

Міністерство освіти і науки України

Національний університет водного господарства та природокористування

Кафедра геодезії та картографії

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної,
методичної та виховної роботи

_____ О.А. Лагоднюк

“ ___ ” _____ 2020 р.

05-04-243

Робоча програма навчальної дисципліни

Program of the Discipline

ВИЩА ГЕОДЕЗІЯ

HIGHER GEODESY

спеціальність
specialty

193 Геодезія та землеустрій
193 Geodesy and Land Management

освітня програма
educational program

Геодезія та землеустрій
Geodesy and Land Management

Рівне – 2020

Робоча програма навчальної дисципліни “Вища геодезія” для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, які навчаються за спеціальністю 193 “Геодезія та землеустрій”, спеціалізація „Геодезія”. – Рівне: НУВГП, 2020. – 13 с.

Розробник: Тадєєв О.А., доцент кафедри геодезії та картографії, к.т.н., доцент

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри геодезії та картографії
Протокол від “ 11 ” травня 2020 року № 7

Завідувач кафедри геодезії та картографії _____ Р.М.Янчук

Керівник групи забезпечення спеціальності _____ В.С.Мошинський

Схвалено науково-методичною радою з якості ННІАЗ
Протокол від “ ___ ” _____ 2020 року № ___

Голова науково-методичної
ради з якості ННІАЗ _____ А.М.Прищепя

© Тадєєв О.А., 2020

© Національний університет
водного господарства та
природокористування, 2020

Вступ

Робоча програма навчальної дисципліни “Вища геодезія” розроблена на підставі тимчасового стандарту вищої освіти та навчального плану підготовки фахівців за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти спеціальності 193 “Геодезія та землеустрій”, спеціалізація “Геодезія”.

Дисципліна є складовою частиною циклу вибіркових дисциплін для підготовки здобувачів вищої освіти за спеціальністю 193 “Геодезія та землеустрій”. Вивчення курсу передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань з вищої математики, геодезії, математичної обробки геодезичних вимірів, основ вищої та супутникової геодезії.

Метою вивчення дисципліни є закріплення теоретичних знань та формування практичних навичок роботи з використання методів дослідження фігури і побудови моделей Землі, створення сучасних геодезичних референційних систем, використання алгоритмів і програмного забезпечення опрацювання результатів спостережень в глобальних геодезичних системах та баз даних різного цільового призначення, створення глобальних, регіональних та опорних державних геодезичних мереж.

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

Анотація

Дисципліна “Вища геодезія” є складовою частиною циклу вибіркових дисциплін для підготовки здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня, які навчаються за спеціальністю 193 “Геодезія та землеустрій”, спеціалізація “Геодезія”.

Дисципліна забезпечує закріплення теоретичних знань та формування практичних навичок роботи з використання методів дослідження фігури і побудови моделей Землі, створення сучасних геодезичних референційних систем, використання алгоритмів і програмного забезпечення опрацювання результатів спостережень в глобальних геодезичних системах та баз даних різного цільового призначення, створення глобальних, регіональних та опорних державних геодезичних мереж.

Ключові слова: геоїд; квазігеоїд; земний еліпсоїд; геосфера; система координат; референційні системи та їх реалізації; системи висот; бази даних.

Abstract

The course "Higher Geodesy" is an integral part of the block of selective disciplines for the training of applicants for higher education of the first (bachelor's) level, studying in the specialty 193 "Geodesy and Land Management", specialization "Geodesy".

The course provides the strengthening of theoretical knowledge and the formation of practical skills in working on use of methods of research of the figure and construction of models of the Earth, creation of modern geodetic reference systems, use of algorithms and software for processing the results of observations in global geodetic systems and databases of various purposes, creation of global, regional and core state geodetic networks.

Key words: geoid; quasi-geoid; Earth`s ellipsoid; geosphere; coordinate system; reference systems and their implementation; height systems; databases.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 4,0	Галузь знань 19 “Архітектура та будівництво”	Денна форма навчання
		Вибіркова
Модулів – 1	Спеціальність 193 “Геодезія та землеустрій”, спеціалізація “Геодезія”	Рік підготовки: 4-й
Змістових модулів – 2		Семестр: 7-й
Загальна кількість годин - 120		Лекції: 22 год.
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних: 3; самостійної роботи студента: 5	Освітня програма “Геодезія та землеустрій”	Практичні: 20 год.
	Рівень вищої освіти: бакалаврський	Самостійна робота: 78 год.
		Вид контролю: залік

Примітка. Співвідношення кількості годин аудиторних занять і самостійної роботи для денної форми навчання становить 35% до 65%.

2. Мета і завдання навчальної дисципліни

Мета викладання дисципліни – підготовка фахівців з питань використання методів дослідження фігури і побудови моделей Землі, створення сучасних геодезичних референсних систем, використання алгоритмів і програмного

забезпечення опрацювання результатів спостережень в глобальних геодезичних системах та баз даних різного цільового призначення, методів створення глобальних, регіональних та опорних державних геодезичних мереж.

В процесі підготовки ставиться завдання вивчення основ моделювання фігури та гравітаційного поля Землі та практичного застосування каталогів створених моделей, основ створення та використання сучасних земних геодезичних референцних систем, методів побудови глобальних, регіональних та локальних геодезичних мереж, просторових систем координат та їх взаємозв'язків, баз даних часових рядів координат.

У результаті вивчення даного курсу студент повинен:

знати: основи теорії фігури Землі, методи побудови і використовувани моделі Землі, принципи утворення систем відліку, датуму і просторових систем координат, зв'язки між основними системами координат, методи розв'язування головних геодезичних задач в просторовій системі координат, принципи створення, призначення, характеристики і параметри основних земних геодезичних референцних систем, основи трансформації між реалізаціями референцних систем, принципи створення і використання часових рядів координат, міжнародні та регіональні бази даних часових рядів координат, особливості створення національної референцної системи, національні геопросторові бази даних, методи побудови державної опорної геодезичної мережі;

вміти: здійснювати перетворення в просторових системах координат, розв'язувати головні геодезичні задачі в просторових системах координат, здійснювати пошук в каталогах, визначати параметри і використовувати глобальні та регіональні моделі Землі, здійснювати пошук оптимальних баз даних часових рядів координат і визначати поточні координати з урахуванням реалізацій геодезичних референцних систем.

3. Програма навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Основні задачі вищої геодезії

Тема 1. Предмет і задачі дисципліни

Основна задача вищої геодезії. Сутність моделей Землі. Структура дисципліни. Теоретична геодезія. Фізична геодезія. Космічна геодезія. Океанографія. Геодинаміка. Супутникова геодезія. Супутникова градієнтометрія. Супутникова альтиметрія. Методи космічного моніторингу Землі. Система глобальних геодезичних спостережень GGOS.

Тема 2. Практика моделювання гравітаційного поля і фігури Землі

Основи геометричного та гравіметричного способів вивчення фігури Землі. Сили притягання, відцентрова, тяжіння. Відхилення прямої

лінії. Потенціал (прискорення) сили тяжіння. Рівневі (еквіпотенціальні) поверхні. Геодезичні та нормальні висоти. Аномалії висоти. Нормальне гравітаційне поле Землі. Гравітаційні аномалії. Основи теорії геопотенціалу. Апроксимація потенціалу рядами сферичних функцій. Практика моделювання гравітаційного поля і фігури Землі. Міжнародний центр глобальних моделей Землі ICGEM. Каталог глобальних моделей Землі. Глобальні та регіональні моделі Землі: EGM2008, GGM05G, EIGEN-6C4, UKG2017.

Тема 3. Сучасна геотектоніка і геодезичний моніторинг геодинамічних процесів

Геотектоніка. Неотектоніка. Геодинаміка. Концепція тектоніки літосферних плит. Кінематичні моделі літосферних плит. Кінематика плит і сейсмічність. Рух полюсів, прецесія, нутація. Полюс Ейлера. Припливні деформації. Пружна деформація Землі. Геодезичні методи оцінювання та інтерпретації рухів і деформацій земної кори. Складові руху. Зміщення та їх швидкості. Загальна теорія і практика деформаційного аналізу. Геодинамічні полігони. GNSS-моніторинг геодинамічних процесів.

Змістовий модуль 2. Сучасні референсні системи в геодезії

Тема 4. Системи відліку і координат вищої геодезії

Поняття системи відліку, датуму і системи координат. Модельні та природні координати. Просторові прямолінійна прямокутна та полярна системи координат. Поняття зоряної та земної істинної (миттєвої) систем координат. Геоцентричні системи координат: прямокутна, сферична, еліпсоїдальна. Астрономічна (фізична) і географічна системи координат. Планетографічні топоцентричні (об'єктоцентричні) системи координат: екваторіальна, горизонтна. Топоцентричні горизонтні системи координат: прямокутна прямолінійна і полярна сферична. Зв'язки між основними системами координат. Прямі і обернені геодезичні задачі в просторовій системі координат.

Тема 5. Земні геодезичні референсні системи

Нормальний геопотенціал і геодезичні референсні системи GRS80 та WGS84. Призначення, характеристика і основні параметри систем GRS80 та WGS84. Фундаментальні сталі. Умовна небесна референсна система ICRS та її реалізація. Геоцентрична референсна система ITRS. Основи перетворення від небесної до земної системи координат.

Тема 6. Міжнародна земна референсна система ITRS

Умови запровадження ITRS. Поступальний та обертальний рухи Землі. Обертання Землі, рух полюсів, параметри орієнтації Землі. Теорія прецесії-нутації. Умова NNR. Мережі станцій спостережень супутниковими

методами. Центри опрацювання і аналізу даних. Розв'язки ITRF системи ITRS. Поточні реалізації ITRF системи ITRS. Параметри трансформації. Особливості реалізацій ITRF89 – ITRF97 у порівнянні з наступними поточними реалізаціями. Особливості реалізації ITRF2014.

Тема 7. Умовні статичні і кінематичні системи регіонального та національного масштабів

Визначення статичної та кінематичної системи. Підстави створення регіональних та локальних систем. Кінематичні системи відліку та їх географічне розташування. Модифікації та географічне розташування регіональних статичних систем. Європейська земна референсна система ETRS89. Реалізації ETRF системи ETRS89. Трансформації з ITRF до ETRF. Державна референсна система України УСК2000: підходи і методи створення, реалізація і стан запровадження. Державна геодезична мережа України.

Тема 8. Програмне забезпечення опрацювання результатів спостережень і бази даних часових координатних рядів

Поняття часового координатного ряду станції спостережень. Фактори впливу на визначення координат. Шум, сигнал. Амплітуда ряду. Зміщення ряду і методи його видалення. Характеристики основних алгоритмів і програмних комплексів опрацювання даних спостережень: Bernese, GAMIT-GLOBK, GIPSY-OASIS, QOCA package (Combined GAMIT-GIPSY solutions). Міжнародні та регіональні архіви і бази даних часових координатних рядів: IGS/IGB/IGb, SOPAC (SIO, JPL, JPLcomb), NGL, UNAVCO, GDC/BKG, EPNCB. Національна мережа активних станцій перманентних спостережень: методи опрацювання даних спостережень, операційні центри, точність і каталоги координат. База даних GNSS.MAO.UA.

Тема 9. Системи висот

Геодезичні, нормальні та ортометричні висоти. Особливості відліку висот у взаємозв'язку з методом геометричного нівелювання. Загальні вимоги до системи відліку висот. Еквіпотенціальна і рівнева поверхні. Футшок як нуль-пункт відліку висот. Нормальна система відліку висот. Теллуroid. Геопотенціальні числа. Зв'язок нормальних висот і перевищень, які виміряні методом геометричного нівелювання. Системи відліку висот у країнах Європи. Національна система відліку висот України. Європейські нівелірні мережі UELN та UPLN. Європейська вертикальна референсна система EVRS та її реалізація EVRF2000 (UELN-95/98). Параметри зв'язку між національними референсними висотними системами і системою EVRF2000. Особливості вертикальних дат у Міжнародній вертикальній референсній системі IVRS.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	Σ	у тому числі			
		лек	пр	інд	ср
Змістовий модуль 1. Основні задачі вищої геодезії					
1. Предмет і задачі дисципліни	6	2			4
2. Практика моделювання гравітаційного поля і фігури Землі	16	4	2		10
3. Сучасна геотектоніка і геодезичний моніторинг геодинамічних процесів	10	2	2		6
Разом – змістовий модуль 1	32	8	4		20
Змістовий модуль 2. Сучасні референсні системи в геодезії					
4. Системи відліку і координат вищої геодезії	34	2	12	12	8
5. Земні геодезичні референсні системи	10	2			8
6. Міжнародна земна референсна система ITRS	11	3			8
7. Умовні статичні і кінематичні системи регіонального та національного масштабів	13	3			10
8. Програмне забезпечення опрацювання результатів спостережень і бази даних часових координатних рядів	14	2	4		8
9. Системи висот	6	2			4
Разом – змістовий модуль 2	88	14	16	12	46
Разом	120	22	20		78

5. Темі практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Змістовий модуль 1. Основні задачі вищої геодезії		
1	Каталоги глобальних та регіональних моделей Землі	2
2	Геодезичні методи моніторингу геодинамічних процесів	2
Змістовий модуль 2. Сучасні референсні системи в геодезії		
3	Перетворення координат в прямокутній і полярній сферичній просторових геоцентричних системах	2
4	Перетворення координат в прямокутній і полярній еліпсоїдальній просторових геоцентричних системах	2
5	Перетворення координат в геоцентричній і топоцентричній горизонтній просторових прямокутних системах	2
6	Головні геодезичні задачі в просторовій системі координат	6
7	Бази даних часових координатних рядів станцій спостережень	4
Разом		20

6. Самостійна робота

6.1. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Змістовий модуль 1. Основні задачі вищої геодезії		
1	Предмет і задачі дисципліни	4
2	Практика моделювання гравітаційного поля і фігури Землі	10
3	Сучасна геотектоніка і геодезичний моніторинг геодинамічних процесів	6
Змістовий модуль 2. Сучасні референцні системи в геодезії		
4	Системи відліку і координат вищої геодезії	20
5	Земні геодезичні референцні системи	8
6	Міжнародна земна референцна система ITRS	8
7	Умовні статичні і кінематичні системи регіонального та національного масштабів	10
8	Програмне забезпечення опрацювання результатів спостережень і бази даних часових координатних рядів	8
9	Системи висот	4
Разом		78

6.2. Розподіл годин самостійної роботи

Розподіл годин самостійної роботи	
Підготовка до аудиторних занять	31
Опрацювання тем, які не викладаються на лекціях	-
Підготовка до контрольних заходів	35
Індивідуальні навчально-дослідні завдання	12
Разом	78

7. Завдання для індивідуальних навчально-дослідних завдань

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Змістовий модуль 2. Сучасні референцні системи в геодезії		
1	Перетворення координат в прямокутній і полярній сферичній просторових геоцентричних системах	2
2	Перетворення координат в прямокутній і полярній еліпсоїдальній просторових геоцентричних системах	2
3	Перетворення координат в геоцентричній і топоцентричній горизонтній просторових прямокутних системах	2
4	Головні геодезичні задачі в просторовій системі координат	6
Разом		12

Індивідуальні навчально-дослідні завдання передбачені у вигляді розв'язання окремих задач. Виконання завдань передбачає застосування отриманих під час проведення аудиторних занять та самостійної роботи теоретичних знань та навичок. Завдання розв'язуються за індивідуальними вхідними даними.

8. Методи навчання

Вивчення дисципліни досягається інформаційним, ілюстративним, дистанційним та проблемним методами навчання.

Лекції проводяться з використанням технічних засобів навчання, супроводжуються демонстрацією схем, відомостей і таблиць аудіовізуальними і мультимедійними засобами. Під час аудиторних занять та в індивідуальних навчально-дослідних задачах розглядаються ситуаційні завдання, наближені до реальних виробничих задач. Залучаються дані інформативного та довідкового характеру з офіційних порталів міжнародних та національних геодезичних установ і організацій в соціальних мережах. При розв'язуванні всіх завдань на практичних заняттях і в індивідуальних навчально-дослідних задачах використовується персональний комп'ютер із застосуванням доступних студентам сучасних технологій обчислень. Практичні заняття проводяться в комп'ютерному класі. Завдання супроводжуються прийняттям проблемних рішень, пов'язаних з вибором сучасних методів створення моделей Землі, створення глобальної та національної опорної геодезичних мереж, опрацювання результатів геодезичних вимірів, розв'язування геодезичних задач у просторовій системі координат, методів створення та принципів реалізації сучасних референціальних систем відліку та їх використання для практичних потреб. Це сприяє не лише оволодінню студентом методами збору та обробки інформації і її розміщення у офіційних архівах і базах даних, а й розвитку самостійного мислення, аналізу, засвоєнню методики прийняття рішень щодо вибору даних адекватно поставленому завданню. Самостійна підготовка студентів з вивчення дисципліни передбачає виконання зазначених вище завдань самостійної роботи методом опрацювання основної та допоміжної навчальної, навчально-методичної, нормативної літератури і періодичних видань, в тому числі й дистанційним методом (робота в соціальних мережах Internet).

Для досягнення мети і завдань вивчення дисципліни студентам надаються індивідуальні консультації, проводяться пояснення окремих питань, бесіди, дискусії.

9. Методи контролю

Для визначення рівня засвоєння студентом навчального матеріалу проводяться такі заходи поточного контролю та оцінювання знань:

- перевірка готовності, опитування, контроль та оцінка правильності виконання завдань на практичних заняттях;
- вирішення контрольних завдань за змістовими модулями у вигляді тестових питань (одна правильна відповідь з п'ятьох запропонованих на першому рівні, довільне число правильних відповідей з п'ятьох запропонованих на другому рівні, розв'язування задачі на третьому рівні).

Контроль самостійної роботи проводиться:

- з лекційного матеріалу шляхом перевірки конспектів;
- за практичними заняттями перевіркою виконаних завдань;
- за індивідуальними навчально-дослідними завданнями шляхом їх перевірки та захисту.

Для оцінювання знань використовується 100-бальна рейтингова шкала.

10. Розподіл балів, що присвоюються студентам

10.1. Поточний та підсумковий контролю

Поточний контроль				Індивідуальні навчально-дослідні завдання	Сума балів (залік)
Лекції	Практичні заняття		Тестування (бали)		
	теми	бали			
Змістовий модуль 1					
Теми 1-3	Тема 1	5	15		25
	Тема 2	5			
Змістовий модуль 2					
Тема 4	Тема 3	4	25	20	75
	Тема 4	4			
	Тема 5	4			
	Тема 6	10			
Теми 5-8	Тема 7	8			
Тема 9					
Разом		40	40	20	100

10.2. Шкала оцінювання

Сума балів за всі форми навчальної діяльності	Оцінка за всі форми навчальної діяльності
90 – 100	зараховано
82 – 89	
74 – 81	
64 – 73	
60 – 63	
35 – 59	не зараховано з можливістю повторного складання
0 – 34	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

11. Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до виконання самостійних та практичних робіт з дисципліни “Вища геодезія” студентами напряму 080101 „Геодезія, картографія та землевпорядкування”. 05-04-48. / О.А.Тадєєв, Т.І.Дець, А.В.Прокопчук, Рівне: НУВГП, 2014. – 39с.
2. Мультимедійна презентація.

12. Рекомендована література

12.1. Базова

1. Марченко О.М. Референсні системи в геодезії: навч. посібник / О.М. Марченко, К.Р. Третяк, Н.П. Ярема. – Львів: Львівська політехніка, 2013. – 216с.
2. Машимов М.М. Теоретическая геодезия: справочное пособие / М.М. Машимов. – Москва: Недра, 1991. – 268с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-mashimov-mm-geodeziya-teoreticheskaya-geodeziya-1991.pdf> - Назва з екрана.
3. Савчук С.Г. Вища геодезія: навч. посібник / С.Г. Савчук. – Житомир: ЖДТУ, 2005. – 315с.
4. Савчук С.Г. Вища геодезія: підручник, видання друге, доповнене / С.Г. Савчук. – Львів: Львівська політехніка, 2005. – 315с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://studfiles.net/preview/5198885/> - Назва з екрана.

12.2. Допоміжна

1. Безродний Д.А. Гравіметрія. Книга 1. Теоретичні основи гравіметрії / Д.А.Безродний. - Київ: КНУ, 2017. – 185с. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/gravimetriya1.pdf> - Назва з екрана
2. Грушинский Н.П. Теория фигуры Земли / Н.П. Грушинский. – Москва: Физматгиз, 1963. – 448с.

3. Закаатов П.С. Курс высшей геодезии / П.С. Закаатов. – Москва: Недра, 1976. – 511с.
4. Пеллинен Л.П. Высшая геодезия (Теоретическая геодезия) / Л.П. Пеллинен. – Москва: Недра, 1978. – 264 с.
5. Шимбирев Б.П. Теория фигуры Земли / Б.П. Шимбирев. – Москва: Недра, 1975. – 432с.

13. Інформаційні ресурси

1. База “Законодавство України” на сайті Верховної Ради [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi>. - Назва з екрана.
2. МОН України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.mon.gov.ua>. - Назва з екрана.
3. Наукова бібліотека НУВГП (інформаційні ресурси у цифровому репозиторії) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://nuwm.edu.ua/naukova-biblioteka>. - Назва з екрана.
4. Нормативно-правове і програмно-методичне забезпечення організації навчального процесу в ЗНЗ України [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.znz.edu-ua.net>. - Назва з екрана.
5. Рівненська обласна універсальна наукова бібліотека [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://litopus.com.ua/places/b-bl-oteki/r-vnenska-oblasna-un-versalna-naukova-b-bl-oteka/>. - Назва з екрана.
6. Стандарти вищої освіти за усіма рівнями вищої освіти [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://education-ua.org/ua/articles/689-standarti-vishchoji-osviti>. - Назва з екрана.
7. Міжнародна асоціація геодезії IAG (International Association of Geodesy) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: www.iag-aig.org . - Назва з екрана.
8. Міжнародний центр глобальних моделей Землі ICGEM (International Centre for Global Earth Models) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://icgem.gfz-potsdam.de/home> . - Назва з екрана.
9. ITRS-центр Міжнародної служби обертання Землі IERS [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://itrf.ign.fr/>. - Назва з екрана.
10. Центральне бюро Європейської мережі EPN (EUREF Permanent Network) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.epncb.oma.be/> . - Назва з екрана.
11. Державна служба України з питань геодезії, картографії та кадастру. Геопортал ДГМ2.0-в (Державна референсна система України УСК2000. Державна геодезична мережа України. Банк геодезичних пунктів України. Трансформаційне поле СК-42 - УСК2000) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://dgm.gki.com.ua/ua/transkord> . Назва з екрана.