



СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «Супутникова геодезія та сферична астрономія»

Ступінь вищої освіти - Бакалавр
Спеціальність 193 «Геодезія та землеустрій»
Освітня програма «Геодезія та землеустрій»
Рік навчання 3, семестр 6
Форма навчання денна
Кількість кредитів ЄКТС 5
Мова викладання українська

Лектор курсу
Контактна інформація
лектора (e-mail)
URL ЕНК на
навчальному порталі
НУБІП України

Опенько Іван Анатолійович
ivan_openko@nubip.edu.ua

<https://elearn.nubip.edu.ua/course/view.php?id=2581>

ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

Мета: формування у студентів теоретичних знань і практичних вмінь у вирішенні прикладних задач супутникової геодезії і сферичної астрономії, методичного забезпечення одержання та належного опрацювання результатів сучасних геодезичних вимірювань у цій сфері з використанням супутникових технологій.

Завдання: оволодіння знаннями про загальноземні і референсні системи координат, системи відліку часу, освоєння методики і практики виконання спостережень за штучними супутниками Землі та природними небесними об'єктами, досліджень незбуреного руху супутників та впливу збурень на цей рух, освоєння технологій постопрацювання даних спостережень, отриманих в режимі «Статика», «Кінематика».

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен оволодіти компетентностями:

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):

РН3 – доносити до фахівців і нефахівців інформацію, ідеї, проблеми, рішення, власний досвід та аргументацію;

РН4 – знати та застосовувати у професійній діяльності нормативно-правові акти, нормативно-технічні документи, довідкові матеріали в сфері геодезії та землеустрою і суміжних галузей;

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;

РН9 – 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;

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.

СТРУКТУРА КУРСУ

Тема	Години (лекції/ практичні/ самостійні)	Результати навчання	Завдання	Оцінювання
6 семестр				
Модуль 1. «Сферична астрономія, її сутність і завдання. Системи сферичних координат і системи вимірювання часу»				
Тема 1. Вступ до дисципліни. Небесна сфера та її геометрія.	4/4	<i>Знати</i> основні залежності сферичної тригонометрії. <i>Вміти</i> застосовувати різні способи розв'язання сферичних трикутників. <i>Аналізувати</i> залежності між елементами сферичних трикутників. <i>Розуміти</i> значення розв'язання задач на поверхні небесної сфери при опрацюванні астрономічних спостережень. <i>Розрізняти</i> різні методи побудови ліній і кутів на поверхні небесної сфери. <i>Застосовувати</i> здобуті знання у практичній діяльності за фахом. <i>Використовувати</i> здобуті знання в науковій і практичній роботі	Виконання практичної роботи №1 Виконання практичної роботи №2	10 10

		тощо.		
Тема 2. Системи сферичних координат і зв'язок між ними.	4/4	<i>Знати</i> моделі різних систем небесних координат. <i>Вміти</i> будувати на поверхні небесної сфери основні круги та лінії різних систем сферичних координат. <i>Аналізувати</i> залежності між різними моделями систем небесних сферичних координат. <i>Розуміти</i> зміст координатних величин для різних систем небесних координат. <i>Розрізняти</i> системи горизонтних і екваторіальних координат. <i>Застосовувати</i> здобуті знання при розв'язанні задач супутникової геодезії. <i>Використовувати</i> здобуті знання в науково-дослідній і практичній роботі тощо.	Виконання практичної роботи №3 Виконання практичної роботи №4	10 10
Тема 3. Системи вимірювання часу	2/2/30	<i>Знати</i> різні системи відліку часу. <i>Вміти</i> визначати момент часу астрономічних спостережень в різних системах відліку. <i>Аналізувати</i> порядок опрацювання даних спостережень зірок і супутників відносно часу спостережень. <i>Розуміти</i> існування різних систем відліку часу. <i>Відрізняти</i> різні системи відліку часу між собою. <i>Застосовувати</i> здобуті знання при опрацюванні результатів астрономічних і супутникових спостережень. <i>Використовувати</i> здобуті знання при розв'язанні задач супутникової геодезії.	Виконання практичної роботи №5 Виконання самостійної роботи №1 Написання модульного тесту 1	10 20 30
Всього за модуль 1				100
Модуль 2. «Основні задачі супутникової геодезії. Системи координат у супутниковій геодезії, методи спостереження ШСЗ»				
Тема 4. Предмет і задачі супутникової геодезії.	4/4	<i>Знати</i> основні задачі супутникової геодезії. <i>Вміти</i> визначати положення супутника в заданій системі координат.	Виконання практичної роботи №6 Виконання	10 10

		<p><i>Аналізувати</i> зв'язок між положенням пунктів земної поверхні та супутників при виконанні астрономічних і супутникових спостережень.</p> <p><i>Розуміти</i> зміст геометричних і динамічних задач супутникової геодезії.</p> <p><i>Розрізняти</i> поняття геометричних і динамічних задач супутникової геодезії.</p> <p><i>Застосовувати</i> здобуті навички для визначення координат точок земної поверхні на площині.</p> <p><i>Використовувати</i> здобуті знання при розв'язанні фахових практичних завдань тощ.</p>	практичної роботи №7	
<p>Тема 5. Системи координат у супутниковій геодезії</p>	4/2	<p><i>Знати</i> референцні та загально земні системи координат в супутниковій геодезії</p> <p><i>Вміти</i> виконувати переобчислення координат супутника та моменту спостережень із однієї системи в іншу</p> <p><i>Аналізувати</i> залежність взаємного розташування супутників і пунктів спостережень</p> <p><i>Розуміти</i> необхідність запровадження інерціальної системи координат в супутниковій геодезії</p> <p><i>Розрізняти</i> поняття координатних систем і систем відліку часу</p> <p><i>Застосовувати</i> здобуті знання у практичній діяльності за фахом</p> <p><i>Використовувати</i> здобуті знання в науково-дослідній роботі тощо</p>	Виконання практичної роботи №8	10
<p>Тема 6. Методи й апаратура для спостереження штучних супутників Землі (ШСЗ).</p>	2/2	<p><i>Знати</i> методикау обчислення геоцентричних координат ШСЗ за його топоцентричними координатами</p> <p><i>Вміти</i> обчислити геоцентричні прямокутні та сферичні координати ШСЗ.</p>	Виконання практичної роботи №9	10

		<p><i>Аналізувати</i> зображення ділянки небесної сфери у площині знімка</p> <p><i>Розуміти</i> особливості спостережень ШСЗ</p> <p><i>Розрізняти</i> методи спостережень ШСЗ</p> <p><i>Застосовувати</i> здобуті знання у практичній діяльності за фахом</p> <p><i>Використовувати</i> здобуті знання в науково-дослідній роботі тощо</p>		
Тема 7. Незбурений рух супутників	2/2/30	<p><i>Знати</i> основні закони незбуреного руху супутників навколо Землі</p> <p><i>Вміти</i> визначати елементи орбіти незбуреної орбіти супутників</p> <p><i>Аналізувати</i> залежності між елементами орбіти супутника та його положенням в просторі</p> <p><i>Розуміти</i> необхідність урахування елементів орбіти супутників для визначення його координат</p> <p><i>Застосовувати</i> здобуті знання у практичній діяльності за фахом</p> <p><i>Використовувати</i> здобуті знання в науково-дослідній роботі тощо</p>	<p>Виконання практичної роботи №10</p> <p>Виконання самостійної роботи №2</p> <p>Написання модульного тесту 2</p>	<p>10</p> <p>20</p> <p>30</p>
Всього за модуль 2				100
Модуль 3. «Глобальна навігаційна супутникова система»				
Тема 8. Загальні поняття про Глобальну навігаційну супутникову систему	2/2	<p><i>Знати</i> інтерфейс програмного забезпечення для обробки супутникових геодезичних вимірювань</p> <p><i>Вміти</i> застосовувати функціональні можливості програмного забезпечення «КРЕДО ГНСС»</p> <p><i>Аналізувати</i> дані супутникових спостережень</p> <p><i>Розуміти</i> супутникових вимірювань</p> <p><i>Застосовувати</i> здобуті знання у практичній діяльності за фахом</p> <p><i>Використовувати</i> здобуті знання в науково-дослідній роботі тощо</p>	Виконання практичної роботи №11	10

Тема 9. Опрацювання даних супутникових спостережень	2/4	<i>Знати</i> процес калібрування параметрів СК <i>Вміти</i> розраховувати параметри проекції <i>Аналізувати</i> замикання полігонів <i>Розуміти</i> порядок перевірки якості розрахунку базових ліній і відбраковування грубих рішень <i>Застосовувати</i> здобуті знання у практичній діяльності за фахом <i>Використовувати</i> здобуті знання в науково-дослідній роботі тощо	Виконання практичної роботи №12	10
			Виконання практичної роботи №13	10
Тема 10. Методи визначення координат при супутникових спостереженнях	2/2	<i>Знати</i> способи супутникових спостережень <i>Вміти</i> імпортувати дані ГНСС спостережень отриманих в режимі «Статика» <i>Аналізувати</i> інтервали спостережень <i>Розуміти</i> процес обробки базових ліній <i>Застосовувати</i> здобуті знання у науково-практичній діяльності <i>Використовувати</i> здобуті знання в науково-дослідній роботі тощо	Виконання практичної роботи №14	10
Тема 11. Планування супутникових спостережень з використанням ГНСС приймачів	2/2/30	<i>Знати</i> алгоритм обробки даних спостереження отриманих в режимі «Stop&Go» <i>Вміти</i> здійснювати постобробку даних спостереження отриманих в режимі «Кінематика» <i>Аналізувати</i> інформацію по векторах спостережень <i>Розуміти</i> порядок урівнювання геодезичної мережі <i>Застосовувати</i> здобуті знання у практичній діяльності за фахом <i>Використовувати</i> здобуті знання в науково-дослідній роботі тощо	Виконання практичної роботи №15	10
			Виконання самостійної роботи №3	20
			Написання модульного тесту 3	30
Всього за модуль 3				100
Всього за семестр				70

Залік			30
Всього за курс			100

ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ

Політика щодо дедалайнів та перескладання:	Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання модулів відбувається із дозволу лектора за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).
Політика щодо академічної доброчесності:	Списування під час контрольних робіт та екзаменів заборонені (в т. ч. із використанням мобільних девайсів). В лабораторних роботах повинні бути коректні текстові посилання на використану літературу
Політика щодо відвідування:	Відвідування занять є обов'язковим. За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись індивідуально (в он-лайн формі за погодженням із деканом факультету)

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ СТУДЕНТІВ

Рейтинг здобувача вищої освіти, бали	Оцінка національна за результати складання екзаменів заліків	
	екзаменів	заліків
90-100	відмінно	зараховано
74-89	добре	
60-73	задовільно	
0-59	незадовільно	не зараховано

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Єгоров О.І., Староверов В.С., Нестеренко О.В., Ковальов М.В. Супутникова геодезія / Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальності «Геодезія та землеустрій». НУБіП України. 2016. 25 с.

2. Єгоров О.І., Староверов В.С., Ковальов М.В. Супутникова геодезія / Методичні вказівки для самостійної роботи та виконання лабораторних робіт для студентів напряму 6.080101 - «Геодезія, картографія та землеустрій». – НУБіП України. – 2009. – 35 с.

3. Єгоров О.І., Староверов В.С., Ковальов М.В. Супутникова геодезія / Конспект лекцій для студентів напряму 6.080101 - «Геодезія, картографія та землеустрій». – НУБіП України. – 2010. – 75 с.

Основна література

1. Андрієвський С.М., Климишин І.А. Курс загальної астрономії: Навчальний посібник. – Одеса: Астропринт, 2007. – 480 с.

2. Астрономія: навчальний посібник / М. В. Головка, І. П. Крячко. – К.: ТОВ «КОНВІ ПРІНТ», 2018. – 272 с.

3. Єгоров О.І. Основи супутникової геодезії. Геометричні методи. – К.: КНУБіА, 2011. – 192 с.

4. Єгоров О.І., Староверов В.С., Ковальов М.В. Супутникова геодезія: конспект лекцій. – К.: НУБіП України, 2010. – 74 с.

5. Марков В.І. Основи космічної геодезії: Підручник. Кіровоград: ДЛАУ, 2002. 236 с.

6. Пилип'юк, Р. Г. Супутникова геодезія та сферична астрономія (розділ сферична астрономія) : лабораторний практикум / Р. Г. Пилип'юк, Р. Р. Пилип'юк. - Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2018. 69 с. <http://194.44.112.13/chytalna/6327/index.html>

7. Референційні системи в геодезії : підручник / О. М. Марченко, К. Р. Третяк, Н. П. Ярема. – Львів : Львівська політехніка, 2018. – 244 с.

8. Савчук С. Г. Основи формування геодезичної референцної системи України: дисертація доктора технічних наук: 05.24.01 / Національний університет «Львівська політехніка». Л., 2005.
9. 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: ФОП Ямчинський О.В., 2022. – 320 с.
10. Сферична астрономія: навч. посіб. / Ф. Д. Заблоцький, С. Г. Савчук, Ю. О. Лук'янченко та ін. Львів: Львівська політехніка, 2019. 152 с. ISBN 966-941-353-6.
11. Черняга П.Г., Бялик І.М., Янчук Р.М. Супутникова геодезія: навч. посібник. – Рівне: НУВГП, 2013. – 221 с.
12. Шумаков Ф.Т. Супутникова геодезія: конспект лекцій. – Харків, ХНАМГ, 2009.

Додаткова література

1. 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>
2. Araszkiewicz, 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.
3. Baldysz, Z., Nykiel, G., Araszkiewicz, 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.
4. Baldysz, Z., Nykiel, G., Figurski, M. and Araszkiewicz, A. (2018). Assessment of the Impact of GNSS Processing Strategies on the Long-Term Parameters of 20 Years IWV Time Series. Remote Sens., 10(4), 496. DOI: 10.3390/rs10040496.
5. Baldysz, Z., Nykiel, G., Figurski, M., Szafranek, K. and Kroszczyński, 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.
6. Banville, S., Sieradzki, R., Hoque, M., Wezka, 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.
7. 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.
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. 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.

12. 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.
13. Dawidowicz, K. and Krzan, G. (2017). Periodic signals in a pseudo-kinematic GPS coordinate time series depending on the antenna phase center model – TRM55971.00 TZGD antenna case study. *Surv. Rev.*, 49(355), 268–276. DOI: 10.1080/00396265.2016.1166688.
14. Douša, J., Dick, G., Kacmarík, M., Brožková, R., Zus, F., Brenot, H., Stoycheva, A., Möller, G. and Kaplon, J. (2017). Benchmark campaign and case study episode in central Europe for development and assessment of advanced GNSS tropospheric models and products. *Atmos. Meas. Tech.*, 9, 2989–3008. DOI: 10.5194/amt-9-2989-2016.
15. Drewes, H., Kuglitsch, F., Adám, J. et al. (2016). The Geodesist's Handbook 2016. *J. Geod.*, 90(10), 907–1205. DOI: 10.1007/s00190-016-0948-z.
16. Dymarska, N., Rohm, W., Sierny, J., Kaplon, J., Kubik, T., Kryza, M., Jutarski, J., Gierczak, J. and Kosierb, R. (2017). An assessment of the quality of near-real time GNSS observations as a potential data source for meteorology. *Meteorology Hydrology and Water Management*, 5(1), 3–13. DOI: 10.26491/mhwm/65146.
17. Figurski, M. and Nykiel, G. (2017). Investigation of the impact of ITRF2014/IGS14 on the positions of the reference stations in Europe. *Acta Geodyn. Geomater.*, 14(4), 401–410. DOI: 10.13168/ AGG.2017.0021.
18. Hadas, T. and Bosy, J. (2015). IGS RTS precise orbits and clocks verification and quality degradation over time. *GPS Solut.*, 19 (1), 93–105. DOI: 10.1007/s10291-014-0369-5.
19. Hadas, T., Krypiak-Gregorczyk, A., Hernández-Pajares, M., Kaplon, J., Paziewski, J., Wielgosz, P., Garcia-Rigo, A., Kazmierski, K., Sosnica, K., Kwasniak, D., Sierny, J., Bosy, J., Pucilowski M., Szyszko, R., Portasiak, K., Olivares-Pulido, G., Gulyaeva, T. and Orus-Perez, R. (2017). Impact and implementation of higher-order ionospheric effects on precise GNSS applications. *J. Geophys. Res.: Solid Earth*, 122, 9420–6436. DOI: 10.1002/2017JB014750.
20. Hadas, T., Teferle, F.N., Ka'zmierski, K., Hordyniec, P. and Bosy J. (2017). Optimum stochastic modeling for GNSS tropospheric delay estimation in real-time. *GPS Solut.*, 21(3), 1069–1081. DOI: 10.1007/s10291-016-0595-0.