



**Силабус курсу**  
**Супутникові навігаційні системи та технології**

Ступінь вищої освіти – бакалавр

Галузь знань: 19 Архітектура та будівництво

Спеціальність: 193 Геодезія та землеустрій

Освітньо-професійна програма «Експертна оцінка землі та нерухомого майна»

Рік навчання: IV, Семестр: VII

Кількість кредитів: 5 Мова викладання: українська

**Керівник курсу**

ППП

К.Т.Н., доцент **Юрій Лук'яненко**

**Контактна інформація**

[y.lukyanchenko@wunu.edu.ua](mailto:y.lukyanchenko@wunu.edu.ua), +38 093 92 39 647

**Опис дисципліни**

**Метою дисципліни “Супутникові навігаційні системи та технології”** є надбання студентами знань, навичок та вмінь практичного використання ГНСС-систем для виконання землепорядних та кадастрових знімів, а також розв’язання різноманітних геодезичних задач, математичних та статистичних методів для аналізу і опрацювання отриманих результатів вимірювань. Вміння студентами використовувати різні програмні пакети для опрацювання ГНСС-вимірювань.

**Завдання вивчення дисципліни:** полягає у засвоєнні теоретичних знань та набутті навиків виконання кадастрових знімів і землепорядних робіт за допомогою ГНСС-систем, опрацьовувати та оцінювати результати знімів.

**Структура курсу**

| Години<br>(лек./сем.) | Тема                                                      | Результати навчання                                                                                                                                                                                                                                           | Завдання                  |
|-----------------------|-----------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 6 / 6                 | Тема 1. Супутникові навігаційні системи їх види і будови. | Коротка історична довідка про супутникові навігаційні системи. Основні поняття глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС). Сучасні існуючі ГНСС системи, їх будова, апаратне забезпечення, центри управління і контролю. Мережі перманентних станцій. | Поточне опитування, тести |
| 4 / 4                 | Тема 2. Геометричні основи руху супутників.               | Закони Кеплера. Параметри орбіти супутника. Ефемериди та їх типи.                                                                                                                                                                                             | Поточне опитування, тести |
| 4 / 4                 | Тема 3. Системи координат та зв'язки між ними.            | Системи координат, що використовуються різними GNSS-системами. Системи ITRS та ETRS та їх реалізації. Система UTM2000. Параметри перетворення Гельмерта для конкретних систем.                                                                                | Поточне опитування, тести |

|       |                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                           |
|-------|----------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|
| 4 / 4 | Тема 4. Приймачі супутникового сигналу та їх характеристики.         | Основні виробники GNSS приймачів. Структура GNSS приймача. Кут відсічки. Частота приймання супутникового сигналу. Фазовий центр антени. Способи зменшення впливу багатопоточності.                                                                                                                                    | Поточне опитування, тести |
| 4 / 4 | Тема 5. Методи GNSS знімання та фактори що впливають на їх точність. | Абсолютний та відносний методи. Статичні методи знімання та RTK. Коефіцієнти погіршення точності. Вплив багатошляховості на отримані координати. Вплив іоносфери на сигнал, що проходить крізь неї. Похибки годинників приймачів та супутників.                                                                       | Поточне опитування, тести |
| 4 / 4 | Тема 6. Підготовка даних для опрацювання GNSS вимірювань.            | Підготовка ефемерид на дату знімання. Формат Rinex. Підготовка файлів спостережень перманентних станцій. Ознайомлення з форматами спостережень: навігаційний, спостережуваний та Хатанака (формат зтистнення даних).                                                                                                  | Поточне опитування, тести |
| 4 / 4 | Тема 7. Програмне опрацювання GNSS вимірювань.                       | Встановлення програмного забезпечення. Імпортування попередньо підготовлених даних. Корегування імпортованих даних, таких як тип і висота антени, виробник приймача. Обчислення базових ліній. Розв'язок неоднозначностей. Врівноваження отриманої мережі. Формування звіту з отриманими координатами та їх точністю. | Поточне опитування, тести |

### Літературні джерела

1. Веб портал EUREF - <https://www.epncb.oma.be/>
2. Fritsche M., Dietrich R., Knöfel C., Rülke A., Vey S., Rothacher M., Steigenberger P. Impact of higher-order ionospheric terms on GPS estimates. Geophysical research letters, 2005, Vol. 32, Issue 23, L23311, doi:10.1029/2005GL024342.
3. Grewal S. M., Andrews P. A., Bartone G. C. Global Navigation Satellite Systems, Inertial Navigation, and Integration. Wiley; 4th edition. 2022. – 608 p.
4. Веб портал IGS - <https://igs.org/>
5. Kaula M. W. Theory of Satellite Geodesy: Applications of Satellites to Geodesy (Dover Earth Science). Dover Publications. 2000. – 160 p.
6. Langley, R., “Time, Clocks, and GPS,” GPS World Magazine, Advanstar Communications, November–December 1991.
7. NASA, ephemeris – [https://cddis.nasa.gov/Data\\_and\\_Derived\\_Products/GNSS/broadcast\\_ephemeris\\_data.html](https://cddis.nasa.gov/Data_and_Derived_Products/GNSS/broadcast_ephemeris_data.html)
8. Parkinson, B., “A History of Satellite Navigation,” NAVIGATION: Journal of The Institute of Navigation, Vol. 42, No. 1, Spring 1995.
9. Schmid R., Steigenberger P., Gendt G., Ge M., Rothacher M. Generation of a consistent absolute phase-center correction model for GPS receiver and satellite antennas. Journal of Geodesy, 2007, Vol. 81, Issue 12, pp. 781-798.
10. Scripps Orbit and Permanent Array Center / California Spatial Reference Center [Електронний ресурс] - режим доступу: <http://sopac-csrc.ucsd.edu/>
11. Seeber, G., Satellite Geodesy: Foundations, Methods, and Applications, New York: Walter De Gruyter, 1993.
12. Sickle J. V. GPS for Land Surveyors. CRC Press. 2015. – 366 p.
13. Білоус В.В., Боднар С.П. Радіоелектронна геодезія. Навчальний посібник – К.: Вид-во ВПЦ “Київський університет”, 2020 р. – 106 с.

14. Гофман-Веленгоф Б., Ліхтенеггер Г., Коллінз Д.. Глобальна система визначення місцеположення: теорія і практика. Пер. з англ. Третього вид. Під ред. Я. С. Яцківа.- К.: Наук. Думка, 1995.- 380 с.
15. Заблоцький Ф.Д., Савчук С.Г. Лук'янченко Ю.О., Джуман Б.Б., Паляниця Б.Б. Сферична астрономія – Видавництво Львівської політехніки 2019.
16. Костецька Я. М. Геодезичні прилади. Частина II. Електронні геодезичні прилади : підручник для студентів геодезичних спеціальностей вузів. – Львів : ІЗМН, 2000. - 324 с.
17. Савчук С.Г. Опрацювання даних ГНСС-спостережень на активних референціальних станціях (2013-2014 рр.) Вісник геодезії та картографії, 2015, № 4 (97) ст. 3-10

### **Політика оцінювання**

- Політика щодо дедлайнів та перескладання: Для виконання індивідуальних завдань і проведення контрольних заходів встановлюються конкретні терміни. Перескладання модулів відбувається з дозволу дирекції інституту за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
- Політика щодо академічної доброчесності: Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонено (в т.ч. із використанням мобільних девайсів).
- Політика щодо відвідування: Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, карантин, воєнний стан, хвороба, закордонне стажування) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням із керівником курсу та з дозволу дирекції інституту.

### **Критерії, форми поточного та підсумкового контролю**

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни “Супутникові навігаційні системи та технології” визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

| Модуль 1                                                                                      |                                | Модуль 2                                                                                      |                              | Модуль 3                                                                                                    | Модуль 4                                                                                                                               | Модуль 5                                                                                                                                                                                           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 10 %                                                                                          | 10 %                           | 10 %                                                                                          | 10 %                         | 5 %                                                                                                         | 15 %                                                                                                                                   | 40 %                                                                                                                                                                                               |
| Поточне опитування                                                                            | Модульний контроль 1           | Поточне опитування                                                                            | Модульний контроль 2         | Тренінг                                                                                                     | Самостійна робота                                                                                                                      | Екзамен                                                                                                                                                                                            |
| Підсумкова оцінка визначається як середнє арифметичне з оцінок за захист практичних робіт 1-4 | Модульна робота по темах 1 - 4 | Підсумкова оцінка визначається як середнє арифметичне з оцінок за захист практичних робіт 5-7 | Модульна робота по темах 5-7 | Підсумкова оцінка визначається як середнє арифметичне з оцінок отриманих за виконання двох завдань тренінгу | Підсумкова оцінка за самостійну роботу визначається як середнє арифметичне з оцінок отриманих за виконання кожного із 5 завдань роботи | Структура екзаменаційного білету:<br>Тестові завдання (10 тестів по 2 бали за тест) – максимум 20 балів;<br>Питання 1 – макс. 25 балів;<br>Питання 2 – макс. 25 балів;<br>Задача – макс. 30 балів. |

#### Шкала оцінювання студентів:

| За шкалою ЗУНУ | За національною шкалою | За шкалою ECTS                                             |
|----------------|------------------------|------------------------------------------------------------|
| 90-100         | відмінно               | <b>A</b> (відмінно)                                        |
| 85-89          | добре                  | <b>B</b> (дуже добре)                                      |
| 75-84          |                        | <b>C</b> (добре)                                           |
| 65-74          | задовільно             | <b>D</b> (задовільно)                                      |
| 60-64          |                        | <b>E</b> (достатньо)                                       |
| 35-59          | незадовільно           | <b>FX</b> (незадовільно з можливістю повторного складання) |
| 1-34           |                        | <b>F</b> (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)    |