

КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО
Навчально-науковий інститут механічної інженерії, транспорту та
природничих наук
Кафедра цивільної безпеки, охорони праці, геодезії та землеустрою

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Проректор з науково-педагогічної
та методичної роботи



Віктор КОСТІН
2022 року

СИЛАБУС З НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ООК-24 СУПУТНИКОВА ГЕОДЕЗІЯ

VI семестр

Освітній рівень: перший (бакалавр)

Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво»

Спеціальність: 193 «Геодезія та землеустрій»

Освітня програма: ОПП «Геодезія та землеустрій»

Обсяг навчальної дисципліни: 4,5 кредитів ECTS, 135 годин.

Форма підсумкового контролю: екзамен.

Час та аудиторія проведення занять: згідно з розкладом –
<http://193.189.127.179:5010/time-table/teacher>

Лектор: Шелковська Інна Миколаївна (кандидат технічних наук, доцент).

Контакти: +38 (097) 496-66-80, e-mail: selkovskaya291@gmail.com

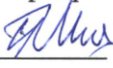
Години прийому та консультації: вівторок, 11.00-13.00. Розміщення кафедри:
м. Кременчук, вул. Першотравнева, 21/1, 7-й корпус, 2-й поверх, к. 7217, 7218

Веб сторінка курсу: <http://krnu.org/course/view.php?id=1043>

Додаткові інформаційні матеріали

http://document.kdu.edu.ua/met_sp_bak.php?spec=193

Силабус навчальної дисципліни «Супутникова геодезія» розроблено на основі освітньо-професійної програми «Геодезія та землеустрій», підготовки здобувачів вищої освіти освітнього ступеня «Бакалавр» зі спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» та відповідних нормативних документів.

Силабус розробили: доц. кафедри ЦБГЗ, доц.  Інна ШЕЛКОВСЬКА
доц. кафедри ЦБГЗ, доц.  Павло МІХНО

Силабус схвалено гарантом освітньо-професійної програми «Геодезія та землеустрій», спеціальності 193 «Геодезія та землеустрій» – кафедри цивільної безпеки, охорони праці, геодезії та землеустрою,

Гарант освітньо-професійної програми  Павло МІХНО

Завідувач кафедри  Сергій СУКАЧ

Опис навчальної дисципліни

Навчальна дисципліна «Супутникова геодезія» є обов'язковою навчальною дисципліною освітньо-професійної програми «Геодезія та землеустрій» підготовки бакалавра зі спеціальності 193 – «Геодезія та землеустрій».

Метою викладання навчальної дисципліни «Супутникова геодезія» є в ознайомленні студентів з теорією руху штучних супутників Землі (ШСЗ), методами визначення елементів їх орбіт, референцними системами координат, питаннями супутникової навігації та методами застосування глобальних навігаційних супутникових систем (ГНСС) в геодезичних вимірюваннях.

Завданням вивчення навчальної дисципліни «Супутникова геодезія» є сформувати у студентів навички визначення положення точок земної поверхні, уміння застосовувати знання з супутникової геодезії для планування, проведення геодезичних вимірювань та опрацювання даних GPS-вимірювань.

Навчальна дисципліна «Супутникова геодезія» логічно пов'язана з іншими навчальними дисциплінами: «Вища математик», «Фізика», «Вступ до спеціальності», «Геодезія», «Математична обробка геодезичних вимірів та основи метрології і стандартизації», «Вища геодезія», «Основи інженерної геодезії».

Навчальна дисципліна має на меті сформувати та розвинути наступні компетентності студентів.

Загальні компетентності:

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК03. Здатність планувати та управляти часом.

ЗК10. Здатність здійснювати безпечну діяльність.

Спеціальні компетентності:

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. СК9. Здатність агрегувати польові, камеральні та дистанційні дані на теоретичній основі з метою синтезування нових знань 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.

СК11. Здатність здійснювати геодезичний моніторинг земної поверхні, природних об'єктів, інженерних споруд.

СК14. Здатність застосовувати знання з геології, геодезії, землеустрою та кадастру для геодезичного і землевпорядного забезпечення діяльності на територіях техногенного навантаження і природно-заповідного фонду

Програмні результати навчання .

РН6. Знати історію та особливості розвитку геодезії та землеустрою, їх місце в загальній системі знань про природу і суспільство.

РН7. Виконувати обстеження і вишукувальні, топографо-геодезичні, картографічні, проектні та проектно-вишукувальні роботи при виконанні

професійних завдань з геодезії та землеустрою.

РН8. 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.

РН10. Обирати і застосовувати інструменти, обладнання, устаткування та програмне забезпечення, які необхідні для дистанційних, наземних, польових і камеральних досліджень у сфері геодезії та землеустрою.

РН11. Організовувати та виконувати дистанційні, наземні, польові і камеральні роботи в сфері геодезії та землеустрою, оформляти результати робіт, готувати відповідні звіти.

РН16. Розрізняти і характеризувати типи, форми і елементи рельєфу, виконувати районування територій техногенного навантаження і природно-заповідного фонду.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні:

знати: системи координат і часу супутникової геодезії; методи спостережень штучних супутників Землі; основні закони незбуреного руху супутників навколо Землі, збурюючі фактори руху супутників; особливості визначення елементів орбіти ШСЗ; мережу референцних станцій України; Європейську геостационарну службу навігаційного покриття (EGNOS) та Європейську перманентну ГНСС-мережу (EPN); глобальні навігаційні супутникові системи (ГНСС); структуру супутникового сигналу; вимірювані величини у ГНСС; методи ГНСС-спостережень (статичні, кінематичні, швидкі статичні тощо); можливості застосування RTK, RTN методів вимірювань ГНСС-приймачами; основні етапи та пакети програм для обробки GPS-вимірювань.

уміти: виконувати обчислення координат супутника та моменту часу в різних системах; визначати елементи незбуреної орбіти супутника та збуреної орбітної ефемериди; виконувати вимірювання з використанням ГНСС-приймача; вміти опрацьовувати результати ГНСС-вимірювань у спеціалізованих програмних продуктах.

Розподіл годин за видами занять

Вид занять	Кількість годин	
	Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Лекції	26	10
Лабораторні роботи	10	2
Практичні заняття	10	2
Самостійна робота студентів	89	121
Усього годин	135	135

Тематика лекцій

Предмет і задачі супутникової геодезії. Системи координат та шкали часу. Референцні системи координат у супутниковій геодезії. Методи супутникової геодезії. Елементи орбіти штучних супутників Землі (ШСЗ). Закони Кеплера. Незбурений рух ШСЗ. Збурений рух ШСЗ. Збурюючі фактори. Методи спостережень за ШСЗ. Глобальні навігаційні супутникові системи (ГНСС). Перманентні станції. Активні та віртуальні референцні станції. Європейська геостационарна служба навігаційного покриття (EGNOS) та Європейська перманентна GNSS-мережа (EPN).

Мережа референціальних станцій України. Методи GNSS-спостережень (статичний, швидкої статистики, стій-іди). Особливості Real Time Kinematic (RTK) та Real Time Networks (RTN) методів вимірювань. Опрацювання даних GNSS-спостережень.

Теми практичних занять

Перетворення геодезичних референціальних координат пункту спостереження ШСЗ на просторові прямокутні референціальні координати і навпаки. Обчислення елементів незбуреної орбіти штучного супутника Землі. Обчислення збуреної орбітної ефемериди штучного супутника Землі. Основні технічні характеристики GNSS, джерела похибок і корекції даних під час опрацювання супутникових спостережень. Огляд національних мереж референціальних GNSS станцій.

Теми лабораторних занять

Планування супутникових спостережень (GNSS Planning). Будова, технічні характеристики та призначення комплексу GNSS-приймача Elnav i73. Виконання налаштувань GNSS-приймача Elnav i73 для знімання в режимі RTK. Визначення координат пункту за виміряними псевдовідстанями, отриманими з GPS-спостережень.

Методичні вказівки студентам

Відвідування занять. Студенти мають відвідувати усі лекції, практичні та лабораторні заняття з навчальної дисципліни та дотримуватися термінів виконання усіх видів навчальних робіт, передбачених навчальною дисципліною. Пропущені лекційні, лабораторні роботи та практичні заняття студенти мають опрацювати самостійно.

Виконання практичних і лабораторних робіт. Підготовка до практичних і лабораторних занять передбачає попереднє ознайомлення з темою і завданнями заняття, а також вивчення відповідного матеріалу методичних вказівок. Бали за виконання практичних і лабораторних робіт нараховуються виключно після їх захисту. При цьому максимальним рейтингом оцінюється виконання практичних і лабораторних робіт згідно з розкладом занять за умови їх позитивного захисту.

Самостійна робота полягає у вивченні та доопрацюванні теоретичного матеріалу, підготовці до практичних і лабораторних занять та оформленні звітів, виконання контрольної роботи (заочна форма навчання).

Оцінювання студентів. Під час вивчення навчальної дисципліни «Супутникова геодезія» бали нараховуються за лекції (відвідування, конспект); виконання практичних і лабораторних робіт, їх захист; модульних контрольних робіт (онлайн-тестів), виконання і захист контрольної роботи (з. ф. н.), а також за екзамен.

Навчально-методичні матеріали з навчальної дисципліни «Супутникова геодезія» доступні за посиланнями:

1. Електронний курс «Супутникова геодезія»: <http://krnu.org/course/view.php?id=1043>.

Електронний курс використовується також для дистанційного навчання. Спосіб зарахування на курс «Супутникова геодезія» – самореєстрація студентів у Онлайн-системі КрНУ. Кодове слово отримувати у лектора.

2. Сайт кафедри цивільної безпеки, охорони праці, геодезії та землеустрою. URL: <http://gzk.kdu.edu.ua/node/93>.

Інформація щодо оцінювання знань

Контроль знань з навчальної дисципліни «Супутникова геодезія» здійснюється модульно-рейтинговою системою. Система контролю включає поточний і підсумковий (семестровий) контролю. Формами контролю є: усне опитування (на всіх видах аудиторних занять), виконання та захист практичних, лабораторних робіт,

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою
		для екзамену
90 – 100	A	відмінно
82-89	B	добре
74-81	C	
64-73	D	задовільно
60-63	E	
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи № 1

Модульна контрольна робота № 1 містить 20 тестових питань із множинним вибором за тематикою першого змістового модуля (<http://krmu.org/course/view.php?id=1043>). Правильна відповідь (один правильний варіант серед множини пропонованих) оцінюється 1 балом, неправильна – 0 балів.

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи № 2

Модульна контрольна робота № 2 містить 20 тестових питань із множинним вибором за тематикою другого змістового модуля (<http://krmu.org/course/view.php?id=1043>). Правильна відповідь (один правильний варіант серед множини пропонованих) оцінюється 1 балом, неправильна – 0 балів.

Критерії оцінювання знань студентів денної форми навчання, отриманих на аудиторних заняттях

Номер роботи	Тема	Критерії оцінювання	Оцінки у балах	Максимальний бал
1	2	3	4	5
Лекції				
1 модуль				
1	Предмет і задачі супутникової геодезії.	Відвідування заняття Ведення конспекту	0,25 0,25	0,5
2	Системи координат та шкали часу. Референцні системи координат у супутниковій геодезії.	Відвідування заняття Ведення конспекту	0,5 0,5	1
3	Методи супутникової геодезії.	Відвідування заняття Ведення конспекту	0,25 0,25	0,5
4	Елементи орбіти штучних супутників Землі (ШСЗ).	Відвідування заняття Ведення конспекту	0,5 0,5	1
5	Закони Кеплера. Незбурений рух ШСЗ.	Відвідування заняття Ведення конспекту	0,25 0,25	0,5
6	Збурений рух ШСЗ. Збурюючі фактори.	Відвідування заняття Ведення конспекту	0,5 0,5	1
7	Методи спостережень за ШСЗ.	Відвідування заняття Ведення конспекту	0,25 0,25	0,5
	Разом за модулем 1			5
2 модуль				
8	Глобальні навігаційні супутникові системи (ГНСС).	Відвідування заняття Ведення конспекту	0,5 0,5	1
9	Перманентні станції. Активні та віртуальні референцні станції.	Відвідування заняття Ведення конспекту	0,5 0,5	1

10	Європейська геостационарна служба навігаційного покриття (EGNOS) та Європейська перманентна GNSS-мережа (EPN). Мережа референцних станцій України.	Відвідування заняття Ведення конспекту	0,5 0,5	1
11	Методи GNSS-спостережень (статичний, швидкої статистики, стій-іди). Особливості Real Time Kinematic (RTK) та Real Time Networks (RTN) методів вимірювань.	Відвідування заняття Ведення конспекту	0,5 0,5	1
12	Опрацювання даних GNSS-спостережень.	Відвідування заняття Ведення конспекту	0,5 0,5	1
Разом за модулем 2				5
<i>Лабораторні роботи</i>				
1	Планування супутникових спостережень (GNSS Planning).	Виконання роботи Захист звіту	2 2	4
2	Будова, технічні характеристики та призначення комплексу GNSS-приймача Elnav i73.	Виконання роботи Захист звіту	2 2	4
3	Виконання налаштувань GNSS-приймача Elnav i73 для знімань в режимі RTK	Виконання роботи Захист звіту	2 2	4
4	Визначення координат пункту за виміряними псевдовідстанями, отриманими з GPS-спостережень.	Виконання роботи Захист звіту	2 1	3
Разом				15
<i>Практичні роботи</i>				
1	Перетворення геодезичних референцних координат пункту спостереження ШСЗ у просторові прямокутні референцні координати і навпаки.	Виконання роботи Захист звіту	2 1	3
2	Обчислення елементів незбуреної орбіти штучного супутника Землі.	Виконання роботи Захист звіту	2 1	3
3	Обчислення збуреної орбітної ефемериди штучного супутника Землі.	Виконання роботи Захист звіту	2 1	3
4	Основні технічні характеристики GNSS, джерела похибок та корекції даних при опрацюванні супутникових спостережень.	Виконання роботи Захист звіту	2 1	3
5	Огляд національних мереж референцних GNSS-станцій.	Виконання роботи Захист звіту	2 1	3
Разом				15

**Критерії оцінювання індивідуальної контрольної роботи
(заочна форма навчання)**

№ з/пор.	Критерії оцінювання	Мінімальний бал	Максимальний бал
1	Якість виконання завдання	3	5
2	Загальне оформлення контрольної роботи	1	2
3	Захист	1	3
	Усього	5	10

Рекомендована базова навчальна література:

Базова

1. Черняга П. Г., Бялик І. М., Янчук Р. М. Супутникова геодезія : навч. посібн. Рівне : НУВГП, 2013. 222 с. URL: https://shron1.chtyvo.org.ua/Cherniaha_Petro/Suputnykova_heodeziia.pdf?PHPSESSID=ac_hrsmn9i84uamu19uiv4r75m6.

2. Шумаков Ф. Т. Конспект лекцій з дисципліни «Супутникова геодезія» (для студентів 4 курсу денної форми навчання, спеціальності 7.070900 «Геоінформаційні системи та технології»). Харків : ХНАМГ, 2009. 88 с.

3. Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., Wasle E. GNSS – Global Navigation Satellite Systems GPS, GLONASS, Galileo and more. Wien, New-York : Springer. 2008. 516 p.

Допоміжна

1. Савчук С., Гошовський Р. Використання технології віртуальних референційних станцій для координатного забезпечення геодезичних та кадастрових робіт. *Сучасні досягнення геодезичної науки та виробництва*. Вип. II (20), 2010. URL : <http://ena.lp.edu.ua:8080/bitstream/ntb/10578/1/18.pdf>.

2. Пішко Ю. Р. Актуалізація параметрів методики відносних супутникових спостережень для створення опорних геодезичних мереж : дис....к. техн. н. : 05.24.01 /Нац. ун-т. «Львівська Політехніка». Львів, 2015. 207 с. URL: https://old.lpnu.ua/sites/default/files/dissertation/2016/792/d_robota_pishko.pdf.

3. Боднар С.П., Білоус В.В. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт з курсу «Геодезія». Частина 2. Київ : КНУ імені Тараса Шевченка, 2020 р. 49 с.

4. Беспалько Р. І., Гуцул Т. В. Застосування ГНСС-технології у землеустрої : навч.-метод. посібн. Чернівці : Чернівець. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2022. 140 с. URL: <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>.

5. Дульцев А. Т., Цюпак І. М., Янків-Вітковська Л. М. Перетворення топоцентричних екваторіальних координат ІІСЗ в геоцентричні екваторіальні координати. Львів : НУ «Львівська політехніка», 2008. 12 с.

6. Обчислення ефемериди супутника (на основі незбуреного руху ІІСЗ) / Укл. Дульцев А. Т., Цюпак І. М., Романишин І. Б., Задерецька М. К. Львів : Національного університету «Львівська політехніка», 2008. 16 с.

7. Хоптар А. А. Томографія тропосфери на основі опрацювання даних мульти-GNSS спостережень: дис....к. техн. н. : 193 Геодезія та землеустрої /Нац. ун-т. «Львівська Політехніка». Львів, 2020. 175 с.

8. Яцків Я., Хода О., Іщенко М., Жаліло О. Про науково-дослідницьку діяльність Головної астрономічної обсерваторії Національної академії наук України у використанні ГНСС-технологій. *Кінематика і фізика небесних тіл*. 2021. Т. 37. № 2. С. 75 – 88. URL: <https://www.mao.kiev.ua/biblio/jscans/kfnt/2021-37/kfnt-2021-37-2-05-yatskiv.pdf>. doi: <https://doi.org/10.15407/kfnt2021.02.075>.

9. Beer, S., Wanninger, L., HeBelbalbarth, A. Estimation of absolute GNSS satellite antenna group delay variations based on those of absolute receiver antenna group delays. *GPS Solutions*, 25. 2021. Art. numb. 110. <https://doi.org/10.1007/s10291-021-01137-8>.

10. Carlin, L., Hauschild, A., Montenbruck, O. Precise point positioning with GPS and Galileo broadcast ephemerides. *S Solutions*, 25. 2021. Art. numb. 77.

<https://doi.org/10.1007/s10291-021-01111-4>.

11. Ansari K., Corumluoglu O., Verma P., Pavelyev V. An Overview of the International GNSS Service (IGS). *Grenze International Journal of Computer Theory and Engineering*. Special issue. 2017. URL: https://www.researchgate.net/publication/315736026_An_overview_of_the_International_GNSS_Service_IGS.

12. Расюн В. Л. Методичні вказівки щодо виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Основи GNSS-вимірювань». Луцьк : Волинський національний університет імені Лесі Українки, 2022. 53 с. URL: https://evnuir.vnu.edu.ua/bitstream/123456789/21085/1/GNSS_metod.pdf.

13. Шелковська І., Лашко С., Козарь В., Гальченко Н. Особливості опанування геодезичних дисциплін в умовах дистанційного навчання. *Технічні науки та технології* : наук. журнал. Чернігів : НУ «Чернігівська політехніка», 2021. № 2 (24). С. 251–256.

Інформаційні ресурси

1. Сайт International GNSS Service (IGS). URL: <https://files.igs.org>.
2. Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру : Науково-дослідний інститут геодезії і картографії. URL: <http://dgm.gki.com.ua/ua/map>.
3. Національний центр управління та випробувань космічних засобів України. URL: <https://spacecenter.gov.ua>.
4. ГНСС-група ГАО НАН України. URL: <https://gnss.mao.kiev.ua/?q=node/1>.
5. Агентство Європейського Союзу з космічної програми. URL: <https://www.euspa.europa.eu>.
6. Система EGNOS. URL: <https://egnos-user-support.essp-sas.eu/egnos-system/about-egnos>
7. ГНСС-мережа Польщі – ASG-EUPOS. URL: <http://www.asgeupos.pl>.
8. ГНСС-мережа Словаччини – SKPOS. URL: <http://www.skpos.gku.sk>.
9. ГНСС-мережа Румунії – ROMPOS. URL: <https://rompos.ro>.
10. ГНСС-мережа Угорщини – ГНССnet.hu. URL: <https://www.gnssnet.hu>.
11. ГНСС-мережа Молдови – MOLDPOS. URL: <http://moldpos.md>.