

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІННОВАТИКИ,
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ ТА ІНФРАСТРУКТУРИ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Навчально-наукового
інституту інноватики,
природокористування та
інфраструктури

Василь БРИЧ

“ _____ 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Навчально-наукового
інституту новітніх освітніх технологій

Святослав ПИТЕЛЬ

“ _____ 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. проректора з науково-
педагогічної роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ

“ _____ 2023 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни

“СУПУТНИКОВІ НАВІГАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ”

Ступінь вищої освіти – “бакалавр”

Галузь знань: 19 “Архітектура та будівництво”

Спеціальність: 193 “Геодезія та землеустрій”

Освітньо-професійна програма: “Геодезія та землеустрій”

Кафедра економічної експертизи та землевпорядкування

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практичні (год.)	ІРС, год.	Тренінг, КПЗ год.	Самостійна робота студ., год.	Разом, год.	Залік (семестр)	Екзамен (семестр)
Денна	IV	7	26	26	3	8	57	120	-	7
Заочна	IV	7	8	4	-	-	108	120	-	8

31.08.2023
[Signature]


Тернопіль – ЗУНУ, 2023

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавра галузі знань 19 “Архітектура та будівництво”, спеціальності: 193 “Геодезія та землеустрій”, затвердженої Вченою Радою ЗУНУ (№ 10 від 24.06.2020 р.).

Робочу програму склала


канд. техн. наук, доцент кафедри економічної експертизи та землевпорядкування Катерина СМОЛІЙ

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри економічної експертизи і землевпорядкування, протокол № 1 від 29 серпня 2023 р.

Завідувач кафедри, докт. екон. наук, професор  Борис ЯЗЛЮК

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності Геодезія та землеустрій протокол № 1 від 30 серпня 2023 р.

Голова групи забезпечення спеціальності, докт. техн. наук, професор  Ігор ПЕРОВИЧ

Гарант освітньо-професійної програми докт. техн. наук, професор  Ігор ПЕРОВИЧ

**СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
“СУПУТНИКОВІ НАВІГАЦІЙНІ СИСТЕМИ ТА ТЕХНОЛОГІЇ
”**

**Опис дисципліни
“Супутникові навігаційні системи та технології”**

Дисципліна “Автоматизація робіт кадастру та землеустрою”	Галузь знань, спеціальність, Ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS – 4	Галузь знань 19 “Архітектура та будівництво”	Статус дисципліни Обов’язкова, цикл професійної підготовки Мова навчання українська
Кількість залікових модулів – 4	Спеціальність 193 “Геодезія та землеустрій” Освітньо-професійна програма: Геодезія та землеустрій,	Рік підготовки: <i>Денна – 4</i> <i>Заочна - 4</i> Семестр: <i>Денна – 7</i> <i>Заочна – 7</i>
Кількість змістових модулів – 2	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Лекції: <i>Денна – 26</i> <i>Заочна - 8</i> Практичні заняття: <i>Денна – 26</i> <i>Заочна - 4</i>
Загальна кількість годин – 120		Самостійна робота: <i>Денна – 51 год.</i> <i>Заочна – 108 год.</i> Тренінг, КПЗ – 14 год. ІРС – 3 год.
Тижневих годин – 8 з них аудиторних – 4		Вид підсумкового контролю – екзамен

2. Мета і завдання дисципліни “Супутникові навігаційні системи та технології”

2.1. Мета вивчення дисципліни.

Метою дисципліни “Супутникові навігаційні системи та технології” є надбання студентами знань, навичок та вміння практичного використання ГНСС-систем для виконання землевпорядних та кадастрових знімачь, 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.

2.2. Завдання вивчення дисципліни: полягає у засвоєнні теоретичних знань та набутті навиків виконання кадастрових знімачь і землевпорядних робіт за допомогою ГНСС-систем, опрацьовувати та оцінювати результати знімачь і викреслювати необхідні графічні матеріали.

2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни:

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

2.4. Передумови для вивчення дисципліни.

Геодезія, землеустрій, вища геодезія.

2.5. Результати навчання:

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

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

3. Зміст дисципліни «Супутникові навігаційні системи та технології»

Змістовий модуль 1. Існуючі супутникові навігаційні системи.

Тема 1. Супутникові навігаційні системи їх види і будови.

Коротка історична довідка про супутникові навігаційні системи. Основні поняття глобальних навігаційна супутникова система (ГНСС). Сучасні існуючі ГНСС системи, їх будова, апаратне забезпечення, центри управління і контролю. Мережі перманентних станцій.

Література: 1, 7, 8, 14, 15, 17, 20, 21.

Тема 2. Методи GNSS спостережень, класифікація похибок.

Будова GNSS-приймача. Системи координат, що використовуються різними GNSS-системами. Режим роботи GNSS-систем. Основні поняття про методи знімання GNSS-системами. Класифікація та джерела похибок.

Література: 1, 7, 8, 14, 15, 17, 18, 20.

Тема 3. Коефіцієнти погіршення точності GNSS-спостережень.

Аналіз впливу похибок, які пов'язані з неточними вихідними даними. Вплив похибок пов'язаних з зовнішнім середовищем. Інструментальні джерела похибок, їх вплив на результати спостережень.

Література: 1, 7, 9, 10, 13, 18.

Тема 4. Вибір систем відліку та систем координат.

Інерціальні системи координат. Земна геоцентрична система координат. Міжнародна GPS служба.

Література: 1, 8, 14, 15, 16, 20.

Змістовий модуль 2. Застосування GNSS-технологій в землеустрої та кадастрі.

Тема 5. Застосування методу RTK для кадастрових зніманих.

Сучасні GNSS-приймачі з режимом роботи RTK. Формати передачі поправок. Вітчизняні та Світові мережі RTK. Режим роботи VRS. Планування GNSS-спостережень. Виконання кадастрового знімання за допомогою GNSS-приймачів в режимі RTK. Виніс меж земельних ділянок за допомогою GNSS-приймачів (камеральні та польові роботи).

Література: 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 14, .

Тема 6. Опрацювання GNSS-спостережень.

Ознайомлення з програмами для опрацювання GNSS-спостережень. Опрацювання GNSS-бази або вектора між двома пунктами. Режим автоматичного опрацювання, режим ручного опрацювання, перегляд результатів. Врівноваження GNSS-вимірів. Статистичний аналіз результатів опрацювання для оцінки точності. Опрацювання результатів кадастрових знімання і підготовка даних для викреслювання графічних матеріалів із землеустрою.

Література: 1, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 21.

Тема 7. Програмне забезпечення для опрацювання GNSS-даних для задач наукових і навчальних цілей.

Центри опрацювання даних перманентних станцій. Програмне забезпечення для опрацювання GNSS-даних для задач наукових і навчальних цілей (програма Bernice). Приклад опрацювання даних перманентних станцій в програмі LGO.

Література: 1, 10, 11, 20.

**4. Структура залікового кредиту
з дисципліни «Супутникові навігаційні системи та технології»
(денна форма навчання)**

	<i>Кількість годин</i>					
	Лекції	Прак-тичні заняття	Самостійна робота	Індивідуальна робота	Тренінг, КПЗ	Конт-рольні заходи
Змістовий модуль 1. Існуючі супутникові навігаційні системи.						
Тема 1. Супутникові навігаційні системи їх види і будови.	2	2	5	-	7	Пото-чне опиту-вання
Тема 2. Методи GNSS спостережень, класифікація похибок.	4	4	8	-		
Тема 3. Коефіцієнти погіршення точності GNSS-спостережень.	4	4	8	-		
Тема 4. Вибір систем відліку та систем координат.	4	4	8	-		
Змістовий модуль 2. Застосування GNSS-технологій в землеустрої та кадастрі						
Тема 5. Застосування методу RTK для кадастрових зніманих.	4	4	8	2	7	Пото-чне опиту-вання
Тема 6. Опрацювання GNSS-спостережень.	4	4	8	1		
Тема 7. Програмне забезпечення для опрацювання GNSS-даних для задач наукових і навчальних цілей.	4	4	6	-		
Разом	26	26	51	3	14	

(заочна форма навчання)

	<i>Кількість годин</i>			
	Лекції	Прак-тичні заняття	Самостій-на робота	Тре-нінг, КПЗ
Змістовий модуль 1. Існуючі супутникові навігаційні системи.				
Тема 1. Супутникові навігаційні системи їх види і будови.	1	0,5	15	-
Тема 2. Методи GNSS спостережень, класифікація похибок.	1	0,5	15	-
Тема 3. Коефіцієнти погіршення точності GNSS-спостережень.	1	0,5	15	
Тема 4. Вибір систем відліку та систем координат.	1	0,5	15	
Змістовий модуль 2. Застосування GNSS-технологій в землеустрої та кадастрі.				
Тема 5. Застосування методу RTK для кадастрових зніманих.	1	0,5	15	-
Тема 6. Опрацювання GNSS-спостережень.	2	1	18	-
Тема 7. Програмне забезпечення для опрацювання GNSS-даних для задач наукових і навчальних цілей.	1	0,5	15	-
Разом	8	4	108	-

5. Тематика практичних завдань

Практичне заняття №1

Тема: Методи GNSS спостережень.

Мета: зрозуміти суть та виконання GNSS-спостережень статичним, швидкостатичним, кінематичним, псевдокінематичним та RTK методами.

Питання для обговорення:

1. Суть методів;
2. Сфери використання методів;
3. Переваги використання.

Література 1, 7, 8, 15, 20.

Практичне заняття №2

Тема: Кадастрові знімання в режимі RTK.

Мета: навчитися виконувати кадастрові знімання в режимі RTK.

Питання для обговорення:

1. Підготовчі роботи;
2. Виконання зйомки території GNSS-приймачем в режимі RTK;
3. Скачування даних з GNSS-приймача на персональний комп'ютер.

Література: 2, 3, 4, 5, 6, 8.

Практичне заняття №3

Тема: Опрацювання GNSS-спостережень.

Мета: навчитись опрацьовувати результати спостережень.

Питання для обговорення:

1. Опрацювання результатів знімання в програмному пакеті LGO та TBC;
2. Оцінка точності отриманих результатів;
3. Експорт даних в програмний пакет Digitals з подальшим викреслюванням землевпорядних графічних матеріалів.

Література: 2, 10, 11, 12, 19, 20.

Практичне заняття №4

Тема: Опрацювання даних перманентних станцій.

Мета: вивчити виконувати опрацювання даних перманентних GNSS станцій.

Питання для обговорення:

1. Скачування даних перманентних GNSS-станцій (на прикладі мережі SOPAC);
2. Опрацювання даних перманентних станцій в пп LGO та TBC.
3. Оцінка точності отриманих результатів.

Література: 2, 10, 11, 19, 20.

6. Комплексне практичне індивідуальне завдання

Комплексне практичне індивідуальне завдання з навчальної дисципліни “Супутникові навігаційні системи та технології” виконується самостійно кожним студентом на основі даних власних досліджень проведених студентами та з використанням додаткових табличних даних. Метою виконання КПЗ є оволодіння методикою створення карт. КПЗ оформляється у відповідності із встановленими вимогами. В процесі виконання та оформлення КПЗ студент може використовувати комп’ютерно-інформаційну технологію. Отримані студентом навички будуть застосовуватися ним у процесі виконання курсових робіт, а також при подальшому дипломному проектуванні.

7. Самостійна робота

№ п/п	Тематика
1.	ГНСС-мережа Польщі
2.	ГНСС-мережа Румунії
3.	ГНСС-мережа Угорщини
4.	ГНСС-мережі Західної Європи
5.	ГНСС-мережі Північної Америки
6.	Центри опрацювання ГНСС даних
7.	ГНСС-мережі Азії
8.	ГНСС-технології та сільське господарство
9.	Застосування ГНСС для створення ДГМ
10.	Програмний продукт Bernice
11.	Геодинамічні полігони Європи
12.	Моніторинг гідротехнічних споруд за допомогою ГНСС технологій
13.	ГНСС-спостереження інженерних споруд

8. Тренінг з дисципліни

Тренінг (англ. *training*) — це запланований процес модифікації (зміни) відношення, знання чи поведінкових навичок того, хто навчається, через набуття навчального досвіду з тим, щоб досягти ефективного виконання в одному виді діяльності або в певній галузі. Тренування (від англ. *to train* — виховувати, навчати) — комплекс вправ для тренування в чому-небудь. Тренування — система підготовки організму людини з метою пристосування його до підвищених вимог і складних умов роботи й життя.

Порядок проведення тренінгу

1. **Вступна частина** проводиться з метою ознайомлення студентів з темою тренінгового заняття.
2. **Організаційна частина** полягає у створенні робочого настрою у колективі студентів, визначенні правил проведення тренінгового заняття. Можлива наявність роздаткового матеріалу у вигляді таблиць, бланків документів.

3. **Практична частина** реалізовується шляхом виконання завдань у групах студентів з певних проблемних питань теми тренінгового заняття.
4. **Підведення підсумків.** Обговорюється результати виконаних завдань у групах. Обмін думками з питань, які виносились на тренінгові заняття.

9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У навчальному процесі використовуються: лекції, практичні та індивідуальні заняття, групова робота, реферування, а також методи опитування, тестування, ділові ігри тощо.

У процесі вивчення дисципліни “Супутникові навігаційні системи та технології” використовуються наступні методи оцінювання навчальної роботи студентів:

- поточне тестування та опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- оцінювання виконання КПІЗ;
- ректорська контрольна робота;
- підсумковий екзамен;
- інше.

10. 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:

В 7-му семестрі

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2 (ректорська контрольна робота)	Заліковий модуль 3 (підсумкова оцінка за КПІЗ, враховуючи поточне опитування)	Заліковий модуль 4 (письмовий екзамен)	Разом
20 %	20 %	20 %	40 %	100 %
1. Усне опитування під час заняття (4 теми по 10 балів макс. 40 балів). 2. Письмова робота макс. 60 балів	1. Усне опитування під час заняття (3 тем по 20 балів макс. 60 балів). 2. Тестові завдання (20 тестів по 2 бали за тест – макс. 40 балів).	1. Написання та захист КПІЗ макс. 80 балів. 2. Виконання завдань під час тренінгу макс. 20 балів	Тестові завдання (20 тестів по 3 бали за тест – макс. 60 балів). Завдання 1 макс. 20 балів) Завдання 2 макс. 20 балів)	

Шкала оцінювання:

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

11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

№	Найменування	Номер теми
1.	Проектор	1-7
2.	Плоттер Epson Sure Color SC – T3200 24”	3, 4
3.	Програмний продукт LGO	6, 7
4.	Програмний продукт TBC	6, 7
5.	ГНСС-приймач	1-7

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Білоус В.В., Боднар С.П. Радіоелектронна геодезія. Навчальний посібник – К.: Вид-во ВПЦ “Київський університет”, 2020 р. – 106 с.
2. Савчук С.Г. Опрацювання даних ГНСС-спостережень на активних референцних станціях (2013-2014 рр.) Вісник геодезії та картографії, 2015, № 4 (97). с. 3-10.
3. ГНСС-мережа ZAKPOS. – www.zakpos.zakgeo.com.ua.
4. ГНСС-мережа від фірми Topcon в Україні – TNT ГНСС Network. – www.net.tnt-tpi.com.
5. ГНСС-мережа від фірми "System Solutions" – System.NET. – <http://ГНСС.org.ua/spiderweb/frmIndex.aspx>.
6. ГНСС-мережа від фірми "Навігаційно-геодезичний центр" – NGCNET. – <http://www.ngcnet.com.ua/index.php>.
7. Костецька Я. М. Геодезичні прилади. Частина II. Електронні геодезичні прилади : підручник для студентів геодезичних спеціальностей вузів. – Львів : ІЗМН, 2000. - 324 с.
8. 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.
9. Тревого І., Цюпак І. Метрологічна атестація еталонного базиса технологією GNSS. Метрологія. – 2014. – С. 381-384.

- 10.Третяк К.Р., Смолій К.Б. Урівноваження диференційним методом ГНСС мереж з обмеженим доступом до супутникових сигналів. Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2015. – Вип. 81. – С. 25-45.
- 11.Третяк, К.Р., Смолій, К.Б., Серант, О.В. Дослідження ефективності урівноваження ГНСС-мереж. Інженерна геодезія, 2015, вип. 62. – С. 32-44.
- 12.Федоров Д. Digitals. Використання в геодезії, картографії, землеустрої.. -354 с., Режим доступу: <http://geosystema.net/digitals/book/digitals-book.pdf>.
- 13.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.
- 14.Grewal S. M., Andrews P. A., Bartone G. C. Global Navigation Satellite Systems, Inertial Navigation, and Integration. Wiley; 4th edition. 2022. – 608 p. (про системи новітні бейонг, ГПС, Глонас).
- 15.Kaula M. W. Theory of Satellite Geodesy: Applications of Satellites to Geodesy (Dover Earth Science). Dover Publications. 2000. – 160 p.
- 16.Langley, R., “Time, Clocks, and GPS,” GPS World Magazine, Advanstar Communications, November–December 1991.
- 17.Parkinson, B., “A History of Satellite Navigation,” NAVIGATION: Journal of The Institute of Navigation, Vol. 42, No. 1, Spring 1995.
- 18.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.
- 19.Scripps Orbit and Permanent Array Center / California Spatial Reference Center [Електронний ресурс] - режим доступу: <http://sopac-csrc.ucsd.edu/>
- 20.Seeber, G., Satellite Geodesy: Foundations, Methods, and Applications, New York: Walter De Gruyter, 1993.
- 21.Sickle J. V. GPS for Land Surveyors. CRC Press. 2015. – 366 p.