

ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ  
ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
КАФЕДРА ГЕОДЕЗІЇ, ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ ТА КАДАСТРУ

**СИЛАБУС**

**вибіркової навчальної дисципліни**

**ГЕОДЕЗИЧНІ РЕФЕРЕНЦІНІ СИСТЕМИ**

рівень вищої освіти	<b>магістр</b>
галузь знань	<b>19 Архітектура та будівництво</b>
Спеціальність	<b>193 Геодезія та землеустрій</b>
Освітньо-професійна програма	<b>Геодезія та землеустрій</b>



**Силабус навчальної дисципліни «ГЕОДЕЗИЧНІ РЕФЕРЕНЦНІ СИСТЕМИ»** другого (магістерського) рівня вищої освіти, галузі знань 19 Архітектура та будівництво, спеціальності 193 Геодезія та землеустрій, за освітньо-професійною програмою Геодезія та землеустрій.

**Розробник:** Волошин В.У., к.техн.н., доцент

**Силабус навчальної дисципліни затверджений на засіданні кафедри геодезії, землевпорядкування та кадастру**

протокол № 1 від 30.08.2021 р.

Завідувач кафедри:

проф. Уль А.В.



## СИЛАБУС

вибіркової навчальної дисципліни

### ГЕОДЕЗИЧНІ РЕФЕРЕНЦНІ СИСТЕМИ

#### ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Денна форма навчання	Галузь знань: 19 Архітектура та будівництво Спеціальність: 193 Геодезія та землеустрій Освітня програма: Геодезія та землеустрій, другий (магістерський) рівень освіти	вибіркова
120 год. 4 кредити		Рік навчання – 1
ІНДЗ: немає		Семестр – 1
		Лекції – 20 год.
		Практичні – 20 год.
		Самостійна робота – 72 год.
Мова навчання		Консультації – 8 год. Форма контролю: залік українська

#### ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА

Викладач	Волошин Володимир Ульянович
Науковий ступінь	кандидат технічних наук
Вчене звання	доцент
Посада	доцент кафедри геодезії, землевпорядкування та кадастру
Профайл	<a href="https://scholar.google.ru/citations?user=_mIchNIAAAAJ&amp;hl=uk">https://scholar.google.ru/citations?user=_mIchNIAAAAJ&amp;hl=uk</a>
Телефон	+380507216611
e-mail	<a href="mailto:Voloshyn.Volodymyr@vnu.edu.ua">Voloshyn.Volodymyr@vnu.edu.ua</a>
Консультації	Очні консультації: 2 академічні години кожен четвер 15.00-16.20, аудиторія К-204



## ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

### Анотація курсу

Дисципліна "Геодезичні референцні системи" є складовим елементом багатогранного блоку загальної підготовки майбутніх фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти галузі знань 19 – Архітектура та будівництво спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій освітньо-професійної програми "Геодезія та землеустрій".

Програма дисципліни передбачає засвоєння сучасних методів побудови і обробки опорних мереж із використанням сучасних геодезичних технологій, практичного засвоєння систем координат космічної геодезії; здійснення спостереження ШСЗ та їх обробки; рішення геометричних задач космічної геодезії. Вивчення даної дисципліни дозволить опанувати методику реалізації української національної системи відліку ITRF/ETRF; інструментарій створення комбінованих розв'язків для мережі GNSS-станцій; способи визначення оптимальної конфігурації опорних станцій для реалізації системи відліку в комбінованих розв'язках; методику для створення української національної системи відліку ETRF2000\_UKR.

Предметом вивчення дисципліни є

- методи та технології, які мають значення для підвищення ефективності використання координатної основи геодезичних та кадастрових робіт;
- методи досліджень сучасної концепції референцних систем координат та картографічних проєкцій;
- методи координатних визначень з використанням супутникових технологій, комп'ютерного моделювання та математичної обробки даних;

### Пререквізити

Дисципліни першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, що містять знання, уміння й навички, необхідні для освоєння досліджуваної дисципліни: фундаментальна основа (науково-практична) побудови земної системи геодезичних координат та єдиної моделі зовнішнього гравітаційного поля Землі за допомогою теоретичних досліджень та математичної обробки результатів наземних астрономічних, геодезичних та гравіметричних вимірювань, супутникових спостережень. Для опанування дисципліною потрібні знання з наступних дисциплін: «Вища математика», «Фізика», «Математична обробка геодезичних вимірів», «Вища геодезія», «Супутникова геодезія», «Фотограмметрія та дистанційне зондування»; елементарна математика та інформатика в обсязі програми загальноосвітньої школи.

### Постреквізити

Дисципліни, для вивчення яких потрібні знання, уміння й навички, що здобуваються по завершенню вивчення дисципліни "Геопросторові бази



даних": "ГІС-технології в геодезії та землеустрої", а також дисципліни вільного вибору.

### **Мета і завдання навчальної дисципліни**

Мета курсу "Геодезичні референчні системи" полягає у цілісному уявленні та розширенні світогляду студентів з питань супутникової навігації та формування у студентів засвоєння методів побудови та застосування референціальних геодезичних систем.

**Основними завданнями** вивчення дисципліни "Геодезичні референчні системи" є:

- вивчення основних принципів побудови існуючих й перспективних супутникових навігаційних систем;
- вивчення технічних вимог, пропонованих стандартами і рекомендованою практикою Міжнародної організації цивільної авіації (ICAO) до апаратури супутникової радіонавігації;
- вивчення принципів дії та побудови існуючих й перспективних супутникових систем позиціонування: GPS, ГЛОНАСС, GALILEO, а також широкозонних, регіональних та локальних диференціальних підсистем;
- вивчення методів контролю цілісності, точності, доступності, експлуатаційної готовності;
- вивчення принципів побудови супутникової апаратури споживачів;
- оволодіння методами розрахунку навігаційних параметрів на основі навігаційних радіосигналів, випромінюваних глобальними супутниковими системами і їхніми функціональними доповненнями;
- набування практичних навичок при роботі на сучасному устаткуванні, що функціонує в реальному часі в інформаційному просторі створеному діючими супутниковими системами;
- впроваджувати територіальні реалізації земної референційної системи ITRF;
- використовувати ресурси національних служб для розповсюдження реалізацій земної референційної системи ITRF;
- закріплення у студентів достатніх знань, вмінь та навичок, необхідних для ефективного використання основних методів курсу у майбутній професійній діяльності.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні **знати:**

- геометричні та динамічні методи супутникової геодезії;
- системи координат та часу;
- методи спостережень штучних супутників Землі;
- технічні й експлуатаційні характеристики глобальних навігаційних супутникових систем, застосовуваних для навігації (GPS,



GALILEO, ГЛОНАСС, EGNOS,)), а також їхні функціональні доповнення (WAAS, MSAS, LAAS, GRAS і інші);

- методику реалізації української національної системи відліку ITRF/ETRF;
- інструментарій створення комбінованих розв'язків для мережі GNSS-станцій;
- способи визначення оптимальної конфігурації опорних станцій для реалізації системи відліку в комбінованих розв'язках;
- методику для створення української національної системи відліку ETRF2000\_UKR.

**вміти:**

- надати навички в роботі з наземними приймачами системи GPS;
- використовувати реалізації земної референцної системи ITRF у вигляді єдиного розв'язку що базується на різнорідних даних, що отримуються із безперервних спостережень за допомогою різних методів космічної геодезії;
- проводити аналіз використання референцних систем координат та картографічних проекцій при проведенні кадастрових робіт на прикладі країн Європи;
- виконувати теоретичні дослідження використання сучасних концепцій систем координат і картографічних проекцій для відображення виробничих геодезичних та кадастрових робіт;
- виконувати моделювання параметрів референцних систем координат у залежності від їх інформативності та ролі у розв'язанні геодезичних та кадастрових завдань;
- створювати узагальнену структурну модель зв'язків між просторовою інформацією, що отримується із комплексу топографо-геодезичних робіт, та її представленням у кадастрових реєстраційних системах;
- будувати ієрархічну схему та розробити описи систем координат і параметрів геодезичної проекції;
- використовувати технологію узгодження існуючих матеріалів кадастрових знімачів на основі єдиної державної системи координат УСК-2000;
- здійснювати аналіз реалізацій національних систем відліку шляхом створення комбінованого розв'язку за даними багаторічних GNSS вимірів.

**Компетентності**

До кінця навчання студенти набудуть такі компетентності:

**інтегральна компетентність:**

- Здатність розв'язувати складні прикладні задачі та практичні проблеми у сфері геодезії та землеустрою або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій і характеризується



комплексністю та/або невизначеністю умов із застосуванням сучасних технологій, теоретичних положень та методів сучасних досягнень геодезичної і землепорядної науки та виробництва.

**загальні компетентності:**

- здатність учитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузях, відмінних від технічних (ЗК-1);
- здатність використовувати у професійній діяльності знання з галузей природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук (ЗК-2);
- здатність до пошуку, обробки і аналізу інформації із різних джерел, що необхідна для розв'язування наукових і професійних завдань (ЗК-4);
- здатність використовувати на практиці вміння та навички в організації дослідних і проектних робіт та управлінні колективом (ЗК-5);

**спеціальні (фахові, предметні) компетентності:**

- знання та практичні навички на рівні новітніх досягнень, що необхідні для дослідницької та/або інноваційної діяльності у сфері геодезії та землеустрою (ФК-1);
- здатність управляти діючими програмно-технологічними здатність проводити та аналізувати польові, камеральні та дистанційні дані на теоретичній основі з метою синтезування нових знань у сфері геодезії та землеустрою (ФК-5);
- здатність розуміти проблеми сучасних технологій геодезії, землеустрою, галузевих кадастрів, науково-технічної політики в галузі геодезії, землеустрою і кадастру нерухомості (ФК-6);
- здатність використовувати сучасне обладнання, прилади та методи дослідження в області геодезії та землеустрою для виконання науково-дослідних та виробничих завдань (ФК-7);
- здатність до самоосвіти та підвищення кваліфікації на основі інноваційних підходів у сфері геодезії та землеустрою (ФК-10);

**Результати навчання**

- використовуючи комп'ютерну техніку та спеціальне програмне забезпечення, вміння: використовувати технічні прийоми вводу та редагування просторових даних; проектувати базові моделі типових реєстрів геопросторових даних; готувати геопросторові дані для поточних потреб в галузі геодезії та землеустрою (ПРН-9);
- володіти методами організації топографо-геодезичного і землепорядного виробництва від польових вимірювань до менеджменту та реалізації топографічної та землепорядної продукції, використовуючи технології і методики проектування та виконання геодезичних та/або кадастрових знімачів, а також їх комп'ютерного оброблення в геоінформаційних системах вміння забезпечувати повний цикл дослідницької та/або інноваційної діяльності в галузі геодезії та землеустрою (ПРН-10).
- використовуючи комп'ютерну техніку та спеціальне програмне забезпечення, вміння: формулювати задачу та будувати формальні інформаційні моделі кадастрових даних; стандартизувати геоінформаційні ресурси; формувати інфраструктури геопросторових кадастрових даних;



формулювати задачу та будувати формальні інформаційні моделі процесів обробки кадастрових даних в ГІС; проектувати бази геопросторових даних ГІС кадастрових систем на основі об'єктно орієнтованого підходу; проектувати бази геопросторових даних ГІС кадастрових систем на основі уніфікованої мови моделі; використовувати технічні прийоми формування просторових запитів до баз кадастрових даних; виконувати просторовий аналіз даних; формувати тематичні карти (ПРН-11);

### Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Усього	Лекції.	Практичні роботи.	Самостійна робота	Консультації	Форма контролю */ Бали
<b>Змістовий модуль 1.</b>						
Тема 1. Основні визначення та числові стандарти	16	2	2	12		ДС / 4
Тема 2. Небесна та земна система координат	17	2	2	12	1	ДС / 4
Тема 3. Кінематика тектоніки плит та системи координат	15	2	2	10	1	ІРС / 4
Тема 4. Визначення параметрів перетворення геодезичних координат	14	2	2	10		ІРС / 4
Модульна контрольна робота №1	2				2	Т / 30
Разом за модулем 1	64	8	8	44	4	46
<b>Змістовий модуль 2.</b>						
Тема 5. Висоти. Європейська вертикальна система EVRS	18	4	4	8	2	ІРС / 8
Тема 6. Перетворення геодезичних координат методом скінченних елементів	18	4	4	10		ІРС / 8
Тема 7. Перетворення нормальних висот	18	4	4	10		ІРС / 8
Модульна контрольна робота №2	2				2	Т / 30
Разом за модулем 2	56	12	12	28	4	54
<b>Всього годин / Балів</b>	<b>120</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>72</b>	<b>8</b>	<b>100</b>

\*Форма контролю: ДС – дискусія, ДБ – дебати, Т – тести, ТР – тренінг, РЗ/К – розв'язування задач / кейсів, ІНДЗ / ІРС – індивідуальне завдання / індивідуальна робота студента, РМГ – робота в малих групах, МКР / КР – модульна контрольна робота/ контрольна робота, Р – реферат, а також аналітична записка, аналітичне есе, аналіз твору тощо.





### Завдання для самостійного опрацювання

1. Геодезичні координати.
2. Нормальний потенціал та геодезичні системи GRS80 та WGS84.
3. Числові стандарти IERS 2010.
4. Геодезичні виміри та їх залежність від часу.
5. Основні шкали часу та їх еволюція.
6. Умовна небесна референцна система ICRS.
7. Реалізація ICRF референцної системи ICRS.
8. Земна геоцентрична система координат ITRS.
9. Реалізація ITRF земної геоцентричної системи координат ITRS.
10. Реалізації ITRF2000, ITRF2005, ITRF2008 та ITRF2014 земної системи координат.
11. Теорія прецесії-нутації MHB2000.
12. 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.
18. Європейська земна система координат ETRS.
19. Перетворення геодезичних координат.
20. Перша наближена форма лінеаризованих рівнянь.
21. Друга наближена форма лінеаризованих рівнянь.
22. Моделі перетворення тривимірних прямокутних систем координат
23. Основні вимоги до системи висот.
24. Натуральні координати та геопотенціальні числа.
25. Характеристика основних систем висот.
26. Обчислення нормальних висот, геопотенціальних чисел, та нев'язок у різницях геопотенціальних чисел.
27. Перетворення геопотенціальних чисел, нормальних висот і висот квазігеоїда із однієї системи в іншу.
28. Перетворення геопотенціальних чисел та зв'язок між висотними системами. Оцінювання впливу різниць між нормальними формулами сили тяжіння на перетворення геопотенціальних чисел.
29. Реалізація Європейської вертикальної референцної системи
30. Основи методу скінченних елементів

### Методи та форми навчання

Словесні методи: лекція, пояснення, розповідь, бесіда: відбувається з використанням традиційних засобів навчання у поєднанні з засобами ІКТ.

Наочні методи: мультимедійні презентації.

Практичні методи: експерименти на основі імітаційного комп'ютерного моделювання, розв'язування задач з професійно-орієнтованим змістом.

Методи стимулювання інтересу до навчання і мотивації: дискусії і диспути, створення ситуації пізнавальної новизни та зацікавленості.



Методи контролю: індивідуальне та фронтальне опитування, дискусія, модульний контроль за допомогою комп'ютера – комп'ютерне тестування, залік.

Методи самоконтролю: самостійний пошук помилок, уміння самостійно критично оцінювати свої знання, визначати пріоритетні напрямки власного навчального процесу, самоаналіз.

Форми роботи: індивідуальна, групова, фронтальна.

Форми організації навчання: лекційні заняття, практичні заняття, самостійна робота студентів, контрольні заходи.

### **ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ**

#### **Політика викладача щодо студента**

Для одержання високого рейтингу необхідно виконувати наступні умови:

- не пропускати навчальні заняття, не спізнюватися на них та не займатися сторонніми справами на заняттях;
- чітко й вчасно виконувати навчальні завдання та завдання для самостійної роботи;
- виключати мобільний телефон під час занять і під час контролю знань;
- брати участь у контрольних заходах (поточний, модульний, підсумковий та контроль самостійної роботи).

За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі (змішана форма навчання) за погодженням із деканатом та керівником курсу.

#### **Політика щодо академічної доброчесності**

Прослуховуючи цей курс, Ви погодились виконувати положення принципів академічної доброчесності:

- виконувати всі поточні завдання та підсумковий контроль самостійно без допомоги сторонніх осіб;
- списування під час контрольних заходів (в т. ч. із використанням мобільних пристроїв) заборонено;
- надавати для оцінювання лише результати власної роботи;
- не вдаватися до кроків, що можуть нечесно покращити Ваші результати чи погіршити/покращити результати інших студентів;
- не публікувати відповіді на питання, що використовуються в рамках курсу для оцінювання знань студентів.

#### **Політика щодо дедлайнів та перескладання**

Самостійно вивчати матеріал пропущеного заняття, за умов не виконання завдань практичного або лабораторного занять відпрацювати їх під керівництвом викладача та захистити у час передбачений графіком консультацій викладача.

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку (до -50%). Перескладання модулів відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин.

### **ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ**



Рейтингову кількість балів здобувача освіти формують бали, отримані за дві модульні контрольні роботи, які проводяться у формі комп'ютерного тестування (максимум – 60 балів) та виконання завдань тем змістових модулів (максимум – 40 балів).

До модульної контрольної роботи допускаються здобувачі освіти, які опрацювали весь обсяг теоретичного матеріалу в т.ч. і матеріал самостійно, виконали лабораторні роботи. Модульний контроль проводиться у вигляді комп'ютерного тестування, завдання якого обов'язково включають матеріал, який передбачено до самостійного опрацювання студентами. Тестове завдання кожної модульної контрольної роботи складається з 30 питань. За кожну правильну відповідь студент отримує 1 бал.

Рейтинг студента з навчальної роботи визначається відповідно до "Положення про організацію контролю та оцінювання навчальних досягнень здобувачів освіти..." у Східноєвропейському національному університеті імені Лесі Українки.

Якщо у підсумку виконання всіх видів навчальної роботи з даної дисципліни студент набирає не менше 60 балів, то вона може бути зарахована як підсумкова оцінка з навчальної дисципліни. У протилежному випадку, або за бажанням підвищити рейтинг, студент складає залік. При цьому бали, набрані за результатами модульних контрольних робіт, анулюються. Залікова оцінка визначається в балах (від 0 до 60) за результатами виконання підсумкових завдань.

На залік виносяться основні питання, типові та комплексні задачі, ситуації, завдання, що потребують творчої відповіді та уміння синтезувати отриманні знання і застосовувати їх під час розв'язання практичних задач.

До заліку не допускається здобувач вищої освіти, який набрав менше ніж 10 балів за навчальну роботу впродовж семестру, не виконав і не здав усі практичні завдання, не відвідував без поважних причин більшу частину лекцій.

#### **Орієнтований перелік питань до заліку**

1. Геодезичні координати.
2. Нормальний потенціал та геодезична система GRS80
3. Нормальний потенціал та геодезична система WGS84.
4. Числові стандарти IERS 2010.
5. Геодезичні виміри та їх залежність від часу.
6. Основні шкали часу та їх еволюція.
7. Умовна небесна референцна 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 МНВ2000.
13. Параметри орієнтації Землі.
14. Перетворення від небесної до земної системи



15. Основні положення концепції тектоніки земних плит.
16. Моделювання кінематики тектонічних плит.
17. Апроксимація тензора деформацій на сфері.
18. Система координат Тіссерана.
19. Європейська земна система координат ETRS.
20. Перетворення геодезичних координат.
21. Перша наближена форма лінеаризованих рівнянь.
22. Друга наближена форма лінеаризованих рівнянь.
23. Моделі перетворення тривимірних прямокутних систем координат
24. Основні вимоги до системи висот.
25. Натуральні координати та геопотенціальні числа.
26. Характеристика основних систем висот.
27. Обчислення нормальних висот, геопотенціальних чисел, та нев'язок у різницях геопотенціальних чисел.
28. Перетворення геопотенціальних чисел, нормальних висот і висот квазігеоїда із однієї системи в іншу.
29. Перетворення геопотенціальних чисел та зв'язок між висотними системами. Оцінювання впливу різниць між нормальними формулами сили тяжіння на перетворення геопотенціальних чисел.
30. Реалізація Європейської вертикальної референцної системи
31. Основи методу скінченних елементів

### ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ

Навчальна дисципліна оцінюється за 100 бальною шкалою. Переведення балів внутрішньої 100 бальної шкали в національну шкалу здійснюється наступним чином:

Оцінка в балах за всі види навчальної діяльності	Оцінка
90 – 100	Відмінно
82 – 89	Дуже добре
75 - 81	Добре
67 -74	Задовільно
60 - 66	Достатньо
1 – 59	Незадовільно



## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА ТА ІНТЕРНЕТ-РЕСУРСИ

1. Бондар А. Л., Заєць І.М. Кучер О.В. Державна геодезична мережа України: навчальний посібник. Київ: Геоіздат. – 2017. –с. 315.
2. 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 с.
3. Кучер О., Ренкевич О., Лепетюк Б. Дослідження референцних систем координат для території України : навчальний посібник. Київ: Геоіздат. – 2016. –с. 186.
4. Марченко О. Референцні системи в геодезії: Навчальний посібник / О. М. Марченко, К. Р. Третяк, Н. П. Ярема. Львів: Видавництво Львівської політехніки, 2013. 216 с.
5. Савчук С.Г. Вища геодезія. – Житомир: ЖДТУ, 2015. – 315 с.
6. Скутов А.М. Моделювання параметрів референцної системи координат : навчальний посібник – Житомир: ЖДТУ, 2018. – 225 с.
7. Третяк К.Р. Сучасна геодинаміка та геофізичні поля Карпат і суміжних територій. Львів – 2015. 420 с.