

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Факультет економічних наук

Кафедра управління земельними ресурсами

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

Юрій КОТЛЯР

“ ” _____ 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**СУПУТНИКОВА ГЕОДЕЗІЯ**

Галузь знань 19 Архітектура та будівництво / G Інженерія, виробництво та будівництво
Спеціальність: 193 Геодезія та землеустрій / G 18 Геодезія та землеустрій

Розробник

Завідувач кафедри розробника

Завідувач кафедри спеціальності

Гарант освітньої програми

Декан факультету

Начальник НМВ

Дмитро СТЕРЛЄВ

Лев ПЕРОВИЧ

Лев ПЕРОВИЧ

Олена ЛАЗАРЄВА

Світлана БЕЛІНСЬКА

Євгенія ПОСТИКІНА



Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Характеристика дисципліни	
Найменування дисципліни	Супутникова геодезія	
Галузь знань	G Інженерія, виробництво та будівництво	
Спеціальність	G 18 «Геодезія та землеустрій»	
Спеціалізація (якщо є)		
Освітня програма	«Геодезія та землеустрій»	
Рівень вищої освіти	Першого (бакалаврського) рівня вищої освіти	
Статус дисципліни	нормативна	
Курс навчання	3	
Навчальний рік	2025 – 2026 н.р.	
Номер семестрів:	Денна форма	Заочна форма
	6	-
Загальна кількість кредитів ЄКТС/годин	4 кредитів / 120 годин	
Структура курсу: – лекції – семінарські заняття (практичні, лабораторні, півгрупові) – годин самостійної роботи студентів	Денна форма	Заочна форма
	- лекції - 16 год. - практичні заняття – 32 год. - самостійної роботи - 72 год.	
Відсоток аудиторного навантаження	40 %	
Курс навчання	3	
Навчальний рік	2025 – 2026 н.р.	
Мова викладання	Українська	
Форма проміжного контролю	Тестування	
Форма підсумкового контролю	Екзамен	

1. Мета, завдання та результати вивчення дисципліни

Мета: створення фундаменту знань для розуміння студентами теорії руху ШСЗ, елементів їх орбіти, систем координат та часу, планування та методів виконання вимірювань за допомогою супутникової радіонавігаційної апаратури, методів обробки виміряних даних для можливості застосування отриманих знань та навичок на практиці при виконанні комплексу геодезичних робіт..

Завдання:

- навчання студентів роботі з супутниковими приймачами, обчислювальної обробки результатів супутникових вимірювань..

Дисципліна «Супутникова геодезія» відноситься до циклу обов'язкових дисциплін.

Передумови вивчення дисципліни: засвоєння таких дисциплін економічного та землепорядного спрямування як інженерна геодезія, робоче проектування в землеустрої, геодезичне забезпечення землепорядкування, організація і контроль якості інженерно-геодезичних робіт.

В результаті вивчення дисципліни студент

має знати:

- основи сферичної астрономії;
- системи відліку (системи координат та часу);
- методика перетворень систем координат;
- елементи орбіт та теорію руху супутників ;
- основних методів та особливостей застосування супутникових радіонавігаційних систем при виконанні геодезичних робіт різного призначення та точності у кадастрових та землепорядних роботах

має вміти:

- розв'язувати задачі сферичної тригонометрії;
- здійснювати перетворення систем відліку;
- розраховувати елементи орбіти супутника та їх ефімерид;
- використовувати сучасне програмне забезпечення, супутникові радіонавігаційні прилади та устаткування для виконання робіт з геодезії.

Компетентності та програмні результати навчання

Загальні компетентності:

ЗК 02 Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Спеціальні (фахові) компетентності:

СК 02 Здатність застосовувати теорії, принципи, методи фізико-математичних, природничих, соціально-економічних, інженерних наук при виконанні завдань геодезії та землеустрою.

СК 04 Здатність обирати та використовувати ефективні методи, технології та обладнання для здійснення професійної діяльності у сфері геодезії та землеустрою.

СК 05 Здатність застосовувати сучасне інформаційне, технічне і технологічне забезпечення для вирішення складних питань геодезії та землеустрою.

СК 06 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.

Програмні результати навчання:

РН 6 Знати історію та особливості розвитку геодезії та землеустрою, їх місце в загальній системі знань про природу і суспільство.

РН 8 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.

РН 10 Обирати і застосовувати інструменти, обладнання, устаткування та програмне забезпечення, які необхідні для дистанційних, наземних, польових і камеральних досліджень у сфері геодезії та землеустрою.

РН 13 Планувати і виконувати геодезичні, топографічні та кадастрові знімання, опрацьовувати отримані результати у геоінформаційних системах

2. Програма навчальної дисципліни

Денна форма:

Програма навчальної дисципліни

Денна форма:

	Теми	Лекції	Практичні	Самостійна робота	Загальний обсяг
1	Вступ. Історія виникнення системи глобального позиціонування	1	2	6	5
2	Виникнення і розвиток системи глобального позиціонування	1	2	6	10
3	Аналіз досягнень в галузі супутникової навігації	1	4	6	9
4	Визначення відстані між терміналом та супутником. Похибки визначення координат та супутникових спостережень	1	2	6	5
5	Об'єднання GPS методів з іншими методами позиціонування	1	2	6	10
6	Системи відліку часу	1	2	4	8
7	Проектування і планування робіт при супутникових вимірів	2	2	4	7
8	Супутникове геодезичне обладнання	1	4	6	13
9	Етапи проектування і організації супутникових вимірювань	2	2	4	7
10	Методи позиціонування	1	2	4	7
11	Технологія проведення польових робіт	1	2	6	10
12	Режими супутникових вимірювань	2	2	4	7
13	Геодезичні мережі для моніторингу земної поверхні	1	2	4	7
14	Переведення даних GPS-спостережень в комп'ютер	1	2	6	10
	Всього за курсом	16	32	72	120

2.Зміст навчальної дисципліни

План лекцій

№	Тема заняття / план
1	<p>Тема 1. Вступ. Історія виникнення системи глобального позиціонування (1 год) Роль дисципліни «Глобальна система позиціонування» у підготовці спеціалістів геодезії та землеустрою. Мета і завдання дисципліни. Основні поняття глобальних навігаційних супутникових систем. Галузі застосування GPS-систем. Сфери використання супутникових навігаційних технологій. Основні завдання системи позиціонування у геодезії. Поняття позиціонування. Умови успішного визначення координат за допомогою супутникових систем.</p>
2	<p>Тема 2. Виникнення і розвиток системи глобального позиціонування (1 год) Історія створення системи Global Positioning System. Передумови виникнення супутникових навігаційних систем. Основні етапи розвитку GPS. Формування глобального супутникового угруповання. Розвиток цивільного використання супутникових навігаційних систем. Інші глобальні супутникові системи навігації: Galileo, BeiDou.</p>
3	<p>Тема 3. Аналіз досягнень у галузі супутникової навігації(1 год) Склад супутникових секторів систем GPS і Galileo. Історія розробки системи GPS та її призначення. Участь держав Європейського Союзу у створенні системи Galileo. Відмінності систем Galileo, GPS . Створення китайської глобальної навігаційної системи BeiDou. Особливості системи BeiDou. Індійська регіональна навігаційна система IRNSS. Система диференціальної корекції EGNOS та її призначення. Структура системи EGNOS та зона її покриття. Сучасні GNSS-приймачі та технології супутникової навігації.</p>
4	<p>Тема 4. Визначення відстані між приймачем та супутником. Похибки визначення координат (1 год) Частоти сигналів супутників GPS. Принцип вимірювання відстані між приймачем і супутником. Методи забезпечення точності визначення координат. Причини виникнення похибок у супутникових вимірюваннях. Атмосферні затримки сигналів. Похибки прийому сигналів і перешкод. Геометричні похибки конфігурації супутників. Методи підвищення точності визначення координат.</p>
5	<p>Тема 5. Об'єднання GPS-методів з іншими методами позиціонування(1 год) Необхідність поєднання GPS з іншими методами позиціонування. Основні методи позиціонування, що використовуються разом із GPS. Диференціальні методи позиціонування. Переваги комбінування різних навігаційних технологій.</p>
6	<p>Тема 6. Системи відліку часу(1 год) Одиниці вимірювання часу у супутникових системах. Істинна сонячна доба. Поняття екліптики. Всесвітній час UT. Системи всесвітнього часу та їх особливості. Ефемеридний час. Поняття атомної секунди та її значення. Система часу GPS.</p>
7	<p>Тема 7. Проектування і планування робіт при супутникових вимірюваннях (2 год)</p>

	<p>Порядок розроблення технічного проекту. Вимоги до вибору місця розташування пунктів спостережень. Польове рекогносцування та його призначення. Структура пояснювальної записки технічного проекту. Робочий проект і його призначення. Основні вимоги до робочого проекту. Зміст пояснювальної записки робочого проекту.</p>
8	<p>Тема 8. Супутникове геодезичне обладнання (1 год) Блок А Функціональні елементи супутникового приймача. Односистемні, двосистемні та багато системні GNSS-приймачі. Вимоги до комплектів супутникових приймачів. Відмінності між приймачами різних класів. Вимоги до програмного забезпечення для польових вимірювань.</p>
	<p>Тема 8. Супутникове геодезичне обладнання (2 год) Блок Б Технічні характеристики приймачів для геодезичних робіт. Склад комплекту апаратури для польових робіт. Особливості приймача Trimble R10.</p>
9	<p>Тема 9. Етапи проектування і організації супутникових вимірювань(1 год) Основні завдання підготовки супутникових вимірювань. Джерела інформації про стан систем GNSS. Визначення перешкод для поширення сигналів. Визначення координат пунктів спостережень. Побудова схеми перешкод для вимірювань. Планування часу проведення вимірювань та оцінка параметра PDOP. Оцінка впливу космічної погоди.</p>
10	<p>Тема 10. Методи позиціонування (1 год) Основні методи супутникових вимірювань у геодезії. Кодові та фазові вимірювання. Обмеження використання фазових вимірювань. Точне кінематичне позиціонування. Розвиток національних систем координат. Використання GNSS у сучасній геодезії. Проблеми впровадження навігаційних технологій.</p>
11	<p>Тема 11. Технологія проведення польових робіт (1год) Блок А Загальна характеристика польових робіт при супутникових вимірюваннях. Основні етапи виконання польових робіт із застосуванням системи Global Positioning System. Підготовка до проведення польових вимірювань. Розроблення технічного проекту та планування робіт. Вибір методу позиціонування залежно від поставлених завдань. Блок Б Перевірка та підготовка супутникової апаратури перед виїздом у поле. Вимоги до місця встановлення супутникового приймача. Вибір пунктів спостережень та їх рекогносцування. Підготовка геодезичних пунктів до проведення вимірювань. Встановлення супутникового приймача на пункті спостереження. Налаштування параметрів вимірювань у GNSS-приймачі.</p>
	<p>Тема 11. Технологія проведення польових робіт (1 год) Блок В</p>

	Контроль прийому сигналів супутників під час вимірювань. Виконання статичних та кінематичних вимірювань. Ведення польового журналу під час виконання спостережень. Контроль якості отриманих вимірювань.
12	Тема 12. Режими супутникових вимірювань (2 год) Збереження та передача результатів спостережень для подальшої обробки. Основні параметри супутникової апаратури, що впливають на точність вимірювань. Особливості використання різних типів GNSS-приймачів під час польових робіт.
13	Тема 13. Геодезичні мережі для моніторингу земної поверхні (1 год) Назвіть види моніторингу земної поверхні із застосуванням супутникових радіонавігаційних систем (СРНС) GPS Яка організація виконує глобальний моніторинг земної поверхні засобами GPS ? Охарактеризуйте безперервні спостереження (безперервно діючі масиви станцій). Охарактеризуйте змішані геодезичні вимірювання (багаторежимні вимірювання). Наведіть приклади регіональних і локальних геодинамічних мереж. Чим обумовлений інтерес до досліджень сучасних рухів і деформацій
14	Тема 14. Переведення даних GPS-спостережень в комп'ютер (1 год) Використання GNSS для моніторингу земної поверхні. Глобальні системи спостереження. Безперервні спостереження GNSS-станцій. Змішані геодезичні вимірювання. Геодинамічні мережі та їх призначення. Активні контрольні станції та їх функції.

3 План практичних (семінарських) занять

№	Тема заняття / план
1	Тема 1. Вступ. Історія виникнення системи глобального позиціонування (2 год) 1) Розкрити мету та практичну спрямованість дисципліни «Глобальна система позиціонування». 2) У яких галузях застосовують GPS-системи? 3) Розкрийте сфери застосування GPS. 4) Які основні завдання системи глобального позиціонування у геодезії? 5) Що означає узагальнене поняття позиціонування? 6) Що необхідно для успішного вирішення завдання позиціонування?
2	Тема 2 Виникнення і розвиток системи глобального позиціонування (2 год.) 1) Історія виникнення системи глобального позиціонування 2) Основні етапи розвитку GPS 3) Інші глобальні супутникові навігаційні системи

3	<p>Тема 3 Аналіз досягнень в галузі супутникової навігації (4 год)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Із скількох супутників складаються супутникові сектори кожної системи - GPS, GALILEO? 2. Коли, ким і з якою метою розпочата розробка системи GPS? 3. Які держави беруть участь у розгортанні системи GALILEO?. 4. Чим відрізняється система GALILEO від американської GPS? 5. Яку глобальну супутникову систему навігації незалежно створює Китайська Народна Республіка? 6. Чим відрізняється від попередніх систем система Бейдоу? 7. Коли, ким і з якою метою розпочата розробка індійської регіональної навігаційної супутникової системи IRNSS (Indian Regional Navigation Satellite System)? 8. З якою метою застосовується EGNOS (англ. European Geostationary Navigation Overlay Service)? 9. З чого складається система EGNOS? 10. За допомогою чого транслюються операційні повідомлення EGNOS ? 11. Яку територію охоплює зона дії EGNOS ? 12. Охарактеризуйте багато частотний GPS / приймач GNSS AsteRx4, які належать Septentrio. 13. Охарактеризуйте японський CLAS 14. Що є загальним недоліком використання будь-якої радіонавігаційної системи?
4	<p>Тема 3. Визначення відстані між терміналом та супутником. Похибки визначення координат та супутникових спостережень (2 год)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) На якій частоті передають супутники системи глобального позиціонування ? 2) Яка основна особливість вимірювання сигналу з супутника для забезпечення метрової точності визначення наземних координат? 3) З якою метою Міністерство оборони США вносило у супутникову інформацію системи GPS Похибки неавторизованого доступу? 4) Охарактеризуйте атмосферні затримки сигналів. 5) Чим спричинені похибки некоректних умов прийому сигналів? 6) Охарактеризуйте похибки визначення координат супутника? 7) Що необхідно для зменшення геометричних похибок конфігурації супутників? 8) Охарактеризуйте похибки від штучних джерел перешкод.? 9) За яким методом може бути суттєво покращена точність визначення координат?
5	<p>Тема 5. Об'єднання GPS методів з іншими методами позиціонування. (2 год.)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Необхідність поєднання GPS з іншими методами позиціонування 2) Основні методи позиціонування, що поєднуються з GPS 3) Диференціальні методи позиціонування 4) Переваги поєднання різних методів позиціонування

6	<p>Тема 6. Системи відліку часу (2 год)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) на які групи можна розділити одиниці відліку часу, що застосовуються при супутникових вимірах? 2) Що називають істинною сонячною добою. 3) Розкрийте сутність поняття «Екліптика». 4) Що називається всесвітнім часом UT (UniversalTime).? 5) Опишіть системи всесвітнього часу за ступенем обліку збурюючих факторів? 6) Охарактеризуйте систему ефемеридного часу, утвореної з UT шляхом введення поправки, отриманої за результатами спостереження Місяця. 7) Що таке атомна секунда, чому вона дорівнює та з якою метою була прийнята? 8) Опишіть власні системи часу в GPS.
7	<p>Тема 7. Проектування і планування робіт при супутникових вимірів (2 год)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Опишіть порядок роботи над технічним проектом. 2) Яких вимог необхідно дотримуватися при виборі місця розташування проектного пункту для супутникових вимірів? 3) З якою метою виконується польове рекогносцування? 4) Які відомості повинна містити пояснювальна записка до технічного проекту? 5) На підставі чого та з якою метою складається робочий проект ? 6) Які основні моменти повинен враховувати робочий проект ? 7) Які відомості повинна містити пояснювальна записка до робочого проекту?
8	<p>Тема 8. Супутникове геодезичне обладнання (2 год)</p> <p>Блок А</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) З яких функціональних елементів складається апаратура для прийому супутникових радіосигналів (супутниковий приймач)? 2) Чим відрізняється односистемна, двосистемна та багатосистемна геодезичні навігаційні апаратури споживача ГНСС ? 3) Які вимоги до комплектів супутникових приймачів, що на території України? 4) Яким технічним вимогам повинні відповідати приймачі, призначені для виконання робіт з розвитку знімального обґрунтування і зйомки ситуації і рельєфу ? 5) Які вимоги до складу комплекту апаратури для польових робіт ? 6) Чим відрізняються приймачі аматорського класу від приймачів картографічного класу? 7) Які вимоги висуваються до програмного забезпечення для геоінформаційного картографування в польових умовах ? 8) Назвіть основні переваги приймача Trimble R10.
	<p>Тема 8. Супутникове геодезичне обладнання (2 год)</p> <p>Блок Б</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Назвіть основні види ГНСС-приймачів 2) Охарактеризуйте інфраструктурний ГНСС-приймач «ФАЗА+» 3) Охарактеризуйте геодезичні приймачі Topcon 4) Охарактеризуйте геодезичні приймачі Sokkia 5) Охарактеризуйте геодезичні приймачі Leica 6) Охарактеризуйте приймачі Leica Viva Uno 10 і Uno 15 7) Охарактеризуйте супутниковий приймач ProMark500 компанії Magellan Navigation S.A.S. 8) Охарактеризуйте супутниковий польовий контролер Mobile Mapper CX 9) Який, на Вашу думку, ГНСС-приймач є найбільш зручним у використанні? Чому?
9	<p>Тема 9. Етапи проектування і організації супутникових вимірювань (2 год)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Які завдання необхідно вирішити для успішного виконання супутникових вимірювань? 2) Де можна знайти інформацію про поточний стан і майбутні регламентні роботи з різними ГНСС? 3) Як можна визначити перешкоди для поширення сигналів ГНСС?

	<p>4) Опишіть порядок визначення наближених координат місця майбутніх ГНСС вимірювань.</p> <p>5) Опишіть порядок визначення схеми перешкод ГНСС вимірювань.</p> <p>6) Опишіть порядок вибору дати, часу і оцінки параметра «зниження точності» PDOP і визначення оптимального часу проведення ГНСС вимірювань</p> <p>7) Опишіть порядок передбачення «космічної» погоди на дату планованих вимірювань</p>
10	<p>Тема 10. Методи позиціонування (2 год)</p> <p>1) Від яких факторів залежить майбутнє точного кінематичного позиціонування?</p> <p>2) Назвіть найбільш широко використовувані методи вимірювань при геодезичних роботах.</p> <p>3) Які є обмеження щодо універсального використання фазових вимірювань?</p> <p>4) Від яких факторів залежить майбутнє точного кінематичного позиціонування?</p> <p>5) Чому деякі країни заново визначають свої національні геодезичні системи координат? Назвіть приклади такого підходу.</p> <p>6) Якою є поточна політика провідних країн світу щодо ролі і місця ГНСС?</p> <p>7) Які є проблеми використання і поширення сучасних навігаційних технологій в Україні?</p>
11	<p>Тема 11. Технологія проведення польових робіт (1 год)</p> <p>Блок А</p> <p>1) Вкажіть етапи технології проведення робіт із супутниковою GPS апаратурою</p> <p>2) Вкажіть, які методи позиціонування застосовуються при виконанні геодезичних робіт</p> <p>3) Які документи повинна мати апаратура, що застосовується для зйомки ?</p> <p>4) З чого починається робота над технічним проектом ?</p> <p>5) Що повинна містити текстова частина технічного проекту ?</p> <p>6) Від яких факторів залежить вибір методу вимірювань, якщо він не обговорений у відповідному нормативному документі?</p> <p>7) Опишіть види супутникових приймачів в залежності від їх можливостей (і вартості)</p> <p>8) Опишіть значення основних параметрів супутникової апаратури.</p> <p>Блок Б</p> <p>1) Назвіть основні параметри, які установлюються і узгоджуються в різних супутникових приймачах для визначення однакового рівня точності?</p> <p>2) Які вимоги висуваються до параметрів місії?</p> <p>3) Чому з появою багатоканальних приймачів, проблема маски висоти стає менш актуальною?</p> <p>4) Якими факторами визначається тривалість сеансу у відносному методі спостережень?</p> <p>5) Який найкращий метод визначення оптимальної тривалості сеансу в великих проектах?</p> <p>6) Опишіть вимоги до форми геодезичної супутникової мережі</p> <p>7) Чому присутність в мережі довгих і коротких базових ліній може створювати деякі складності при реалізації проекту?</p> <p>8) Опишіть вимоги до опорних й контрольних точок</p> <p>9) Які три з шести базових ліній найчастіше користувачі вважають незалежними?</p>
	<p>Тема 11. Технологія проведення польових робіт (1 год)</p> <p>Блок В</p> <p>1) Назвіть способи для визначення вихідних параметрів моделей для обчислення тропосферних поправок.</p> <p>2) Вкажіть основні вимоги до місця для розміщення нових пунктів і закладки центрів</p> <p>3) Опишіть порядок призначення апріорних координат початкової точки в геоцентричних системах WGS-84 і / або ПЗ-90, в яких працюють СРНС.</p> <p>4) Яким способом можна отримати більш точні координати? Опишіть основні формули</p> <p>5) Опишіть способи обліку метеоданих.</p> <p>6) Які вимоги висуваються до місць для розміщення нових пунктів і закладки центрів?</p> <p>7) Опишіть порядок дій геодезиста при підготовці картоматеріалів</p> <p>8) Опишіть порядок дій при плануванні доступності супутників</p>

12	<p>Тема 10. Режими супутникових вимірювань (2 год)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Опишіть три основних режими статичних вимірювань із застосуванням фазових приймачів. 2) Чим відрізняється застосування одно частотної від двочастотної апаратури? 3) З якою метою використовують швидкостатичну зйомку? 4) З якою метою застосовують метод рекупації? 5) Опишіть порядок роботи перед виїздом в поле 6) Опишіть порядок роботи геодезиста на пункті 7) Які дані геодезист має внести в приймач? 8) Опишіть правила заповнення польового журналу 9) Яким чином відбувається контроль роботи апаратури під час вимірювань? 10) За якими програмами проводиться пост-обробка кодових вимірювань ? 11) Опишіть порядок зйомки з кодовим приймачем в лісі.
13	<p>Тема 11. Геодезичні мережі для моніторингу земної поверхні (2 год)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Назвіть види моніторингу земної поверхні із застосуванням супутникових радіонавігаційних систем (СРНС) GPS 2) Яка організація виконує глобальний моніторинг земної поверхні засобами GPS ? 3) Охарактеризуйте безперервні спостереження (безперервно діючі масиви станцій). 4) Охарактеризуйте змішані геодезичні вимірювання (багаторежимні вимірювання). 5) Наведіть приклади регіональних і локальних геодинамічних мереж. 6) Чим обумовлений інтерес до досліджень сучасних рухів і деформацій? 7) Що називають активною мережею ? 8) З яких компонентів складається устаткування станції активної мережі ? 9) Яке головне завдання активної контрольної станції? 10) В чому полягає головна перевага мережі активних контрольних станцій (АКС) ?
14	<p>Тема 12. Переведення даних GPS-спостережень в комп'ютер (2 год)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) За допомогою чого виконується переклад даних з приймача на жорсткий диск комп'ютера? 2) За допомогою яких програм проводиться польова обробка спостережень базових ліній? 3) Що розуміють під проектом обробки даних? 4) Охарактеризуйте формат обміну даними RINEX 5) Опишіть порядок обробки статичних вимірювань 6) опишіть порядок обробки кінематичних зйомок 7) Охарактеризуйте методи позиціонування 8) Чому виникають реальні обмеження щодо універсального використання фазових вимірювань? 9) Від яких факторів залежить майбутнє точного кінематичного позиціонування? 10) Завдяки чому можна спостерігати прогрес у розвитку засобів і методів визначення координат?

1.1. Завдання для самостійної роботи

Питання для обговорення

1. Історичні етапи становлення GPS-навігації
2. Основні теорії визначення положення пунктів з використанням GPS-приймача
3. Науково-технічні завдання GPS на перспективу
4. Використання картографічних матеріалів для GPS-спостережень

5. Основні програмні продукти, за допомогою яких здійснюється обробка даних GPS-спостережень
6. Застосування ДГМ при вирішенні завдань землепорядкування
7. Особливості використання супутникових методів визначення координат
8. Технологія диференційного GPS-вимірювання
9. Підготовка GPS-приймача до роботи та виконання спостережень на геодезичному пункті
10. Технічні особливості формування GPS сигналу
11. Методи конвертації координатних систем
12. Аналіз ринку сучасної GPS апаратури та її основних виробників
13. Аналіз основних форматів вихідних даних у різних типах GPS-апаратури
14. Аналіз програмного забезпечення для обробки даних геодезичних вимірювань
15. Виявлення тематичних напрямків прикладного використання результатів обробки геодезичних вимірів
16. Нормативні документи для створення геодезичної документації

Індивідуальні завдання

Створення індивідуальної кадастрової документації по проведених зйомках.

Приклад відповіді на питання 1

Історичні етапи становлення GPS-навігації.

Ідея реалізації навігаційної супутникової системи виникла у 50-х роках минулого століття. Американські вчені під час спостереження за сигналом отриманого від супутника виявили, досить специфічне явище. Полягало воно у тому, що при наближенні космічного апарату до Землі збільшується частота сигналу, і навпаки при віддаленні – зменшується, що відбувається завдяки ефекту Доплера. Сенс відкриття полягав в тому, що, знаючи координати розташування об'єкта на планеті, є можливість визначення положення і швидкості навігаційного супутника. А якщо відомо координати навігаційного супутника, тоді є безперечний факт визначення власних координат і швидкості пересування. Після цього відкриття вченими розпочалася робота над імплементацією першого прототипу.

Можливість реалізації з'явилася тільки у 1973 році, коли була розроблена програма DNSS. Пізніше назва була змінена на Navstar-GPS, і тільки потім система супутникової навігації отримала звичну для нас назву – GPS.

Перший супутник був виведений на орбіту влітку 1974 року. І тільки до 1993 року запустили останній 24-й супутник, який закривав повноцінне покриття земної поверхні. Саме тоді глобальну систему супутникової навігації повноцінно взяли на озброєння. У військових з'явилася можливість використовувати дану навігаційну систему для наведення ракет на нерухомі наземні об'єкти. Після вдосконалення даної системи, з'явилася можливість наведення і на рухомі об'єкти.

Під час створення, глобальна система позиціонування розроблялася для застосування тільки у військових цілях. Але після інциденту, що стався 1983 року,

коли літак Корейських авіаліній, на борту якого перебували 293 пасажери, під час вторгнення в радянський повітряний простір був збитий, президент США Рональд Рейган дав змогу частково застосовувати системи навігації для цивільних цілей. Але при цьому американські вчені навмисно зменшили точність визначення місцезорозташування, щоб не допустити використання даної системи супутникової навігації у військових цілях іншими користувачами.

У 2000 році указом президента США було скасовано навмисне загрублення точності супутникової навігаційної системи після появи інформації про розшифровку алгоритму, за допомогою якого вчені навмисно зменшували точність на частоті L1.

Космічні апарати рухаються по шести кругових траєкторіях орбіти Землі, висота яких досягає ~ 20180 км. Випромінювання сигналів відбувається в таких діапазонах: L2 = 1227,60 МГц, а L1 = 1575,42 МГц, а група ІІФ може випромінювати на L5 = 1176,45 МГц. Прийом навігаційних даних здійснюється тільки при безпосередній наявності супутника «в небі» і обробляються вони на стороні клієнта за допомогою приймача GPS.

Військові структури мають доступ до додаткових частот, чинним в діапазонах каналів L1/L2.

На орбіті постійно обертається угруповання із 30 супутників, завдяки котрому забезпечується стовідсоткова працездатність всієї системи, незалежно від місця розташування рухомого об'єкта-приймача на земній кулі. Але при взаємодії усіх компонентів системи, вони не завжди здатні забезпечувати прийнятний розрахунок місце розташування і впевнений прийом сигналу. Для того, щоб уникнути перебоїв у навігаційній системі, необхідно виводити на ремонт діючі сателіти, а також для збільшення точності позиціонування в цілому, на орбіті обертаються кілька запасних супутників.

Після запуску супутників блоку ІІФ, була введена частота L5 (1176.45 МГц). L5 отримала розповсюдження назва Safety Of Life («безпека життя людини»). Сигнал L5 на 3 дБ потужніше за цивільний, а смуга його пропускання у 10 разів ширша. Використовується даний тип сигналу тільки під час критичних ситуацій, в яких є безпосередній зв'язок із загрозою для життя людини

1.2. Форми і методи навчання та викладення дисципліни

Основними **формами навчання** є **лекції та групові** заняття, які передбачають оволодіння системою практичних професійних умінь та навичок з навчальної дисципліни та передбачають створення кадастрової документації по проведених зйомках. Така перевірка дає змогу виявити, якою мірою студент усвідомив теоретичний курс.

Основними **методами навчання** є **словесний метод** (дозволяє у найкоротший термін передати велику за обсягом інформацію, поставити перед студентами проблеми і вказати шляхи їхнього вирішення), **пояснювально-ілюстративний** (коли викладач повідомляє інформацію, розповідає), **метод проблемного викладу**

(коли викладач ставить навчальну проблему й показує доказові шляхи її вирішення), **діагностичний метод** (передбачає розв'язання вправ, завдань, тестів).

1.3. Забезпечення освітнього процесу

Забезпечення освітнього процесу здійснюється із застосуванням Moodle 3.3, в рамках якої для студентів розміщено в мережу лекції, перелік питань до заліку, питання до контрольних робіт, ККР з дисципліни, тести, ситуаційні завдання).

Підсумковий контроль

Перелік питань підсумкового контролю (екзамен)

1. Сучасні супутникові системи, стан, перспективи розвитку, модернізація.
2. Орбітальні угруповання середньо орбітальних супутникових систем.
3. Система GPS. Структура, принципи функціонування, сучасний стан, перспективи
4. Структура, принципи функціонування, сучасний стан, перспективи.
5. Порівняння GPS, NavStar, Galileo та інших перспективних КС.
6. Забезпечення функціонування глобальних середньо орбітальних супутникових систем.
7. Центри точних ефемерид. Вплив помилок ефемерид на точність супутникового позиціонування.
8. Структура сигналів супутникових систем. Кодові і фазові вимірювання.
9. Системи тимчасового забезпечення ГНСС. Вплив помилок шкал часу на точність супутникового позиціонування.
10. Вплив іоносфери і тропосфери на точність супутникових визначень. Атмосферні моделі.
11. Системи диференціальних корекцій.
12. Абсолютні визначення координат супутниковими методами.
13. Відносні визначення координат супутниковими методами.
14. Орієнтування на місцевості. Розвиток навігаційних систем. Призначення та використання
15. Основні системи координат. Системи вимірювання часу.
16. Геодезичні системи.
17. Загальноземна система координат.
18. Методика обробки результатів отримання координат об'єкта для відповідних ГІС або додатків.
19. Методи вимірювань та визначень у GPS. Абсолютний та відносний методи.
20. Псевдодальність та фазові вимірювання. Різносні методи вимірювань.
21. Похибки в GPS-даних. Ефемеридні похибки.
22. Похибки в GPS-даних. Атмосферні похибки.
23. Похибки в GPS-даних. Інші похибки: багатопроменевість, інструментальні, геометричний фактор.
24. Використання GPS технологій. Основні напрямки використання. Основні користувачі.
25. Виробники GPS-обладнання.
26. Навігаційні додатки GPS.
27. Геодезичні вимірювання супутниковими методами.
28. Специфіка традиційних геодезичних вимірювань. Альтернативний підхід до виконання геодезичних вимірювань.
29. Системи координат і часу, що використовуються в супутникових вимірах
30. Роль і значення координатно-часового забезпечення для супутникових методів.

31. Визначення координатних систем.
32. Загальні відомості про системи вимірювання часу.
33. Координатні системи, характерні для супутникової технології
34. Методи вимірювань і обчислень, що використовуються в системах глобального позиціонування
35. Методи супутникового позиціонування.
36. Абсолютні і відносні методи супутникових вимірів. Основні різновиди диференціальних методів.
37. Похибки супутникових вимірювань
38. Класифікація похибок.
39. Класифікація джерел похибок, характерних для супутникових вимірювань.
40. Джерела похибок, пов'язані з неточним знанням ефемерид супутників.
41. Вплив іоносфери. Вплив тропосфери. Багатопронемість.
42. Інструментальні джерела похибок.
43. Похибки, обумовлені нестабільністю ходу годинника на супутнику і приймачі.
44. Похибки, обумовлені неточністю знання точки належності, вплив нестабільності апаратних тимчасових затримок і внутрішніх шумів приймача.
45. Проектування, організація та обробка супутникових вимірювань
46. Специфіка проектування і організації супутникових вимірювань.
47. Об'єднання GPS і ГІС
48. Об'єднання GPS з лазерними далекомірами
49. Об'єднання GPS з навігаційними системами числення
50. Використання псевдосупутників
51. Технологія проведення польових робіт. Загальний порядок виконання робіт
52. Складання технічного проекту.
53. Складання робочого проекту.
54. Проект побудови геодезичної мережі
55. Вибір методу позиціонування
56. Вибір апаратури
57. Параметри місії
58. Форма геодезичної супутникової мережі
59. Кількість приймачів
60. Точність апріорних координат початкової точки мережі і ефемерид
61. Спосіб обліку метеоданих
62. Рекогносцировка мережі і закладка центрів
63. Планування доступності супутників
64. Режими супутникових вимірювань
65. Статичні вимірювання
66. Режим реокупації
67. Робота в полі при статичних вимірах
68. Приведення GPS вимірювань до центру знака

69. Кінематичний режим у відносному методі. Принцип роботи в кінематичному відносному режимі.
70. Позиціонування по фазі несучої в реальному часі
71. Методи збору даних при статичних вимірах
72. Геодезичні мережі для моніторингу земної поверхні
73. Геодинамічний моніторинг
74. Активні станції і мережі
75. Польова обробка даних
76. Переведення даних в комп'ютер
77. Обробка вимірювань
78. Контроль якості супутникових спостережень
79. Звіт про вимірювання
80. Метрологічне забезпечення супутникових вимірювань
81. Обробка GPS вимірювань. Методи, засоби та порядок обробки
82. Виявлення та відновлення втрат рахунку циклів
83. Проблема втрат рахунку циклів
84. Методи виявлення втрат рахунку циклів
85. Рішення базових ліній
86. Одночастотні рішення базових ліній
87. Рішення по двочастотним вимірам
88. Методи вирішення неоднозначностей фази
89. Особливості обробки спостережень GPS
90. Моделі фази несучої GPS

«0» варіант екзаменаційного білету з зазначенням максимальної кількості балів за кожне виконане завдання

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

(повне найменування вищого навчального закладу)

Освітньо-кваліфікаційний рівень бакалавр

Галузь знань: G Інженерія, виробництво та будівництво

Напрямок підготовки: G 18 «Геодезія та землеустрій»

Семестр б

Навчальна дисципліна **Супутникова геодезія**

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № «0»

1. Сучасні супутникові системи, стан, перспективи розвитку, модернізація.
(10 балів)
2. Роль і значення координатно-часового забезпечення для супутникових методів.
(10 балів)
3. Точність апріорних координат початкової точки мережі і ефемерид.
(10 балів)
4. Тестування (10 балів)

Затверджено на засіданні
кафедри, циклової комісії _____
Протокол № _____ від „_____” _____ 20__ року

Завідувач кафедри, голова циклової комісії Лев ПЕРОВИЧ

Екзаменатор _____ **Дмитро СТЕРЛІВ**
(підпис)

Критерії оцінювання та засоби діагностики результатів навчання

10 семестр

№	Вид діяльності (завдання)	Максимальна кількість балів
1	Виконання практичних робіт	18*2=36
2	Тестування	3*8=24
3	Екзамен	40
	Всього	100

Критерії оцінювання завдань для досягнення максимальної кількості балів

Тестування – є засобом контролю та діагностики знань студентів, призначені для самоконтролю та перевірки знань, що передбачає **вибір однієї або кількох правильних відповідей** (тестове завдання цієї форми складається з двох частин: умови, яка описує певну проблему та ставить завдання перед студентами; варіантів відповідей, серед яких, як мінімум, одна є правильною чи найкращою відповіддю, а решта – неправильні відповіді.

Посилання: (<https://moodle3.chmnu.edu.ua/mod/quiz/view.php?id=272656>).

Аналіз запропонованих аналітичних ситуацій - проводиться зі студентами з метою підвищення рівня їх підготовки та розкриття індивідуальних творчих здібностей з метою формування аналітичних вмінь. Цей підхід втілює в собі наступні ідеї: закріплення теоретичних знань з дисципліни; набуття навичок професійної діяльності; підвищення пізнавального інтересу до навчальної дисципліни; сприяє розвитку дослідницьких, комунікативних і творчих навичок та критичного мислення.

Індивідуальна робота в аудиторії – передбачає відповіді на питання під час групових занять, вміщує в себе теми доповідей.

Критерії оцінювання завдань для досягнення максимальної кількості балів

X семестр

Поточний контроль															Екзамени	Разом
Т 1	Т 2	Т 3	Т 4	Т 5	Т 6	Т 7	Т 8	Т 9	Т 10	Т 11	Т 12	Т 13	Т 14	Т е с т у в а н н я		
2	2	4	2	2	2	2	4	2	2	6	2	2	2	24	40	100

Рекомендовані джерела інформації

Основні:

1. Білоус В.В., Боднар С.П. (2021). Супутникова геодезія. Навчальний посібник. – К.: Київський національний університет імені Тараса Шевченка URL:https://geo.knu.ua/wp-content/uploads/2022/09/vb_2.01-gtz_-_2021.pdf?utm_source=chatgpt.com
2. Карпінський Ю. (2024). Законодавство України у сфері національної інфраструктури геопросторових даних. Лекція. USAID АГРО. URL: <https://www.youtube.com/watch?v=b08dh8ZkEmw>
3. Остроух В.І. (2022). Практикум з геодезії. К. ДНВП «Картографія» URL:https://biomed.knu.ua/institute-activity/educational/kafedry/kafedra-plant-biology/biblioteka/3693-praktikum-z-geodeziji.html?utm_source=chatgpt.com
4. Ямпольський В.О., Шевченко А.О. (2020). Основи геодезії. Київ: Наукова думка. URL:http://www.nbu.gov.ua/?utm_source=chatgpt.com
5. Sickel, J. V., & Marquez, B. (2024). GPS and GNSS for Land Surveyors. CRC Press. DOI:10.1201/9781003405238 URL:https://www.routledge.com/GPS-and-GNSS-for-Land-Surveyors-Fifth-Edition/VanSickle/p/book/9781032521022?srsId=AfmBOopGq223wgT_r3DffC0FJX-ECieCxo0oPR1UeHUQYskcCbYJwZug&utm_source=chatgpt.com
6. Simonetti, M., & Crespillo, O. G. (2024). Geodetic Altitude from Barometer and Weather Data for GNSS Integrity Monitoring in Aviation. *NAVIGATION: Journal of the Institute of Navigation*, 71(2). URL:https://elib.dlr.de/202304/?utm_source=chatgpt.com
7. Petropoulos, G. P., & Srivastava, P. K. (Eds.). (2021). GPS and GNSS Technology in Geosciences. Elsevier. URL:https://www.abebooks.com/9780128186176/GPS-GNSS-Technology-Geosciences-0128186178/plp?utm_source=chatgpt.com