

Міністерство освіти і науки України
Український державний університет залізничного транспорту
Будівельний факультет
Кафедра: Вишукувань та проектування шляхів сполучення, геодезії та
землеустрою

РОБОЧА ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Геодезичні технології діагностики об'єктів інфраструктури

Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво

Код та назва спеціальності: G18 - Геодезія та землеустрій

Рівень освіти: другий (магістерський)

Форма здобуття освіти: ☒ денна ☒ заочна

Семестр: 1

Кількість кредитів ЄКТС: 4

Форма підсумкового контролю: ☐ залік ☒ екзамен

Розробник програми: Орел Є. Ф., к.т.н., доцент кафедри вишукувань та
проектування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою

Харків, 2025 рік

ОПИС ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво

Обов'язкова / Вибіркова

Курс: 1 / Семестр: 1

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧІВ

ПІБ викладача: Орел Євген Федорович

Контактна інформація: 050-910-18-86

email: orel@kart.edu.ua.

Час консультацій: вівторок 15.00-16.30

Форми зв'язку: Zoom:

<https://us05web.zoom.us/j/97038878082?pwd=TG93dThMSVpGNUFockVxbEYraVJSdz09>

Ідентифікатор конференції: 970 3887 8082, Код доступу: LVdGh5

Moodle: <https://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=8684>

МЕТА І ЗАВДАННЯ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Мета освітньої компоненти: формування у здобувачів вищої освіти комплексних теоретичних знань і практичних навичок використання сучасних геодезичних методів та приладів для виконання інженерно-геодезичних робіт, оцінки технічного стану, виявлення деформацій і забезпечення надійної експлуатації об'єктів інженерно-транспортної, промислової та цивільної інфраструктури.

Завдання освітньої компоненти: спрямовані на формування у здобувачів вищої освіти комплексу знань, умінь та навичок, необхідних для високоточного моніторингу, оцінки стану та безпечної експлуатації інженерних споруд.

КОМПЕТЕНТНОСТІ І РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати задачі прикладного, дослідницького та/або інноваційного характеру в сфері геодезії та землеустрою.

Загальні компетентності:

ЗК01. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК02. Здатність спілкуватися іноземною мовою.

ЗК03. Здатність розробляти проекти та управляти ними.

ЗК04. Здатність генерувати нові ідеї (креативність). Здатність до гнучкого способу мислення, який дає можливість зрозуміти і розв'язати проблеми та задачі, зберігаючи при цьому критичне відношення до усталених наукових концепцій.

ЗК05. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації.

ЗК06. Прагнення до збереження навколишнього середовища.

Фахові компетентності:

СК01. Здатність планувати і виконувати теоретичні та/або прикладні дослідження, створювати нові знання і технології у сфері геодезії та землеустрою.

СК02. Здатність критично осмислювати сучасні проблеми і перспективні напрями розвитку геодезії та землеустрою та суміжних галузей знань.

СК03. Здатність ефективно застосовувати теорії, принципи та технології математики, природничих, технічних, соціальних, економічних наук при розв'язанні комплексних задач геодезії та землеустрою.

СК04. Здатність здійснювати пошук необхідної інформації, обирати і застосовувати сучасні методи обробки, аналізу, оцінювання та оприлюднення даних, зокрема геопросторових, та метаданих при розв'язанні комплексних задач геодезії та землеустрою. Уміння ідентифікувати, класифікувати та описувати цифрові моделі шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання.

СК05. Здатність обґрунтовувати і оцінювати методи обстежень, вишукувань, випробувань, діагностики, моніторингу об'єктів геодезії та землеустрою. Знання наукових понять, теорій і методів, необхідних для розуміння принципів роботи та функціонального призначення сучасних геодезичних, фотограмметричних приладів, навігаційних систем та їх устаткування. Знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення та правил експлуатації геодезичного, фотограмметричного, навігаційного устаткування та обладнання.

СК06. Здатність розробляти і реалізовувати проекти у сфері геодезії та землеустрою, а також дотичних до неї міждисциплінарних напрямів із урахуванням технічних, економічних, соціальних, правових та екологічних аспектів.

СК07. Здатність організовувати діяльність та ефективно керувати складними та/або непередбачуваними робочими процесами у сфері геодезії та землеустрою.

СК08. Здатність захищати інтелектуальну власність, комерціалізувати результати науково-дослідної, винахідницької та проектної діяльності.

СК09. Здатність розробляти і застосовувати нові стратегічні підходи до вирішення проблем у сфері геодезії та землеустрою.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПН01. Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері геодезії та землеустрою, достатні для проведення досліджень і здійснення інновацій.

ПН03. Приймати ефективні рішення щодо розв'язання завдань прикладного, дослідницького та/або інноваційного характеру у сфері геодезії та землеустрою, аналізувати альтернативи, будувати прогнози, оцінювати ризики, зокрема в умовах неповної та/або суперечливої інформації та неоднозначних вимог.

ПН04. Будувати і досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів і процесів, застосовувати їх для створення інновацій у сфері геодезії та землеустрою.

РН05. Створювати та розвивати інфраструктури геопросторових даних, опрацьовувати та оприлюднювати геопросторові дані та метадані, що стосуються геодезії та землеустрою.

РН07. Обґрунтовувати вибір обладнання, технологій і процесів щодо управління виробництвом і проведення досліджень у сфері геодезії та землеустрою і суміжних галузях.

РН08. Розробляти і керувати проєктами з урахуванням технологічних умов та вимог щодо управління виробництвом у сфері геодезії та землеустрою та з дотичних міждисциплінарних напрямів, з урахуванням економічних, соціальних, екологічних і правових аспектів; готувати технічні завдання, заявки на фінансування проєктів, здійснювати планування робіт, планувати ресурси і керувати ними.

РН09. Розробляти і впроваджувати заходи з оперативного та перспективного управління, прогнозування і планування геодезичного, картографічного та землевпорядного виробництва з урахуванням наявних ресурсів та часових обмежень.

РН14. Критично осмислювати сучасні проблеми і перспективні напрями розвитку геодезії та землеустрою, дотичні міждисциплінарні проблеми.

ПЕРЕДУМОВИ (ПРЕРЕКВІЗИТИ)

Перелік дисциплін чи курсів, необхідних для засвоєння:

вища математика, інженерної графіка, геодезія, ГІС і бази даних, картографія, топографія, вища геодезія, дистанційне зондування землі, обчислювальна техніка і програмування.

ПІСЛЯУМОВИ (ПОСТРЕКВІЗИТИ)

Дисципліни, для яких знання з цієї дисципліни є базовими:

протиерозійна організація територій та формування агроландшафтів.

ВІДПОВІДНІСТЬ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ ГЛОБАЛЬНИМ ЦІЛЯМ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ДО 2030 РОКУ

Освітня компонента сприяє досягненню таких Цілей сталого розвитку, визначених резолюцією ООН №70/1 та Указом Президента України №722/2019, як: ЦСР 1, ЦСР 2, ЦСР 8, ЦСР 10, ЦСР 11, ЦСР 12, ЦСР 13, ЦСР 15, ЦСР 17

Опис реалізації:

Впровадження освітньої компоненти «Геодезичні технології діагностики об'єктів інфраструктури» забезпечує інтеграцію теоретичних знань та інноваційних практик, спрямованих на реалізацію визначених Цілей сталого розвитку.

Ціль 1: Подолання бідності. Сучасна геодезична діагностика забезпечує стійкість критичної інфраструктури та житлового фонду під час експлуатації та відновлення. Своєчасний моніторинг запобігає масштабним руйнуванням і техногенним катастрофам, які часто стають причиною великих фінансових втрат для громад та окремих сімей. Завдяки зниженню ризиків аварій захищаються робочі місця та майно громадян, що безпосередньо запобігає бідності через втрату засобів до існування.

Ціль 2: Подолання голоду. Геодезичні технології використовуються для точного моніторингу та оцінки стану об'єктів аграрної інфраструктури, таких як елеватори, великі зерносховища та зрошувальні системи. Автоматизований контроль деформацій та геометрії цих споруд гарантує їхню безпечну роботу та запобігає втратам врожаю на етапі зберігання. Надійна транспортна логістика, що забезпечується діагностикою мостів та доріг, гарантує безперебійне постачання продовольства та зміцнює загальну продуктову безпеку.

Ціль 8: Гідна праця та економічне зростання. Впровадження цифрових геодезичних методів (3D-лазерне сканування, БПЛА, моніторинг деформацій) створює нові високотехнологічні робочі місця на ринку праці. Фахівці з діагностики інфраструктури автоматизують небезпечні процеси, що суттєво підвищує безпеку праці на будівельних та промислових об'єктах. Окрім цього, безаварійна та передбачувана робота інфраструктурних мереж є міцним фундаментом для стабільного економічного зростання країни.

Ціль 10: Скорочення нерівності. Студенти освоюють інструменти геодезичного контролю та просторового аналізу, які допомагають створювати однаково безпечну та доступну інфраструктуру у всіх регіонах України. Якісна діагностика дозволяє вирівнювати стандарти життєзабезпечення як у великих мегаполісах, так і у віддалених сільських громадах. Завдяки геодезичному забезпеченню інклюзивного будівництва створюються рівні можливості для пересування та соціальної інтеграції вразливих груп населення.

Ціль 11: Сталий розвиток міст та громад. Цей компонент є базовим для формування безпечного, життєстійкого та інклюзивного міського середовища завдяки системному моніторингу будівель і транспортних розв'язок. Геодезичні технології дозволяють на ранніх стадіях виявляти зсуви ґрунтів, просідання фундаментів та мікротріщини в опорних конструкціях міських мостів чи ліній метро. Такий підхід забезпечує довговічність міської інфраструктури, мінімізує аварійні транспортні колапси та створює захищений простір для життя містян.

Ціль 12: Відповідальне споживання та виробництво. Інструменти точної діагностики дозволяють об'єктивно оцінювати реальний технічний стан споруд та суттєво подовжувати термін їхнього безпечного використання. Це зменшує потребу у надмірному видобутку та споживанні нових будівельних матеріалів (бетону, металу, асфальту) для будівництва «з нуля». Попереджувальний ремонт на основі геодезичних даних мінімізує появу будівельних відходів та оптимізує витрати ресурсів у промисловості.

Ціль 13: Пом'якшення наслідків зміни клімату. Геодезичні технології відіграють вирішальну роль у моніторингу стійкості інфраструктури в умовах екстремальних погодних явищ, викликаних глобальним потеплінням. Постійний контроль деформацій гідротехнічних споруд, дамб та мостів допомагає вчасно фіксувати ризики проривів чи руйнувань під час паводків чи зсувів. Інженерна діагностика дає змогу адаптувати наявну інфраструктуру до нових екологічних викликів та уникнути руйнівних наслідків для громад.

Ціль 15: Збереження екосистем суші. Геодезичні технології та БПЛА дозволяють здійснювати високоточний моніторинг ландшафтів, що допомагає вчасно виявляти зсуви, ерозію ґрунтів та деградацію земель навколо великих об'єктів інфраструктури. Своєчасна діагностика стану інженерних споруд запобігає техногенним аваріям, які можуть призвести до забруднення прилеглих лісових та земельних угідь. Окрім цього, геодезичний супровід будівництва гарантує мінімальне втручання в природні екосистеми та сприяє збереженню біорізноманіття під час прокладання нових транспортних коридорів.

Ціль 17: Партнерство заради сталого розвитку. Освітній компонент базується на залученні передових міжнародних практик та трансфері сучасних технологій, об'єднуючи зусилля університету, держави та приватного бізнесу. Спільне використання геодезичних даних та систем моніторингу сприяє розвитку відкритих ГІС-платформ та інформаційного обміну між науковцями та практиками. Така синергія готує фахівців, здатних працювати у міжнародних проєктах із відновлення та модернізації критичної інфраструктури за світовими стандартами.

ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Модуль 1.

Тема 1. Особливості проведення вишукувальних та інженерно-геодезичних робіт.

Тема 2. Сучасні геодезичні прилади та технології діагностики.

Тема 3. Інженерно-геодезичні розмічувальні роботи.

Тема 4. Геодезичне забезпечення зведення будівель і споруд та моніторинг їхнього технічного стану.

Тема 5. Геодезичне забезпечення монтажних робіт.

Тема 6. Інженерно-геодезичне забезпечення будівництва, моніторингу шляхів сполучення і лінійних споруд.

Тема 7. Інженерно-геодезичні роботи при будівництві мостових переходів та геодезичний моніторинг їхнього технічного стану.

Тема 8. Супутникові GNSS-технології в моніторингу інфраструктури.

Модуль 2.

Тема 9. Геодезичні роботи при будівництві тунелів.

Тема 10. Фотограмметричні технології та БПЛА в діагностиці.

Тема 11. Наземне лазерне сканування об'єктів інфраструктури.

Тема 12. Цифрові моделі об'єктів та інженерна 3D-візуалізація.

Тема 13. Діагностика інженерних мереж і підземних комунікацій.

Тема 14. ГІС-технології в системах діагностики та моніторингу.

Тема 15. Інтеграція геодезичних даних, BIM та цифрових двійників.

ТЕМАТИКА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

1. Робота з електронними геодезичними приладами.
2. Розрахунок точності інженерно-геодезичних робіт.
3. Розробка ТЗ на проведення інженерних вишукувань.
4. Перенесення на місцевість контурів споруд.
5. Розрахунок та розбивання кривих.
6. Перевірка вертикальності конструкцій. Вивірка прямолінійності технологічного обладнання.
7. Способи спостереження за деформаціями. Спостереження за кренами та тріщинами.
8. Визначення горизонтальних зміщень споруд.
9. Розмічення осі тунелю. Детальні розмічення. Спостереження за деформаціями.
10. Використання НЛС при обстеженні мостових переходів.

ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Не передбачено навчальним планом.

САМОСТІЙНА РОБОТА

Види завдань:

- Опрацювання теоретичного матеріалу.
- Підготовка до практичних занять.
- Підготовка до підсумкового контролю.

ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН (ДЕННА / ЗАОЧНА ФОРМА)

№	Тема	Лекції, год	Практичні, год	Лабораторні, год	Самостійна робота, год	Всього, год
1	Тема 1. Особливості проведення вишукувальних та інженерно-геодезичних робіт.	2/2	2/-	-	4/6	8/8
2	Тема 2 Сучасні геодезичні прилади та технології діагностики.	2/-	2/2	-	4/6	8/8
3	Тема 3. Інженерно-геодезичні розбивальні роботи.	2/-	2/2	-	4/6	8/8
4	Тема 4. Геодезичне забезпечення зведення будівель і споруд та моніторинг їхнього технічного стану.	2/2	2/-	-	4/6	8/8
5	Тема 5 Геодезичне забезпечення монтажних робіт.	2/-	2/-	-	4/6	8/8

6	Тема 6. Інженерно-геодезичне забезпечення будівництва, моніторингу шляхів сполучення і лінійних споруд.	2/-	2/-	-	4/6	8/8
7	Тема 7. Інженерно-геодезичні роботи при будівництві мостових переходів та геодезичний моніторинг їхнього технічного стану.	2/-	2/2	-	4/6	8/8
8	Тема 8. Супутникові GNSS-технології в моніторингу інфраструктури.	2/2	2/-	-	4/8	8/8
9	Тема 9. Геодезичні роботи при будівництві тунелів.	2/-	2/-	-	4/8	8/8
10	Тема 10. Фотограмметричні технології та БПЛА в діагностиці.	2/-	2/-	-	4/8	8/8
11	Тема 11. Наземне лазерне сканування об'єктів інфраструктури.	2/-	2/-	-	4/8	8/8
12	Тема 12. Цифрові моделі об'єктів та інженерна 3D-візуалізація	2/2	1/-	-	4/8	8/8
13	Тема 13. Діагностика інженерних мереж і підземних комунікацій.	2/-	2/-	-	4/8	8/8
14	Тема 14. ГІС-технології в системах діагностики та моніторингу.	2/-	2/2	-	4/8	8/8
15	Тема 15. Інтеграція геодезичних даних, BIM та цифрових двійників.	2/-	2/-	-	4/8	8/8
	Всього	30/8	30/6	-	60/106	120/120

ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Вид: курсова робота

Тема: Інженерно- геодезичні роботи та моніторинг інженерних об'єктів.

Вимоги: Оформлення курсової роботи здійснюється відповідно до чинних вимог нормконтролю в університеті, деталізованих у рамках відповідного методичного посібника та вказівок до виконання курсової роботи з даної освітньої компоненти. Обсяг пояснювальної записки має не перевищувати 30 сторінок формату А4, а графічні матеріали можуть бути виконаними на листах формату А4-А1 або на слайдах.

Обов'язковими розділами курсової роботи повинні бути такі:

- 1 Геодезична підготовка до винесення на місцевість споруди.
- 2 Геодезична підготовка до винесення на місцевість елементів кривих ділянок траси.
- 3 Геодезичні технології діагности інженерних об'єктів.

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Словесні: лекції, пояснення, бесіди, дискусії.

Наочні: ілюстрація (слайди, малюнки), демонстрація (фільми, пізнавальні відео).

Практичні: практичні заняття.

ФОРМИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль: до 60 балів

Модульний контроль: до 40 балів

Підсумковий контроль (залік/іспит): до 100 балів

Курсова робота: до 100 балів

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

Поточний контроль на практичних заняттях (максимум 60 балів):

- якщо студент відвідує заняття, бере активну участь у дискусіях, самостійно розв'язує завдання - отримує 50-60 балів;
- при частковій участі, відповіді не завжди аргументовані –30-49 бали;
- якщо присутній на обмеженій кількості занять, відповідає рідко – 5-29 балів;
- за відсутність активності та пропуски – 0-4 балів.

Максимальна кількість балів, яку може отримати здобувач вищої освіти за модуль, становить **100** (до 60 балів поточного контролю та до 40 балів модульний контроль). Середнє арифметичне суми модульних оцінок складає оцінку за семестр.

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості та залікової книжки і індивідуального навчального плану (при успішній здачі іспиту/заліку) здобувача вищої освіти, оцінка, виставлена за 100-бальною шкалою, повинна бути переведена до національної шкали (відмінно, добре, задовільно (незадовільно) для іспитів, курсових робіт/проектів або зараховано/незараховано для заліків) та шкали ECTS (A, B, C, D, E, F).

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

АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ ТА ПОЛІТИКА КУРСУ

Визначення плагіату та його наслідків:

Академічний плагіат – це привласнення (повне або часткове) наукових чи творчих досягнень, створених іншими людьми, та подання їх як власних результатів дослідження або творчої діяльності. Це також включає відтворення опублікованих текстів чи творів мистецтва інших авторів без належного зазначення їхнього авторства.

Види академічного плагіату включають:

- пряме копіювання текстових уривків без оформлення їх як цитат із відповідним посиланням на джерело. У деяких випадках, некоректним вважають навіть використання окремого слова без посилання, якщо це слово має унікальне значення, надане конкретним джерелом.

- використання інформації (фактів, ідей, формул, числових даних тощо) з джерел без належного зазначення цих джерел.

- перефразування тексту у формі, максимально наближеній до оригінального викладу, або узагальнення ідей, інтерпретацій чи висновків з конкретного джерела без згадки про нього.

- представлення як власних робіт (дисертацій, монографій, навчальних посібників, статей, тез, звітів, контрольних, розрахункових, курсових, дипломних і магістерських робіт, есеїв, рефератів тощо), виконаних іншими особами на замовлення, включаючи ті роботи, які створені за згодою їхніх справжніх авторів для такого використання.

Правила цитування: «Цитата» – порівняно короткий уривок з літературного, наукового чи будь-якого іншого опублікованого (оприлюдненого на офіційному веб-сайті) твору, який використовується, з обов'язковим посиланням на його автора і джерело цитування, іншою особою у своєму творі з метою зробити зрозумілими свої твердження або для посилання на погляди іншого автора в автентичному формулюванні.

Щоби правильно оформити цитату, необхідно дотримуватися таких правил:

- вказувати перевірене джерело. Цитати мають містити відомості про автора та назву його роботи, звідки взята цитата;
- не порушувати зміст цитати;
- відокремлювати цитату від основного тексту;
- використовувати скорочені цитати;
- вказувати сторінки.

Етика використання AI-інструментів: передбачає, що здобувачі можуть застосовувати такі технології для пояснення складних тем у доступній формі, перевірки граматики та стилю письма, а також для самоперевірки знань через тести чи запитання. Однак використання штучного інтелекту для списування вважається неприпустимим.

Процедура оскарження оцінок: в Українському державному університеті залізничного транспорту діє Положення про організацію освітнього процесу, яким закріплено право здобувачів на оскарження результатів контрольних заходів. Тому якщо здобувачі незадоволені оцінкою, або є сумніви щодо об'єктивності викладачів вони можуть звернутися до завідувача кафедри із заявою-апеляцією. Створена апеляційна комісія перевіряє результати

підсумкового контролю знань.

Правила поведінки під час занять: приєднуйтеся до онлайн-занять вчасно, бажано за кілька хвилин до їх початку. Використовуйте своє справжнє ім'я та прізвище, а також зазначайте номер своєї групи. Дотримуйтесь ввічливості та поваги у спілкуванні. Під час занять мікрофон має бути вимкнений і вмикатися тільки для спілкування з викладачем. Камеру, за можливості, тримайте увімкненою. Не перебивайте інших учасників, а за необхідності скористайтесь функцією "піднятої руки". Чат використовується виключно для навчальних питань і повідомлень. Уникайте поширення сторонніх посилань, зображень чи повідомлень. Поважайте інших учасників: не дозволяйте собі образ, зневаги чи ігнорування по відношенню до них.

ПИТАННЯ ДО ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Перелік питань підготовки до іспиту:

1. Мета, завдання та структура геодезичного моніторингу об'єктів інфраструктури.
2. Класифікація об'єктів інфраструктури як об'єктів геодезичної діагностики.
3. Нормативно-технічна база та стандарти України щодо моніторингу деформацій будівель і споруд.
4. Поняття про деформації споруд: види, причини виникнення та критичні значення.
5. Періодичність та точність геодезичних вимірювань залежно від класу відповідальності споруди.
6. Проектування геодезичних мереж для спостереження за деформаціями.
7. Вимоги до розміщення та стабільності опорних геодезичних пунктів.
8. Види деформаційних марок (стінові, ґрунтові, дахові) та правила їх встановлення.
9. Вплив зовнішніх факторів (температура, рефракція, вітер) на точність геодезичної діагностики.
10. Складання технічного завдання та програми проведення геодезичного моніторингу.
 11. Високоточне геометричне нівелювання: методи, прилади, оцінка точності.
 12. Тригонометричне нівелювання при визначенні вертикальних зміщень споруд.
 13. Особливості застосування цифрових нівелірів та кодових рейок у деформаційному моніторингу.
 14. Методи визначення горизонтальних зміщень: метод створів.
 15. Метод окремих напрямків та паралактичний метод визначення зміщень.
 16. Лінійно-кутові побудови та метод трилатерації при діагностиці інфраструктурних об'єктів.
 17. Застосування роботизованих та тахеометрів-автоматів (тахеометричних станцій) для безперервного моніторингу.
 18. Особливості автоматизованого вимірювання кутів та відстаней у системах реального часу.
 19. Гідростатичне нівелювання: принцип дії, точність та сфера застосування у тунелях та греблях.
 20. Визначення кренів висотних споруд (труб, веж, щогл) методом вертикального проектування.
 21. Застосування GNSS-технологій для моніторингу великогабаритних

інфраструктурних об'єктів.

22. Статичний метод GNSS-вимірювань у геодезичному моніторингу: точність та обмеження.

23. Системи RTK та моніторинг деформацій у реальному часі (RTK-моніторинг).

24. Технологія наземного лазерного сканування (НЛС) при діагностиці геометричних параметрів споруд.

25. Методика порівняння хмар точок лазерного сканування з BIM/CAD моделями об'єктів.

26. Мобільне лазерне сканування (МЛС) для діагностики лінійних об'єктів (автодоріг, залізниць).

27. Повітряне лазерне сканування (ВЛС) у задачах оцінки стану масштабної інфраструктури.

28. Цифрова фотограмметрія та безпілотні літальні апарати (БПЛА) у геодезичній діагностиці.

29. Метод супутникової радарної інтерферометрії (InSAR) для моніторингу осідань земної поверхні та споруд.

30. Постійні відбивачі (Persistent Scatterers Interferometry - PSI) як інструмент довготривалого моніторингу.

31. Геодезичний моніторинг мостів, шляхопроводів та естакад: специфіка та критичні зони.

32. Особливості вимірювання динамічних коливань та прогинів мостових конструкцій.

33. Методи геодезичного контролю гідротехнічних споруд (греблі, дамби, шлюзи).

34. Діагностика тунелів та підземних ліній метрополітену геодезичними методами.

35. Контроль геометрії та деформацій підкранових колій і промислових цехів.

36. Геодезичне забезпечення експлуатації та діагностики магістральних трубопроводів.

37. Моніторинг резервуарів для зберігання нафтопродуктів та зрідженого газу.

38. Особливості діагностики об'єктів енергетики (АЕС, ТЕС, ГЕС, вітрові електростанції).

39. Геодезичний контроль за станом залізничної інфраструктури (земляне полотно, рейкова колія).

40. Моніторинг автомобільних доріг: виявлення колійності, зсувних процесів та руйнувань покриття.

41. Концепція Structural Health Monitoring (SHM) в управлінні інфраструктурою.

42. Інтеграція геодезичних та геотехнічних датчиків в єдину систему моніторингу.

43. Застосування інклінометрів та екстензометрів при діагностиці зсувонебезпечних ділянок інфраструктури.

44. Струнні датчики (тензометри) та їх роль у вимірюванні напружено-деформованого стану конструкцій.

45. Волоконно-оптичні сенсорні системи (FOS) для розподіленого моніторингу лінійних об'єктів.

46. Бездротові сенсорні мережі (WSN) в автоматизованій геодезичній діагностиці.

47. Архітектура та функціонування сучасних автоматизованих систем деформаційного моніторингу (АСДМ).

48. Програмне забезпечення для збору, обробки та візуалізації даних автоматизованого геодезичного моніторингу.

49. Організація систем раннього попередження (Early Warning Systems) на критичних об'єктах.

50. Надійність та калібрування автоматизованих вимірювальних каналів в умовах тривалої експлуатації.

51. Математична обробка результатів повторних геодезичних вимірювань.

52. Оцінка точності та виявлення систематичних похибок у деформаційних спостереженнях.

53. Строге зрівнювання вільних геодезичних мереж при моніторингу деформацій.

54. Статистичні критерії перевірки стабільності опорних пунктів (критерій Коха, критерій Бауди та ін.).

55. Апроксимація та інтерполяція геодезичних даних при побудові моделей деформацій.
56. Побудова та аналіз графіків зміщень споруди у часі.
57. Просторово-часове моделювання деформаційних процесів інфраструктурних об'єктів.
58. Застосування методів регресійного аналізу для прогнозування деформацій.
59. Використання часових рядів та фільтра Калмана в обробці поточкових моніторингових даних.
60. Штучний інтелект та машинні методи навчання (Machine Learning) в задачах прогнозування руйнувань інфраструктури.
61. Моніторинг зсувних процесів, що загрожують об'єктам інфраструктури.
62. Визначення масштабів та швидкості просідання земної поверхні в районах видобутку корисних копалин.
63. Геодезична діагностика об'єктів в зонах розвитку карсту та суфозійних процесів.
64. Моніторинг стійкості підпірних стінок, укосів та виїмок транспортних магістралей.
65. Геодезичні спостереження за об'єктами в сейсмоактивних регіонах.
66. Оцінка впливу нового будівництва (копання котлованів, підземні роботи) на існуючу інфраструктуру.
67. Визначення зон впливу та радіусів деформацій навколо глибоких котлованів.
68. Методи виявлення підземних пустот та аномалій ґрунту під об'єктами логістики.
69. Геодезичний контроль підтоплення та зміни рівня ґрунтових вод навколо інженерних споруд.
70. Діагностика деформацій основи фундаментів великих індустріальних комплексів.
71. Концепція Цифрових Двійників (Digital Twins) інфраструктурних об'єктів та роль геодезії у їх створенні.
72. Роль ГІС-технологій у накопиченні, управлінні та аналізі просторових даних моніторингу.
73. Інтеграція результатів сканування з технологією інформаційного моделювання будівель (BIM).
74. Формати обміну даними (IFC, LandXML, LAS) між геодезичним софтом та інженерними платформами.
75. Візуалізація результатів діагностики у вигляді 3D-моделей деформацій та карт ізоліній.
76. Складання технічних звітів за результатами геодезичної діагностики та моніторингу.
77. Оформлення виконавчих креслень, паспортів деформаційного стану та формулярів споруд.
78. Геодезична експертиза при виникненні аварійних ситуацій на об'єктах інфраструктури.
79. Економічна ефективність та оптимізація витрат при впровадженні сучасних геодезичних технологій діагностики.
80. Техніка безпеки, охорона праці та екологічні аспекти при виконанні геодезичних робіт на небезпечних об'єктах інфраструктури.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Основна література:

1. Баран П. І. *Геодезичний моніторинг будівель і споруд* : навч. посіб. — Київ : КНУБА, 2012. — 260 с
2. Кузьо М. П., Шевченко Т. Г. *Геодезичні методи дослідження деформацій інженерних споруд* : навч. посіб. — Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2010. — 188 с.
3. Войтенко С. П., Шульц Р. В., Самойленко О. М. та ін. *Інженерна геодезія: основи інженерної геодезії* : підручник. — Одеса : Прес-кур'єр, 2021. — 632 с.
4. Шульц Р. В., Білоус М. В. *Інженерна геодезія та сучасні методи дистанційного зондування*. - Київ: КНУБА, 2021. — 210 с.
5. Karbhari, V. M., & Ansari, F. (Eds.) (2025). *Condition Monitoring and Structural Health Monitoring of Infrastructure Systems*. Elsevier / ScienceDirect.

Додаткова література:

1. Schofield, W., & Breach, M. (2021). *Engineering Surveying* (7th ed.). Routledge.
2. Малащук О. С., Адаменко О. В. *Геодезичне забезпечення діагностики та паспортизації автомобільних доріг в умовах цифровізації // Автомобільні дороги і дорожнє будівництво* : наук.-техн. зб. — Київ : НТУ, 2024. — Вип. 110. — С. 51–59.
3. ДБН В.1.2-5:2007. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів / Мінрегіонбуд України. — Київ : Віват, 2008. — 18 с. — (Державні будівельні норми України).
4. ДБН В.1.3-2:2010. *Геодезичне забезпечення будівництва* / Мінрегіонбуд України. — Київ : ДП «Укрархбудінформ», 2011. — 42 с. — (Державні будівельні норми України)
5. ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009. Геодезичні роботи у будівництві. Методи вимірювання деформацій основ гідротехнічних споруд / Мінрегіонбуд України. — Київ : Мінрегіонбуд, 2010. — 35 с. — (Державний стандарт України).
6. Vosselman, G., & Maas, H.-G. (Eds.). (2010). *Airborne and Terrestrial Laser Scanning*. Whittles Publishing.

МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Перелік обладнання.

Навчальні мультимедійні аудиторії; комп'ютерні класи; технічне та програмне забезпечення для дистанційних технологій здобуття освіти; бібліотека, у тому числі читальна зала.

Посилання на онлайн-курс: <https://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=8684>

ВІДОМОСТІ ПРО РОЗРОБНИКІВ

ПІБ викладача: Орел Євген Федорович

Контактна інформація: 050-910-18-86

email: orel@kart.edu.ua.

ВНЕСЕННЯ ЗМІН (ДАТА, СУТЬ, ПІДПИС)

Протокол засідання кафедри вишукувань та проектування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою протокол №1, від 1.09.25