

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кафедра *геодезії та картографії*



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Декан факультету землевпорядкування
Тарас ЄВСЮКОВ
« 21 » травня 2024 р.

«СХВАЛЕНО»

на засіданні кафедри геодезії та картографії
Протокол № 10 від «20» травня 2024 р.


Завідувач кафедри
Іван КОВАЛЬЧУК

«РОЗГЛЯНУТО»

Гарант ОП «Геодезія та землеустрій»

Іван КОВАЛЬЧУК

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

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

Київ – 2024 р.

1. Опис навчальної дисципліни
GNSS СПОСТЕРЕЖЕННЯ В ПРИКЛАДНИХ ЗАДАЧАХ ГЕОДЕЗІЇ
 (назва)

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 проєкт (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, завдання, компетентності та програмні результати навчальної дисципліни

Метою 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 землевпорядних задач.

Основними завданнями дисципліни «GNSS спостереження в прикладних задачах геодезії» виступають:

- освоєння студентами основних принципів роботи та побудови існуючих і перспективних супутникових навігаційних систем;
- оволодіння основними методами GNSS-спостереження при вирішенні прикладних задач геодезії;
- набуття здобувачами ОС Бакалавр практичних навичок при роботі на сучасному устаткуванні, що функціонує в реальному часі в інформаційному просторі, створеному діючою GNSS;
- аналіз впливу різних зовнішніх факторів на процес GNSS-спостережень;

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, предметні) 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, організувати 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 – організувати 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 для:

- 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-спостереження, їх сутність та вирішувани завдання»														
Тема 1. Вступ до дисципліни «GNSS-спостереження в прикладних задачах геодезії»	1	8	2	2			4							
Тема 2. Структура роботи GNSS	2	8	2	2			4							
Тема 3. Основні чинники, що впливають на точність GNSS-спостереження	3	8	2	2			4							

Тема 4. Джерело похибок при GNSS-спостереженні	4	8	2	2		4							
Тема 5. Супутникова апаратура при GNSS-спостереженні	5	8	2	2		4							
Разом за змістовим модулем 1		40	10	10		20							
Змістовий модуль 2 «Сучасний стан супутникових навігаційних систем та системи часу»													
Тема 1. Системи часу	6-7	16	4	4		8							
Тема 2. Сучасний стан глобальної супутникової системи	8	8	2	2		4							
Тема 3. Поняття про мережі перманентних станцій та використання їх даних при GNSS – спостереженні	9-10	16	4	4		8							
Разом за змістовим модулем 2		40	10	10		20							
Змістовий модуль 3 «Проектування геодезичної супутникової мережі за допомогою GNSS-спостережень»													
Тема 1. Опрацювання даних GNSS – спостереження	11	8	2	2		4							
Тема 2. Побудова геодезичних мереж супутниковими методами	12	8	2	2		4							
Тема 3. Проектування і планування робіт при супутникових вимірюваннях	13	8	2	2		4							
Тема 4. Метрологічна атестація супутникових приймачів	14-15	16	4	4		8							
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 лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Методи GNSS – вимірювань	2
2	Багатозадачність і точність GPS	2
3	Планування супутникових спостережень (GNSS - planning)	2
4	Будова та функціональні характеристики комплекту приймача EInav i70	2
5	Будова та функціональні характеристики комплекту приймача EInav M3	2
6	Будова і технічні характеристики комплекту GPS приймачів Sokkia Stratus	2
7	Вивчення структури файлу GPS – сигналу та файлу спостереження у форматі RINEX	2
8	Програмне забезпечення для постопрацювання даних GPS спостереження – «GNSS Solutions»	2
9	Робота з архівом SOPAC міжнародної служби IGS. Опрацювання супутникових даних спостереження.	2
10	Аналіз приватних мереж для забезпечення коригування даних GNSS- спостереження (System Solutions, Компанія «ТНТ ТПІ», ZAKPOS)	2
11	Вивчення інтерфейсу програмного забезпечення LandStar 7	2
12	GNSS – вимірювання в режимі реального часу RT (RTK) приймачами EInav i70, EInav M3 (використовуючи річну підписку від System Solutions для навчальних цілей)	2

13	Налаштування GPS-приймачів Sokkia Stratus у режим вимірювання Static. Оновлення альманаху.	2
14	Методика вимірювання GPS приймачами Sokkia Stratus (L1) у режимі Static. Створення бази даних за допомогою GNSS спостереження (диференційний метод).	2
15	Постопрацювання даних в GNSS Solutions.	2

4. Теми самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Порівняння різних методів GNSS-спостережень	4
2	Оцінка точності GNSS-спостережень	4
3	Порівняння різних методів планування супутникових спостережень для GNSS	4
4	Використання GNSS для здійснення зйомки відкритих міських територій	4
5	Створення порівняльної таблиці характеристик GNSS-приймачів EInav i70, EInav M3	4
6	Охарактеризувати можливі варіанти використання індикаторної панелі, зокрема, її компоненти: звуковий сигналізатор; кнопка живлення; шкали індикаторів GPS приймачів Sokkia Stratus.	8
7	Способи корекції результатів GNSS-спостережень	4
8	Використання додаткових сигналів GNSS для підвищення точності вимірювань	8
9	Створення стилю зйомки (завантаження та вибір системи координат) для роботи по NTRIP в мережі SystemNet	4
10	Оцінка точності вимірювань GNSS-приймачем EInav i70, EInav M3	4
11	Оцінка впливу розташування супутників на точність GNSS-вимірювань	4
12	Дослідження впливу атмосферних умов на точність GNSS-спостережень	8

5. Засоби діагностики результатів навчання:

- екзамен;
- модульні тести;
- захист лабораторних робіт.

6. Методи навчання:

- словесний метод (лекція, дискусія, співбесіда тощо);
- практичний метод (лабораторні 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);

7. Методи оцінювання.

- екзамен;
- модульне тестування;
- захист лабораторних робіт.

8. Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти. Оцінювання знань здобувача вищої освіти відбувається за 100-бальною шкалою і переводиться в національні оцінки згідно з табл. 1 чинного «Положення про екзамен та заліки у НУБіП України»

Рейтинг студента, бали	Оцінка національна за результати складання	
	екзаменів	заліків
90-100	Відмінно	Зараховано
74-89	Добре	
60-73	Задовільно	
0-59	Незадовільно	Незараховано

Для визначення рейтингу здобувача вищої освіти із засвоєння дисципліни $R_{\text{дис}}$ (до 100 балів) одержаний рейтинг з атестації (до 30 балів) додається до рейтингу здобувача вищої освіти з навчальної роботи $R_{\text{НР}}$ (до 70 балів): $R_{\text{дис}} = R_{\text{НР}} + R_{\text{ат}}$.

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>);
- конспекти лекцій та їх презентації (в електронному вигляді);
- підручники, навчальні посібники, практикуми;
- методичні матеріали щодо вивчення навчальної дисципліни для здобувачів вищої освіти денної та заочної форм здобуття вищої освіти.

10. Рекомендовані джерела інформації

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%20%D1%82%D0%B5%D1%85%D0%BD%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B3%D1%96%D1%97%20%D1%83%20%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.

Основна

1. 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: ФОРМ-ЛТД «Ямчинський О.В.», 2022. – 320 с.

2. 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.

3. Заблоцький Ф. ГНСС-метеорологія : навч. посібник. Львів. Видавництво Львівської політехніки, 2013. 96 с

Допоміжна

4. 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>

5. Araszkiwicz, A., Nykiel, G. and Baldysz, Z. (2015). Impact of higher order ionospheric corrections on the rate of baseline length changes in GPS differential positioning. In 15th International Multidisciplinary Scientific GeoConferences SGEM 2015, Bulgaria. DOI: 10.5593/SGEM2015/B22/S9.038.
6. Baldysz, Z., Nykiel, G., Araszkiwicz, A., Figurski, M. and Szafranek, K. (2016). Comparison of GPS tropospheric delays derived from two consecutive EPN reprocessing campaigns from the point of view of climate monitoring. *Atmos. Meas. Tech.*, 9, 4861–4877. DOI: 10.5194/amt-9-4861-2016.
7. Baldysz, Z., Nykiel, G., Figurski, M. and Araszkiwicz, 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.
12. 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.
13. 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.
14. 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.
15. 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.

Автор програми,
д.е.н., доц., професор кафедри
геодезії та картографії

Іван ОПЕНЬКО