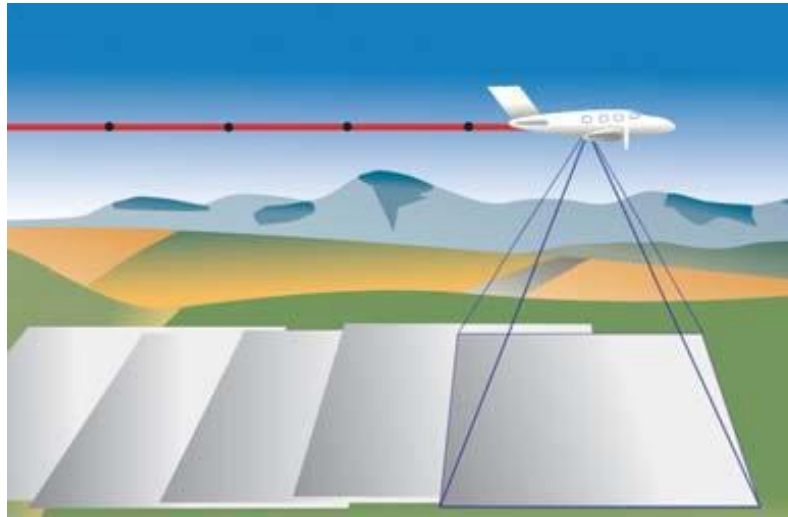


Затверджено на засіданні  
кафедри вишукувань та проектування шляхів  
сполучення,  
геодезії та землеустрою  
Протокол №1 від 18 вересня 2023 року



## **GPS-ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕЛЕКТРОННІ ГЕОДЕЗИЧНІ ПРИЛАДИ**

**I та II семестри 2023-24 н. рік  
СИЛАБУС**

*103-ГЗ-Д21, 133-ГЗ-Д21, 133-ГЗ-Д22*

**Лекції:** понеділок, 1 та 2 пари

**Аудиторія:** 1.207

**Практика:** понеділок, вівторок, 2 та 3 пари

**Аудиторія:** 1.207

**Провідний викладач:** Орел Євген Федорович

**Контакти:** [orel@kart.edu.ua](mailto:orel@kart.edu.ua).

**Години прийому та консультацій:** щоденно з 10.00-14.00

**Веб-сторінки курсу:**

Веб сторінка курсу: <https://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=9626>

Додаткові інформаційні матеріали: <http://gisa.org.ua>,

[https://en.wikipedia.org/wiki/Geographic\\_information\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Geographic_information_system)

Сучасне геодезичне обладнання відрізняється високою продуктивністю, точністю й зручністю у використанні. На даний момент геодезичні прилади представляють собою комп'ютеризовані комплекси, що дозволяють оперативно отримувати і обробляти дані вимірювань, проводити їх аналіз і надавати кінцеві

результати. Відмінною рисою таких приладів є програмне забезпечення, розроблене для вирішення широкого спектру завдань, високий ступінь інтеграції різних засобів вимірювань, невідривний зв'язок процесу вимірювань з комп'ютерною обробкою даних.

Прикладами такого обладнання служать електронні тахеометри та геодезичні супутникові GNSS-приймачі. До користувачів таких приладів пред'являються особливі вимоги, пов'язані з наявністю у них певних навичок роботи зі високотехнологічним, складним, з технічної та програмної точок зору, обладнанням

Курс має на меті сформувати та розвинути наступні компетентності студентів:

### **1. Ціннісно-смыслову компетентність**

Об'єкти вивчення: теоретичні основи, методики, технології та обладнання для збирання та аналізу геопросторових даних про форму та розміри Землі, її відображення на картах і планах, забезпечення зведення інженерних споруд (включаючи підземні) та вивчення геопросторових зв'язків між об'єктами та структурами.

Цілі навчання: формування у випускників здатності розв'язувати складні спеціалізовані завдання та практичні проблеми в процесі професійної діяльності або навчання, що передбачає застосування теоретичних знань з геодезії та землеустрою та технологій і обладнання у галузі топографо-геодезичного виробництва з метою отримання та аналізу геопросторових даних.

Теоретичний зміст предметної області: знання про форму та розміри Землі, концепції і принципи ведення топографо-геодезичної діяльності та земельного кадастру, а також їх інформаційне забезпечення. Базові знання з природничих наук та поглиблені знання з математики та інформаційних технологій.

Методи, методики та технології: польові, камеральні та дистанційні методи досліджень, методики збирання та оброблення геопросторових даних, геоінформаційні технології, технології польових та камеральних робіт у галузі геодезії та землеустрою.

Інструменти та обладнання: геодезичне, навігаційне, аерознімальне обладнання, фотограмметричні та картографічні комплекси та системи, спеціалізоване геоінформаційне, геодезичне і фотограмметричне програмне забезпечення для розв'язання прикладних задач в геодезії та землеустрої.

### **2. Загальнокультурну компетентність**

Розуміння культурних, історичних та регіональних особливостей, що склалися в Україні та за її межами в області методів техніко-професійного обґрунтування рішень, що приймаються, основи організації праці, методів в галузі топографо-геодезичного виробництва з метою отримання та аналізу геопросторових даних.

### **3. Навчально-пізнавальну компетентність**

Формування у студента зацікавленості про вирішення інженерних задач, які з'являються під час проектування виробничої реалізації методів в галузі топографо-геодезичного виробництва з метою отримання та аналізу геопросторових даних.

Виявлення і проведення в дію факторів, які підвищують ефективність і продуктивність праці та забезпечують скорочення строків і зменшення вартості робіт, урахування вимог охорони навколишнього середовища під час виконання робіт.

### **4. Інформаційну компетентність**

Розвиток вмінь студента до самостійного пошуку, аналізу, структурування та відбору потрібної інформації в області сучасних методів рішення основних задач

галузі топографо-геодезичного виробництва з метою отримання та аналізу геопросторових даних.

### **5. Комунікативну компетентність**

Розвиток у студента навичок, вміння презентувати власний проект та кваліфіковано вести дискусію у досліджуваній сфері);

### **6. Компетентність особистісного самовдосконалення**

Елементи фізичного, духовного й інтелектуального саморозвитку, емоційної саморегуляції та самопідтримки; підтримка постійної жаги до самовдосконалення та самопізнання, шляхом постійного пошуку нових методів та інформації в області рішення задач галузі топографо-геодезичного виробництва з метою отримання та аналізу геопросторових даних.

## **Чому ви маєте обрати цей курс?**

Предмет курсу- це інженерно-технічна прикладна дисципліна, яка вивчає теорію і устрій електронних геодезичних приладів, а також елементи їх конструювання, виготовлення, юстировки і дослідження. Геодезичні прилади в більшості застосовуються в геодезії, але мають значне використання і в інших інженерно-технічних дисциплінах:

- землеустрої;
- лісоустрої;
- дорожніх вишукувань;
- меліорації та інших.

В своїй більшості це оптико-механічні прилади, вони мають працювати в різних кліматичних умовах (від  $-400$  до  $+500\text{C}$ ), при вібраціях та інших метеорологічних факторах. Особливим фактором в геодезії є рефракція.

Останніми роками в ряду геодезичних приладів з`явилися спеціальні геодезичні прилади, які мають застосування в машинобудуванні, приладобудуванні, спеціальних будівельних роботах та іншому.

Це такі геодезичні прилади: лазерні геодезичні прилади, автоколімаційні прилади, GPS-приймачі.

Найважливішою характеристикою кожного геодезичного приладу є точність. Тому, виникають наступні задачі курсу:

1. Навчитися елементам конструювання приладів, технології їх виготовлення;
2. Ознайомитися з різними методиками вимірювання;
3. Навчитися методам визначення поправок, введення їх в результати досліджень;
4. Знати особливості дослідження приладів, юстировок окремих параметрів.

Команда викладачів будуть готові надати будь-яку допомогу з деякими з найбільш складних аспектів курсу по електронній пошті, і особисто - у робочий час.

Ключові слова. геодезичні, фотограмметричні, геоінформаційні та картографічні методи, технології та системи; прилади та устаткування; кадастр, землеустрій, методика оцінки землі та нерухомості; принципи та технічні підходи, геодезичне, навігаційне, геоінформаційне та фотограмметричне програмне забезпечення та обладнання; геопросторові дані у польових та камеральних умовах; польові, камеральні та дистанційні дослідження; інформаційні технології; наземні і аерокосмічні методи; державні геодезичні мережі та спеціальні інженерно-геодезичні мережі, топографічні знімання місцевості, топографо-

геодезичні вимірювання для вишукування, проектування; кадастрові знімання; районування території.

## Огляд курсу

Цей курс, який вивчається з вересня по травень.

Курс складається з однієї лекції у два тижні та одного практичного заняття кожного тижня. Він супроводжується текстовим матеріалом, презентаціями та груповими завданнями. Студенти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання протягом обговорень в аудиторії та виконанні розрахунково-графічної роботи.

## GPS-ТЕХНОЛОГІЇ ТА ЕЛЕКТРОННІ ГЕОДЕЗИЧНІ ПРИЛАДИ

### схема курсу

<b>Поміркуй</b>	Лекції	<b>Виконай</b>
	Довідковий матеріал	
	Презентації	
	Обговорення в аудиторії	
	Групові завдання	
	Індивідуальні консультації	
	Онлайн форум	
	Залік/Іспит	

Студенти матимуть можливість застосовувати отримані знання та вирішувати практичні завдання протягом обговорень в аудиторії та виконанні розрахунково-графічної роботи.

Виконання завдання супроводжується зануренням у суміжні дисципліни, що доповнюють теми, та формує у студента інформаційну та комунікативну компетентності.

## Ресурси курсу

Інформація про курс розміщена на сайті Університету (<https://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=9626>), включаючи навчальний план, лекційні матеріали, презентації, завдання та правила оцінювання курсу)

Додатковий матеріал та посилання на електронні ресурси доступні на сайті Університету у розділі «дистанційне навчання» поряд із питаннями, над якими необхідно поміркувати під час підготовки для обговорення в аудиторії. Необхідна підготовка повинна бути завершена до початку наступної лекції. Ви повинні бути готовими до дискусій та мозкових штурмів – ми хочемо знати, що ви думаєте!

Приклади питань для обговорення. Ось деякі з них:

1. Системи глобального позиціонування ви знаєте?
2. Сектори, з яких складаються системи глобального позиціонування?
3. Класифікація GPS приймачів.
4. Принципи роботи мережі базової станції RTK.
5. Переваги мережевого RTK.
6. Призначення мультістанції.
7. Призначення скануючої станції.

## Теми курсу

### Модуль 1

**Тема 1.** Предмет і задачі курсу, його зв'язок з іншими дисциплінами. Призначення і класифікація геодезичних приладів. Історичний екскурс в розвиток електронних геодезичних пристроїв.

**Тема 2.** Загальні принципи виконання вимірів характеристик фізичних величин. Електромагнітні коливання і хвилі

**Тема 3.** Лазерні віддалеміри. Будова і принцип дії лазерної рулетки. Підготовка до вимірювань. Вимірювання відстаней.

**Тема 4.** Електронні теодоліти. Кодовий метод. Інкрементальний метод.

### Модуль 2.

**Тема 1.** Радіогеодезичні системи. WGS-84, Система геодезичних параметрів Землі ПЗ-90, ITRSi ETRS, Параметри переходу між деякими системами координат.

**Тема 2.** Ознайомлення і виконання роботи з допомогою супутникових навігаційних систем. Підсистема космічних апаратів. Підсистема наземного контролю і управління. Підсистема апаратури користувачів.

**Тема 3.** Знімання території земельної ділянки з допомогою GPS-спостережень. Статичний метод. Швидкостатичний метод. Псевдокінематичний метод. Метод Stop&Go ("Стій - Іди") кінематика Кінематика в режимі реального часу (RTK- Real-TimeKinematic). Кінематика в режимі реального часу (RTK- Real-TimeKinematic)

### Модуль 3.

**Тема 1.** Виконання знімальних робіт з допомогою електронних тахеометрів. Будова електронних тахеометрів. Класифікація. Конструкція і принцип дії. Провідні виробники електронних тахеометрів. Повірка тахеометра.

**Тема 2.** Виконання роботи з нівелювання нівелірного ходу з допомогою електронного нівеліра. Використання лазерних вимірювальних приладів у будівництві.

**Тема 3.** Геодезичні GNSS-приймачі для визначення географічних координат і висотних відміток точок за результатами обробки сигналів глобальних навігаційних супутникових систем (global navigation satellite systems). Гідність GNSS немає потреби тягнути кілометрові ходи знімальної основи, винос точок в натуру проводиться в реальному часі сантиметровою точністю.

**Тема 4.** GNSS-технології удосконалюються: модернізуються існуючі системи (GPS, ГЛОНАС) і з'являються нові (Galileo, Beidou) коригувальні сигнали (TerraStar, OmniStar), розвиваються мережі наземних RTK-станцій.

**Тема 5.** Польові контролери. Захищений від впливу навколишнього середовища електронний прилад. Польовий контролер підключається по радіохвилях (WiFi або Bluetooth) до тахеометру або GNSS-приймача. Сенсорний екран і повнофункціональна клавіатура працює з геодезичним обладнанням.

**Тема 6.** Контролер Zeno 20 - формування і редагування просторової бази даних в реальному часі, гарантія ефективного обліку і прогнозування робіт на об'єкті.

**Тема 7.** Програмне забезпечення. Leica Captivate та Leica Infinity.

**Тема 8.** Зв'язка для швидкого й ефективного управління, об'єднання і редагування польових вимірювань і проектних даних. Програмне забезпечення Leica Captivate –це міст між полем і офісом, що використовується для збору даних, відтворення ліній, площ і 3D моделювання прямо в полі.

## Модуль 4.

**Тема 1.** Leica TerrainMapper - топографічний лідар з високоточним лінійним режимом. Датчик новітнього покоління, що працює в лінійному режимі і оптимізований для регіональних картографічних проєктів. З широким діапазоном висот зйомки від 300 м до 5 500 м, гранично високою точністю і неперевершеною щільністю точок, лідар Leica Terrain Mapper пропонує гнучкість використання для топозйомки складного і різноманітного рельєфу місцевості.

**Тема 2.** Leica RealTerrain - максимально ефективний збір даних. Рішення RealTerrain для регіонального топографічного картографування. Leica TerrainMapper є частиною ефективного та гнучкого в повітрі рішення для захоплення реальності LiDAR від RealTerrain, яке надає інформацію з точних даних висот з високою щільністю.

**Тема 3.** Leica RTC360 - швидкий, компактний, точний лазерний сканер для оцифровки реальності. Leica RTC360 – це новий наземний лазерний 3D сканер від Leica Geosystems, який виконує сканування зі швидкістю до 2 млн. точок в секунду. Підходить для роботи як в офісі, так і в польових умовах

**Тема 4.** Криміналістика. Оперативний і точний збір даних дозволяє поліції прискорити збір доказів для аналізу місця злочину або дорожньо-транспортної пригоди ДТП. Компактні розміри лазерного сканера RTC360 і стандарт пиловологозахисту IP54 дозволяють проводити 3D сканування оперативно і просто при різних погодних умовах.

**Тема 5.** Архітектура, будівництво та ВІМ. Впровадження ВІМ-стандартів в проектуванні і будівництві вимагає змінити підходи до збору даних. Технологія лазерного сканування повністю задовольняє вимогам в цій сфері, так як дозволяє отримати максимальну кількість даних за одиницю часу без втрати якості.

**Тема 6.** Маркшейдерія і калібрування резервуарів. Визначення обсягів насипів і поглиблень за лічені хвилини, побудова горизонталей і фігур резервуарів, розрахунок обсягу з кроком в 1 мм - все це стало можливим із застосуванням технології лазерного сканування

**Тема 7.** Промисловість і цивільна інфраструктура. Зйомка 3D-геометрії автодоріг або рейкових шляхів, тунелів, мостів і інших об'єктів забудованої території - для таких завдань необхідно мати прилад, що поєднує швидкість, точність і надійність

**Тема 8.** Цифрова 3D-реальність. Створення віртуальної реальності VR і доповненої реальності AR. Віддалена демонстрація реалізації проєкту інвесторам, контроль ходу будівництва, перегляд квартир і будинків в агентствах нерухомості, перегляд готелів та благоустрою прилеглої території в турагентствах, тест-драйв нових автомобілів, шоуруми.

## Практичні заняття та лабораторні роботи

Тематика (зміст) практичних занять.

Призначення, будова та основні технічні характеристики тахеометра Тахеометр Leica TCR 405 Power . Основні перевірки та юстування електронного тахеометру. Перехід до режиму вимірювань. Вимірювання горизонтального кута між двома точками . Вимірювання відстані. Визначення координат станції методом зворотньої засічки.

Електронно-тахеометричне знімання. Координатні вимірювання. Експорт даних електронно-тахеометричного знімання на ПК.

Тематика (зміст) лабораторних занять.

GNSS – комплект LEICA GS16 + LEICA GS07 (BASE+ROVER). Будова, призначення та програмне забезпечення. Підключення приймача GNSS –



комплект до мережі Internet через зовнішній Bluetooth GSM/GPRS Modem. Виконання налаштувань знімань в режимі RTK.

Тематика (зміст) самостійної роботи.

Сучасне геодезичне обладнання відрізняється високою продуктивністю, точністю й зручністю у використанні. На даний момент геодезичні прилади представляють собою комп'ютиризовані комплекси, що дозволяють оперативно отримувати і обробляти дані вимірювань, проводити їх аналіз і надавати кінцеві результати. Відмінною рисою таких приладів є програмне забезпечення, розроблене для вирішення широкого спектру завдань, високий ступінь інтеграції різних засобів вимірювань, невідривний зв'язок процесу вимірювань з комп'ютерною постобробкою даних. Прикладами такого обладнання служать електронні тахеометри та геодезичні супутникові GNSS-приймачі. До користувачів таких приладів пред'являються особливі вимоги, пов'язані з наявністю у них певних навичок роботи зі високотехнологічним, складним, з технічної та програмної точок зору, обладнанням

Тематика (зміст) індивідуальних завдань .

Тематика (зміст) індивідуального завдання повинна відповідати навчальній дисципліні та, враховуючи принципи академічної свободи і студентоцентрованого підходу , може бути запропонована керівником проекту або здобувачем вищої освіти за погодженням з керівником.

### Правила оцінювання

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки (індивідуального навчального плану) студента, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до національної шкали (5, 4, 3,) та шкали ECTS (A, B, C, D, E)

Визначення назви за державною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS оцінка
ВІДМІННО – 5	<b>Відмінно</b> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
ДОБРЕ – 4	<b>Дуже добре</b> – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	<b>Добре</b> – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C
ЗАДОВІЛЬНО - 3	<b>Задовільно</b> - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	<b>Достатньо</b> – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
НЕЗАДОВІЛЬНО - 2	<b>Незадовільно</b> – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	<b>Незадовільно</b> - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

Максимальна кількість балів за модуль				
Виконання РГР	Контрольне тестування	Практична робота	Оцінювання контрольного питання на лекції або в тематичному чаті	Сума балів за модуль
до 40	до 40	до 10	10	до 100

У складовій “практичні заняття” оцінюється якість виконання та захисту частини РГР, оцінювання якої проводиться за трьома рівнями:

“відмінно” – 40 балів;

“добре” - 30 балів;

“задовільно” – 25 бали

Максимальна кількість балів складає 40 балів.

У складовій “Самостійна робота” оцінюється рівень засвоєння студентом розділів і питань курсу, які визначені для самостійного вивчення. Оцінювання проводиться шляхом тестування та опитування студентів. Максимальна кількість балів складає 10.

До перелічених складових модульної оцінки можуть нараховуватися додаткові бали за участь студента у науковій роботі, підготовці публікацій, робіт на конкурси, участь в олімпіадах тощо.

Кількість додаткових балів визначається на розсуд викладача, але у сумі не більш 100 балів разом з переліченими складовими модульної оцінки. Обґрунтованість нарахування студенту додаткових балів розглядається на засіданні кафедри та оформлюється відповідним протоколом.

Отримана таким чином сума балів доводиться до відома студентів перед проведенням модульного контролю. Студентам, які набрали від 60 до 100 балів і згодні з цією сумою, відповідна оцінка модуля проставляється у заліково-екзаменаційну відомість.

### Команда викладачів:

Орел Євген Федорович (<https://kart.edu.ua/staff/orel-ief>) – лектор з дисциплін геоінформаційні системи і бази даних, інженерні вишукування, геодезичне забезпечення галузі, інженерна геодезія. Отримав ступінь к.т.н. в УкрДУЗТ у 2006 році. Напрямки наукової діяльності: проектування сталобетонних конструкцій, геодезія і землеустрій, інженерно геодезичне забезпечення будівництва та ін..

У 2020 році одержав ступінь вищої освіти – магістра за спеціальністю “Геодезія та землеустрій” освітньої програми “Геодезія”.



### **Кодекс академічної доброчесності**

Порушення Кодексу академічної доброчесності Українського державного університету залізничного транспорту є серйозним порушенням, навіть якщо воно є ненавмисним. Кодекс доступний за посиланням:

<http://kart.edu.ua/documentu-zvo-ua>

Зокрема, дотримання Кодексу академічної доброчесності УкрДУЗТ означає, що вся робота на іспитах та заліках має виконуватися індивідуально. Під час виконання самостійної роботи студенти можуть консультиватися з викладачами та з іншими студентами, але повинні самостійно розв'язувати завдання, керуючись власними знаннями, уміннями та навичками. Посилання на всі ресурси та джерела (наприклад, у звітах, самостійних роботах чи презентаціях) повинні бути чітко визначені та оформлені належним чином. У разі спільної роботи з іншими студентами над виконанням індивідуальних завдань, ви повинні зазначити ступінь їх залученості до роботи.

### **Інтеграція студентів із обмеженими можливостями**

Вища освіта є провідним чинником підвищення соціального статусу, досягнення духовної, матеріальної незалежності і соціалізації молоді з обмеженими функціональними можливостями й відображає стан розвитку демократичних процесів і гуманізації суспільства.

Для інтеграції студентів із обмеженими можливостями в освітній процес Українського державного університету залізничного транспорту створена система дистанційного навчання на основі сучасних педагогічних, інформаційних, телекомунікаційних технологій.

Доступ до матеріалів дистанційного навчання з цього курсу можна знайти за посиланням: <http://do.kart.edu.ua/>