

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА

Кафедра геодезії, картографії і кадастру

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Гарант освітньої програми

 проф. Р. М. Рудий

«29» серпня 2022 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**«ЗАСТОСУВАННЯ GNSS-ТЕХНОЛОГІЙ У ГЕОДЕЗІЇ ТА ЗЕМЛЕУСТРОЇ»**

**Освітній рівень:** магістр

**Галузь знань:** 19 Архітектура та будівництво

**Спеціальність:** 193 Геодезія та землеустрій

**Освітня програма:** Геодезія та землеустрій

**Факультет:** Лісового і садово-паркового господарства

**УМАНЬ – 2022**

Робоча програма з навчальної дисципліни <sup>2</sup> «Застосування GNSS-технологій у геодезії та землеустрої» для студентів за спеціальністю 193 – «Геодезія та землеустрій» освітньої програми «Геодезія та землеустрій». Умань, Уманський НУС, 2022. 14 с.

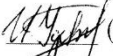
Розробники:

Кононенко С.І. – старший викладач кафедри геодезії, картографії і кадастру

Рудий Р.М. – доктор технічних наук, професор кафедри геодезії, картографії і кадастру

Робоча навчальна програма затверджена на засіданні кафедри геодезії, картографії і кадастру

Протокол № 1 від «29» серпня 2022 року

Т. в. о. завідувача кафедри  (І.О. Удовенко) «29» серпня 2022 року

Схвалено науково-методичною комісією Уманського НУС факультету лісового і садово-паркового господарства

Протокол № 1 від «31» вересня 2022 року

«31» вересня 2022 року

Голова  (Шемякін М.В.)

© Кононенко С.І., Рудий Р.М., 2022 рік

© Уманський НУС, 2022 рік

### 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів – 3	Галузь знань 19 «Архітектура та будівництво» <i>(цифра і назва)</i>	<u>обов'язкова</u>	
Модулів –	Спеціальність 193 – «Геодезія та землеустрій» <i>(цифра і назва)</i>	<b>Рік підготовки:</b>	
Змістових модулів –		2021-й	
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ <i>(назва)</i>		<b>Семестр</b>	
Загальна кількість годин - 90		1-й	
Тижневих годин для денної форми навчання: 3 аудиторних – 1 самостійної роботи студента – 2	Освітня програма: «Геодезія та землеустрій»  Освітньо-кваліфікаційний рівень: <u>магістр</u>	<b>Лекції</b>	
		14 год.	год.
		<b>Практичні, семінарські</b>	
		16 год.	год.
		<b>Лабораторні</b>	
		год.	год.
		<b>Самостійна робота</b>	
		60 год.	год.
		<b>Індивідуальні завдання:</b> год.	
		Вид контролю: екзамен	

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета курсу** «ВИКОРИСТАННЯ GNSS-ТЕХНОЛОГІЙ У ГЕОДЕЗІЇ ТА ЗЕМЛЕУСТРОЇ» полягає у розширенні світогляду студентів щодо питань застосування супутникових технологій у геодезії, землеустрої і кадастрі.

**Основними завданнями** вивчення дисципліни є:

- поглиблення знань про основні принципи побудови і роботи сучасних і перспективних навігаційних систем;
- засвоєння методик супутникових спостережень у землеустрої та при вирішенні різноманітних задач у геодезії і кадастрі;
- ознайомлення із порядком і технологіями роботи на сучасних GNSS пристроях, що функціонують в Україні на даний час;
- засвоєння методик аналізу впливу різних факторів на процеси GNSS спостережень і точність результатів супутникових вимірювань.

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

- геометричні та динамічні методи супутникової геодезії;
- способи вимірювань GNSS-приймачами (режим статика, кінематика, RTK);
- методи спостережень штучних супутників Землі;
- порядок формування файлу помилок при плануванні GNSS спостережень;
- алгоритм розрахунку коефіцієнтів втрати точності при проведенні GNSS спостережень;
- організацію роботи з проведення GNSS вимірів та їх подальшої обробки.
- технічні й експлуатаційні характеристики глобальних навігаційних супутникових систем, застосовуваних для навігації (GNSS, GALILEO, ГЛОНАСС, EGNOS), а також їхні функціональні доповнення (WAAS, MSAS, LAAS, GRAS і інші);

**вміти:**

- працювати з приймачами системи GNSS;
- застосовувати методи GNSS спостереження при вирішенні задач землеустрою і геодезії;
- виконувати постобробку (зрівнювання) даних GNSS спостережень за допомогою програмного забезпечення GNSS Solutions, Leica Geo Office, Sokkia Spectrum Survey, тощо;
- організовувати роботу щодо проведення спостережень, планування сесій, аналізу впливу різних зовнішніх факторів на результат;
- проводити визначення оптимального періоду спостереження, коефіцієнтів втрати точності: PDOP, HDOP, GDOP тощо);
- використовувати бази SOPAC (Scripps Orbit and Permanent Array Center), IGS (International GNSS Service), перманентних станцій в Україні (приватних компаній System Solutions, TNT TPI GNSS Network, ZakPos) при корегуванні результатів вимірювання в режимі RT, RTK;
- здійснювати аналіз реалізації національних систем відліку шляхом створення комбінованого розв'язку за даними багаторічних GNSS вимірів.

**Програмні результати навчання:** Знати способи вимірювання GNSS –

приймачами (режим статика, кінематика, RTK); порядок формування файлу помилок при плануванні GNSS спостережень; алгоритм розрахунку коефіцієнтів втрати точності при проведенні GNSS спостережень; організацію роботи з проведення GNSS вимірів та їх подальшої обробки. Вміти організувати виконання геодезичних робіт щодо GNSS спостережень; оцінювати одержані результати вимірювань, а також їх подальшої обробки; проектувати геодезичну супутникову мережу; здійснювати обробку, зрівнювання результатів GNSS спостережень в супутникових геодезичних мережах; надавати дорадчу допомогу іншим фахівцям з приводу виконання фахових завдань.

**Компетентності, якими має оволодіти студент в процесі вивчення дисципліни:**

**Інтегральна компетентність:**

- здатність розв'язувати складні прикладні задачі та практичні проблеми у професійній діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій і характеризується комплексністю та/або невизначеністю умов;
- здатність до критичного мислення, аналізу і синтезу;
- соціальна та етична відповідальність;

**Загальні компетентності:**

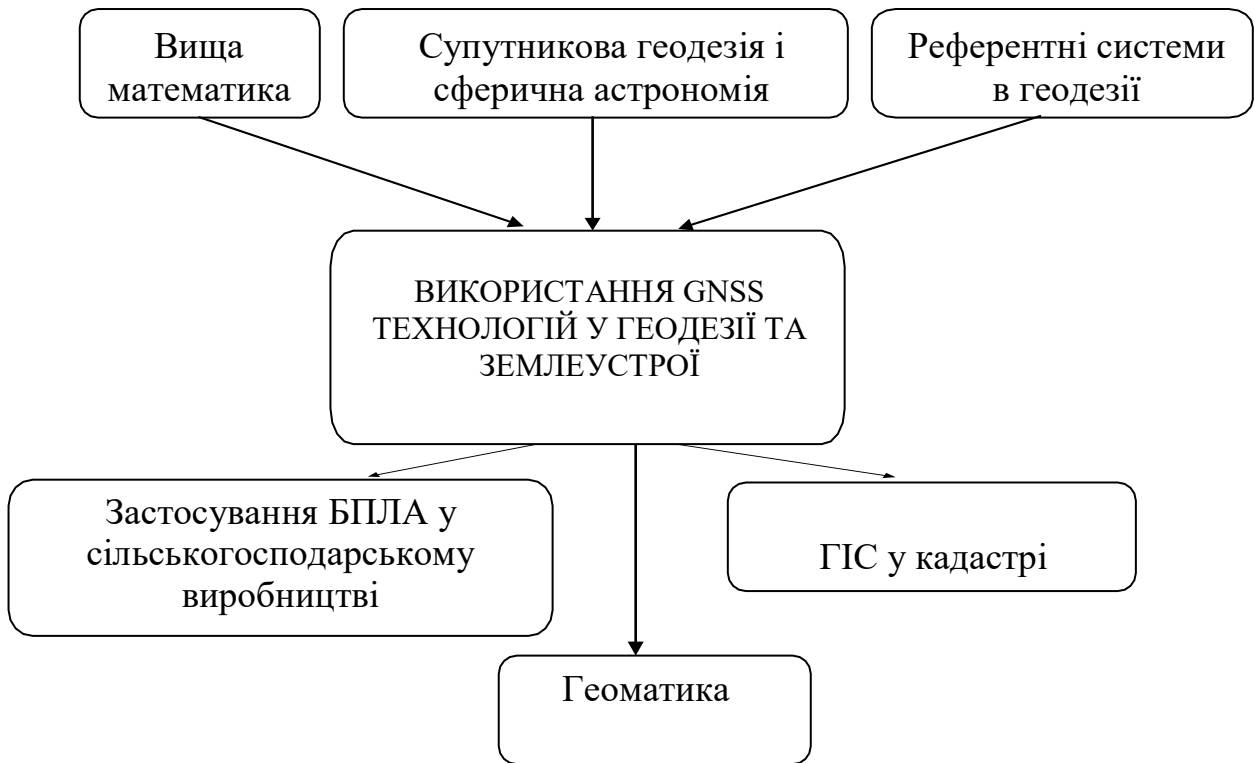
- здатність учитися, здобувати нові знання, уміння, у тому числі в галузях, відмінних від технічних;
- здатність використовувати у професійній діяльності знання з галузей природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук;
- здатність вирішувати проблеми у професійній діяльності на основі абстрактного мислення, аналізу, синтезу та прогнозу;
- здатність до пошуку, обробки і аналізу інформації з різних джерел, що необхідна для розв'язування наукових і професійних завдань;
- здатність володіти культурою мислення та аналізувати логіку міркувань і висловлювань, здатність до узагальнення, аналізу, критичного осмислення, систематизації, прогнозування, постановці мети і цілей та вибору шляхів їх досягнення;

**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;
- здатність застосовувати міждисциплінарні підходи при критичному осмисленні проблем геодезії та землеустрою;
- здатність управляти програмами освоєння нових технологій ведення кадастру, систем автоматизованого проектування в геодезії та землеустрої;
- здатність використовувати сучасне обладнання, прилади та методи дослідження в області геодезії та землеустрою для виконання науково-дослідних та виробничих завдань;
- готовність використовувати програмно-обчислювальні комплекси, геодезичні та фотограмметричні прилади та обладнання, проводити їх перевірки і технічне обслуговування;

- здатність до самоосвіти та підвищення кваліфікації на основі інноваційних підходів у сфері геодезії та землеустрою.

### Міждисциплінарні зв'язки навчальної дисципліни:



### 3. Програма навчальної дисципліни

**Тема 1. Вступ до вивчення дисципліни.** Основні поняття і визначення. Предмет і завдання навчальної дисципліни «Використання GNSS-технологій у геодезії та землеустрою», її місце серед інших навчальних дисциплін. Наукові та практичні завдання дисципліни, її зв'язки з іншими науками про Землю. Відомості з історії розвитку супутникової геодезії та глобальних навігаційних систем.

**Theme 1. An introduce to studying the discipline.** Main notions and definitions. The subject and the tasks of the studying discipline “Using GNSS-technologies in geodesy and land management”, its place between other studying disciplines. Scientific and practical tasks of the discipline, its connections with other Earth sciences. Information about the history of development of the satellite geodesy and global navigation systems.

**Тема 2. Архітектура GNSS та принципи навігаційних радіовимірювань.** Апаратура користувача, що застосовується для сучасних GNSS-спостережень. Сучасний стан глобальної супутникової мережі. Будова та функціонування навігаційних систем. Способи обмеження точності та доступності до GNSS. Величини, що вимірюються, та їх точність. Метрологічна атестація супутникових приймачів

**Тема 3. Основні чинники, що впливають на точність GNSS-спостереження.** Моделі визначення координат пунктів за результатами GNSS-спостережень. Методи GNSS-спостережень. Точність GNSS-спостережень. Комп'ютерна обробка GNSS-спостережень. Джерела похибок GNSS-спостережень та способи оцінки і зменшення їх впливу. Оптимальне розташування супутників під час GNSS-спостережень.

**Тема 4. Поняття про мережі перманентних станцій та використання їх даних для GNSS спостережень.** Поняття перманентної і референтної станції GNSS. Утворення перманентних станцій. Мережа перманентних станцій у світі і в Європі. Процес формування мереж активних референційних станцій на території України. Використання перманентних станцій для цілей вищої геодезії. Використання перманентних станцій як референтних.

**Тема 5. Опрацювання даних GNSS спостережень.** Методика обробки результатів GNSS-спостережень. Надшвидка обробка, швидка обробка, регулярна обробка, репроцесинг. Поняття постобробки. Порядок робіт при обробці даних GNSS-спостережень. Програми для обробки даних GNSS-спостережень. Технології обробки великих масивів GNSS -даних . Аналіз причин можливих змін координатних використовуваних станцій. Трансформація остаточної координат у референтних системах ETRS89/ETRF2000 та УСК-2000.

**Тема 6. Побудова геодезичних мереж супутниковими методами.** Використання GNSS-спостережень у якості планової основи геодезичних, землевпорядних і кадастрових робіт. Використання GNSS-спостережень як висотної основи для проведенні робіт у топографії і інженерній геодезії. Схеми і порядок побудови геодезичних мереж GNSS-методами.

**Тема 7. Проектування і планування робіт при супутникових вимірюваннях.** Проектування GNSS-спостережень для побудови геодезичних мереж та виконання топографічного знімання місцевості. Організація робіт під час створення та згущення геодезичних мереж за допомогою GNSS-спостережень.

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб	інд	с.р.		л	п	лаб	інд	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Тема 1. Вступ до вивчення дисципліни. An introduce to studying the discipline	10	2				8						
Тема 2. Архітектура GNSS та принципи навігаційних радіовимірювань	12	2	2			8						
Тема 3. Основні чинники, що впливають на точність GNSS-спостереження	12	2	2			8						
Тема 4. Поняття про мережі перманентних станцій та використання їх даних для GNSS спостережень	10	2				8						
Тема 5. Опрацювання даних GNSS спостережень	14	2	4			8						
Тема 6. Побудова геодезичних мереж супутниковими методами	16	2	4			10						
Тема 7. Проектування і планування робіт при супутникових вимірюваннях	16	2	4			10						
<b>Разом</b>	<b>90</b>	<b>14</b>	<b>16</b>			<b>60</b>						



## 5. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		денна	заочна
1	ПП-1 Побудова і принцип роботи приймача Trimble R3	2	
2	ПП-2 Планування сеансів GNSS-спостережень. Planning séances GNSS-observing	2	
3	ПП-3 Опрацювання GNSS-спостережень	4	
4	ПП-4 Проектування опорних геодезичних мереж, створюваних GNSS-спостереженнями	4	
5	ПП-5 Априорна оцінка точності мереж, створюваних GNSS-спостереженнями	4	
<i>Разом</i>		<b>16</b>	

## 6. Самостійна робота

	Питання для самостійного опрацювання	Кількість годин
1.	Побудова і склад ГЛОНАСС.	2
2.	Побудова і склад GNSS.	2
3.	Побудова і склад EGNOS,	2
4.	Побудова і склад GALILEO	2
5.	Побудова і склад BEYDOW	2
6.	Система координат WGS-84	2
7.	Система координат СК-42	2
8.	Система координат СК-2000	2
9.	Система часу UTC	2
10.	Система часу LOCAL TIME	2
11.	Принцип визначення координат пунктів за допомогою супутникових систем	2
12.	Абсолютний метод визначення координат	2
13.	Джерела помилок в абсолютному методі	2
14.	Точність абсолютного методу	2
15.	Що таке шляхові точки?	2

16.	Методи створення шляхових точок	2
17.	Що таке трек?	2
18.	Що таке маршрут?	2
19.	Що таке Вихідний пункт супутникової геодезичної мережі?	2
20.	Поняття залежних і незалежних базових ліній	2
21.	Програма супутникових вимірювань для заданого числа пунктів і приймачів	2
22.	Загальна кількість базових ліній для заданого числа пунктів і приймачів	2
23.	Загальна кількість незалежних вимірювань з одного сеансу для заданого числа пунктів і приймачів	2
24.	Для чого необхідно знати координати вихідного пункту супутникової геодезичної мережі?	2
25.	Метрологічна атестація супутникових приймачів	2
26.	Моделі визначення координат пунктів за результатами GNSS-спостережень.	2
27.	Основні рівняння абсолютних та відносних спостережень.	2
28.	Проектування GNSS-спостережень для побудови геодезичних мереж та виконання топографічного знімання місцевості.	2
29.	Комп'ютерна обробка GNSS-спостережень.	2
30.	Організація робіт під час створення та згущення геодезичних мереж за допомогою GNSS-приймачів.	2
	<b>РАЗОМ</b>	<b>60</b>

## 7. Методи навчання

При вивченні курсу «ВИКОРИСТАННЯ GNSS ТЕХНОЛОГІЙ У ГЕОДЕЗІЇ ТА ЗЕМЛЕУСТРОЇ» рекомендується використовувати технологічний підхід до навчання. Він передбачає виклад теоретичного матеріалу на лекціях, який добре ілюструється за допомогою мультимедійних пристроїв, виконання практичних робіт за допомогою сучасного електронного геодезичного обладнання.

Самостійна робота студентів здійснюється з використанням технологій дистанційного навчання.

1. За характером подачі (викладення) навчального матеріалу: словесні, наочні, практичні.
2. За організаційним характером навчання:
  - методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності;
  - методи стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності;
  - методи контролю та самоконтролю у навчанні;
  - бінарні(подвійні) методи навчання.
3. За логікою сприймання та засвоєння навчального матеріалу: індуктивно-

дедукційні, репродуктивні, прагматичні, дослідницькі, проблемні тощо.

4. Засоби діагностики успішності навчання використовують для підсумкової експертизи знань і базуються на технології стандартизованого тестового контролю. Комплект базових тестових завдань з навчальної дисципліни.

## **8. Методи контролю**

Методи контролю: поточне тестування, самостійні роботи (у вигляді реферату, розрахунково-графічної роботи). Для проведення екзамену з дисципліни сформовано 30 варіантів екзаменаційних білетів. У кожному два теоретичних запитання і задача.

### **Контрольні питання:**

1. Величини, що вимірюються, їх точність та джерела похибок.
2. Використання методу DGNSG і спостережень мереж активних референтних станцій.
3. Всесвітній координований час UTC.
4. Геодезична та просторова прямокутна системи координат.
5. Геоцентрична, локальна і топоцентрична системи координат.
6. Етапи опрацювання та пакети комп'ютерних програм для обробки GNSS-спостережень.
7. Ефемериди супутників, їх призначення.
8. Земна геоцентрична система координат ITRS
9. Інерцій і земна системи координат.
10. Історія розвитку супутникових радіонавігаційних систем.
11. Методи GNSS-спостережень.
12. Методи спостережень супутників.
13. Методи супутникової геодезії.
14. Міжнародна Служба Обертання Землі (IERS).
15. Моделі визначення координат пунктів за результатами GNSS-спостережень.
16. Оптимальне розташування супутників під час GNSS-спостережень.
17. Організація робіт при створенні та згущенні геодезичних мереж за допомогою GNSS-приймачів.
18. Основне рівняння супутникової геодезії.
19. Основні принципи побудови глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS).
20. Побудова і склад мережі для GNSS-спостережень.
21. Побудова і склад BEYDOW
22. Побудова і склад EGNOS,
23. Побудова і склад GALILEO
24. Побудова і склад ГЛОНАСС.
25. Поняття про визначення параметрів за результатами супутникових вимірів.
26. Проектування GNSS-спостережень для побудови геодезичних мереж та виконання топографічного знімання місцевості.
27. Реалізації ITRF2000, ITRF2008 та ITRF2014 земної системи координат
28. Реалізація ICRF референтної системи ICRS
29. Реалізація ITRF земної геоцентричної системи координат ITRS
30. Система атомного часу.

31. Система динамічного часу (ефемеридний час).
32. Система координат СК-2000
33. Система координат WGS-84
34. Система координат СК-42
35. Система часу LOCAL TIME
36. Система часу UTC
37. Системи відліку та системи координат (WGS-84, ПЗ-90, СК-42, СК-63, УСК-2000).
38. Способи обмеження точності та доступності до GNSS.
39. Точність GNSS-спостережень.
40. Умовна небесна референтна система ICRS.

### 9. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота							Підсумко-вий тест (екзамен)	Сума
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	30	100
10	10	10	10	10	10	10		
70								

T1 – T7 – теми змістового модуля.

### Шкала оцінювання: національна та

#### ECTS Критерії оцінки знань студентів на заліку

- „Зараховано” отримує студент, який набрав не менш ніж 60 балів за дисципліну протягом семестру.
- „Не зараховано” отримує студент, який набрав менше ніж 60 балів за дисципліну протягом семестру.
- **До заліку не допускається** студент, який набрав менше ніж 50 балів за навчальну роботу протягом семестру, не виконав і не здав всіх практичних робіт, не відвідував без поважних причин більшу частину лекцій.

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	<b>A</b>	відмінно	зараховано
82-89	<b>B</b>	добре	
74-81	<b>C</b>		
64-73	<b>D</b>	задовільно	
60-63	<b>E</b>		
35-59	<b>FX</b>	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання

0-34	Ф	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни
------	---	---	---

## 10. Методичне забезпечення

### 11. Рекомендована література Базова

1. Гофманн-Велленгоф Б., Ліхтенеггер Г., Коллінз Д. Глобальна система визначення місцеположення (GNSS): теорія і практика / Б. Гофманн-Велленгоф, Г. Ліхтенеггер, Д. Коллінз. – К. : Наук. думка, 1996. – 391 с.
2. Костецька Я. М. Геодезичні прилади. Електронні геодезичні прилади / Я. М. Костецька. – Львів, 2000. – Ч.2.– 320 с.
3. Могильний С. Г., Войтенко С. П. Геодезія / С. Г., Могильний, С. П. Войтенко: підручник. – Ч.: Чернігівські оберіги, 2012. – 408 с.

### Додаткова

1. Про топографо-геодезичну і картографічну діяльність / Відомості Верховної Ради України (ВВР), 1999. – N 5-6. – С.46.
2. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000, 1:2000, 1:1000 та 1:500. – К., 1999. – 155 с.
3. Основні положення створення державної геодезичної мережі України / Постанова Кабінету Міністрів України від 08.06.1998 № 844. – 14 с.
4. Положення про порядок встановлення місцевих систем координат / Постанова Мінекоресурсів України від 03.07.2001 № 245. – 14 с.
5. Про склад вихідної інформації інвентаризації земель у населених пунктах (кадастровий землеустрій) / Вказівка Держкомзему України від 25. 09. 1997 № 50 // Землевпорядний вісник. – 1988. – № 2. – С. 32.
6. Світова геодезична система координат WGS-84. Основні положення. Зв'язок з іншими геодезичними системами / Постанова Міністерства екології та природних ресурсів України від 14.12.2001 № 467. – 35 с.
7. Grewal, M.S. Global Positioning Systems, Inertial Navigation, and Integration /M. S. Grewal, L. R. Weill, A. P. Andrews. – New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto: John Willey & Sons, Inc. – 2001. – 392 p.

### 12. Інформаційні ресурси

1. Державне космічне агентство України. Офіційний веб-сайт. – URL: [www.nkau.gov.ua](http://www.nkau.gov.ua)
2. GNSS World – URL: [www.GNSSworld.com](http://www.GNSSworld.com)
3. Науково-дослідний інститут геодезії та картографії. Офіційний веб-сайт. – URL: [www.gki.com.ua](http://www.gki.com.ua)
4. Сайт АО «Систем Солюшнс» –URL : [www.systemnet.com.ua](http://www.systemnet.com.ua)
5. Trimble GNSS Planning Online – URL: [www.gnssplanningonline.com](http://www.gnssplanningonline.com)
6. National Geodetic Survey (NGS) URL: [www.ngs.noaa.gov/ANTCAL](http://www.ngs.noaa.gov/ANTCAL)

7. Andrii Martyn, Ivan Openko, Taras Ievsiukov, Oleksandr Shevchenko, Artem Ripenko (2019). Accuracy of geodetic surveys in cadastral registration of real estate: value of land as determining factor. 18th International Scientific Conference. Engineering for Rural Development. 22-24.05.2019 Jelgava, LATVIA. P. 1818-1825. – URL: <http://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2019/Papers/N236.pdf>