інший мобільний пристрій, проектор.  
Програмне забезпечення: програми Microsoft Office або аналогічні, доступ до мережі Інтернет, робота з презентаціями.

Вивчення навчальної дисципліни не потребує використання спеціального програмного прикладного забезпечення, крім загальнонавчаних програм і операційних систем.

### **13. Рекомендована література:**

#### **Основна**

1. Бойко Ю.М. Програмно-конфігуровані системи передавання, приймання та обробки інформації: монографія /Ю. М. Бойко, Л. В. Карпова, О.І. Полікарівських, В.П. Ткачук. – Хмельницький : ХНУ, 2023. – 317с.

2. Бойко Ю. М. Теоретичні аспекти підвищення завадостійкості й ефективності обробки сигналів в радіотехнічних пристроях та засобах телекомунікаційних систем за наявності завад : монографія / Ю. М. Бойко, В. А. Дружинін, С. В. Толюпа. - Київ : Логос, 2018. - 227 с.

3. Бойко Ю.М. Науково-прикладні питання забезпечення роздільної здатності і ефективності обробки сигналів у радіотехнічних та телекомунікаційних системах за наявності завад : монографія / Ю. М. Бойко, О. М. Шинкарук, Л. В. Карпова, І. І. Чесановський. – Хмельницький : ХНУ, 2019. – 218 с

4. Шинкарук О.М. Основи функціонування багатоканальних систем передачі інформації. навч. посібник /О.М. Шинкарук, Ю.М. Бойко, І.І. Чесановський. – Х.: ХНУ, 2011. – 231 с.

5. Шинкарук О.М. Приймання та оброблення сигналів: навч. посібник /О.М. Шинкарук, В.І. Правда, Ю.М. Бойко. – Хмельницький: ХНУ, 2013.

6. Бойко Ю.М. Приймання та оброблення сигналів : методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності “Телекомунікації та радіотехніка” / Ю. М. Бойко. – Хмельницький : ХНУ,

2017. – 39 с.

7. Бойко Ю.М. Основи радіофотоніки: навч. посіб. Частина 1 / Ю.М. Бойко, В.А. Дружинін, М.П. Трембовецький, М.І. Резніков. – Київ : Каравела, 2020. – 184 с.

8. Бойко Ю.М. Генерування та формування сигналів : лабораторний практикум з дисципліни для студентів спеціальності “Телекомунікації та радіотехніка” / Ю. М. Бойко. – Хмельницький : ХНУ, 2016. – Ч. 1. – 89 с.

9. Бойко Ю.М. Приймання та оброблення сигналів : методичні вказівки до виконання курсового проекту для студентів напрямів підготовки “Радіотехніка” та “Телекомунікації” / Ю. М. Бойко, Д. А. Макаришкін. – Хмельницький : ХНУ, 2015. – 151 с

#### Додаткова

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., Пелешок Є.В. Ніколаєнко Б.А., Пелешок Є.В. Сучасні супутникові системи зв'язку: навч. посібник. Київ : ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 146 с.

3. Конін В. В. Супутникові системи зв'язку, навігації, спостереження / В. В. Конін. -

4. Київ: НАУ, 2017 - 350 с.

5. 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.

6. 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.

#### 14. Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. URL : <https://msn.khmnu.edu.ua>

2. Електронна бібліотека ХНУ. URL: <http://library.khmnu.edu.ua/>

3. Інституційний репозитарій ХНУ. URL : <https://elar.khmnu.edu.ua/home>

## СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ТА ПОЗИЦІОНУВАННЯ АЕРОКОСМІЧНИХ ПЛАТФОРМ

Тип дисципліни	Вибіркова
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Мова викладання	Українська
Семестр	другий
Кількість призначених кредитів ЄКТС	8,0
Форми здобуття освіти, для яких викладається дисципліна	Очна (денна)

**Результати навчання.** Після вивчення дисципліни студент повинен *знати* принципи побудови, функціонування та взаємодії елементів систем керування і позиціонування аерокосмічних платформ; *розуміти* принципи дії інерціальних, супутникових, оптичних та комбінованих навігаційних систем; *уміти* моделювати та аналізувати динаміку руху об'єктів, синтезувати закони керування та алгоритми стабілізації; *володіти* методами обробки сигналів і даних навігаційних сенсорів; використовувати сучасні інформаційно-комп'ютерні технології для моделювання, *оптимізації* та тестування систем керування; бути здатним проєктувати та реалізовувати системи керування з урахуванням вимог точності, надійності, енергоефективності та безпеки; *уміти* інтегрувати сучасні технології та програмно-апаратні засоби, зокрема з елементами штучного інтелекту, у структуру аерокосмічних систем; *аналізувати* результати досліджень, робити обґрунтовані висновки та приймати інженерні рішення щодо вдосконалення систем керування і позиціонування.

**Зміст навчальної дисципліни.** Принципи побудови супутникових систем зв'язку. Принципи функціонування супутникових систем зв'язку. Організація супутникових інформаційних мереж. Супутникові навігаційні аероплатформи. Методики керування безпілотним літальним апаратом. Принципи автономної навігації БПЛА. Методи множинного доступу і надання каналів. Види модуляції та синхронізація в супутникових системах зв'язку.

**Пререквізити:** Завадостійкість та інформаційна безпека інфокомунікацій; програмно-конфігуровані системи передавання, приймання та обробки інформації.

**Кореквізити:** Науково-професійна практика, кваліфікаційний проєкт.

**Запланована навчальна діяльність:** Мінімальний обсяг навчальних занять в одному кредиті ЄКТС навчальної дисципліни для *другого* (магістерського) рівня вищої освіти за денною формою здобуття освіти становить 10 годин на 1 кредит ЄКТС.

**Форми (методи) навчання:** лекції (з використанням методів візуалізації, проблемного й інтерактивного навчання, мотиваційних прийомів, інформаційно-комунікаційних технологій); практичні заняття (з використанням інструктування, демонстрування, розв'язування типових і прикладних задач, аналізу кейсів, ситуаційних завдань, елементів дискусії тощо); самостійна робота (опрацювання теоретичного матеріалу, підготовка до виконання практичних робіт, поточного та підсумкового контролю, виконання індивідуальних та домашніх завдань), з використанням інформаційно-комп'ютерних технологій та технологій дистанційного навчання.

**Вид семестрового контролю:** залік – 2 семестр.

**Навчальні ресурси:**

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 : ІСЗЗІ КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. 146 с.
3. Конін В. В. Супутникові системи зв'язку, навігації, спостереження / В. В. Конін. -
4. Київ: НАУ, 2017 - 350 с.
5. Данчук В.Д. Глобальні супутникові системи навігації та зв'язку на транспорті : підручник / В.Д. Данчук, Л.С. Беляєвський, А.А. Сердюк, Є.О. Топольський. — Київ: НТУ, 2017. — 264 с.
6. 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.
7. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khmnu.edu.ua>
8. Електронна бібліотека ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://library.khmnu.edu.ua/>

**Викладач:** канд. техн. наук, доцент Леся КАРПОВА