

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор Навчально-наукового інституту інноваційних, природокористування та інфраструктури
Василь БРИЧ

« 30 »

08

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор навчально-педагогічної роботи
Віктор ОСТРОВЕРХОВ

2024 р.

Директор Інституту новітніх освітніх технологій
ПРИТІЛЬ

« 30 »

08

РОБОЧА ПРОГРАМА

з спеціальності «Інженерна геодезія»
ступінь вищої освіти – бакалавр
галузь знань – 19 Архітектура та будівництво
спеціальність – 192 Будівництво та цивільна інженерія
освітньо-професійні програми – «Будівельна інженерія»

кафедра транспорту і логістики

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практичні (год.)	Лабораторні (год.)	ІРС, год.	Тренінг год.	Самостійна робота студ. год.	Разом, год.	Заліз (семестр)	Екзамен (семестр)
Денна	2	3	36	14	16	4	8	30	240	3	4
		4	46	30	14	5	12	31			
Заочна	2	3	8	4	4	-	-	104	240	3	4
		4	8	4	4	-	-	104			

Тернопіль – ЗУНУ

2024


30.08.2024,
[Signature]

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки бакалавра «Будівельна інженерія» галузі знань 19 Архітектура та будівництво, спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія, затвердженої Вченою радою ЗУНУ (протокол № 10 від 23 червня 2023 р.).

Робочу програму склав
канд. техн. наук, доцент кафедри транспорту і логістики Андрій ВІТРОВИЙ

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри транспорту і логістики, протокол № 1 від 28 серпня 2024 р.

Завідувач кафедри



Павло ПОПОВИЧ

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія, протокол № 2 від 30.08.2024 р.

Керівник групи
забезпечення спеціальності



Олена ЗАХАРЧУК

Гарант ОПП



Олена ЗАХАРЧУК

**СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Інженерна геодезія»**

**Опис дисципліни
«Інженерна геодезія»**

Дисципліна «Інженерна геодезія»	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 8	Галузь знань – 19 “Архітектура та будівництво”	Статус дисципліни обов’язкова Мова навчання українська
Кількість залікових модулів – 9	Спеціальність – 192 Будівництво та цивільна інженерія	Рік підготовки: <i>Денна – 2</i> <i>Заочна – 2</i> Семестр: <i>Денна – 3,4</i> <i>Заочна – 3,4</i>
Кількість змістових модулів – 5	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Лекції: <i>Денна – 76 год.</i> <i>Заочна – 16 год.</i> Практичні заняття: <i>Денна – 46 год.</i> <i>Заочна – 8 год.</i> Лабораторні заняття: <i>Денна – 30 год.</i> <i>Заочна – 8 год.</i>
Загальна кількість годин – 240		Самостійна робота: <i>Денна – 61 год.</i> <i>Заочна – 208 год.</i> Індивідуальна робота <i>Денна – 9 год.</i> <i>Заочна – - год.</i> Тренінг: <i>Денна – 20 год.</i> <i>Заочна – - год.</i>
Тижневих годин – 8, з них аудиторних – 4		Вид підсумкового контролю – Залік, Екзамен

2. Мета і завдання дисципліни «Інженерна геодезія»

2.1. Мета вивчення навчальної дисципліни.

Метою вивчення дисципліни є теоретична та практична інженерно-геодезична підготовка студентів, формування в них цілісного розуміння як загальних завдань геодезичної науки на будівництві, так і набуття ними практичних навичок для виконання ними геодезичних робіт у землевпорядній та будівельно-архітектурній галузях.

2.2. Завдання вивчення дисципліни.

Основне завдання навчальної дисципліни полягає у засвоєнні теоретичних знань та набутті навиків по виконанню топографо-геодезичних та інженерно-геодезичних вишукувань, розмічування інженерних споруд на місцевості, геодезичне забезпечення проектування будівель і споруд, визначення параметрів вертикального планування місцевості.

Метою проведення лекційних занять є вивчення основних теоретичних відомостей з курсу «Інженерна геодезія».

Лекційний курс передбачає:

- викладання студентам у відповідності з програмою та робочим планом навчальної дисципліни основних понять геодезії;
- сформуванню у студентів цілісну систему теоретичних знань з курсу «Інженерна геодезія».

Метою проведення практичних занять полягає у тому, щоб студенти застосовували знання з курсу «Інженерна геодезія» у розв'язку практичних завдань.

Завдання проведення практичних занять:

- засвоїти фундаментальні знання геодезії в будівельній галузі;
- навчитися застосовувати фундаментальні знання з геодезії у розв'язку практичних завдань в будівництві;
- глибше засвоїти та закріпити теоретичні знання.

2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни:

ЗК 01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02. Знання та розуміння предметної області та професійної діяльності.

ЗК05. Здатність використовувати інформаційні та комунікаційні технології.

ЗК06. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК07. Навички міжособистісної взаємодії.

ЗК08. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК09. Здатність реалізувати свої права і обов'язки як члена суспільства; усвідомлення цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідності його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

ЗК10. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності і досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

СК01. Здатність використовувати концептуальні наукові та практичні знання з математики, хімії та фізики для розв'язання складних практичних проблем в галузі будівництва та цивільної інженерії.

СК08. Усвідомлення принципів проектування сельбищних територій.

СК09. Здатність здійснювати організацію та керівництво професійним розвитком осіб та груп у сфері архітектури та будівництва.

2.4. Передумови для вивчення дисципліни.

Вища математика, Фізика, Будівельні матеріали.

2.5. Результати навчання

РН01. Застосовувати основні теорії, методи та принципи математичних, природничих, соціально-гуманітарних та економічних наук, сучасні моделі, методи та програмні засоби підтримки прийняття рішень для розв'язання складних задач будівництва та цивільної інженерії.

РН04. Проектувати та реалізовувати технологічні процеси будівельного виробництва, використовуючи відповідне обладнання, матеріали, інструменти та методи.

РН07. Виконувати збір, інтерпретацію та застосування даних, в тому числі за рахунок пошуку, обробки та аналізу інформації з різних джерел.

РН08. Раціонально застосовувати сучасні будівельні матеріали, вироби та конструкції на основі знань про їх технічні характеристики та технологію виготовлення.

РН10. Приймати та реалізовувати раціональні рішення з організації та управління будівельними процесами при зведенні об'єктів будівництва та їх експлуатації.

РН13. Здійснювати організацію та керівництво професійним розвитком осіб та груп у сфері архітектури та будівництва.

3. Програма навчальної дисципліни:

Змістовий модуль 1. Геодезичні вимірювання

Тема 1. Предмет і завдання курсу інженерна геодезія.

Предмет і задачі геодезії в будівництві. Структура і особливості геодезії в будівництві як навчальної дисципліни. Роль і значення геодезії в будівництві в будівельних та землепорядних роботах. Історія української та світової геодезії в будівництві. Сучасний стан і перспективи розвитку геодезії в будівництві.

Тема 2. План, карта, профіль.

Поняття про топографічний план, карту, профіль земної поверхні. Види масштабів. Умовні позначення карт і планів. Рельєф. Його зображення на планах і картах. Розв'язування задач на топографічному плані.

Тема 3. Рельєф місцевості та його зображення на топографічних картах та планах.

Абсолютні та умовні висоти. Перевищення. Геодезичні висоти. Основні форми рельєфу. Зображення рельєфу на планах та картах горизонталями. Властивості горизонталей. Визначення стрімкості схилів. Масштаби закладень. Способи побудови горизонталей на планах та картах.

Тема 4. Лінійні вимірювання.

Поняття про геодезичні вимірювання. Вимірювання ліній механічними приладами та введення поправок у виміряну довжину. Визначення віддалей, які недоступні для вимірювання рулетками. Оптичні віддалеміри. Світло- та радіовіддалеміри. Тахеометри. Джерела похибок при лінійних вимірюваннях.

Тема 5. Вимірювання кутів.

Принцип кутових вимірювань і схема теодоліта. Класифікація теодолітів. Конструкція теодоліта технічної точності. Перевірки теодолітів технічної точності. Способи вимірювання горизонтальних кутів. Вимірювання кутів нахилу. Джерела похибок кутових вимірювань. Тригонометричне нівелювання.

Тема 6. Загальні принципи виконання та організації геодезичних робіт.

Основні принципи організації геодезичних робіт. Методи створення планових геодезичних мереж та їх класифікація. Розрядні мережі згущення. Знімальні геодезичні мережі. Висотні геодезичні мережі. Закріплення пунктів геодезичних мереж на місцевості.

Тема 7. Побудова та обробка мереж геодезичної знімальної мережі.

Побудова мереж геодезичної знімальної основи. Загальні відомості. Теодолітні ходи. Польові роботи при побудові теодолітних ходів. Прямі та обернені геодезичні задачі. Камеральне опрацювання вимірювань, які виконують при побудові теодолітних ходів.

Тема 8. Геодезичні засічки.

Прямі кутові засічки. Обернені кутові засічки. Лінійні засічки.

Змістовий модуль 2. Топографічне знімання місцевості.

Тема 9. Теодолітне знімання.

Суть теодолітного знімання. Елементи ситуації, що підлягають зніманню. Способи виконання теодолітного знімання. Камеральне опрацювання теодолітного знімання.

Тема 10. Тахеометричне знімання.

Суть та сфери застосування тахеометричного знімання. Основні формули тахеометричного знімання. Прилади тахеометричного знімання. Робота на станції при тахеометричному зніманні. Обґрунтування вибору масштабу і висот перерізу рельєфу для топографічного знімання. Виконання топографічного знімання електронними тахеометрами.

Тема 11. Геометричне нівелювання.

Суть геометричного нівелювання. Способи геометричного нівелювання. Нівелірні мережі. Класифікація нівелірів. Будова нівелірів (принципова схема). Основні геометричні умови. Перевірка нівелірів. Нівелірні рейки. Порядок роботи на станції технічного нівелювання. Джерела похибок та точність технічного нівелювання. Державна висотна мережа та прив'язка нівелірних ходів до неї. Нівелірні знаки.

Тема 12. Нівелювання поверхні.

Способи нівелювання поверхні. Виконання нівелювання поверхні. Складання плану нівелювання поверхні. Прилади для виконання нівелювання поверхні

Тема 13. Нівелювання траси.

Трасування. Вимірювання кутів повороту траси. Розрахунок елементів колової кривої. Розрахунок пікетажні значення головних точок колової кривої. Розмічування пікетажу та ведення пікетажної книжки. Розмічування поперечників. Детальне розмічування колової кривої способом прямокутних координат. Детальне розмічування колової кривої способом продовжених хорд. Послідовність нівелювання траси. Зв'язуючі, проміжні, іксові точки. Камеральні роботи, побудова повздовжнього профілю траси.

Тема 14. Електронне топографічне знімання.

Суть ЕТЗ. Прилади для електронної тахеометрії. Електронні тахеометричні ходи. Робота на станції. Запис і опрацювання результатів вимірювань. Програмне забезпечення для опрацювання електронного топографічного знімання. Створення карт на ЕОМ за результатами ЕТЗ.

Змістовий модуль 3. Геодезичне забезпечення при будівництві будівель і споруд.

Тема 15. Організація і технологія інженерно-геодезичних розбивочних робіт.

Призначення і організація розбивочних робіт. Норми і принципи розрахунку точності розбивочних робіт. Способи розбивочних робіт. Пряма і

зворотна кутові засічки. Спосіб лінійної засічки. Спосіб полярних координат. Спосіб створної і створно-лінійної засічки. Основні розбивочні роботи. Винесення в натуру і закріплення червоних ліній, осей проїздів, будівель і споруд.

Тема 16. Інженерно-геодезичні вишукування під будівництво доріг та мостів.

Камеральне трасування. Польове трасування. Відновлення дорожньої траси та розбивка кривих. Розбивка земляного полотна дороги. Розбивка верхнього будівництва дороги. Побудова мостової розбивочної основи. Розбивочні роботи при зведенні опор та прольотних будов моста.

Тема 17. Геодезичні роботи при плануванні та забудові територій населених пунктів.

Планування й проектування міської території. Складання й розрахунки проекту червоних ліній. Винесення в натуру й закріплення червоних ліній, осей проїздів, будинків і споруд. Складання плану організації рельєфу. Складання плану земляних мас. Винесення в натуру проекту організації рельєфу.

Тема 18. Геодезичні роботи при монтажі елементів будівельних конструкцій.

Завдання та зміст геодезичних робіт. Встановлення і вивірення елементів конструкцій у плані. Встановлення і вивірення елементів конструкцій за висотою. Встановлення і вивірення конструкцій за вертикаллю.

Тема 19. Геодезичні роботи при зведенні будинків і споруд.

Завдання геодезичної служби в підготовчий період. Розмічування і закріплення осей. Побудова обноси і винесення на обноску осей. Геодезичні роботи при влаштуванні котлованів. Геодезичні роботи при монтажі фундаментів. Геодезична підготовка монтажних горизонтів.

Тема 20. Спостереження за деформаціями інженерних споруд.

Види деформацій. Точність і періодичність спостережень. Геодезичні знаки. Деформації споруд. Точність і періодичність спостережень. Розміщення знаків для спостережень за осіданнями.

Змістовий модуль 4. Геодезичні роботи в будівництві.

Тема 21. Геометричні елементи вишукувань і проектування інженерних мереж.

Особливості інженерних вишукувань для проектування підземних комунікацій. Схеми створення мереж водопостачання, каналізації та газопостачання. Траса трубопроводу. Криниці. Відомості про вибір робочих нахилів самопроточних трубопроводів. Глибина закладання трубопроводів. Ув'язка взаємного розташування підземних комунікацій. Знімання підземних комунікацій індукційними пристроями. Обміри. Вимоги до точності геодезичної основи для вишукувань і будівництва підземних комунікацій. Камеральне трасування на плані. Повздовжній профіль траси. Геодезичні

роботи при польовому трасуванні підземного трубопроводу. Геодезичні розрахунки при проектуванні повздовжнього профілю трубопроводу каналізації. Геодезичне винесення в натуру осі трубопроводів. Геодезичні роботи при будівництві трубопроводів. Інженерно-геодезичні роботи при проектуванні і створенні переходів трубопроводів через перешкоди. Виконавчі знімання. Визначення висоти споруд поблизу траси трубопроводу.

Тема 22. Інженерно-геодезичні роботи при енергетичному, гідротехнічному і меліоративному будівництві.

Склад та зміст інженерно-геодезичних робіт при будівництві гідроелектростанцій. Геодезична основа будівельної площадки гідровузла, винос в натуру головних осей споруд. Геодезичні роботи при зведенні ГЕС, монтажу гідротехнічних агрегатів і спостереження за деформаціями споруд. Особливості геодезичного забезпечення будівництва атомних і теплових електростанцій. Геодезичні роботи при меліоративному будівництві.

Тема 23. Геодезичні роботи в будівництві тунелей.

Загальні відомості про тунелі. Аналітичний розрахунок траси тунеля. Геодезичне обґрунтування траси тунеля. Особливості побудови геодезичного обґрунтування на поверхні. Аналіз джерел помилок збойки зустрічних забоїв. Орієнтування підземних виробіток. Геодезичні роботи в підземних виробітках.

Змістовий модуль 5. Охорона праці при проведенні геодезичних робіт на будівництві.

Тема 24. Безпечність праці при геодезичних роботах в будівництві.

Охорона праці при виконанні геодезичних робіт на будівельних об'єктах. Правила зберігання, транспортування і експлуатації геодезичних приладів на будівельних об'єктах.

**4. Структура залікового кредиту
з дисципліни “ІНЖЕНЕРНА ГЕОДЕЗІЯ”
(денна форма навчання)**

	Кількість годин					
	Лекції	Прак-тичні/Лабораторні заняття	Самостійна робота	Індивідуальна робота	Тренінг	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1. Геодезичні вимірювання.						
Тема 1. Предмет і завдання курсу інженерна геодезія.	2	1/0	2	2	4	Поточне опитування
Тема 2. План, карта, профіль.	2	1/2	2			
Тема 3. Рельєф місцевості та його зображення на топографічних картах та планах.	2	1/0	2			
Тема 4. Лінійні вимірювання.	2	1/2	2			
Тема 5. Вимірювання кутів.	2	1/2	2			
Тема 6. Загальні принципи виконання та організації геодезичних робіт.	2	1/0	2			
Тема 7. Побудова та обробка мереж геодезичної знімальної мережі.	2	1/2	2			
Тема 8. Геодезичні засічки.	2	1/2	2			
Змістовий модуль 2. Топографічне знімання місцевості.						
Тема 9. Теодолітне знімання.	2	1/2	2	2	4	Поточне опитування
Тема 10. Тахеометричне знімання.	4	1/2	4			
Тема 11. Геометричне нівелювання.	2	1/2	2			
Тема 12. Нівелювання поверхні.	2	1/0	2			
Тема 13. Нівелювання траси.	2	1/0	2			
Тема 14. Електронне топографічне знімання.	2	1/0	2			
Змістовий модуль 3. Геодезичне забезпечення при будівництві будівель і споруд.						
Тема 15. Організація і технологія інженерно-геодезичних розбивочних робіт.	4	4/2	4	3	6	Поточне опитування
Тема 16. Інженерно-геодезичні вишукування під будівництво доріг та мостів.	6	4/2	4			
Тема 17. Геодезичні роботи при плануванні та забудові територій населених пунктів.	6	4/2	2			
Тема 18. Геодезичні роботи при монтажі елементів будівельних конструкцій.	4	4/2	4			

Тема 19. Геодезичні роботи при зведенні будинків і споруд.	6	4/2	2			
Тема 20. Спостереження за деформаціями інженерних споруд.	4	2/2	4			
Змістовий модуль 4. Геодезичні роботи в будівництві.						
Тема 21. Геометричні елементи вишукувань і проектування інженерних мереж.	4	2/2	2	2	6	Поточне опитування
Тема 22. Інженерно-геодезичні роботи при енергетичному, гідротехнічному і меліоративному будівництві.	4	2/0	4			
Тема 23. Геодезичні роботи в будівництві тунелів.	4	2/0	2			
Змістовий модуль 5. Охорона праці при проведенні геодезичних робіт на будівництві.						
Тема 24. Безпечність праці при геодезичних роботах в будівництві.	4	2/0	3			Поточне опитування
Разом	76	44/30	61	9	20	

(заочна форма навчання)

	Кількість годин					
	Лекції	Прак-тичні/Лабораторні заняття	Самостійна робота	Індивідуальна робота	Тренінг	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1. Геодезичні вимірювання.						
Тема 1. Предмет і завдання курсу інженерна геодезія.	0,5	0/0	2	2	4	Поточне опитування
Тема 2. План, карта, профіль.	0,5	0,5/0	2			
Тема 3. Рельєф місцевості та його зображення на топографічних картах та планах.	0,5	0,5/0	2			
Тема 4. Лінійні вимірювання.	0,5	0/1	2			
Тема 5. Вимірювання кутів.	0,5	0/1	2			
Тема 6. Загальні принципи виконання та організації геодезичних робіт.	0,5	0,5/0	2			
Тема 7. Побудова та обробка мереж геодезичної знімальної мережі.	0,5	0,5/0	2			
Тема 8. Геодезичні засічки.	0,5	0,5/0	2			
Змістовий модуль 2. Топографічне знімання місцевості.						
Тема 9. Теодолітне знімання.	1	0,5/0	2	2	4	Поточне опитування
Тема 10. Тахеометричне знімання.	1	0/1	4			
Тема 11. Геометричне нівелювання.	0,5	0/1	2			
Тема 12. Нівелювання поверхні.	0,5	0/0	2			
Тема 13. Нівелювання траси.	0,5	0,5/0	2			
Тема 14. Електронне топографічне знімання.	0,5	0,5/0	2			
Змістовий модуль 3. Геодезичне забезпечення при будівництві будівель і споруд.						
Тема 15. Організація і технологія інженерно-геодезичних розбивочних робіт.	0,5	0/1	4	3	6	Поточне опитування
Тема 16. Інженерно-геодезичні вишукування під будівництво доріг та мостів.	0,5	0/1	4			
Тема 17. Геодезичні роботи при плануванні та забудові територій населених пунктів.	0,5	0,5/0	2			
Тема 18. Геодезичні роботи при монтажі елементів будівельних конструкцій.	0,5	0,5/1	4			
Тема 19. Геодезичні роботи при зведенні будинків і споруд.	1	0,5/0	2			
Тема 20. Спостереження за деформаціями інженерних споруд.	1	0/1	4			

Змістовий модуль 4. Геодезичні роботи в будівництві.						
Тема 21. Геометричні елементи вишукувань і проектування інженерних мереж.	1	0,5/0	2	2	6	Поточне опитування
Тема 22. Інженерно-геодезичні роботи при енергетичному, гідротехнічному і меліоративному будівництві.	1	0,5/0	4			
Тема 23. Геодезичні роботи в будівництві тунелей.	1	0,5/0	2			
Змістовий модуль 4. Охорона праці при проведенні геодезичних робіт на будівництві.						
Тема 24. Безпечність праці при геодезичних роботах в будівництві.	1	1/0	3			Поточне опитування
Разом	16	8/8	61	9	20	

5. Тематика практичних і лабораторних занять

Практичне заняття 1.

Тема: Предмет і завдання курсу інженерна геодезія. План, карта, профіль.

Мета: Навчитися читати плани і карти.

Питання для обговорення:

1. Предмет і задачі геодезії в будівництві.
2. Історія української та світової геодезії в будівництві.
3. Сучасний стан і перспективи розвитку геодезії в будівництві.
4. Види масштабів.
5. Умовні позначення карт і планів.
6. Рельєф. Його зображення на планах і картах.
7. Розв'язування задач на топографічному плані.

Практичне заняття 2.

Тема: Лінійні вимірювання.

Мета: Навчитись проводити лінійні вимірювання.

Питання для обговорення:

1. Поняття про геодезичні вимірювання.
2. Вимірювання ліній механічними приладами та введення поправок у виміряну довжину.
3. Визначення віддалей, які недоступні для вимірювання рулетками.
4. Оптичні віддалеміри.
5. Світло- та радіовіддалеміри.
6. Тахеометри.
7. Джерела похибок при лінійних вимірюваннях.

Практичне заняття 3.

Тема: Вимірювання кутів. Виконання та організації геодезичних робіт.

Мета: Навчитись проводити кутові вимірювання.

Питання для обговорення:

1. Принцип кутових вимірювань і схема теодоліта.
2. Класифікація теодолітів
3. Способи вимірювання горизонтальних кутів.
4. Вимірювання кутів нахилу.
5. Джерела похибок кутових вимірювань.
6. Тригонометричне нівелювання.
7. Методи створення планових геодезичних мереж та їх класифікація.
8. Розрядні мережі згущення.
9. Знімальні геодезичні мережі.
10. Висотні геодезичні мережі.
11. Закріплення пунктів геодезичних мереж на місцевості.

Практичне заняття 4.

Тема: Побудова та обробка мереж геодезичної знімальної мережі.
Геодезичні засічки.

Мета: Навчитись будувати геодезичні мережі.

Питання для обговорення:

1. Побудова мереж геодезичної знімальної основи.

2. Теодолітні ходи.
3. Пряма та обернена геодезичні задачі.
4. Камеральне опрацювання вимірювань, які виконують при побудові теодолітних ходів.
5. Пряма кутова засічка.
6. Обернена кутова засічка.
7. Лінійна засічка.

Практичне заняття 5.

Тема: Теодолітне і тахеометричне знімання.

Мета: Навчитись проводити теодолітне і тахеометричне знімання.

Питання для обговорення:

1. Суть теодолітного знімання.
2. Способи виконання теодолітного знімання.
3. Камеральне опрацювання теодолітного знімання.
4. Суть та сфери застосування тахеометричного знімання.
5. Основні формули тахеометричного знімання.
6. Робота на станції при тахеометричному зніманні.
7. Обґрунтування вибору масштабу і висот перерізу рельєфу для топографічного знімання.

Практичне заняття 6.

Тема: Геометричне нівелювання. Нівелювання поверхні.

Мета: Навчитись проводити нівелювання поверхонь.

Питання для обговорення:

1. Способи геометричного нівелювання.
2. Нівелірні мережі.
3. Класифікація нівелірів.
4. Способи нівелювання поверхні.
5. Виконання нівелювання поверхні.
6. Складання плану нівелювання поверхні.
7. Прилади для виконання нівелювання поверхні.

Практичне заняття 7.

Тема: Нівелювання траси. Електронне топографічне знімання.

Мета: Закріпити знання про нівелювання траси та про електронне топографічне знімання.

Питання для обговорення:

1. Трасування.
2. Вимірювання кутів повороту траси.
3. Розрахунок елементів колової кривої.
4. Послідовність нівелювання траси.
5. Камеральні роботи, побудова повздовжнього профілю траси.
6. Електронні тахеометричні ходи.
7. Робота на станції.
8. Запис і опрацювання результатів вимірювань.

9. Програмне забезпечення для опрацювання електронного топографічного знімання.

10. Створення карт на ЕОМ за результатами ЕТЗ.

Практичне заняття 8, 9.

Тема: Організація і технологія інженерно-геодезичних розбивочних робіт.

Мета: Закріпити знання про інженерно-геодезичні розбивочні роботи.

Питання для обговорення:

1. Призначення і організація розбивочних робіт.
2. Норми і принципи розрахунку точності розбивочних робіт.
3. Способи розбивочних робіт.
4. Пряма і зворотна кутові засічки.
5. Спосіб лінійної засічки.
6. Спосіб полярних координат.
7. Спосіб створної і створно-лінійної засічки.
8. Основні розбивочні роботи.
9. Винесення в натуру і закріплення червоних ліній, осей проїздів, будівель і споруд.

Практичне заняття 10, 11.

Тема: Інженерно-геодезичні вишукування під будівництво доріг та мостів.

Мета: Навчитись проводити інженерно-геодезичні вишукування під будівництво доріг та мостів.

Питання для обговорення:

1. Камеральне трасування.
2. Польове трасування.
3. Відновлення дорожньої траси та розбивка кривих.
4. Розбивка земляного полотна дороги.
5. Розбивка верхнього будівництва дороги.
6. Побудова мостової розбивочної основи.
7. Розбивочні роботи при зведенні опор та прольотних будов моста.

Практичне заняття 12, 13.

Тема: Геодезичні роботи при плануванні та забудові територій населених пунктів.

Мета: Закріпити знання про геодезичні роботи при плануванні та забудові територій населених пунктів.

Питання для обговорення:

1. Планування й проектування міської території.
2. Складання й розрахунки проекту червоних ліній.
3. Винесення в натуру й закріплення червоних ліній, осей проїздів, будинків і споруд.
4. Складання плану організації рельєфу.
5. Складання плану земляних мас.
6. Винесення в натуру проекту організації рельєфу.

Практичне заняття 14, 15.

Тема: Геодезичні роботи при монтажі елементів будівельних конструкцій.

Мета: Закріпити знання про геодезичні роботи при монтажі елементів будівельних конструкцій.

Питання для обговорення:

1. Завдання та зміст геодезичних робіт.
2. Встановлення і вивірення елементів конструкцій у плані.
3. Встановлення і вивірення елементів конструкцій за висотою.
4. Встановлення і вивірення конструкцій за вертикаллю.

Практичне заняття 16, 17.

Тема: Геодезичні роботи при зведенні будинків і споруд.

Мета: Закріпити знання про геодезичні роботи при зведенні будинків і споруд.

Питання для обговорення:

1. Завдання геодезичної служби в підготовчий період.
2. Розмічування і закріплення осей.
3. Побудова обноски і винесення на обноску осей.
4. Геодезичні роботи при влаштуванні котлованів.
5. Геодезичні роботи при монтажі фундаментів.
6. Геодезична підготовка монтажних горизонтів.

Практичне заняття 18.

Тема: Спостереження за деформаціями інженерних споруд.

Мета: Вміти розраховувати деформації інженерних споруд.

Питання для обговорення:

1. Види деформацій.
2. Точність і періодичність спостережень.
3. Геодезичні знаки.
4. Деформації споруд.
5. Точність і періодичність спостережень.
6. Розміщення знаків для спостережень за осіданнями.

Практичне заняття 19.

Тема: Геометричні елементи вишукувань і проектування інженерних мереж.

Мета: Навчитись проектувати інженерні мережі.

Питання для обговорення:

1. Особливості інженерних вишукувань для проектування підземних комунікацій.
2. Схеми створення мереж водопостачання, каналізації та газопостачання.
3. Траса трубопроводу.
4. Відомості про вибір робочих нахилів самопроточних трубопроводів.
5. Глибина закладання трубопроводів.
6. Ув'язка взаємного розташування підземних комунікацій.
7. Знімання підземних комунікацій індукційними пристроями.

8. Вимоги до точності геодезичної основи для вишукувань і будівництва підземних комунікацій.

9. Геодезичні роботи при польовому трасуванні підземного трубопроводу.

10. Геодезичні розрахунки при проектуванні повздовжнього профілю трубопроводу каналізації.

11. Інженерно-геодезичні роботи при проектуванні і створенні переходів трубопроводів через перешкоди.

Практичне заняття 20.

Тема: Інженерно-геодезичні роботи при енергетичному, гідротехнічному і меліоративному будівництві.

Мета: Навчитись виконувати інженерно-геодезичні роботи для енергетичного, гідротехнічного і меліоративного будівництва.

Питання для обговорення:

1. Склад та зміст інженерно-геодезичних робіт при будівництві гідроелектростанцій.

2. Геодезична основа будівельної площадки гідровузла, винос в натуру головних осей споруд.

3. Геодезичні роботи при зведенні ГЕС, монтажу гідротехнічних агрегатів і спостереження за деформаціями споруд.

4. Особливості геодезичного забезпечення будівництва атомних і теплових електростанцій.

5. Геодезичні роботи при меліоративному будівництві.

Практичне заняття 21.

Тема: Геодезичні роботи в будівництві тунелей.

Мета: Закріпити знання про геодезичні роботи при будівництві тунелей.

Питання для обговорення:

1. Загальні відомості про тунелі.

2. Аналітичний розрахунок траси тунеля.

3. Геодезичне обґрунтування траси тунеля.

4. Особливості побудови геодезичного обґрунтування на поверхні.

5. Аналіз джерел помилок збойки зустрічних забоїв.

6. Орієнтування підземних виробіток.

7. Геодезичні роботи в підземних виробітках.

Практичне заняття 22.

Тема: Безпечність праці при геодезичних роботах в будівництві.

Мета: Освоїти прийоми безпеки праці при геодезичних роботах в будівництві.

Питання для обговорення:

1. Охорона праці при виконанні геодезичних робіт на будівельних об'єктах.

2. Правила зберігання, транспортування і експлуатації геодезичних приладів на будівельних об'єктах.

Лабораторна робота № 1 Вимірювання на топографічному плані.

1. Теоретичні питання.
2. Вимірювання та побудова довжин ліній.
3. Визначення прямокутних координат заданої точки.
4. Визначення дирекційних кутів заданих ліній.

Лабораторна робота № 2 Рельєф. Рішення задач на топографічному плані за горизонталями.

1. Теоретичні питання.
2. Визначення перевищення між точками з відомими висотами.
3. Визначення висот точок за горизонталями.
4. Визначення крутизни схилу та ухилу заданої лінії.
5. Побудова профілю рельєфу місцевості заданого напрямку.

Лабораторна робота № 3 Визначення меж водозбірної площі. Визначення Площ на топографічному плані та карті.

1. Теоретичні питання.
2. Визначення меж водозбірної площі.
3. Визначення площі на топографічному плані та карті.

Лабораторна робота № 4 Будова теодоліту.

1. Теоретичні питання.
2. Будова теодоліта.
3. Підготовка теодоліта до роботи.
4. Приведення теодоліта у робочий стан.
5. Взяття відділків по вертикальному і горизонтальному кругу.

Лабораторна робота № 5 Вимірювання горизонтальних та вертикальних кутів.

1. Теоретичні питання.
2. Визначення горизонтального кута.
3. Вимірювання вертикального кута.

Лабораторна робота № 6 Будова нівеліру.

1. Теоретичні питання.
2. Перевірка зовнішнього стану і комплектності нівеліра.
3. Перевірка працездатності нівеліра.
4. Перевірка круглого рівня.
5. Перевірка сітки ниток.

Лабораторна робота № 7 Технічне нівелювання. Робота на станції.

1. Теоретичні питання.
2. Геометричне нівелювання із середини і робота на станції.
3. Порядок роботи на станції.

Лабораторна робота № 8 Прокладання теодолітного ходу та обчислення координат його вершин.

1. Прокладання теодолітного ходу.
2. Обчислювальна обробка теодолітного ходу.
3. Побудова полігону в масштабі.

Лабораторна робота № 9 Тахеометрична зйомка. складання топографічного плану

1. Порядок проведення польових робіт під час виконання тахеометричної зйомки.
2. Обробка журналу тахеометричної зйомки.
3. Побудова топографічного плану.

Лабораторна робота № 10 Нівелювання траси. побудова поздовжнього профілю траси

1. Порядок побудови поздовжнього профілю траси.
2. Побудова колових кривих. Винесення пікету на криву.
3. Побудова поперечників. Визначення об'ємів земляних робіт.

Лабораторна робота №11 Складання топографічного плану ділянки. розрахунок координатної відомості.

1. Визначення правильності вимірювання внутрішніх кутів теодолітного ходу (полігону).
2. Обчислення дирекційних кутів та румбів.
3. Обчислення збільшень координат.
4. Оцінка точності проведених вимірів.
5. Обчислення поправок до збільшення координат.

Лабораторна робота №12 Упорядкування топографічного плану ділянки. Побудова координатної сітки. Винесення на план результатів зйомки.

1. Побудова координатної сітки та винесення точок вершин теодолітного ходу.
2. Винесення на план результатів зйомки.
3. Спосіб перпендикулярів.
4. Спосіб створів.
5. Спосіб кутової засічки.
6. Спосіб лінійної засічки.
7. Спосіб полярних координат.

Лабораторна робота №13 Складання топографічного плану ділянки. нівелювання вершин теодолітного ходу. Нівелювання майданчика.

1. Визначення абсолютних позначок вершин теодолітного ходу.
2. Геометричне нівелювання.
3. Нівелювання поверхні.
4. Нівелювання за квадратами.
5. Побудова горизонталей.

Лабораторна робота №14 Складання топографічного плану ділянки. Розрахунок відомості тахеометричної зйомки. Винесення точок тахеометричної зйомки на план.

1. Тахеометрична зйомка.
2. Побудова графіка закладання.
3. Оформлення топографічного плану.

Лабораторна робота №15 Складання картограми земляних мас. Визначення проектних позначок. Визначення робочих позначок. Проведення лінії нульових робіт.

1. Визначення проектних позначок.
2. Визначення робочих позначок.
3. Проведення лінії нульових робіт.

6. Самостійна робота

Самостійна робота студента складається з комплексу індивідуальних задач з інженерної геодезії та індивідуального завдання по трасуванню автомобільної дороги, які вибираються згідно останніх двох цифр індивідуального студентського плану. Метою виконання самостійної роботи є заглиблення в тематику дисципліни на більш якісному рівні, навчитися проводити моніторинг різних наукових джерел та здобуття навичку презентування своїх здобутків перед широкою аудиторією. Самостійна робота оформляється у відповідності з встановленими вимогами. В процесі виконання та оформлення самостійної роботи студент може використовувати комп'ютерно-інформаційну технологію. Отримані студентом навички будуть застосовуватися ним в подальшому дипломному проектуванні.

7. Тренінг з дисципліни

Тематика тренінгу: розв'язування задач з різних розділів дисципліни «Інженерна геодезія».

Цей тренінг охоплює ключові аспекти дисципліни «Інженерна геодезія», поєднуючи теоретичні знання з практичними навичками. Студенти отримають практичні навички розв'язування задач, які будуть їм потрібні у професійній діяльності.

Мета тренінгу: забезпечити студентів комплексними теоретичними знаннями та практичними навичками в галузі розв'язування практичних задач з дисципліни «Інженерна геодезія».

Перелік завдань для тренінгу:

1. Розв'язування задач з основ геодезії.
2. Пряма і обернена геодезичні задачі.
3. Розрахунок площ ділянок за планом.
4. Лінійні та кутові вимірювання.
5. Організація геодезичних розбивочних робіт.
6. Трасування доріг.
7. Розбивка фундаментів.
8. Визначення величини просідання будівель.

Порядок проведення тренінгу:

Вступна частина проводиться з метою ознайомлення студентів із запропонованими завданнями тренінгу.

Організаційна частина полягає у створенні робочого настрою у колективі студентів.

Практична частина реалізується шляхом виконання завдань тренінгу.

Підведення підсумків. Обговорення результатів виконаних завдань. Обмін думками з питань, що виносились на тренінг.

8. Методи навчання

У навчальному процесі застосовуються: лекції, в тому числі з використання мультимедійного проектора та інших ТЗН; практичні роботи, індивідуальні заняття; самостійна робота студентів; робота в Інтернет.

9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У процесі вивчення дисципліни «Інженерна геодезія» використовуються наступні методи оцінювання навчальної роботи студента:

- поточне опитування;
- підсумковий модульний контроль за кожним змістовним модулем;
- оцінювання практичних занять;
- оцінювання тренінгів;
- оцінювання результатів самостійної роботи;
- підсумковий письмовий екзамен.

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Інженерна геодезія» визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

3 семестр

Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	Модуль 4
20%	20%	20%	20%	5%	15%
Поточне оцінювання	Модульний контроль 1	Поточне оцінювання	Модульний контроль 2	Тренінги	Самостійна робота
Оцінка за даний модуль визначається як середнє арифметичне за роботу на практичних заняттях № 1-4.* та виконання лабораторних робіт № 1-5	Підсумкова письмова робота за темами № 1-8. Захист лабораторних робіт №1-5	Оцінка за даний модуль визначається як середнє арифметичне за роботу на практичних заняттях № 5-7.* та виконання лабораторних робіт № 6-8	Підсумкова письмова робота за темами № 9-14. Захист лабораторних робіт №6-8	Визначається як середнє арифметичне за виконання завдань за темами №1-4 тренінгу.	Оцінка за виконання розрахункового завдання.

4 семестр

Модуль 1		Модуль 2		Модуль 3	Модуль 4	Модуль 5
10%	10%	10%	10%	5%	15%	40%
Поточне оцінювання	Модульний контроль 1	Поточне оцінювання	Модульний контроль 2	Тренінги	Самостійна робота	Екзамен
Оцінка за даний модуль визначається як середнє арифметичне за роботу на практичних заняттях № 8-18.* та виконання лабораторних робіт № 9-12	Підсумкова письмова робота за темами № 15-19. Захист лабораторних робіт №9-12	Оцінка за даний модуль визначається як середнє арифметичне за роботу на практичних заняттях № 19-22.* та виконання лабораторних робіт № 13-15	Підсумкова письмова робота за темами № 20-24. Захист лабораторних робіт №19-22	Визначається як середнє арифметичне за виконання завдань за темами №5-8 тренінгу.	Оцінка за написання розрахункового завдання.	Два теоретичні питання по 30 балів. Практичне завдання – 40 балів

Шкала оцінювання:

За шкалою ЗУНУ	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90-100	відмінно	A (відмінно)
85-89	добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)
65-74	задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	незадовільно	FX (незадовільно з можливістю повторного складання)
1-34		F (незадовільно з обов'язковим повторним курсом)

11. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

№	Найменування	Номер теми
1.	Проектор	1-24
2.	Електронний варіант лекцій	1-24
3.	Система moodle.wunu.edu.ua	1-24

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Атаманенко Ю. Ю. Оцінка точності визначення відстаней за результатами опрацювання аерофотознімків з БПЛА. Інженерна геодезія. 2017. Вип. 64. С. 89–99.
2. Бабушка А. В., Бурштинська Х. В. Авіаційне лазерне сканування: навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2019. 116 с.
3. Баран П. І., Марущак М. П. Топографія та інженерна геодезія : підручник. Київ : Знання України, 2015. 463 с.
4. Бачишин Б.Д. Інженерна геодезія : навч. посіб. [Електронне видання]. – Рівне : НУВГП, 2020. – 196 с.
5. Будівництво малоповерхових швидкоспоруджуваних, енергозберігаючих житлових будинків з дерев'яним каркасом : Посібник для навчальних закладів будівельного профілю / І. В. Ципріянович, О. Ю. Старченко, Д. В. Гулін, С. В. Клименко, Т. Є. Остапченко. – К. : ТОВ «Видавнича майстерня 2009», 2019. 576 с.
6. Веб-джерело <http://digitals.at.ua/news/2020-10>.
7. Войтенко С.П. Інженерна геодезія: підручник / С.П. Войтенко. – 2-ге вид., випр. і допов. – Київ.: Знання, 2012. – 574 с.
8. Геодезичне забезпечення будівництва [Текст] : Конспект лекцій для студентів спеціальностей 7.06010101 "Промислове та цивільне будівництво", 7.06010103 "Міське будівництво та господарство" заочної форм навчання навчально-наукового центру післядипломної освіти / уклад. О.В. Верешко. – Луцьк : Луцький НТУ, 2014. – 102 с.
9. Геодезичне забезпечення будівництва. Частина 2. : навчальний посібник / [Ратушняк Г. С., Панкевич О. Д., Бікс Ю. С., Вовк Т. Ю.] – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 99 с.
10. Гриб О. М. Геодезія та картографія Конспект лекцій. – Одеса: Одеський державний екологічний університет (ОДЕКУ), 2017. – 102с.
11. ДБН А.2.1-1. Інженерні вишукування для будівництва. – Київ: Мінрегіонбуд України, 2014. – 72 с.
12. Дудун Т.В. та ін. Картографічне креслення та комп'ютерний дизайн Навчальний посібник — К. : електронне видання, 2011. — 146 с.
13. Зуска А.В. Інженерна геодезія: навч. посібн. / А.В. Зуска; Нац. гірн. ун-т, каф. геодезії. – Д.: НГУ, 2016. – 215 с.
14. Зуска А.В. Інженерна геодезія. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт для студентів з дисципліни «Інженерна геодезія» напряму підготовки 6.080101 Геодезія, картографія та землеустрій / А.В. Зуска, Ю.Є. Хомяк; Нац. гірн.. ун-т, каф. геодезії. – Д.: НГУ, 2016. – 55 с.
15. Інженерна геодезія [Текст]: конспект лекцій для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія», освітньо-професійної програми « Будівництво та експлуатація будівель та споруд», денної форми навчання/ уклад. А.М. Рябік – Любешів: Любешівський технічний коледж Луцького НТУ, 2019. – 67 с.
16. Інженерна геодезія Ю. М. Пенчук, І. М. Бялик, О. Є. Янчук. Навчальний посібник. – Рівне: НУВГП, 2012. – 337 с.
17. Картографія. Терміни та визначення / Київ, Держстандарт України. – ДСТУ 2757-94. – 1994. – 95 с.

18.Лабораторний практикум з виконання лабораторних робіт з дисципліни "Інженерна геодезія". Для студентів 3 курсу з напряму підготовки 6.080101 «Геодезія, картографія і землеустрій». 193 «Геодезія та землеустрій» та 6.103 «Науки про землю» . - Ужгород.: видавництво, 2016, с.114.

19.Панчук Ю. М. Інженерна геодезія : навч. посіб. / Ю. М. Панчук, І. М. Бялик, О. Є. Янчук. – Рівне : НУВГП, 2012. – 337 с.

20.Пеньков В. О. Конспект лекцій з курсу « Геодезія Модуль 1. Геодезичні вимірювання» (для студентів 1 курсу денної форми навчання бакалавра спеціальності 193 – Геодезія та землеустрій)/ В. О. Пеньков; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. — 95 с.

21.Ранський М.П. Інженерна геодезія : тестові завдання / Укл. М.П. Ранський. – Чернівці : Чернівецький нац. ун-т., 2015. – 52 с.

22.Тельнов В.Г. Геодезія: навч. пос. – Дніпро: НТУ, 2019. – 317 с.

23.Чабанюк В. Реляційна картографія: Теорія та практика. монографія Київ: Інститут географії НАН України, 2018. — 525 с.

24.Шевченко Р. Ю. Картографія: Електронний підручник / Шевченко Роман Юрійович. — К.: ЦНМВ «Кий», 2015. — 230 с.

25.Шаульський Д. В. Конспект лекцій з дисципліни «Інженерна геодезія» (для студентів 1 курсу денної форми навчання, напряму підготовки 6.060101 «Будівництво» спеціальності «Теплогазопостачання і вентиляція») / Д. В. Шаульський; Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова; – Х. : ХНУМГ, 2013. – 64 с.

26.Шаульський Д. В. Конспект лекцій з дисципліни Топографія Конспект лекцій.– Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2015. –62 с.

27.Adibfar, A.; Costin, A. Next Generation of Transportation Infrastructure Management: Fusion of Intelligent Transportation Systems (ITS) and Bridge Information Modeling (BrIM). In Advances in Informatics and Computing in Civil and Construction Engineering; Springer: Berlin/Heidelberg, Germany, 2019; pp. 43–50.

28.Intergovernmental committee on surveying and mapping, Australian vertical working surface (AVWS), Intergov. Comm. Surv. Mapp. (2019). https://icsm.gov.au/sites/default/files/2019-12/AVWS_Technical_Implementation_Plan_V1.0.pdf.

29.D. Arana, P.O. Camargo, G.N. Guimar~aes, Hybrid geoid model: theory and application in Brazil, An. Acad. Bras. Cienc. 89 (2017) 1943e1959, <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720160802>.

30.Road Protection Score (RPS) Method and Pilot Results. Available online: https://www.google.com.hk/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKewj_iJOq4cfkAhWiv5QKHQGCAbIQFjAAegQIARAC&url=http%3A%2F%2Fwww.eurorap.org%2Fwp-content%2Fuploads%2F2015%2F04%2Frpmethod.pdf&usg=AOvVaw0rtGdqxyT SJHSx1aLXWgI (accessed on 11 September 2019).

31.Kustra, W.; Michalski, L. Tools for road infrastructure safety management in Poland. MATEC Web Conf. 2017, 122, 02008.

32.Noori, A.; Bonakdari, H.; Morovati, K.; Gharabaghi, B. The optimal dam site selection using a group decision-making method through fuzzy TOPSIS model. *Environ. Syst. Decis.* 2018, 38, 471–488.

33.Mulatu, C.; Crosato, A.; Moges, M.; Langendoen, E.; McClain, M. Morphodynamic Trends of the Ribb River, Ethiopia, Prior to Dam Construction. *Geosciences* 2018, 8, 255.

34.Sadooghi, A.; Kibert, C.; Sadeghi, F.M.; Jafari, S. Thermal performance analysis of a traditional passive cooling system in Dezful, Iran. *Tunn. Undergr. Space Technol.* 2019, 291–302.

35.T. Fecher, R. Pail, T. Gruber, GOCO05c: a new combined gravity field model based on full normal equations and regionally varying weighting, *Surv. Geophys.* 38 (2017) 571e590, <https://doi.org/10.1007/s10712-016-9406-y>.

36.W. Liang, SGG-UGM-1: The High Resolution Gravity Field Model Based on the EGM2008 Derived Gravity Anomalies and the SGG and SST Data of GOCE Satellite, *GFZ Data Serv.* 2018, <https://doi.org/10.11947/j.AGCS.2018.20170269>.

37.X. Fang, Weighted total least-squares with constraints: a universal formula for geodetic symmetrical transformations, *J. Geodes.* 89 (5) (2015) 459e469.

38.Z. Liu, L. Yang, An improved method for spatial rectangular coordinate transformation with big rotation angle, *Journal of Geodesy and Geodynamics* 36 (7) (2016) 586e590 (in Chinese).