

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

РОБОЧА ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Референційні системи в геодезії

Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво
Код та назва спеціальності: G18 Геодезія та землеустрій
Назва освітньої програми: Геодезія, землеустрій та кадастр
Рівень освіти: магістр
Форма навчання: денна та заочна
Семестр: 1
Кількість кредитів ЄКТС: 6
Форма підсумкового контролю: □ залік

Розробник програми: Ужвієва Олена Миколаївна, канд. техн. наук, доцент
кафедри вишукувань та проектування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою

Харків, 2025

2 ОПИС ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво
Обов'язкова / Вибіркова: вибіркова
Курс: 1 / Семестр: 1

3 ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧІВ

Ужвієва Олена Миколаївна
Контактна інформація (email: uzhviieva@kart.edu.ua , т. 0508460072, кабінет 205)
Час консультацій онлайн у Zoom, середа, 14:00-15:00
Форми зв'язку (Zoom, Moodle тощо)

4 МЕТА І ЗАВДАННЯ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Мета навчальної дисципліни: теоретична і практична підготовка здобувачів вищої освіти для цілісного розуміння загальних завдань геодезії як науки та можливостей використання наукових основ дисципліни для розвитку землевпорядної галузі, знання з питань геодезії, топографії, землеустрою, геодезичного забезпечення та застосування сучасних геодезичних приладів у вирішенні геодезичних задач в галузі землеустрою.

Завдання дисципліни: теоретично та практично виконувати використання геодезичних даних у землевпорядній галузі; повноцінно забезпечувати суцільний процес одержання геодезичних величин шляхом вимірювань, а також належним виконанням обчислень; аналізувати вплив умов виконання вимірювального процесу на одержані результати та можливість усунення похибок вимірювань; розробляти і виконувати науково та технічно обґрунтовані проекти проведення геодезичних робіт; впроваджувати територіальні реалізацій земної референційної системи ITRF; використовувати ресурси національних служб для розповсюдження реалізацій; земної референційної системи ITRF; аналізувати особливості розвитку національних мереж станцій; створювати центри збору та опрацювання даних спостережень; запроваджувати нормативно-правові обмеження реалізацій земної референційної системи ITRF.

5 КОМПЕТЕНТНОСТІ І РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Вибіркова освітня компонента

6 ПЕРЕДУМОВИ (ПРЕРЕКВІЗИТИ)

Перелік дисциплін чи курсів, необхідних для засвоєння: наявність освіти за першим (бакалаврським рівнем) або вищої освіти за другим рівнем з іншої спеціальності. Знання з вищої математики, вищої геодезії, геодезії, GPS- технології та електронні геодезичні прилади, фізики, фотограмметрії та дистанційного зондування.

7 ПІСЛЯУМОВИ (ПОСТРЕКВІЗИТИ)

Дисципліни, для яких знання з цієї дисципліни є базовими: Управління якістю землевпорядних робіт, Сучасні технології землеустрою та управління земельними ресурсами

8 ВІДПОВІДНІСТЬ ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ ГЛОБАЛЬНИМ ЦІЛЯМ СТАЛОГО РОЗВИТКУ ДО 2030 РОКУ

Відповідно до резолюції ООН №70/1 та Указу Президента України №722/2019, освітня компонента сприяє досягненню таких Цілей сталого розвитку:

SDG 1: Подолання бідності (No Poverty) — ефективне управління земельними ресурсами сприяє економічному розвитку сільських та міських громад, створює умови для зайнятості населення та поліпшення життєвих умов. Точні геодезичні та кадастрові дані використовуються

для реалізації державних і регіональних програм соціальної допомоги через об'єктивний облік землі й майна.

SDG 2: Подолання голоду та сталий розвиток сільського господарства (Zero Hunger) — забезпечення точного землевпорядкування допомагає раціонально використовувати сільськогосподарські землі та підвищувати їхню продуктивність. Функціонування кадастрових систем сприяє продовольчій безпеці через планування, моніторинг та ефективне впорядкування аграрних територій.

SDG 8: Сприяння економічному зростанню (Decent Work and Economic Growth) — прозоре та ефективне управління земельними ресурсами залучає інвестиції у різні сектори економіки. Точне кадастрове забезпечення створює сприятливі умови для розвитку бізнесу, захисту прав власності та підвищення продуктивності праці.

SDG 10: Скорочення нерівності (Reduced Inequalities) — використання відкритих кадастрових даних сприяє справедливому та прозорому розподілу землі, гарантуванню рівного доступу до ресурсів і зменшенню соціально-економічних конфліктів у земельних відносинах.

SDG 11: Сталий розвиток міст і населених пунктів (Sustainable Cities and Communities) — геодезичне, містобудівне та землевпорядне забезпечення сприяє створенню стійкої інфраструктури міст і сіл, включно з безпечним плануванням житлових, промислових і рекреаційних зон. Освіта у цій сфері дозволяє ефективно інтегрувати новітні геоінформаційні технології в управління територіями громад.

SDG 12: Раціональні моделі споживання і виробництва (Responsible Consumption and Production) — здобувачі опановують методики оптимального використання земельних і природних ресурсів, що запобігає їхньому надмірному видобутку, забрудненню та виснаженню. Розробка проєктів землеустрою здійснюється з обов'язковим дотриманням екологічних та технологічних обмежень.

SDG 13: Боротьба зі зміною клімату та її наслідками (Climate Action) — освітня програма підпорядкована підготовці фахівців, здатних оцінювати вплив кліматичних змін на землекористування та розробляти адаптивні ґрунтозахисні стратегії. Здійснюється моніторинг ерозійних процесів, змін водного балансу та стану природного середовища.

SDG 15: Збереження екосистем суші (Life on Land) — підготовка спеціалістів забезпечує охорону земель, запобігання деградації ґрунтового покриву та відновлення порушених екосистем. Геодезичні дослідження й проєкти землеустрою є основою для формування мережі природоохоронних територій, екологічних коридорів та консервації деградованих земель.

SDG 17: Зміцнення партнерств (Partnerships for the Goals) — освітня компонента забезпечує підготовку фахівців, здатних брати участь у міждисциплінарних та міжнародних проєктах із моніторингу й охорони земель. Використання глобальних геоінформаційних систем (ГІС) сприяє обміну даними, знаннями та новітніми технологіями на міжнародному рівні.

Опис реалізації (сформулювати коротко): Як зміст, методи навчання, завдання та результати підтримують ці цілі: Використання глобальних геоінформаційних систем (GIS) сприяє обміну даними та знаннями на міжнародному рівні. Вибіркова освітня компонента забезпечує підготовку здобувачів вищої освіти, здатних брати участь у міжнародних проєктах з моніторингу земель і природних ресурсів.

9 ПРОГРАМА ОСВІТНЬОЇ КОМПОНЕНТИ

Модуль 1: Геодезичні референсні системи координат

Тема1: Основні визначення та числові стандарти.

Загальні положення. Геодезичні координати. Нормальний потенціал та геодезичні системи GRS80 та WGS84. Геодезичні виміри та їх залежність від часу. Лінеаризація.

Тема 2-3 . Небесна та земна системи координат.

Основні шкали часу та їх еволюція. Умовна небесна референсна система ICRS Реалізація ICRF референсної системи ICRS. Земна геоцентрична система координат ITRS. Реалізація ITRF

земної геоцентричної системи координат ITRS Реалізації ITRF2000, ITRF2005, ITRF2008 та ITRF2014 земної системи координат. Теорія прецесії-нутації МНВ2000. Параметри орієнтації Землі Перетворення від небесної до земної системи

Тема 4-5: Європейська земна система координат ETRS. Основні положення концепції тектоніки земних плит. Моделювання кінематики тектонічних плит. Апроксимація тензора деформацій на сфері. Система координат Тіссерана. Умова NNR.

Тема 6: Державна референсна система координат УСК-2000 та її зв'язок із іншими світовими і європейськими системами координат.

Форма землі і її математичне вираження. Системи відліку координат. Структура державної геодезичної референсної системи координат УСК-2000.

Тема 7: Використання Державної геодезичної референсної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою.

Принципи діяльності земельного ринку України. Аналіз сучасного стану геодезичного забезпечення кадастру земель. Методи трансформування даних. Технологія координатного перетворення та трансформування між основними системами координат та їх похідними, що застосовуються в Україні. Використання GNSS RTK для координатного забезпечення кадастрових робіт.

Тема 8: Визначення параметрів перетворення геодезичних координат

Загальні положення. Перетворення прямокутних координат методом ітерацій. Перетворення геодезичних координат. Розв'язування оберненої задачі.

Модуль 2: Перетворення геодезичних координат

Тема 1: Визначення параметрів перетворення геодезичних координат

Перша наближена форма лінеаризованих рівнянь. Друга наближена форма лінеаризованих рівнянь. Розв'язування прямої задачі. Замкнені формули визначення параметрів перетворення Гельмерта для систем декартових координат. Моделі перетворення тривимірних прямокутних систем координат.

Тема 2-4: Висоти. Європейська вертикальна система EVRS.

Загальні положення. Основні вимоги до системи висот. Натуральні координати та геопотенціальні числа. Характеристика основних систем висот. Обчислення нормальних висот, геопотенціальних чисел, та нев'язок у різницях геопотенціальних чисел. Перетворення геопотенціальних чисел, нормальних висот і висот квазігеоїда із однієї системи в іншу. Перетворення геопотенціальних чисел та зв'язок між висотними системами. Оцінювання впливу різниць між нормальними формулами сили тяжіння на перетворення геопотенціальних чисел. Оцінювання систематичних похибок. Вертикальні дати та системи висот, пов'язані з гравітаційним полем. Реалізація Європейської вертикальної референсної системи.

Тема 5-6: Перетворення геодезичних координат методом скінченних елементів.

Основи методу скінченних елементів. Головні властивості сплайн-функцій. Сплайни Ерміта–Оверхаузера як базисні функції. Базисні функції у формі модифікованих сплайнів Ерміта. Перетворення геодезичних координат методом скінченних елементів. Принципи побудови референсної висотної поверхні на основі методу скінченних елементів

Тема 7: Перетворення нормальних висот методом скінченних елементів: загальний аспект.

Лінеаризація. Два підходи до опрацювання геодезичних вимірів. Параметри орієнтації Землі. Вплив різниць сили тяжіння на перетворення геопотенціальних висот. Метод скінченних елементів: особливості застосування.

10 ТЕМАТИКА СЕМІНАРСЬКИХ/ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Перелік тем не передбачено навчальним планом

11 ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ

Перелік тем

1. Геометрія земного еліпсоїда
2. Рішення геодезичних завдань на поверхні еліпсоїда
3. Плоскі прямокутні координати Гауса-Крюгера

12 САМОСТІЙНА РОБОТА

Види завдань:

- Опрацювання теоретичного матеріалу
- Підготовка до лабораторних робіт
- Підготовка до підсумкового контролю

13 ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН (ДЕННА / ЗАОЧНА ФОРМА)

№	Тема	Лекції, год	Практичні, год	Лабораторні, год	Самостійна робота, год	Всього, год
1	Основні визначення та числові стандарти	2		2	12	16
2	Небесна та земна системи координат	4		4	15	23
3	Європейська земна система координат ETRS.	4		2	15	21
4	Державна референсна система координат УСК-2000 та її зв'язок із іншими світовими і європейськими системами координат	2		2	15	19
5	Використання Державної геодезичної референсної системи координат УСК-2000 при здійсненні робіт із землеустрою	2		2	10	14
6	Визначення параметрів перетворення геодезичних координат	2		4	10	16
Поточний контроль знань №2						
1	Визначення параметрів перетворення геодезичних координат	2		2	10	14
2	Висоти. Європейська вертикальна система EVRS	6		6	15	27

№	Тема	Лекції, год	Практичні, год	Лабораторні, год	Самостійна робота, год	Всього, год
3	Перетворення геодезичних координат методом скінченних елементів	4		4	10	18
4	Перетворення нормальних висот методом скінченних елементів: загальний аспект	2		2	8	12
		30		30	120	180
Поточний контроль знань №2						
Залік						

14 ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ

Види (реферат, розрахунково-графічна робота, курсова робота, курсовий проєкт, кейс, есе, тощо): не передбачено навчальним планом

15 МЕТОДИ НАВЧАННЯ

Під час вивчення освітньої компоненти використовують такі види навчальних занять: лекції та лабораторні роботи. Під час лекцій викладається коротко матеріал згідно плану. На лабораторних роботах перевіряється завдання та вирішуються нові задачі.

Групова робота: Спільна робота здобувачів вищої освіти над проєктами або дослідженнями дозволяє їм навчатися один від одного, ділитися ідеями та розвивати командні навички.

Електронні ресурси та дистанційне навчання: Використання лекцій та онлайн-ресурсів дозволяє здобувачам вищої освіти отримувати доступ до додаткових матеріалів, що сприяє самостійній роботі та поглибленню знань.

16 ФОРМИ КОНТРОЛЮ

Поточний контроль: до 60 балів

Модульний контроль: до 40 балів

Підсумковий контроль (залік/іспит): залік до 100 балів.

17 КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ

При заповненні заліково-екзаменаційної відомості, 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	<u>Відмінно</u> – відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	90-100	A
ДОБРЕ – 4	<u>Дуже добре</u> – вище середнього рівня з кількома помилками	82-89	B
	<u>Добре</u> – в загальному правильна робота з певною кількістю грубих помилок	75-81	C

Визначення назви за державною шкалою(оцінка)	Визначення назви за шкалою ECTS	За 100 бальною шкалою	ECTS оцінка
ЗАДОВІЛЬНО - 3	<u>Задовільно</u> - непогано, але зі значною кількістю недоліків	69-74	D
	<u>Достатньо</u> – виконання задовольняє мінімальні критерії	60-68	E
НЕЗАДОВІЛЬНО - 2	<u>Незадовільно</u> – потрібно попрацювати перед тим як отримати залік (без повторного вивчення модуля)	35-59	FX
	<u>Незадовільно</u> - необхідна серйозна подальша робота (повторне вивчення модуля)	<35	F

Лабораторні заняття – оцінюються за ступенем залученості здобувача вищої освіти на заняттях, його активності та участі у дискусіях. Максимальна сума, яку може набрати здобувач вищої освіти – 45 балів.

За складову “Відвідування занять” бали не нараховуються взагалі, якщо студент не відвідував більш 50% занять у модулі з неповажних причин. За відвідування кожного заняття нараховується по 1 балу. Максимальна сума становить 15 балів.

Навчальний матеріал пропущених занять здобувач вищої освіти повинен опанувати самостійно. Якщо заняття пропущені без поважних причин, здобувач вищої освіти повинен відповісти на контрольні запитання з матеріалу кожного такого заняття.

Модульний контроль – комп’ютерне тестування наприкінці семестру, яке містить завдання по всьому вивченому за модуль матеріалу. Максимальна сума становить 40 балів.

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

Кількість додаткових балів визначається на розсуд викладача, але у сумі не більш 60 балів за поточний контроль разом з переліченими складовими модульної оцінки. Обґрунтованість нарахування здобувачу вищої освіти додаткових балів розглядається на засіданні кафедри та оформлюється відповідним протоколом.

Отримана таким чином сума балів поточного контролю доводиться до відома здобувачів вищої освіти перед проведенням модульного контролю. Відповідна оцінка поточного контролю проставляється у заліково-екзаменаційну відомість.

Максимальна кількість балів підсумкового контролю складає 40 балів. Дана освітня компонента є одномодульною. Тому оцінка семестрового іспиту визначається, як оцінка модуля I семестру.

Організація виставлення екзаменаційної оцінки та умови її покращення наведені у Положенні про контроль та оцінювання якості знань здобувачів вищої освіти.

(<http://kart.edu.ua/images/stories/akademiya/documentu-vnz/polojennya-12-2015.pdf>)

18 АКАДЕМІЧНА ДОБРОЧЕСНІСТЬ ТА ПОЛІТИКА КУРСУ

Здобувачі вищої освіти мають дотримуватись кодексу академічної доброчесності: <http://kart.edu.ua/images/stories/akademiya/documentu-vnz/dr-doc/kodex.pdf>

У разі проведення занять в он-лайн форматі, здобувач має під’єднатись до навчальної платформи де буде проводитись заняття. Заходить на навчальну платформу (ZOOM) виключно під своїм реальним прізвищем. Під час занять з використанням онлайн платформи ZOOM камера має бути увімкненою протягом всього заняття, мікрофон включається за потреби під час відповідей/запитань. У разі відсутності можливості включати камеру, студент має повідомити викладача та отримати дозвіл бути присутнім з вимкненою камерою. В разі невід’єднання та

відсутності реакції здобувача на звернення викладача до нього особисто, здобувач вважається відсутнім на занятті.

19 ПИТАННЯ ДО ПІДСУМКОВОГО КОНТРОЛЮ

Перелік питань підготовки для заліку:

1. Геодезичні координати.
2. Українська референтна система координат
3. Числові стандарти IERS 2010.
4. Особливості вивчення Землі, що деформується.
5. Геодезичні виміри та їх залежність від часу. Лінеаризація.
6. Основні шкали часу та їх еволюція
7. Умовна небесна референсна система ICRS
8. Реалізація ICRF референцної системи ICRS
9. Земна геоцентрична система координат ITRS
10. Реалізація ITRF земної геоцентричної системи координат ITRS
11. Реалізації ITRF2000, ITRF2005, ITRF2008 та ITRF2014 земної системи координат.
12. Теорія прецесії-нутації MHB2000. Параметри орієнтації Землі
13. Перетворення від небесної до земної системи
14. Основні положення концепції тектоніки земних плит.
15. Моделювання кінематики тектонічних плит.
16. Апроксимація тензора деформацій на сфері.
17. Система координат Тіссерана. Умова NNR.
18. Європейська земна система координат ETRS.
19. Світова система координат WGS -84
20. Перетворення прямокутних координат методом ітерацій.
21. Перетворення геодезичних координат.
22. Розв'язування оберненої задачі.
23. Перша наближена форма лінеаризованих рівнянь.
24. Друга наближена форма лінеаризованих рівнянь.
25. Розв'язування прямої задачі.
26. Замкнені формули визначення параметрів перетворення Гельмерта для систем декартових координат.
27. Моделі перетворення тривимірних прямокутних систем координат.
28. Основні вимоги до системи висот.
29. Натуральні координати та геопотенціальні числа.
30. Характеристика основних систем висот.
31. Обчислення нормальних висот, геопотенціальних чисел та нев'язок у різницях геопотенціальних чисел.
32. Перетворення геопотенціальних чисел, нормальних висот і висот квазігеоїда із однієї системи в іншу.
33. Перетворення геопотенціальних чисел та зв'язок між висотними системами.
34. Оцінювання впливу різниць між нормальними формулами сили тяжіння на перетворення геопотенціальних чисел.
35. Оцінювання систематичних похибок.
36. Вертикальні дати та системи висот, пов'язані з гравітаційним полем.
37. Реалізація Європейської вертикальної референцної системи.
38. Основи методу скінченних елементів.
39. Головні властивості сплайн-функцій.
40. Сплайни Ерміта–Оверхаузера як базисні функції.
41. Базисні функції у формі модифікованих сплайнів Ерміта.
42. Перетворення геодезичних координат методом скінченних елементів.

43. Принципи побудови референційної висотної поверхні на основі методу скінченних елементів
44. Лінеаризація.
45. Два підходи до опрацювання геодезичних вимірів.
46. Параметри орієнтації Землі.
47. Вплив різниць сили тяжіння на перетворення геопотенціальних висот.
48. Метод скінченних елементів: особливості застосування.

20 РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Основна література:

1. Марченко О. Референційні системи в геодезії: Навчальний посібник / О. М. Марченко, К. Р. Третяк, Н. П. Ярема. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. 216 с.
2. Савчук С.Г. Вища геодезія. – Житомир: ЖДТУ, 2015. – 315 с.
3. Кучер О., Ренкевич О., Лепетюк Б. Дослідження референційних систем координат для території України : навчальний посібник. Київ: Геоіздат. – 2016. – с. 186.
4. Бондар А. Л., Засць І.М. Кучер О.В. Державна геодезична мережа України: навчальний посібник. Київ: Геоіздат. – 2017. – с. 315.
5. Глобальна система визначення місцеположення (GPS). Теорія і практика/Б. Гофманн-Велленгоф, Г. Ліхтенеггер, Д. Коллінз; Пер. з англ. третього вид. під ред. Я. С. Яцківа, - Київ: Наук, думка, 2015.— с. 380

Додаткова література:

1. Калинич І.В. Розробка методики побудови мережі GPS- нівелювання в Закарпатському регіоні. Дисертаційна робота. Львів: НУ «Львівська політехніка» - 2006.-142 с.
2. Савчук С.Г., Калинич І.В. Перша мережа активних референційних станцій в Україні ZAKPOS. Етапи встановлення та початок діяльності // Геопрофіль – Київ, 2010 – Вип.І (10). – С. 16
3. Основні положення побудови Державної геодезичної мережі України [Електронний ресурс] // <https://geoguide.com.ua/basisdoc/basisdoc.php?part=tgo&art=1401> .
4. Волчко П., Дзуліт П., Савчук С. Висоти геоїда і складові відхилень прямовисних ліній території України за даними планетарної моделі гравітаційного поля Землі EGM //Зб. наук. пр. «Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва». —Львів: Ліга Прес. —2010. —С.53-56.

21 МАТЕРІАЛЬНО-ТЕХНІЧНЕ ТА ІНФОРМАЦІЙНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ

Володіння навичками роботи на платформах MOODLE, ZOOME та Exsel
посилання на курс <https://do.kart.edu.ua/course/view.php?id=15385> .

22 ВІДОМОСТІ ПРО РОЗРОБНИКІВ

Ужвієва Олена Миколаївна, кандидат технічних наук, доцент, кафедри ВПГЗ, моб. тел. 050-846-00-72, e-mail: uzhviieva@kart.edu.ua

23 ВНЕСЕННЯ ЗМІН (ДАТА, СУТЬ, ПІДПИС)

Протокол засідання кафедри вишукувань та проектування шляхів сполучення, геодезії та землеустрою протокол №1, від 01.09.2025р.