

Силабус курсу «Референчні системи в геодезії» Освітній ступінь: Магістр Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво» Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій» Освітньо-професійна програма: Геодезія та землеустрій Кількість кредитів: 3 Рік підготовки: 1 Компонент освітньої програми: вибіркова викладання: українська	
--	---

Назва курсу	«Референчні системи в геодезії»
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Географічний факультет Кафедра геодезії, землеустрою та геоінформатики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	19 «Архітектура та будівництво» 193 «Геодезія та землеустрій»
Викладачі курсу	Каблак Наталія Іванівна Калинич Іван Васильович Ничвид Марія Романівна
Профайл викладачів	https://www.uzhnu.edu.ua/uk/cat/geograph-zemlevp
E-mail	nataliya.kablak@uzhnu.edu.ua ivan.kalynych@uzhnu.edu.ua mariya.nychvyd@uzhnu.edu.ua
Сторінка курсу в Moodle	https://e-learn.uzhnu.edu.ua/course/index.php?categoryid=24
Мова викладання	Українська
Тривалість курсу	3 кредити ЄКТС/90 годин
Обсяг курсу	36 години аудиторних занять (18 годин лекційних занять; 18 годин лабораторних робіт); 54 годин самостійної роботи.
Формат курсу	Очний Проведення лекцій, практичних занять, консультацій тощо.
Анотація до курсу	Курс «Референчні системи в геодезії» є вибірковою дисципліною зі спеціальності 193 Геодезія та землеустрій освітньо-професійної програми Геодезія та землеустрій. Предметом вивчення дисципліни є вивчення основних принципів побудови існуючих й перспективних супутникових навігаційних систем; вивчення методів контролю

	цілісності, точності, доступності, експлуатаційної готовності; набування практичних навичок при роботі на сучасному устаткуванні, що функціонує в реальному часі в інформаційному просторі створеному діючими супутниковими системами; впроваджувати територіальні реалізацій земної референцної системи ITRF; використовувати ресурси національних служб для розповсюдження реалізацій земної референцної системи ITRF кадастрів
Ключові слова	ITRF, супутникові навігаційні системи, реальний час, геоцентрична система, перетворення геодезичних координат
Мета та цілі курсу	Мета вивчення дисципліни «Референцні системи в геодезії» полягає у цілісному уявленні та розширенні світогляду студентів з питань супутникової навігації та формування у студентів засвоєння методів побудови та застосування референцних геодезичних систем. Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни «Референцні системи в геодезії» сприяє формуванню у здобувачів вищої освіти таких загальних та фахових компетентностей: ✓ ЗК02. Здатність навчатися сприймати набуті знання у сфері геодезії, фотограмметрії, землеустрою, кадастру, картографії та геоінформатики та інтегрувати їх з уже наявними. ✓ ЗК03. Здатність продукувати нові ідеї, проявляти креативність та здатність до системного мислення. ✓ ЗК04. Здатність здійснювати пошук та критично аналізувати інформацію з різних джерел. ✓ ЗК06. Здатність до застосування знань на практиці. ✓ ЗК07. Мати дослідницькі навички. ✓ ЗК08. Здатність працювати як індивідуально, так і в команді. ✓ ЗК09. Здатність ефективно спілкуватися на професійному та соціальному рівнях. ✓ ЗК11. Відповідальність за якість виконуваної роботи. ✓ ФК12. Знання наукових понять, теорій і методів, необхідних для розуміння принципів роботи та функціонального призначення сучасних геодезичних приладів та навігаційційних систем та їх устаткування; ✓ ФК13. Знання основних нормативно-правових актів та довідкових матеріалів, чинних стандартів і технічних умов, інструкцій та інших нормативно-розпорядчих документів в професійній діяльності; ✓ ФК14. Знання спеціалізованого програмного забезпечення і ГІС систем та базові вміння програмувати для вирішення прикладних професійних задач; ✓ ФК15. Знання професійної та цивільної безпеки при виконанні завдань професійної діяльності; ✓ ФК16. Знання сучасних технологічних процесів та систем технологічної підготовки виробництва; ✓ ФК17. Уміння застосовувати та інтегрувати знання і розуміння дисциплін суміжних інженерних галузей; ✓ ФК18. Здатність застосовувати професійно-профільовані знання й практичні навички для розв'язання типових задач спеціальності, а також вибору технічних засобів для їх виконання; ✓ ФК19. Готовність до виконання спеціалізованих інженерно-геодезичних робіт та робіт із землеустрою; ✓ ФК21. Уміння ідентифікувати, класифікувати та описувати

	цифрові моделі шляхом використання аналітичних методів і методів моделювання; ✓ ФК22. Уміння досліджувати проблему та визначати обмеження, у тому числі зумовлені проблемами сталого розвитку та впливу на навколишнє середовище; ✓ ФК23. Уміння аргументувати вибір методів розв'язування спеціалізованих задач, критично оцінювати отримані результати та захищати прийняті рішення; ✓ ФК24. Використання відповідної термінології та форм вираження у професійній діяльності
Пререквізити курсу	Передумовами для вивчення дисципліни «Референсні системи в геодезії» є наявність освіти за першим (бакалаврським рівнем) або вищої освіти за другим рівнем з іншої спеціальності.
Очікувані результати навчання	У результаті вивчення навчальної дисципліни «Референсні системи в геодезії» студент повинен: Знати: (ПРН 02,04) ✓ геометричні та динамічні методи супутникової геодезії; ✓ системи координат та часу; ✓ методи спостережень штучних супутників Землі; ✓ методик реалізації української національної системи відліку ITRF/ETRF; ✓ способи визначення оптимальної конфігурації опорних станцій для реалізації системи відліку в комбінованих розв'язках; ✓ методик для створення української національної системи відліку ETRF2000_UKR. Вміти: (ПРН05,06,09,14.15) ➤ працювати з наземними GPS - приймачами; ➤ використовувати дані земної референсної системи ITRF у вигляді єдиного розв'язку який базується на різномірних даних, що отримуються із безперервних спостережень за допомогою різних методів космічної геодезії; ➤ проводити аналіз використання референсних систем координат та картографічних проекцій при виконанні кадастрових робіт; ➤ виконувати моделювання параметрів референсних систем координат у залежності від їх інформативності при розв'язанні геодезичних та кадастрових завдань; ➤ використовувати технологію узгодження існуючих матеріалів кадастрових знімків на основі єдиної державної системи координат УСК-2000; ➤ здійснювати аналіз реалізацій національних систем відліку шляхом ➤ створення комбінованого розв'язку за даними багаторічних GNSS вимірів
Навчальні техніки та методи, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Словесні методи – лекція, бесіда, диспут. Наочні методи – усне опитування на практичних заняттях, ситуаційні завдання прикладного характеру, ілюстрації, демонстрації, презентації, лабораторні роботи. Методи стимулювання й мотивації навчально-пізнавальної діяльності – контроль за самостійною роботою студентів. Інтегровані (універсальні) методи. Методи контролю (самоконтролю, взаємоконтролю) за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності – поточне опитування, модульне

Необхідне обладнання	контрольне опитування, підсумковий контроль. <i>Інформаційні технології та засоби онлайн навчання:</i> прикладні програми (Classic Menu for Office 2010, Windows PowerShell), система електронного навчання Moodle https://elearn.uzhnu.edu.ua, електронна пошта на базі глобальних інформаційно - комунікаційних порталів, внутрішня корпоративна електронна пошта УжНУ; електронний репозитарій ДВНЗ «УжНУ» https://dspace.uzhnu.edu.ua/jspui, сайт УжНУ https://www.uzhnu.edu.ua, інформаційні ресурси в мережі Інтернет. Програмне забезпечення : Acrobat 4.0; Arc Gis 9,3; Classic Menu for Office 2010; Open Office 1.0; Windows old; DIGITALS; Технічні засоби: ➤ доступ до інформації GPS мережі; ➤ дидактичні матеріали (електронний варіант лекцій, комплексні контрольні роботи; презентації тощо); ➤ технічні пристрої (мультимедійні апарати, стенди, моделі, Інтернет ресурси) для пред'явлення дидактичного матеріалу; ➤ пакети завдань для модульного та підсумкового контролю; система віртуального навчання «Moodle»; офісні додатки; сервіс Google Meet. Прилади та інструменти: Двох частотні GPS – приймачі; Постійнодіюча GPS – станція.
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Поточний контроль для змістового модуля № 1 включає 4 лабораторні заняття(28 балів) та 4 тематичні комп'ютерні тестування(22 бали), за весь поточний контроль можна максимально отримати 50 балів; контроль за самостійною роботою відбувається у формі перевірки знань при проведенні практичних занять та написання модульної контрольної роботи для виявлення рівня теоретичних та практичних знань, яка максимально оцінюється у 50 балів. Разом за модуль 100 балів. Змістовий модуль № 2 включає 3 лабораторні заняття(30 балів) та 4 тематичні комп'ютерні тестування(20 балів), за захист яких можна максимально отримати 50 балів; контроль за самостійною роботою відбувається у формі перевірки знань при проведенні практичних занять та написання модульної контрольної роботи для виявлення рівня теоретичних та практичних знань, яка максимально оцінюється у 50 балів. Разом за модуль 100 балів Виконання модульної контрольної роботи передбачає надання відповідей на тести та теоретичні питання. Робота містить 25 тестів, за кожен правильну відповідь з яких студент отримує по 2 бали (разом 50 балів) та оцінку за захист практично – лабораторні заняття (50балів) Разом за модуль 100 балів. Перескладання підсумкового модульного контролю студентами, які отримали рейтинговий бал за модульний цикл, що відповідає незадовільній оцінці, проводиться не пізніше двох тижнів після атестаційного. Позитивні оцінки з модульного циклу не підвищуються. Студенти, які не були присутні (з поважних причин) також повинні скласти модульну контрольну роботу протягом двох тижнів. Під час другого модульного контролю викладач оголошує загальну кількість балів накопичених студентом. Якщо студент набрав 60 і більше балів, то іспит може бути виставлений за результатами

	підсумкового модульного контролю. Семестровий контроль з дисципліни «Референсні системи в геодезії» проводиться відповідно до навчального плану у вигляді семестрового іспиту в терміни, встановлені графіком навчального процесу та в обсязі навчального матеріалу, визначеного робочою програмою дисципліни. Форма проведення семестрового контролю усна. Протягом семестру студенти можуть набрати від 0 до 100 балів, що переводяться в національну шкалу оцінювання і відповідно у шкалу ECTS. Якщо студент набрав 60 і більше балів, то іспит може бути виставлений за результатами модульних контролів на момент оголошення їх результатів.
Підсумковий контроль, форма	Іспит у формі усної перевірки знань
Зміст курсу	<i>Змістовний модуль 1:</i> Тема 1. ОСНОВНІ ВИЗНАЧЕННЯ ТА ЧИСЛОВІ СТАНДАРТИ (2год) 1.1. Загальні положення. 1.2. Геодезичні координати. 1.3. Нормальний потенціал та геодезичні системи GRS80 та WGS84. 1.4. Числові стандарти IERS 2010. 1.5. Особливості вивчення Землі, що деформується. 1.6. Геодезичні виміри та їх залежність від часу. Лінеаризація. Тема 2 . НЕБЕСНА ТА ЗЕМНА СИСТЕМИ КООРДИНАТ(2год) 2.1. Основні шкали часу та їх еволюція 2.2. Умовна небесна референсна система ICRS 2.3. Реалізація ICRF референцної системи ICRS 2.4. Земна геоцентрична система координат ITRS 2.5. Реалізація ITRF земної геоцентричної системи координат ITRS 2.6. Реалізації ITRF2000, ITRF2005, ITRF2008 та ITRF2014 земної системи координат. 2.7. Теорія прецесії-нутації MHB2000. Параметри орієнтації Землі 2.8. Перетворення від небесної до земної системи Тема 3. КІНЕМАТИКА ТЕКТОНІКИ ПЛИТ ТА СИСТЕМИ КООРДИНАТ(2год) 3.1. Основні положення концепції тектоніки земних плит. 3.2. Моделювання кінематики тектонічних плит. 3.3. Апроксимація тензора деформацій на сфері. 3.4. Система координат Тіссерана. Умова NNR. 3.5. Європейська земна система координат ETRS. Тема 4. ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ПЕРЕТВОРЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ КООРДИНАТ(4год) 4.1. Загальні положення. 4.2. Перетворення прямокутних координат методом ітерацій. 4.3. Перетворення геодезичних координат. Розв'язування оберненої задачі. 4.4. Перша наближена форма лінеаризованих рівнянь. 4.5. Друга наближена форма лінеаризованих рівнянь. 4.6. Розв'язування прямої задачі. 4.7. Замкнені формули визначення параметрів перетворення Гельмерта для систем декартових координат.

	4.8. Моделі перетворення тривимірних прямокутних систем координат. Змістовний модуль 2: Тема 5. ВИСОТИ. ЄВРОПЕЙСЬКА ВЕРТИКАЛЬНА СИСТЕМА EVRS(4год) 5.1. Загальні положення. 5.2. Основні вимоги до системи висот. 5.3. Натуральні координати та геопотенціальні числа. 5.4. Характеристика основних систем висот. 5.5. Обчислення нормальних висот, геопотенціальних чисел. та нев'язок у різницях геопотенціальних чисел. 5.6. Перетворення геопотенціальних чисел, нормальних висот і висот квазігеоїда із однієї системи в іншу. 5.7. Перетворення геопотенціальних чисел та зв'язок між висотними системами. 5.7.1. Оцінювання впливу різниць між нормальними формулами сили тяжіння на перетворення геопотенціальних чисел. 5.7.2. Оцінювання систематичних похибок. 5.8. Вертикальні дати та системи висот, пов'язані з гравітаційним полем. 5.9. Реалізація Європейської вертикальної референцної системи. Тема 6. ПЕРЕТВОРЕННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ КООРДИНАТ МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ(2год) 6.1. Основи методу скінченних елементів. 6.2. Головні властивості сплайн-функцій. 6.3. Сплайни Ерміта–Оверхаузера як базисні функції. 6.4. Базисні функції у формі модифікованих сплайнів Ерміта. 6.5. Перетворення геодезичних координат методом скінченних елементів. 6.6. Принципи побудови референцної висотної поверхні на основі методу скінченних елементів Тема 7. ПЕРЕТВОРЕННЯ НОРМАЛЬНИХ ВИСОТ МЕТОДОМ СКІНЧЕННИХ ЕЛЕМЕНТІВ: ЗАГАЛЬНИЙ АСПЕКТ (2год) 7.1. Лінеаризація. 7.2. Два підходи до опрацювання геодезичних вимірів. 7.3. Параметри орієнтації Землі. 7.4. Вплив різниць сили тяжіння на перетворення геопотенціальних висот. 7.5. Метод скінченних елементів: особливості застосування.
Література для вивчення дисципліни	Методичне забезпечення 1. Калинич І.В., Ничвид М.Р. Методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт з дисципліни «Референцні системи координат в геодезії» студентами географічного факультету. – ДВНЗ «УжНУ» – 2021. – 20 с. 2. Калинич І.В., Ничвид М.Р. Конспект лекцій з дисципліни «Референцні системи координат геодезії» Методичні вказівки. – ДВНЗ «УжНУ» – 2021. – 50 с. 3. Словник термінів. 4. Пакет тестових завдань. 5. Теми доповідей для самостійної підготовки. 6. Залікові питання.

	Основна література 1. Марченко О. Референсні 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 референсних систем координат для території України : навчальний посібник. Київ: Геоіздат. – 2016. –с. 186. 4. Бондар А. Л., Заєць 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.— 380 Додаткові джерела 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 референсних 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] // Офіційний сайт Державного земельного агентства України. 4. Волчко П., Дзуліт П., Савчук С. Висоти геоїда і складові відхилень прямовисних ліній території України за даними планетарної моделі гравітаційного поля Землі EGM //36. наук. пр. «Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва». —Львів: Ліга Прес. —2010. —С.53-56.
Інформаційні ресурси	1. Бібліотека ДВНЗ «Ужгородський національний університет», м. Ужгород вул. Університетська 14. цифровий репозитарій ДВНЗ http://eprints.nubip.edu.ua/ - «УжНУ» 2. http://www.nbuv.gov.ua – адрес пошукової сторінки реферативних матеріалів Національної бібліотеки України ім. Вернадського. 3. http://zakon.rada.gov.ua 4. База «Законодавство України» на сайті Верховної Ради [Електронний ресурс]. – Режим доступу: zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi 5. МОН України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://mon.gov.ua 6. Нормативно-правове і програмно-методичне забезпечення організації навчального процесу в ВНЗ України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http://www.znz.edu-ua.net 7. Закарпатська обласна універсальна наукова бібліотека ім. Ф. Потушняка, м. Ужгород, – Режим доступу: http://biblioteka.uz.ua
Питання для підсумкового контролю	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 референсної 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 референцної 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.
--	--

