

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ
Кафедра геодезії та картографії

ЗАТВЕРДЖЕНО
Факультет землевпорядкування
“15” травня 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
GNSS СПОСТЕРЕЖЕННЯ В ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧАХ ГЕОДЕЗІЇ
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань 19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»

Освітня програма Геодезія та землеустрій

Факультет землевпорядкування

Розробники: професор кафедри геодезії та картографії, д.е.н., доц. Іван ОПЕНЬКО
(посада, науковий ступінь, вчене звання)

Київ – 2025 р.

Опис навчальної дисципліни. Навчальна дисципліна «GNSS спостереження в прикладних задачах геодезії» спрямована на формування у студентів знань і практичних навичок застосування глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS) для вирішення широкого спектра геодезичних задач. У курсі розглядаються принципи роботи GNSS, типи спостережень, методи обробки та аналізу результатів, а також особливості використання супутникових технологій у топографо-геодезичних роботах. Особлива увага приділяється сучасному GNSS-обладнанню, технологіям постопрацювання даних спостережень за допомогою спеціалізованих програм.

Галузь знань, напрям підготовки, спеціальність, освітньо-кваліфікаційний рівень		
Освітній ступінь	Бакалавр	
Спеціальність	193 «Геодезія та землеустрій»	
Освітня програма	«Геодезія та землеустрій»	
Характеристика навчальної дисципліни		
Вид	вибіркова	
Загальна кількість годин	120	
Кількість кредитів ECTS	4	
Кількість змістових модулів	3	
Курсовий проект (робота) (якщо є в робочому навчальному плані)	-	
Форма контролю	Екзамен	
Показники навчальної дисципліни для денної та заочної форм навчання		
	денна форма навчання	заочна форма навчання
Рік підготовки	3	-
Семестр	6	-
Лекційні заняття	30 год.	год.
Практичні, семінарські заняття		год.
Лабораторні заняття	30 год.	год.
Самостійна робота	60 год.	год.
Індивідуальні завдання	год.	год.
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних	4 год.	

1. Мета, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Мета вивчення дисципліни є формування у студентів теоретичних і практичних знань, умінь і навичок з питань супутникової навігації та засвоєння методів побудови знімального обґрунтування і застосування глобальних навігаційних супутникових систем (GNSS) при вирішенні геодезичних та землепорядних задач.

Набуття компетентностей:

інтегральна компетентність (ІК): здатність розв'язувати складні спеціалізовані задачі геодезії та землеустрою

загальні компетентності (ЗК):

ЗК02 – здатність застосовувати знання в практичних ситуаціях;

ЗК06 – здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології;

ЗК07 – здатність працювати автономно;

ЗК08 – здатність працювати в команді;

ЗК09 – здатність до міжособистісної взаємодії.

ЗК10 – здатність здійснювати безпечну діяльність.

спеціальні (фахові) компетентності (СК):

СК01 – здатність застосовувати фундаментальні знання для аналізу явищ природного і техногенного походження при виконанні професійних завдань у сфері геодезії та землеустрою;

СК02 – здатність застосовувати теорії, принципи, методи фізико-математичних, природничих, соціально-економічних, інженерних наук при виконанні завдань геодезії та землеустрою;

СК04 – здатність обирати та використовувати ефективні методи, технології та обладнання для здійснення професійної діяльності у сфері геодезії та землеустрою;

СК05 – здатність застосовувати сучасне інформаційне, технічне і технологічне забезпечення для вирішення складних питань геодезії та землеустрою;

СК06 – здатність виконувати дистанційні, наземні, польові та камеральні дослідження, інженерні розрахунки з опрацювання результатів досліджень, оформляти результати досліджень, готувати звіти при вирішенні завдань геодезії та землеустрою;

СК09 – здатність застосовувати інструменти, прилади, обладнання, устаткування при виконанні завдань геодезії та землеустрою.

Програмні результати навчання (ПРН):

ПН3 – доносити до фахівців і нефахівців інформацію, ідеї, проблеми, рішення, власний досвід та аргументацію;

ПН4 – знати та застосовувати у професійній діяльності нормативно-правові акти, нормативно-технічні документи, довідкові матеріали в сфері геодезії та землеустрою і суміжних галузей;

ПН8 – брати участь у створенні державних геодезичних мереж та спеціальних інженерно-геодезичних мереж, організовувати та виконувати топографічні та кадастрові знімання, геодезичні вимірювання, інженерно-геодезичні вишукування для проектування, будівництва та експлуатації об'єктів будівництва;

ПН9 – збирати, оцінювати, інтерпретувати та використовувати геопросторові дані, метадані щодо об'єктів природного і техногенного походження, застосовувати статистичні методи їхнього аналізу для розв'язання спеціалізованих задач у сфері геодезії та землеустрою;

ПН10 – обирати і застосовувати інструменти, обладнання, устаткування та програмне забезпечення, які необхідні для дистанційних, наземних, польових і камеральних досліджень у сфері геодезії та землеустрою;

ПН11 – організовувати та виконувати дистанційні, наземні, польові і камеральні роботи в сфері геодезії та землеустрою, оформляти результати робіт, готувати відповідні звіти.

2. Програма та структура навчальної дисципліни

- повного терміну денної (заочної) форми здобуття вищої освіти

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин													
	денна форма							Заочна форма						
	тижні	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	14	

Змістовий модуль 1 «GNSS технології визначення координат точок земної поверхні»													
Тема 1. Вступ до дисципліни «GNSS-спостереження в прикладних задачах геодезії»	1	4	2	2									
Тема 2. Структура роботи GNSS	2	4	2	2									
Тема 3. Основні чинники, що впливають на точність GNSS-спостереження	3	4	2	2									
Тема 4. Джерело похибок при GNSS-спостереженні	4	4	2	2									
Тема 5. Супутникова апаратура при GNSS-спостереженні	5	26	2	4			20						
Разом за змістовим модулем 1		42	10	12			20						
Змістовий модуль 2 «Основні методи позиціонування та похибки при GNSS спостереженні»													
Тема 6. Системи часу	6-7	6	4	2									
Тема 7. Сучасний стан глобальної супутникової системи	8	4	2	2									
Тема 8. Поняття про мережі перманентних станцій та використання їх даних при GNSS – спостереженні	9-10	28	4	4			20						
Разом за змістовим модулем 2		38	10	8			20						
Змістовий модуль 3 «Проектування геодезичної супутникової мережі за допомогою GNSS спостережень»													
Тема 9. Опрацювання даних GNSS – спостереження	11	4	2	2									
Тема 10. Побудова геодезичних мереж супутниковими методами	12	4	2	2									
Тема 11. Проектування і планування робіт при супутникових вимірюваннях	13	4	2	2									
Тема 12. Метрологічна атестація супутникових приймачів	14-15	28	4	4			20						
Разом за змістовим модулем 3		40	10	10			20						
Усього годин		120	30	30			60						
Курсовий проект (робота) з _____ _____ (якщо є в робочому			-	-	-		-						

навчальному плані)													
Усього годин		120	30	30			60						

3. Теми лекцій

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Вступ до дисципліни «GNSS- спостереження в прикладних задачах геодезії»	2
2	Структура роботи GNSS	2
3	Основні чинники, що впливають на точність GNSS-спостереження	2
4	Джерело похибок при GNSS-спостереженні	2
5	Супутникова апаратура при GNSS- спостереженні	2
6	Системи часу	4
7	Сучасний стан глобальної супутникової системи	2
8	Поняття про мережі перманентних станцій та використання їх даних при GNSS –спостереженні	4
9	Опрацювання даних GNSS –спостереження	2
10	Побудова геодезичних мереж супутниковими методами	2
11	Проектування і планування робіт при супутникових вимірюваннях	2
12	Метрологічна атестація супутникових приймачів	4

4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Планування супутникових спостережень	2
2	Будова та функціональні характеристики комплексу приймача Elnav i70	2
3	Будова та функціональні характеристики комплексу приймача Elnav M3 та польового контролера HCE 320	2
4	Багатозадачність та точність GPS	4
5	Вивчення структури файлу GPS – сигналу та файлу спостереження у форматі RINEX	2
6	Програмне забезпечення для постобробки даних GPS спостереження – «GNSS Solutions»	2
7	Робота з архівом SOPAC міжнародної служби IGS. Обробка GNSS даних	2
8	Будова і технічні характеристики комплексу GPS приймачів Sokkia Stratus	4
9	Методика вимірювання GPS приймачами Sokkia Stratus (L1) у режимі Static. Створення базису за допомогою GNSS спостереження (диференційний метод)	2
10	Постопрацювання даних в GNSS Solutions	2
11	Вивчення інтерфейсу програмного забезпечення LandStar 7	2
12	GPS – вимірювання в режимі реального часу RT (RTK)	4

5. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Методи GNSS – вимірювань	20
2	Аналіз приватних мереж щодо забезпечення коригування даних GNSS спостереження (System Solutions, Компанія «ТНТ ТПІ», ZAKPOS).	20
3	Налаштування GPS приймачів Sokkia Stratus у режим вимірювання Static. Оновлення альманаху.	20

6. Методи та засоби діагностики результатів навчання:

- усне або письмове опитування;
- модульне тестування;
- захист практичних робіт;
- захист розрахункових робіт.

7. Методи навчання (вибрати необхідне чи доповнити):

- словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо);
- практичний метод (практичні заняття);
- наочний метод (метод ілюстрацій, метод демонстрацій);
- робота з навчально-методичною літературою (конспектування, тезування, анотування, рецензування, складання реферату);
- відеометод (дистанційні, мультимедійні, веб-орієнтовані тощо);
- самостійна робота (виконання завдань);

8. Оцінювання результатів навчання.

Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національну оцінку згідно чинного «Положення про екзамени та заліки у НУБіП України»

8.1. Розподіл балів за видами навчальної діяльності

Вид навчальної діяльності	Результати навчання	Оцінювання
Модуль 1. «GNSS технології визначення координат точок земної поверхні»		
Тема 1. Планування супутникових спостережень.		
Практична робота 1.	РН 3, 9, 10, 11. Опанувати навички з планування сесії GNSS–вимірювання	14
Тема 2. Будова та функціональні характеристики комплексу приймача Elnav i70		
Практична робота 2.	РН 3, 10, 11. Знати комплектацію GNSS – приймача Elnav i70, а також вміти скласти та приводити у робоче положення базовий і роверний приймач	14
Тема 3 Будова та функціональні характеристики комплексу приймача Elnav M3 та польового контролера HCE 320		
Практична робота 3.	РН 3, 10, 11. Знати комплектацію	14

	та технічні характеристики GNSS – приймача Elnav M3	
Тема 4 Багатозадачність та точність GPS		
Практична робота 4.	РН 8, 9, 11. Оцінка точність GPS у відкритому просторі /«відкрите небо» та закритому/ забудованій місцевості в умовах великого міста	14
Самостійна робота 1.	РН 8, 9, 10, 11. Навчитися використовувати сучасні методи GNSS–спостережень у прикладних задачах геодезії	14
Модульна контрольна робота 1.		30
Всього за модулем 1		100
Модуль 2. «Основні методи позиціювання та похибки при GNSS спостереженні»		
Тема 5. Вивчення структури файлу GPS – сигналу та файлу спостереження у форматі RINEX		
Практична робота 5.	РН 3, 4. Знати структуру та навчитися працювати з файлами GPS – спостереження у форматі RINEX	14
Тема 6. Програмне забезпечення для постобробки даних GPS спостереження – «GNSS Solutions»		
Практична робота 6.	РН 8, 9. Вміти працювати у програмному забезпеченні «GNSS Solutions» та встановлювати налаштування систем координат	14
Тема 7. Робота з архівом SOPAC міжнародної служби IGS. Обробка GNSS даних.		
Практична робота 7.	РН 8, 9, 10. Оволодіння методикою роботи з глобальним архівом вимірювальних GNSS даних	14
Тема 8. Будова і технічні характеристики комплекту GPS приймачів Sokkia Stratus		
Практична робота 8.	РН 3, 10, 11. Знати будову, технічні характеристики комплекту GPS приймачів Sokkia Stratus, а також навчитись виконувати технологічні операції даним обладнанням під час GPS–спостережень	14
Самостійна робота 2.	РН 8, 9, 10. Освоїти основні принципи роботи з приватними мережами щодо забезпечення коригування даних GNSS спостереження	14

Модульна контрольна робота 2.		30
Всього за модулем 2		100
Модуль 3. «Проектування геодезичної супутникової мережі за допомогою GNSS спостережень»		
Тема 9. Методика вимірювання GPS приймачами Sokkia Stratus (L1) у режимі Static. Створення базису за допомогою GNSS спостереження (диференційний метод)		
Практична робота 9.	РН 8, 9, 10, 11. Вміти виконувати статичну зйомку (без контролера)	14
Тема 10. Постопацювання даних в GNSS Solutions.		
Практична робота 10.	РН 8, 9, 10, 11. Освоїти методику постопацювання даних в GNSS Solutions	14
Тема 11. Вивчення інтерфейсу програмного забезпечення LandStar 7		
Практична робота 11.	РН 8, 9, 10, 11. Вміти працювати у програмному забезпеченні «LandStar 7»	14
Тема 12. GPS – вимірювання в режимі реального часу RT (RTK)		
Практична робота 12.	РН 8, 9, 10, 11. Вміти виконувати GPS – вимірювання в режимі реального часу	14
Самостійна робота 3.	РН 8, 9, 10, 11. Вміти виконувати GPS – вимірювання в режимі статика	14
Модульна контрольна робота 3.		30
Всього за модулем 3		100
Навчальна робота	$(M1 + M2 + M3)/3 \cdot 0,7 \leq 70$	
Іспит	30	
Всього за курс	$(\text{Навчальна робота} + \text{екзамен}) \leq 100$	

8.2. Шкала оцінювання знань здобувача вищої освіти

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка за національною системою (екзамени/заліки)
90-100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

8.3. Політика оцінювання

Політика щодо дедлайнів та перескладання	роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо академічної	списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т.ч. із використанням мобільних девайсів). Курсові роботи,

добросовісності	реферати повинні мати коректні текстові посилання на використану літературу
Політика щодо відвідування	відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету)

9. Навчально-методичне забезпечення:

– електронний навчальний курс навчальної дисципліни (на навчальному порталі НУБіП України eLearn - <https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2658>);

10. Рекомендовані джерела інформації (не рекомендувати до використання застарілі інформаційні джерела та інформаційні джерела країни-агресора)

1. Опенько І.А. Методичні рекомендації для виконання практичних робіт з дисципліни "GNSS спостереження в прикладних задачах геодезії": Опенько І.А., Жук О.П. – 2019. С. 160. (Рішення вченої ради факультету землепорядкування протокол № 2 від 12 вересня 2019 р.)
2. Опенько І.А. Конспект лекцій з дисципліни "GNSS спостереження в прикладних задачах геодезії": Опенько І.А., Жук О.П. – 2019. С. 102. (Рішення вченої ради факультету землепорядкування протокол № 2 від 12 вересня 2019 р.)
3. Пилип'юк Р.Г. Супутникова геодезія: лабораторний практикум. Івано-Франківськ: Факел, 2009. 67 с.
4. Расюн В.Л. Методичні вказівки щодо виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Основи GNSS-вимірювань» / навчально – методичне видання. Луцьк, Волинський національний університет імені Лесі Українки, 2022. – 53 с (https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/21085/1/GNSS_metod.pdf).
5. Застосування ГНСС-технології у землеустрої: навч.-метод. посіб. / Р.І. Безпалько, Т.В. Гуцул. Чернівці: Чернівець. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2022. 140 с. (<https://archer.chnu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/5714/%D0%93%D0%9D%D0%A1%D0%A1%D0%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97%D0%20%D1%83%D0%B7%D0%B5%D0%BC%D0%BB%D0%B5%D1%83%D1%81%D1%82%D1%80%D0%BE%D1%97.pdf?sequence=1&isAllowed=y>).
6. Калинич І.В., Ничвид М.Р. Методичні рекомендації для виконання лабораторних робіт з дисципліни «ГНСС – спостереження» студентами географічного факультету. ДВНЗ «УжНУ». 2021. 34 с.
7. Супутникова геодезія та сферична астрономія: навчальний посібник / В.С. Староверов, Р.А. Дем'яненко, О.І. Єгоров, І.А. Опенько, О.М. Цвях, М.В. Ковальов (за загальною редакцією В.С. Староверова) – Київ: ФОП Ямчинський О.В., 2022. – 320 с.
8. Grewal, M.S. Global Positioning Systems, Inertial Navigation, and Integration [Text] / M. S. Grewal, L. R. Weill, A. P. Andrews. New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Singapore, Toronto: John Wiley & Sons, Inc. 2001. 392 p. Англ.
9. Заблоцький Ф. ГНСС-метеорологія: навч. посібник. Львів. Видавництво Львівської політехніки, 2013. 96 с
10. 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. Режим доступа: <http://www.tf.llu.lv/conference/proceedings2019/Papers/N236.pdf>
11. Araszkiewicz, A., Nykiel, G. and Bałdysz, Z. (2015). Impact of higher order ionospheric corrections on the rate of baseline length changes in GPS differential positioning. In 15th

12. Baldysz, Z., Nykiel, G., Figurski, M. and Araszkiewicz, A. (2018). Assessment of the Impact of GNSS Processing Strategies on the Long-Term Parameters of 20 Years IWB Time Series. *Remote Sens.*, 10(4), 496. DOI: 10.3390/rs10040496.
13. Baldysz, Z., Nykiel, G., Figurski, M., Szafranek, K. and Kroszczynski, K. (2015). Investigation of the '16-year and 18-year ZTD Time Series Derived from GPS Data Processing. *Acta Geophys.*, 63(4), 1103–1125. DOI: 10.1515/acgeo-2015-0033.
14. Banville, S., Sieradzki, R., Hoque, M., Węzka, K. and Hadas, T. (2017). On the estimation of higher-order ionospheric effects in precise point positioning. *GPS Solut.*, 21(4), 1817–1828. DOI: 10.1007/s10291-017-0655-0.
15. Borio, D., Gioia, C. and Mitchison, N. (2016). Identifying a low-frequency oscillation in Galileo IOV pseudorange rates. *GPS Solut.*, 20(3), 363–372. DOI: 10.1007/s10291-015-0443-7.
16. Cai, C. and Gao, Y. (2013). Modeling and assessment of combined GPS/GLONASS precise point positioning. *GPS Solut.*, 17(2), 223–236. DOI: 10.1007/s10291-012-0273-9.
17. Cellmer, S., Nowel, K. and Kwasniak, D. (2017). Optimization of a grid of candidates in the search procedure of the MAFA method. In *Environmental Engineering 10th International Conference*, 2017 Vilnius, Lithuania. DOI: 10.3846/enviro.2017.179.
18. Cellmer, S., Nowel, K. and Kwasniak, D. (2018). The New Search Method in Precise GNSS Positioning. *IEEE Trans. Aerosp. Electron. Syst.*, 54(1), 404–415. DOI: 10.1109/TAES.2017.2670578.
19. Cherniak, I., Krankowski, A. and Zakharenkova, I. (2018). ROTI Maps: a new IGS ionospheric product characterizing the ionospheric irregularities occurrence. *GPS Solut.*, 22:69. DOI: 10.1007/s10291-018-0730-1.
20. Dawidowicz, K. (2018). Differences in GPS coordinate time series caused by changing type-mean to individual antenna phase center calibration model. *Stud. Geophys. Geod.*, 62, 38–56. DOI: 10.1007/s11200-016-0630-1.