



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ВОЛИНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ЛЕСІ УКРАЇНКИ
ГЕОГРАФІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА ГЕОДЕЗІЇ, ЗЕМЛЕВПОРЯДКУВАННЯ ТА КАДАСТРУ

СИЛАБУС

вибіркового освітнього компонента

ТЕОРІЯ ФІГУРИ ЗЕМЛІ

(назва освітнього компонента)

підготовки _____ першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

(назва освітнього рівня)

спеціальності _____ 193 – Геодезія та землеустрій

(шифр і назва спеціальності)

освітньо-професійної програми _____

(назва освітньо-професійної освітньо-наукової / освітньо-

_____ Геодезія та землеустрій

творчої програми)



Силабус освітнього компонента «ТЕОРІЯ ФІГУРИ ЗЕМЛІ» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, галузі знань 19 Архітектура та будівництво, спеціальності 193 Геодезія та землеустрій, за освітньо-професійною програмою Геодезія та землеустрій.

Розробник: Король П.П., кандидат географічних наук, доцент

Погоджено

Гарант

освітньо-професійної програми:

Олександр МЕЛЬНИК

**Силабус освітнього компонента затверджений на засіданні кафедри
геодезії, землевпорядкування та кадастру**

протокол № 1 від 30 серпня 20 22 р.

Завідувач кафедри:

Анна УЛЬ



Волинський національний університет
імені Лесі Українки
Географічний факультет
Кафедра геодезії,
землевпорядкування та кадастру



СИЛАБУС

вибіркового освітнього компонента

ТЕОРІЯ ФІГУРИ ЗЕМЛІ

ОПИС ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТА

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни
Денна форма навчання	Галузь знань: 19 Архітектура та будівництво Спеціальність: 193 Геодезія та землеустрій Освітня програма: Геодезія та землеустрій перший (бакалаврський) рівень освіти	Вибіркова
180 год. 6 кредитів		Рік навчання – 3
ІНДЗ: є		Семестр – 5
		Лекції – 36 год.
		Практичні – 36 год.
		Самостійна робота – 90 год.
Мова навчання	Консультації – 18 год.	
	Форма контролю: залік	
		українська

ІНФОРМАЦІЯ ПРО ВИКЛАДАЧА

Викладач	Король Павло Пилипович
Науковий ступінь	кандидат географічних наук
Вчене звання	доцент
Посада	доцент кафедри геодезії, землевпорядкування та кадастру
Профайл	https://wiki.eunu.edu.ua/wiki/%D0%9A%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D0%9F%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%BE%D0%9F%D0%B8%D0%BB%D0%B8%D0%BF%D0%BE%D0%B2%D0%B8%D1%87
Телефон	+380507396693
e-mail	pavking74@gmail.com
Консультації	очні консультації: 2 академічні години кожний четвер 13.25-14.45, аудиторія К-207



ОПИС ДИСЦИПЛІНИ

Анотація курсу

Дисципліна «Теорія фігури Землі» є одним із найважливіших елементів багатогранного блоку професійної підготовки майбутніх фахівців першого (бакалаврського) рівня вищої освіти галузі знань 19 – "Архітектура та будівництво" спеціальності 193 – "Геодезія та землеустрій" освітньо-професійної програми "Геодезія та землеустрій".

Вона вивчає форми поверхні Землі за полем її сили тяжіння. Відповідно до закону всесвітнього тяжіння, сила тяжіння Землі виникає між частинками певного тіла із усіма частинками Землі. Між двома елементарними частинками виникає елементарна сила тяжіння, що є прямо пропорційною до мас частинок і обернено пропорційно до квадрату відстані між частинками. Сила тяжіння Землі є рівнодійною усіх елементарних сил тяжіння. На даний час під фігурою Землі розуміють зовнішню фізичну поверхню Землі. Початки вивчення фігури Землі за показниками поля сили тяжіння були закладені Ісаком Ньютоном у законі всесвітнього тяжіння, який відкинув думку про існування Землі як тіла, що перебуває у вогняно-рідкому стані з шарами однакової густоти. Якби Земля не оберталась навколо своєї осі, то всі її частинки внаслідок взаємного притягання утворювали б сферичне тіло. Однак, внаслідок обертання Землі навколо своєї осі виникає відцентрова сила, яка намагається розтягнути Землю вздовж екватора, тому вона набуває еліпсоїдальної форми.

Фігура Землі є ідеалізацією, за допомогою якої намагаються описати форму планети. Залежно від мети опису використовують різні моделі форми Землі. У першому наближенні фігура Землі є сферою радіусом 6371116 м. При вирішенні переважної більшості завдань загального землезнавства цього наближення видається достатнім. У такому випадку нехтують сплюсненістю планети на полюсах, що характерно відрізняє її від нескінченості множин симетрії ідеальної сфери. У другому наближенні фігуру Землі ототожнюють з еліпсоїдом обертання, що характеризується вираженою віссю обертання, екваторіальною площиною симетрії з визначеною екваторіальною піввіссю та меридіональними площинами. Різниця півосей такого еліпсоїда становить близько 21 км. Внаслідок екваторіального розширення земного еліпсоїда найвіддаленішою від центру Землі точкою є не найвища за абсолютною висотою гора Джомолунгма, а вулкан Чімборасо, що розташований в Екваторі поблизу екватора. Внаслідок того, що екваторіальний переріз Землі також є еліпсом з різницею довжин півосей у 200 м та ексцентриситетом $1/300000$, у третьому наближенні моделлю Землі є триосний еліпсоїд. У географічних дослідженнях дана модель практично не використовується, вона лише описує складну внутрішню будову планети. Четвертим наближенням фігури Землі є геоїд – екіпотенціальна поверхня, що співпадає з середньозваженим рівнем Світового океану і є геометричним місцем точок простору, що мають однаковий потенціал сили ваги. Така поверхня має неправильну і складну форму. Рівнева поверхня в кожній точці є



перпендикулярною до виска. Поверхня геоїда відтворює вільну, незбуджену поверхню води у Світовому океані, що уявно продовжена під материками таким чином, щоб вона у всіх точках була перпендикулярною до напрямку сили тяжіння. У геодезії та картографії саме на поверхню геоїда проєктуються точки земної поверхні, які потім переносяться на еліпсоїд обертання для відображення у сферичній системі координат. Для території України поверхнею геоїда вважають рівневу поверхню, що проходить через нуль-пункт Кронштадтського футштока на Балтійському морі. Точне визначення поверхні геоїда відносно відлікової поверхні є практично неможливим, тому в геодезії використовують поверхню квазігеоїда. Поверхня геоїда має геометрично неправильну форму, на відміну від поверхні базового еліпсоїда, який часто використовується для наближеного представлення форми поверхні Землі, однак вона є значно згладженішою, ніж фізична поверхня Землі.

Пререквізити

Освітні компоненти першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, що містять знання, уміння й навички, необхідні для освоєння дисципліни **"Теорія фігури Землі"**: "Топографія", "Вища математика", "Геологія і геоморфологія", "Геодезія", "Математична обробка геодезичних вимірів", "Картографія" тощо.

Постреквізити

Дисципліни, для вивчення яких потрібні знання, уміння й навички, що здобуваються по завершенню вивчення дисципліни **"Теорія фігури Землі"**: "Вища геодезія", "Супутникова геодезія", "Картографія", "Географічні інформаційні системи", "Землевпорядне проєктування" тощо.

Мета і завдання навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни **"Теорія фігури Землі"** є вивчення можливостей визначення фігури Землі методом послідовних наближень за різноманітними геодезичними, гравіметричними, астрономічними і супутниковими спостереженнями.

Основними завданнями вивчення дисципліни **«Теорія фігури Землі»** є:

- вивчення форми, розмірів і зовнішнього гравітаційного поля Землі;
- вивчення методів створення системи опорних точок на земній поверхні та в навколосферному просторі, взаємне положення яких визначено у прийнятій системі координат із точністю, що є необхідною і достатньою для вирішення наукових і практичних задач.

Вирішення цих завдань виконується теоретично обґрунтованими методами математичної обробки результатів астрономічних, геодезичних, гравіметричних та супутникових вимірювань.

Згідно з вимогами освітньо-кваліфікаційної програми студенти повинні **знати:**

- силове поле Землі та його потенціал;
- розуміти силу тяжіння як рівнодійну сили притягання та відцентрової сили;
- потенціал сили тяжіння;



- шарові та сферичні функції;
- методику розкладання потенціалу сили тяжіння в ряд за сферичними функціями;
- абсолютні та відносні методи визначення сили тяжіння.

вміти:

- розкласти потенціал притягання в ряд Лапласа за сферичними функціями;
- виконувати розрахунки параметрів зовнішнього гравітаційного поля Землі;
- обчислювати нормальні висоти, аномалії висоти та складові відхилення прямовисних ліній;
- обчислювати аномалії сили тяжіння, будувати за їх розрахунками фрагменти гравіметричних карт, інтерполювати ізоаномали;
- визначати за гравіметричними картами аномалії висоти та складові відхилення прямовисних ліній;
- працювати з цифровими даними результатів супутникових місій.

3. КОМПЕТЕНЦІЇ

Результати навчання (компетентності)

До закінчення навчання студенти набудуть таких компетентностей:

інтегральна компетентність:

- здатність розв'язувати складні прикладні задач та вирішувати практичні проблеми у сфері професійної діяльності або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або опрацювання інновацій і характеризується комплексністю та/або невизначеністю умов

загальні компетентності:

- здатність до узагальнення, аналізу, сприйняття інформації, постановки мети і вибору шляхів досягнення, оволодіння культурою мислення (ЗК-1);
- володіння основними методами, способами і засобами отримання, зберігання, обробки інформації, наявність навичок роботи з комп'ютером як засобом управління інформацією (ЗК-9);

спеціальні (фахові, предметні) компетентності:

- здатність використовувати основні закони природничо-наукових дисциплін у професійній діяльності, застосовувати математичні методи і моделі у теоретичних та експериментальних дослідженнях (ФК-2);
- уміння застосовувати засоби обчислювальної техніки для математичної обробки результатів польових геодезичних вимірювань, астрономічних спостережень, гравіметричних визначень, фотограмметричних вимірювань (ФК-11);
- здатність до вивчення динаміки зміни поверхні Землі геодезичними методами і засобами дистанційного зондування (ФК-25);
- здатність до вивчення фізичних полів Землі і планет (ФК-26).



Програмні результати навчання

- основні відомості про форму і розміри Землі та методи визначення їх параметрів, системи координат та висот для визначення положення точок на земній поверхні та на площині;
- зміст і особливості застосування геології, геоморфології, ґрунтознавства, топографії, геодезії, інженерної геодезії для встановлення відповідних характеристик земної поверхні;
- зміст і особливості застосування метеорології, кліматології, метрології в топографо-геодезичних розрахунках; номенклатуру та зміст топографічних та цифрових карт і планів, способи відображення елементів місцевості та рельєфу на топографічних картах і планах;
- способи визначення положення точок на земній поверхні та прилади для їх визначення;
- методи створення геодезичних мереж: триангуляція, полігонометрія, трилатерація, глобальна система позиціонування (GPS) і нівелювання;
- принципи та способи побудови опорних та знімальних геодезичних мереж та методи вимірювання в них.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ (денна форма навчання)

Тема	Кількість годин					Форма контролю* / Бали
	Усього	У тому числі				
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота	Консультації	
Змістовий модуль 1. Геометричний метод визначення фігури Землі						
Тема 1. Вступ. Основні способи геометричних вимірювань на поверхні Землі.	14	2	2	10	-	ДС/4
Тема 2. Вирішення основних задач геодезії на еліпсоїді обертання.	6	2	2	-	2	ІРС/2
Тема 3. Визначення геодезичних координат і відстаней на еліпсоїді відносності.	14	2	2	10	-	РЗ/4
Тема 4. Поняття про редуційну проблему. Вплив відхилення вискових ліній.	4	2	2	-	-	РЗ/2
Тема 5. Визначення основних елементів фігури Землі на основі градусних вимірювань	4	2	2	-	-	РЗ/2
Тема 6. Вивчення фігури фізичної поверхні Землі методом Молоденського.	4	2	2	-	-	РЗ/2
Разом за змістовим модулем 1	46	12	12	20	2	16



Змістовий модуль 2. Гравіметричний метод визначення фігури Землі						
Тема 7. Історія розвитку гравіметрії і теорії фігури Землі.	6	2	2	-	2	РЗ/2
Тема 8. Теорія потенціалу сили тяжіння.	14	2	2	10	-	РЗ/2
Тема 9. Сферичні функції.	16	2	2	10	2	РЗ/2
Тема 10. Нормальне гравітаційне поле Землі. Нормальний земний еліпсоїд.	14	2	2	10	-	РЗ/2
Тема 11. Проблема регуляризації Землі. Редукція сили тяжіння.	16	2	2	10	2	РЗ/2
Тема 12. Аномальне гравітаційне поле. Геоїд регуляризованої Землі.	16	2	2	10	2	РЗ/2
Тема 13. Відхилення вискових ліній.	6	2	2	-	2	РЗ/2
Тема 14. Визначення фігури фізичної поверхні Землі.	6	2	2	-	2	РЗ/2
Модульна контрольна робота №1						МКР/30
Разом за змістовим модулем 2	94	16	16	50	12	46
Змістовий модуль 3. Астрономічний метод визначення фігури Землі						
Тема 15. Задача двох тіл. Визначення елементів фігури Землі за спостереженнями Місяця.	6	2	2	-	2	РЗ/2
Тема 16. Основи космічної геодезії. Визначення параметрів гравітаційного поля і фігури Землі за збуреннями у русі штучних супутників.	14	2	2	10	-	РЗ/2
Тема 17. Вирішення задачі двох нерухомих центрів для побудови нормального гравітаційного поля.	6	2	2	-	2	РЗ/2
Тема 18. Сучасний стан вивченості гравітаційного поля і фігури Землі.	14	2	2	10	-	РЗ/2
Модульна контрольна робота №2						МКР/30
Разом за змістовим модулем 3	40	8	8	20	4	38
Разом за модулем 1	180	36	36	90	18	100

*Форма контролю: ДС – дискусія, ДБ – дебати, Т – тести, ТР – тренінг, РЗ/К – розв’язування задач/кейсів, ІНДЗ/ІРС – індивідуальне завдання/індивідуальна робота студента, РМГ – робота в малих групах, МКР/КР – модульна контрольна робота/ контрольна робота, Р – реферат, а також аналітична записка, аналітичне есе, аналіз твору тощо.

ЗАВДАННЯ ДЛЯ САМОСТІЙНОГО ОПРАЦЮВАННЯ

№ з/п	Завдання	Кількість годин
1	Предмет теорії фігури Землі. Фігури і будова планет. Геодинаміка. Основні поняття фізичної геодезії. Історія вивчення фігури Землі. Космічна геодезія.	10
2	Сферична система. Широта, довгота і радіус-вектор. Еліпсоїдальна система координат. Декартові системи координат. Сферична система координат. Геодезична система координат.	10



	Геоцентрична система координат. Зв'язок між сферичною, геодезичною і декартовою системами координат.	
3	Основні формули теорії потенціалу. Формула Остроградського. Перша формула Гріна. Друга формула Гріна. Третя формула Гріна. Гармонічні функції. Властивості гармонічних функцій. Теореми про гармонічні функції. Кулясті функції. Диференціальне рівняння для сферичних функцій. Інтегрування диференціального рівняння.	10
4	Поліноми Лежандра і сферичні функції. Ортогональність сферичних функцій. Нормування. Ряд Лапласа. Аналітичне представлення функцій, що задані на сфері. Функції Лапласа. Сферичні функції. Поліноми Лежандра та їх властивості. Нормовані сферичні функції. Апроксимація функції, що задана на поверхні сфери, рядом Лапласа. Інтегральна форма ряду Лапласа.	10
5	Розкладання потенціалу притягання в ряд за кулястими функціями. Стоксові постійні. Гравітаційний потенціал тіла обертання. Потенціал тяжіння. Представлення гравітаційного потенціалу рядом Лапласа. Механічний зміст стоксових постійних. Потенціал тяжіння. Границі Пуанкаре і Круделлі для кутової швидкості обертання фігури рівноваги.	10
6	Нормальний потенціал тяжіння. Чотири фундаментальних константи, що визначають потенціал тяжіння. Сфероїд Клеро. Теорема Стокса. Гравітаційний потенціал еліпсоїда обертання. Диференціальні рівняння, що визначають потенціал притягання еліпсоїда. Умови гідростатичної рівноваги еліпсоїда обертання. Нормальна Земля. Нормальний потенціал тяжіння. Гравітаційний потенціал еліпсоїда обертання. Зв'язок коефіцієнтів розкладання потенціалу притягання з чотирма фундаментальними постійними.	10
7	Формула Сомільяни. Нормальна сила тяжіння. Другі похідні гравітаційного потенціалу. Локальне рівняння поверхні рівня. Кривизни і радіуси кривизни нормального січення поверхні рівня. Другі похідні нормального потенціалу. Перші і другі похідні гравітаційного потенціалу в приземному просторі. Нормальне поле тяжіння Землі.	10
8	Збурюючий потенціал, гравітаційні аномалії. Гранична умова для збурюючого потенціалу. Зовнішні і внутрішні граничні задачі Діріхле, Неймана, змішані граничні задачі. Визначення висот геоїда методом Стокса. Функція Стокса. Визначення відхилень виска. Формули Венінг-Мейнеса. Визначення фігури геоїда. Гранична задача Діріхле для сфери. Граничні задачі Неймана. Змішана гранична задача.	10
9	Вирішення проблеми Стокса. Проблема регуляризації Землі. Система висот. Геодезична, ортометрична і нормальна висоти. Квазігеоїд. Аномалія висоти. Телуроїд. Граничні умови задачі Молоденського. Квазігеоїд Молоденського. Критика класичної теорії Стокса. Система висот.	10
	Разом	90



МЕТОДИ ТА ФОРМИ НАВЧАННЯ

Словесні методи: лекція, пояснення, розповідь.

Наочні методи: мультимедійні презентації з топографії, геодезії та картографії, використання пакетів прикладних програм опрацювання результатів топографо-геодезичних знімів та створення картографічних матеріалів з метою моделювання та прогнозування географічних об'єктів.

Практичні методи: інформаційно-рецептивний, ілюстративний, репродуктивний, евристичний, метод проблемного викладу.

Методи стимулювання інтересу до навчання і мотивації: дискусії і диспути, створення ситуації пізнавальної новизни та зацікавленості.

Методи контролю: захист лабораторних та графічних робіт, модульний контроль у вигляді комп'ютерного тестування, екзамен.

Методи самоконтролю: самостійний пошук помилок, уміння самостійно критично оцінювати свої знання, визначати пріоритетні напрямки власного навчального процесу, самоаналіз.

Форми роботи: індивідуальна, групова, фронтальна.

Форми організації навчання: лекційні заняття, лабораторні заняття, самостійна робота студентів, контрольні заходи.

ПОЛІТИКА ОЦІНЮВАННЯ

Політика викладача щодо студента

Для одержання високого рейтингу необхідно виконувати наступні умови:

- не пропускати навчальні заняття, не запізнюватися та не займатися сторонніми справами на них;
- чітко і вчасно виконувати навчальні завдання та завдання для самостійної роботи;
- виключати мобільний телефон та інші гаджети під час навчальних занять, а також проміжного і підсумкового контролю знань;
- приймати участь у контрольних заходах (поточний, модульний, підсумковий контроль та контроль самостійної роботи).

За об'єктивних причин (наприклад, хвороба, міжнародне стажування) навчання може відбуватись в on-line формі (змішана форма навчання) за погодженням із деканатом та керівником курсу.

Політика щодо академічної доброчесності

Прослуховуючи цей курс, Ви погодились виконувати положення принципів академічної доброчесності:

- виконувати всі поточні завдання та підсумковий контроль самостійно без допомоги сторонніх осіб;
- не допускати списування під час проведення контрольних заходів (у т. ч. із використанням мобільних пристроїв);
- надавати для оцінювання лише результати власної роботи;



- не вдаватися до кроків, що можуть нечесно покращити Ваші результати чи погіршити/покращити результати інших студентів;
- не публікувати і не розповсюджувати відповіді на питання, що використовуються в рамках курсу для оцінювання знань студентів.

Політика щодо дедлайнів та перескладання

Самостійно вивчати матеріал пропущеного заняття; за умов невиконання завдань практичного курсу відпрацювати їх під керівництвом викладача та захистити у час, що передбачений графіком консультацій викладача.

Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин, оцінюються з понижуючим коефіцієнтом (до -50%). Перескладання модулів відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин.

Неформальна освіта при викладанні дисципліни

Визнання результатів навчання, отриманих у неформальній освіті здійснюється відповідно до «Положення про визнання результатів навчання, отриманих у формальній, неформальній та/або інформальній освіті у Волинському національному університеті імені Лесі Українки» (https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2020/11/1_%D0%92%D0%B8%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F_%D1%80%D0%B5%D0%B7%D1%83%D0%BB_%D1%82%D0%B0%D1%82%D0%B2_%D0%92%D0%9D%D0%A3_i%D0%BC.%D0%9B.%D0%A3.2_%D1%80%D0%B5%D0%B4.pdf).

Сертифікати участі у майстер-класах (семінарах, курсах тощо) на тематику, яка відповідає темам курсу, є достатньою підставою для зарахування відповідних тем.

ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ

Рейтинг студента з навчальної роботи визначається відповідно до "Положення про поточне та підсумкове оцінювання знань здобувачів освіти Волинського національного університету імені Лесі Українки" (https://ed.vnu.edu.ua/wp-content/uploads/2022/07/Polozh_pro_otzin_%D0%A0%D0%B5%D0%B4_%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%9C%D0%95%D0%94.pdf).

Рейтинг студента з навчальної роботи визначається відповідно до "Положення про організацію контролю та оцінювання навчальних досягнень здобувачів освіти..." у Волинському національному університеті імені Лесі Українки. Оцінювання знань студентів з навчальних дисциплін здійснюється на основі результатів поточного контролю й модульного контролю знань.

Рейтингову кількість балів здобувача освіти формують бали, отримані за контрольні заходи змістових модулів, які проводяться у формі комп'ютерного або письмового тестування (максимум – 20 балів за кожен змістовий модуль, всього 40 балів), виконання завдань практичних робіт тем змістових модулів (максимум – 50 балів) та участь у дискусіях лекційного матеріалу (максимум – 10 балів).



До контрольного заходу у вигляді комп'ютерного або письмового тестування допускаються здобувачі освіти, які опрацювали весь обсяг теоретичного матеріалу, в тому числі і матеріал самостійно, та повністю або частково виконали практичні роботи із даного змістового модуля. Завдання контрольного заходу обов'язково включають матеріал, який передбачено до самостійного опрацювання. Тестове завдання кожного контрольного заходу складається з 20 питань. За кожну правильну відповідь студент отримує 1 бал.

За виконання завдань практичних робіт, а саме 10 розрахунково-графічних робіт, здобувачі освіти отримують максимум 50 балів (по 5 за кожну роботу). Оцінка, яка виставляється за розрахунково-графічну роботу, складається з таких елементів: вміння студента демонструвати практичні навички роботи з ГІС; оформлення роботи; своєчасне виконання.

Семестровий залік – це форма підсумкового контролю, що полягає в оцінці засвоєння здобувачем освіти навчального матеріалу з певного компонента (дисципліни) на підставі результатів виконання всіх видів запланованої навчальної роботи протягом семестру: аудиторної роботи під час лекційних, практичних (семінарських, індивідуальних), лабораторних занять (тощо), самостійної роботи, виконання ІНДЗ, контрольних робіт тощо.

Залік викладач виставляє за результатами поточної роботи за умови, що здобувач освіти виконав ті види навчальної роботи, які визначено силабусом (програмою) ОК.

У випадку, якщо здобувач освіти не відвідував окремі аудиторні заняття (з поважних причин), на консультаціях він має право відпрацювати пропущені заняття та добрати ту кількість балів, яку було визначено на пропущені теми.

У дату складання заліку викладач записує у відомість суму поточних балів, які здобувач освіти набрав під час поточної роботи (шкала від 0 до 100 балів).

У випадку, якщо здобувач освіти протягом поточної роботи набрав менше як 60 балів, він складає залік під час **ліквідації академічної заборгованості**. У цьому випадку бали, набрані під час поточного оцінювання анулюються. Максимальна кількість балів на залік під час ліквідації академічної заборгованості, як правило, 100 балів.

На залік виносяться типові та комплексні задачі, ситуації, завдання, що потребують творчої відповіді та умінь синтезувати отриманні знання і застосовувати їх під час розв'язання практичних задач.

На залік з освітнього компоненту «**Теорія фігури Землі**» виносяться комплексні завдання щодо вирішення основних задач з теоретичної геодезії. Максимальна кількість балів – 100 балів. Результати поточного контролю: оцінки за виконання і захист студентом практичних робіт; оцінка за виконання і захист ІНДЗ; оцінка за виконання самостійної роботи.



ВИДИ (ФОРМИ) ІНДИВІДУАЛЬНИХ НАУКОВО-ДОСЛІДНИХ ЗАВДАНЬ (ІНДЗ)

№ з/п	Завдання	Кількість годин
1	Астрономо-геодезичні та гравіметричні відхилення прямовисних ліній	1
2	Гравіметричний, астрономо-геодезичний та астрономо-гравіметричний методи визначення відхилення прямовисних ліній	2
3	Вплив відхилень прямовисної лінії на результати геодезичних вимірювань	1
4	Інтерполювання астрономо-геодезичних відхилень прямовисних ліній	2
5	Визначення перевищень квазігеоїда відносно референц-еліпсоїда	2
6	Геопотенціальна величина. Обчислення різниці нормальних висот	2
7	Частота гравіметричних пунктів уздовж лінії нівелювання. Геодезичні висоти	2
8	Розгортання вимірювань на еліпсоїді, їх проектування нормальми	2
9	Редукція базису на поверхню референц-еліпсоїда. Вимоги до точності визначення прямовисних ліній та висот при редукуванні	2
10	Зв'язок локальної системи координат з державною та загальноземною системами координат	2
	Разом	18

ОРІЄНТОВНИЙ ПЕРЕЛІК ПИТАНЬ ДО ЗАЛІКУ

1. Предмет та задачі теорії фігури Землі.
2. Сучасний стан та перспективи розвитку теорії фігури Землі.
3. Теорія фігури Землі. Історичні аспекти вивчення геометричної фігури Землі.
4. Потенціали сили тяжіння і їх властивості.
5. Сила тяжіння двох точок.
6. Сила тяжіння системи точок.
7. Сила тяжіння тіла.
8. Потенціал точки.
9. Потенціал системи точок.
10. Потенціал тіла.
11. Потенціал простого шару.
12. Потенціал подвійного шару.
13. Потенціал однорідного сферичного простого шару.
14. Потенціал однорідного шару.
15. Потенціал простого плоского кругового шару.
16. Рівняння Лапласа для потенціалу об'ємних мас.
17. Рівняння Пуассона для потенціалу об'ємних мас.
18. Потенціал сили тяжіння та його похідні.



- 19.Збурюючий потенціал і його властивості.
- 20.Обчислення потенціалу сили тяжіння еліпсоїда.
- 21.Обчислення нормального прискорення сили тяжіння.
- 22.Вирішення крайової задачі Молоденського у нульовому сферичному наближенні.
- 23.Граничні умови для визначення збурюючого потенціалу.
- 24.Перетворення Гріна-Остроградського.
- 25.Задача Діріхле для сфери (інтеграл Пуассона).
- 26.Виведення формули Стокса.
- 27.Виведення формул Венінг-Мейнеса.
- 28.Розкладання гравітаційного потенціалу і його похідних в ряди за сферичними функціями.
- 29.Рівняння Лапласа в ортогональній криволінійній системі координат.
- 30.Розділення змінних в рівнянні Лапласа. Поліноми і приєднані функції Лежандра.
- 31.Властивості поліномів і приєднаних функцій Лежандра.
- 32.Сферичні функції Лежандра і кульові функції Лапласа.
- 33.Інтегральні співвідношення для сферичних функцій.
- 34.Теорема додавання сферичних функцій.
- 35.Розкладання в ряди за сферичними функціями.
- 36.Теорема додавання сферичних функцій.
- 37.Розкладання в ряди за сферичними функціями збурюючого потенціалу, аномалій сили тяжіння, висот квазігеоїда і відхилень вискових ліній.
38. Доведення теореми додавання сферичних функцій методом математичної індукції.
- 39.Розкладання збурюючого потенціалу в ряд за кульовими функціями з використанням теореми додавання сферичних функцій.
- 40.Інтегральні рівняння нормованих сферичних функцій.
- 41.Потенціал і прискорення сили тяжіння еліпсоїда.
- 42.Потенціал сили тяжіння еліпсоїда.
- 43.Нормальне прискорення сили тяжіння за межами еліпсоїда.
- 44.Формула Сомільяна.
- 45.Формула Клеро.
- 46.Вирішення крайової задачі Молоденського з граничними умовами на поверхні телуроїда.
- 47.Крайова задача Молоденського.
- 48.Інтегральне рівняння Молоденського.
- 49.Вирішення інтегрального рівняння Молоденського.
- 50.Прогнозування аномалій сили тяжіння.
- 51.Коваріаційна функція.
- 52.Розкладання коваріаційної функції в ряд за сферичними функціями.
- 53.Оцінка точності методів прогнозування.
- 54.Середньоквадратичне прогнозування.



- 55.Метод колокації.
- 56.Вирішення крайових задач теорії потенціалу методом колокації.
- 57.Інтерполяція збурюючого потенціалу методом колокації.
- 58.Визначення збурюючого потенціалу шляхом опрацювання різнотипних вимірювань методом колокації.
- 59.Середньоквадратична колокація.

ШКАЛА ОЦІНЮВАННЯ

Навчальна дисципліна оцінюється за 100 бальною шкалою. Переведення балів внутрішньої 100 бальної шкали в національну шкалу здійснюється наступним чином:

Шкала оцінювання знань здобувачів освіти з освітніх компонентів, де формою контролю є залік

Оцінка в балах	Лінгвістична оцінка
90–100	Зараховано
82–89	
75–81	
67–74	
60–66	
1–59	Незараховано (необхідне перескладання)

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. *Аксенов Е.П.* Специальные функции в небесной механике. – М.: Наука, 1986. 320 с.
2. *Багратуни Г.В.* Курс сфероидической геодезии: учебник (для студентов астрономо-геодезических специальностей). – М.: Геодезиздат, 1962. 252 с.
3. *Бузук В.В., Канушин В.Ф.* Теория фигуры Земли. Основы теории гравитационного потенциала и методы решения краевых задач: учеб. пособие. – Новосибирск: СГГА, 1999. 76 с.
4. *Гофман-Веленгоф Б., Лихтенеггер Г., Коллинз Д.* Глобальна система визначення місцеположення (GPS). Теорія і практика [Текст]; під. ред. Я.С. Яцківа. – К.: Наукова думка, 1995. 380 с.
5. *Гофман-Велленгоф Б., Мориц Г.* Физическая геодезия: пер. с англ. – М.: Изд-во МИИГАиК, 2007. 426 с.
6. *Грушинский Н.П.* Теория фигуры Земли: учебник для студентов вузов. – М.: Наука, 1976. 512 с.
7. *Загребин Д.В.* Основы геометрической геодезии: учебник. – СПб.: Наука, 1981. 220 с.
8. *Елагин А.В.* Теория фигуры Земли [Текст]: учеб. пособие. – Новосибирск: СГГА, 2012. 174 с.



9. *Закатов П.С.* Курс высшей геодезии: учебник. – М.: Недра, 1976. 513 с.
10. *Кащеев Р.А.* Методы определения физической поверхности Земли и фигуры регионального геоида: учебное пособие. – Казань: Изд-во физфака КГУ, 2003. 35 с.
11. *Король П.П.* Вища геодезія: методичні вказівки до виконання практичних робіт. – Луцьк: Вид-во ВНУ імені Лесі Українки, 2011. 60 с.
12. *Литнарлович Р.М.* Основи вищої геодезії: навчальний посібник. – Чернігів: ЧДІЄІУ, 2002. 147 с.
13. *Макаров Н.П.* Геодезическая гравиметрия: учебник. – М.: Недра, 1968. 408 с.
14. *Машимов М.М.* Геодезия. Теоретическая геодезия: справочное пособие; под ред. В.П. Савиных и В.Р. Яценко. – М.: Недра, 1991. 268 с.
15. *Методы изучения внешнего гравитационного поля и фигуры Земли / М.С. Молоденский, В.Ф. Еремеев, М.И. Юркина // Тр. ЦНИИГАиК. – 1960. Вып. 131. 251 с.*
16. *Монін В.Г.* Вища геодезія: підручник. – К.: Вища школа, 1993. 230 с.
17. *Морозов В.П.* Курс сфероидической геодезии: учебник. – М.: Недра, 1979. 296 с.
18. *Подшивалов В.П., Латина А.В.* Решение задач по сфероидической геодезии: методическое пособие. – Издание НПИ, 1982. 30 с.
19. *Савчук С.Г.* Вища геодезія. Сфероїдна геодезія: підручник. – Львів: Ліга-Прес, 2000. 248 с.
20. *Телеганов Н.А., Елагин А.В.* Высшая геодезия и основы координатно-временных систем: учеб. пособие. – Новосибирск: СГГА, 2004. 238 с.
21. *Теория фигуры Земли / В.В. Бровар, В.А. Магницкий, Б.П. Шимбирев; под ред. В.А. Магницкого. – М.: Изд-во геодезической литературы, 1961. 256 с.*
22. *Урмаев Н.А.* Сфероидическая геодезия: учебник. – М.: РИО ВТС, 1955. 250 с.
23. *Хаимов З.С.* Основы высшей геодезии: учебник для вузов; под ред. М.М. Машимова. – М.: Недра, 1984. 360 с.
24. *Яковлев Н.В.* Высшая геодезия: учебник для вузов. – М.: Недра, 1989. 445 с.
25. *Яковлев Н.В., Беспалов Н.А., Глумов В.П.* Практикум по высшей геодезии (вычислительные работы): учебное пособие для вузов. – М.: Недра, 1982. 368 с.