

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТЕРНОПІЛЬСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Перший проректор

М. І. Шинкарик

2020 р.



РОБОЧА ПРОГРАМА
з дисципліни
«Супутникова геодезія»

Ступінь вищої освіти – бакалавр

Галузь знань: 19 Архітектура та будівництво

Спеціальність: 193 Геодезія та землеустрій

Освітньо-професійна програма – «Геодезія та землеустрій»

кафедра економічної експертизи і землевпорядкування

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практичні (год.)	ІРС, год.	Тренінг, год.	Самостійна робота студ., год.	Разом, год.	Залік (семестр)	Екзамен (семестр)
Денна	II	4	28	28	3	4	57	120	-	4
Заочна	II	4	4	2	-	-	114	120	-	4

Тернопіль – ТНЕУ
2020

Робоча програма складена на основі ОПП «Геодезія та землеустрій» підготовки бакалавра галузі знань 19 Архітектура та будівництво, спеціальності: 193 Геодезія та землеустрій, затвердженої Вченою Радою ТНЕУ (протокол № 10 від 24 червня 2020 р.).

Робочу програму склав доцент кафедри економічної експертизи та землевпорядкування, к.т.н., доцент Вітровий Андрій Орестович.

Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності Геодезія та землеустрій протокол № 1 від 27 серпня 2020 р.

Голова групи
забезпечення спеціальності
к.т.н., доцент



Руслан РОЗУМ

**СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
“СУПУТНИКОВА ГЕОДЕЗІЯ”**

**Опис дисципліни
“Супутникова геодезія”**

Дисципліна “Супутникова геодезія”	Галузь знань, спеціальність, Ступінь вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів ECTS – 4	Галузь знань 19 “Архітектура та будівництво”	Статус дисципліни Нормативна, цикл професійної підготовки Мова навчання українська
Кількість залікових модулів – 4	Спеціальність 193 “Геодезія та землеустрій” Освітня програма: Геодезія та землеустрій,	Рік підготовки – 3 Семестр: <i>Денна – 4</i> <i>Заочна – 4</i>
Кількість змістових модулів – 2	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Лекції: <i>Денна – 28 год.</i> <i>Заочна – 4 год.</i> Практичні заняття: <i>Денна – 28 год.</i> <i>Заочна – 2 год.</i>
Загальна кількість годин – 120		Самостійна робота (в т.ч. дуальна освіта): <i>Денна – 57 год.</i> <i>Заочна – 114 год.</i> Тренінги – 4 год. Індивідуальна робота (КПЗ) – 3 год.
Тижневих годин – 10 З них аудиторних – 4,0		Вид підсумкового контролю – Екзамен

2. Мета і завдання дисципліни “Супутникова геодезія”

2.1. Мета вивчення дисципліни.

Метою дисципліни “Супутникова геодезія” є формування знань, вмінь та навичок студентів, по сучасних методах, способах використання космічної техніки для вирішення геодезичних завдань.

Об’єкт дослідження – штучні супутники Землі, способи оптичних та радіотехнічних спостережень, будова та функціонування глобальних навігаційних супутникових систем, координатні системи відліку.

Предмет курсу – використання астрономічних та супутникових спостережень для побудови державної геодезичної мережі та проведення топографо-геодезичних і земельно-кадастрових знімачь.

2.2. Завдання вивчення дисципліни.

Основними завданнями вивчення дисципліни є набуття студентами теоретичних знань щодо процесів та явищ функціонування супутникової системи для вирішування практичних завдань геодезичного напрямку та задач моніторингу і навігації транспортних засобів.

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен:

знати - структуру супутникової геодезичної системи та характеристики її основних елементів. Завдання, розв’язувані супутниковою геодезією. Способи та методи супутникових вимірів.

вміти - перетворювати геодезичні координати пункту в геоцентричну систему; визначати топоцентричні прямокутні координати супутника; визначати геоцентричні прямокутні і сферичні координати супутника; обчислювати збурення викликані дією Місяця і Сонця; обчислювати збурення викликані дією геопотенціалу Землі; обчислювати елементи орбіти, які характеризують форму і розмір орбіти.

Метою проведення лекційних занять є ознайомлення студентів із головними методологічними та методичними питаннями супутникової геодезії, передовим світовим, сучасним досвідом ефективного її використання.

Лекційний курс передбачає:

- викладання студентам у відповідності з програмою та робочим планом навчальної дисципліни основних теоретичних положень супутникової геодезії;
- сформувати у студентів цілісну систему теоретичних знань з курсу “Супутникова геодезія”.

Мета проведення семінарських (практичних) занять полягає у тому, щоб студенти розкрили свій потенціал в області ефективного дослідження супутникових вимірів.

Завдання проведення семінарських занять:

- виробити практичні навички з супутникових досліджень;
- проводити супутникові виміри;
- глибше засвоїти та закріпити теоретичні знання та методи супутникового вимірювання.

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

- Здатність самостійно збирати, обробляти, моделювати та аналізувати геопросторові дані у польових та камеральних умовах;
- Здатність агрегувати польові, камеральні та дистанційні дані на теоретичній основі з метою синтезування нових знань у сфері геодезії та землеустрою.

2.4. Передумови для вивчення дисципліни.

Освітня компонента «Супутникова геодезія» пов'язана із освітніми компонентами

- Основи геодезії та землеустрою
- Прикладна математика: Вища математика
- Ґрунтознавство з основами механіки ґрунтів
- Геодезія
- Топографія.

2.5. Результати навчання:

Використовувати геодезичне і фотограмметричне обладнання і технології, методи математичного оброблення геодезичних і фотограмметричних вимірювань

3. Зміст дисципліни «Супутникова геодезія»

Змістовий модуль 1. Супутникові технології

Тема 1. Роль супутникових технологій в геодезичному виробництві.

Предмет і завдання супутникової геодезії. Історія розвитку супутникової геодезії. Завдання, які вирішує супутникова геодезія. Штучний супутник землі. Напрямки розвитку сучасної супутникової геодезії.

Література: 2, 4, 7, 8, 17.

Тема 2. Системи координат і часу в супутникових технологіях.

Визначення координатних систем. Геоцентричні системи координат. Земні геоцентричні системи координат. Системи часу. Локальні референсні системи координат. Системи висот. Топоцентричні системи координат. Координати в картографічних проекціях. Зв'язок між земними системами координат.

Література: 2, 4, 7, 8, 17.

Тема 3. Основи теорії польоту штучних супутників землі.

Вільний рух супутника. Збурений рух штучного супутника землі. Забезпечення ефемеридами супутників. Точні орбіти.

Література: 2, 4, 7, 8, 17.

Тема 4. Структура супутникової радіонавігаційної системи.

Загальні відомості. Структура GPS і ГЛОНАСС. Загально доступний для користувачів сегмент супутникової радіонавігаційної системи. Інформаційно-технічне доповнення системи.

Література: 2, 4, 7, 8, 17.

Тема 5. Обладнання супутникової радіонавігаційної системи.

Супутникові приймачі. Зберігання часу в супутникових технологіях. Супутникове геодезичне обладнання. Визначення азимута земного предмета. Організація астрономічних спостережень. Опрацювання результатів спостережень.

Література: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 15.

Тема 6. Вплив середовища поширення на сигнали супутникової радіонавігаційної системи.

Середовище поширення і його вплив на радіосигнали. Вплив іоносфери на параметри спостережень. Вплив тропосфери на параметри спостережень.

Література: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 15.

Змістовий модуль 2. Супутникові вимірювання.

Тема 7. Основи теорії супутникових вимірів.

Загальні принципи позиціонування супутників. Фізичні основи позиціонування. Методи позиціонування. Супутникові методи визначення координат.

Література: 2, 3, 8, 16, 17.

Тема 8. Похибки супутникових спостережень.

Джерела похибок. Помилки обладнання. Залишковий вплив атмосфери. Точність позиціонування.

Література: 2, 3, 8, 16, 17.

Тема 9. Технологія проведення польових робіт.

Загальний порядок проведення робіт. Проект побудови геодезичної сітки. Рекогносчування сітки та закладка центрів. Планування доступності супутників. Режими супутникових вимірювань. Збір даних при статичних вимірюваннях. Обробка результатів вимірювань.

Література: 2, 7, 8, 16, 17.

**4. Структура залікового кредиту
з дисципліни «Супутникова геодезія»
(денна форма навчання)**

	<i>Кількість годин</i>				
	Лекції	Прак- тичні заняття	Самості- йна робота	Індиві- дуальна робота	Контро- льні заходи
Змістовий модуль 1. Супутникові технології					
Тема 1. Роль супутникових технологій в геодезичному виробництві.	2	2	9	-	Поточне опитування
Тема 2. Системи координат і часу в супутникових технологіях.	2	2	9	-	Поточне опитування
Тема 3. Основи теорії польоту штучних супутників землі.	2	2	9	1	Тестування
Тема 4. Структура супутникової радіонавігаційної системи.	4	4	9	-	Поточне опитування
Тема 5. Обладнання супутникової радіонавігаційної системи.	4	4	9	-	Поточне опитування
Тема 6. Вплив середовища поширення на сигнали супутникової радіонавігаційної системи.	2	2	9	1	Тестування
Змістовий модуль 2. Супутникові вимірювання					
Тема 7. Основи теорії супутникових вимірів.	4	4	10	1	Поточне опитування
Тема 8. Похибки супутникових спостережень.	4	4	10	-	Поточне опитування
Тема 9. Технологія проведення польових робіт.	4	4	10	-	Поточне опитування
Ректорська контрольна робота					2
Захист КПЗ					2
Разом	28	28	57	3	4

(заочна форма навчання)

	<i>Кількість годин</i>		
	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
Змістовий модуль 1. Супутникові технології			
Тема 1. Роль супутникових технологій в геодезичному виробництві.	0,5		12
Тема 2. Системи координат і часу в супутникових технологіях.	0,5		12
Тема 3. Основи теорії польоту штучних супутників землі.	0,5	0,5	12
Тема 4. Структура супутникової радіонавігаційної системи.	0,5		12
Тема 5. Обладнання супутникової радіонавігаційної системи.	0,5		12
Тема 6. Вплив середовища поширення на сигнали супутникової радіонавігаційної системи.		0,5	12
Змістовий модуль 2. Супутникові вимірювання			
Тема 7. Основи теорії супутникових вимірів.	0,5		14
Тема 8. Похибки супутникових спостережень.	0,5	0,5	14
Тема 9. Технологія проведення польових робіт.	0,5	0,5	14
Разом	4	2	114

5. Тематика практичних завдань

Практичне заняття №1

Тема: Сучасні супутникові технології.

Мета: оцінити роль сучасних супутникових технологій в геодезії.

Питання для обговорення:

1. Завдання супутникової геодезії;
2. Штучний супутник землі;
3. Методи вирішення завдань супутникової геодезії;
4. Напрямки розвитку сучасної супутникової геодезії.

Література: 2, 4, 7, 8, 9, 17.

Практичне заняття №2

Тема: Системи відліку в супутниковій геодезії

Мета: ознайомитися з системами координат і часу в супутникових технологіях

Питання для обговорення:

1. Класифікація систем координат;
2. Перетворення деяких систем координат;
3. Системи відліку часу.

Література: 2, 4, 7, 8, 9, 10, 17.

Практичне заняття №3

Тема: Орбітальний рух штучного супутника землі.

Мета: Ознайомитись з теорією руху штучного супутника Землі навколо її орбіти.

Питання для обговорення:

1. Елементи орбіти супутника;
2. Нерівномірність обертання Землі;
3. Ефемеридний час;
4. Точні орбіти.

Література: 2, 4, 7, 8, 11, 12, 17.

Практичне заняття №4

Тема: Структура супутникової радіонавігаційної системи.

Мета: ознайомитись із структурою супутникової радіонавігаційної системи.

Питання для обговорення:

1. Система GPS;
2. Система ГЛОНАСС;
3. Інформаційне забезпечення GPS і ГЛОНАСС.

Література: 2, 4, 7, 8, 11, 12, 17.

Практичне заняття №5

Тема: Обладнання супутникової радіонавігаційної системи.

Мета: вивчити роботу супутникової радіонавігаційної системи.

Питання для обговорення:

1. Супутникове геодезичне обладнання;
2. Підсистема космічних апаратів;
3. Підсистема наземного контролю й керування;
4. Підсистема апаратури користувачів.

Література: 1, 2, 3, 4, 6, 8, 13, 14, 15.

Практичне заняття №6

Тема: Вплив середовища поширення на сигнали супутникової радіонавігаційної системи.

Мета: ознайомитись з середовищем поширення і його впливом на радіосигнали.

Питання для обговорення:

1. Середовище поширення і його вплив на радіосигнали;
2. Вплив іоносфери на параметри спостережень;
3. Вплив тропосфери на параметри спостережень.

Література: 2, 3, 8, 13, 14, 16, 17.

Практичне заняття №7

Тема: Супутникові виміри.

Мета: ознайомитись з теорією супутникових вимірів.

Питання для обговорення:

1. Геодезична та просторова прямокутна системи координат;
2. Інерційна та земна системи координат;

3. Принципи позиціювання супутників;
 4. Супутникові методи визначення координат;
 5. Трансформування координат з однієї системи в іншу.
- Література: 2, 3, 8, 16, 17.

Практичне заняття №8

Тема: Формування файлу помилок супутникової мережі.

Мета: дослідити точність супутникових вимірів.

Питання для обговорення:

1. Моделі визначення координат пунктів за результатами GPS-спостережень;
 2. Точність GPS-спостережень.
- Література: 2, 7, 8, 16, 17.

Практичне заняття №9

Тема: Складання проекту супутникової мережі.

Мета: навчитись складати проекти за супутниковими вимірюваннями.

Питання для обговорення:

1. Проектування GPS-спостережень для побудови геодезичних мереж та виконання топографічного знімання місцевості;
 2. Комп'ютерна обробка GPS-спостережень;
 3. Організація робіт під час створення та згущення геодезичних мереж за допомогою GPS-приймачів.
- Література: 2, 3, 5, 6, 8, 14, 15.

6. Комплексне практичне індивідуальне завдання

Комплексне практичне індивідуальне завдання з навчальної дисципліни “Супутникова геодезія” виконується самостійно кожним студентом на основі даних власних досліджень проведених студентами та з використанням додаткових табличних даних. Метою виконання КПЗ є оволодіння методикою дослідження механічних властивостей ґрунтів та розрахунку їх напружених станів. КПЗ оформляється у відповідності із встановленими вимогами. В процесі виконання та оформлення КПЗ студент може використовувати комп'ютерно-інформаційну технологію. Отримані студентом навички будуть застосовуватися ним у процесі виконання курсових робіт, а також при подальшому дипломному проектуванні.

7. Самостійна робота

№ п/п	Тематика
1.	Наукові та практичні завдання дисципліни, її зв'язки з іншими науками про Землю.

2.	Відомості з історії розвитку сферичної астрономії, супутникової геодезії.
3.	Визначення різниці довгот.
4.	Визначення азимута земного предмета.
5.	Організація астрономічних спостережень.
6.	Опрацювання результатів спостережень.
7.	Походження та розвиток глобальних навігаційних систем.
8.	Астрономічна система координат.
9.	Зв'язок між астрономічною та небесними системами координат.
10.	Зоряні каталоги, альманахи.
11.	Диференціальні рівняння руху штучного супутника Землі.
12.	Обчислення траси штучного супутника Землі.
13.	Методи спостережень супутників.
14.	Оптимальне розташування супутників під час GPS-спостережень.
15.	Проектування GPS-спостережень для побудови геодезичних мереж та виконання топографічного знімання місцевості.
16.	Комп'ютерна обробка GPS-спостережень.

8. Тренінг з дисципліни

Тренінг (англ. *training*) — це запланований процес модифікації (зміни) відношення, знання чи поведінкових навичок того, хто навчається, через набуття навчального досвіду з тим, щоб досягти ефективного виконання в одному виді діяльності або в певній галузі. Тренування (від англ. *to train* — виховувати, навчати) — комплекс вправ для тренування в чому-небудь. Тренування — система підготовки організму людини з метою пристосування його до підвищених вимог і складних умов роботи й життя.

Порядок проведення тренінгу

1. **Вступна частина** проводиться з метою ознайомлення студентів з темою тренінгового заняття.
2. **Організаційна частина** полягає у створенні робочого настрою у колективі студентів, визначенні правил проведення тренінгового заняття. Можлива наявність роздаткового матеріалу у вигляді таблиць, бланків документів.
3. **Практична частина** реалізовується шляхом виконання завдань у групах студентів з певних проблемних питань теми тренінгового заняття.
4. **Підведення підсумків.** Обговорюється результати виконаних завдань у групах. Обмін думками з питань, які виносились на тренінгові заняття.

9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У навчальному процесі використовуються: лекції, практичні та індивідуальні заняття, групова робота, реферування, а також методи опитування, тестування тощо.

У процесі вивчення дисципліни “Ґрунтознавство з основами механіки ґрунтів” використовуються наступні методи оцінювання навчальної роботи студентів:

- поточне тестування та опитування;
- залікове модульне тестування та опитування;
- оцінювання виконання КППЗ;
- ректорська контрольна робота;
- інше.

10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни “Ґрунтознавство з основами механіки ґрунтів” визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2 (РКР)	Заліковий модуль 3 (КППЗ)	Екзамен (за окремим розкладом)
20	20	20	40

Шкала оцінювання:

За шкалою ТНЕУ	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 ViewSonic PJ 7223	1-9
2.	Підключення до комп’ютера на процесорі Intel Celeron CPU G540 (2,5 GHz RAM 2Gb, HDD 500 Gb). Монітор Philips 193vV5LSB2	1-9
3.	Базове програмне забезпечення: ОС Windows 10 – згідно ліцензії Microsoft IT Academy та Microsoft DreamSpark for Students	1-9
4.	Комплект GNSS RTK приймача South Galaxy G1	5, 7, 8, 9

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Антанович К.М., Использование спутниковых радионавигационных систем в геодезии. В 2 томах. Т.1, Т.2. Монография. ГОУ ВПО "СГГА" — М., ФГУП "Картгеоцентр", 2014.
2. Атаманенко Ю. Ю. Оцінка точності визначення відстаней за результатами опрацювання аерофотознімків з БПЛА. Інженерна геодезія. 2017. Вип. 64. С. 89–99.
3. Бабушка А. В., Бурштинська Х. В. Авіаційне лазерне сканування: навч. посібник. Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2019. 116 с.
4. Бурачек В. Г. Сумісне використання GPS технологій та електронної тахеометрії для визначення координат точок опорної мережі [Текст] / В. Г. Бурачек, І. О. Нисторьяк // Наукові аспекти геодезії, землеустрою та інформаційних технологій : матеріали II науково-практичної конференції (Київ, 10-13 червня 2013 р.). — С. 70-74.
5. Васюхін М. І. Програма – план робіт з топографічного знімання місцевості для визначення точного місцеположення об'єктів на сільськогосподарських полях (на прикладі с. Пшеничне Васильківського р-ну київської обл.) / М. І.Васюхін, М. М. Касім, О. В. Сініцин // Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві та природокористуванні '2016 : збірник матеріалів IV Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 23–24 червня 2016). – Немішаєве : НМЦ «Немішаєве», 2016. – С. 51–52.
6. Вовк А. Аналіз результатів для створення ортофотопланів та цифрових моделей рельєфу з застосуванням БПЛА TRIMBLE UX-5 / Вовк А., Глотов В., Гуніна А., Маліцький А., Третяк К., Церклевич А. – 2015. – № 81. – С. 90–103.
7. Касім М. М. Основні тенденції розвитку геоінформаційних навігаційних систем прецизійного землеробства в Україні / М. М. Касім., М. І. Васюхін // Енергетика і автоматика : електрон. наук. фах. вид. – К. : Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України, 2016. – № 2 (28). – С. 64–73.
8. Касім М. М. Алгоритмічні методи підвищення точності визначення просторовочасових координат мобільних агрегатів в системах цифрового землеробства / М. М. Касім, А. М. Касім // Глобальні та регіональні проблеми інформатизації в суспільстві та природокористуванні '2016 : збірник матеріалів IV Міжнар. наук.-практ. конф. (м. Київ, 23–24 червня 2016). – Немішаєве : НМЦ «Немішаєве», 2016. – С. 58–60.
9. Літинський В. Розрахунок оптимальних значень вимірюваних віддалей для точного визначення довжин невеликих відрізків / В. Літинський, М. Фис, І. Покотило, С. Літинський // Геодезія, картографія і аерофотознімання. – 2014. – Вип. 76. – С. 10–16.
10. Методи та засоби побудови динамічних сценаріїв у навігаційних геоінформаційних системах / [О. В. Палагін, М. І. Васюхін, А. М. Касім та ін.] // Перспективи розвитку автоматизованих систем управління військами та геоінформаційних систем : збірник матеріалів наук.-практ. конф. (29 січня 2015 року, м. Львів). – Львів : АСВ, 2015. – С. 185–200.
11. Методы формирования динамических сценариев в системах прецизионного вождения / [М. И. Васюхин, А. М. Касим, В. В. Долынный, Ю.

Ю. Іванік] // Науковий вісник Херсонської державної морської академії. – 2015. – № 2 (13). – С. 294–300.

12. Пилип'юк, Р. Г. Супутникова геодезія та сферична астрономія (розділ сферична астрономія) : лабораторний практикум / Р. Г. Пилип'юк, Р. Р. Пилип'юк. - Івано-Франківськ : ІФНТУНГ, 2018. - 69 с.

13. Планети Сонячної системи [Електронний ресурс]. - Режим доступу: <http://tut-cikavo.com/tse-tsikavo/kosmos-vsesvit/381-planeti-sonyachnoji-sistemi>. – Назва. з екрану. – Дата звернення 20.08. 2019.

14. Практичні дослідження точності визначення координат за супутниковими технологіями в режимі реального часу [Текст] / Шульц Р. В., Терещук О. І., Анненков А. О., Нистор'як І. О. // Інженерна геодезія. — 2014. — 61. — С. 59-77.

15. Супутникова радіонавігаційні системи: навч. посібник / І.В. Корнієнко, В.І. Богом'я, О.І. Терещук, С.П. Корнієнко. – Чернігів: Черні. нац. технол. ун-т, 2014, - 280 с.

16. Черняга П. Г., Бялик І. М., Янчук Р. М. Супутникова геодезія. Навчальний посібник. - Рівне: НУВГП, 2013. - 222 с.

17. Федоров Д. Digitals. Использование в геодезии, картографии и землеустройстве. 2015. - 354 с.

18. Kljukov A. A. (2018). New era in the study of the gravitational field of the Earth. Stars and satellites, dedicated to the 100th anniversary of A. G. Masevich. Moscow: JanusK, 20—25.

19. Kuzin S. P., Ebauer K. V., Kljukov A. A. (2016). Use of methods of space geodesy in geodynamics. *Zemlja i Vselennaja*, No. 6, 79—89.

20. Meier G., Frank S. Dokumentation und Überwachung einer Rutschung mittels UAV (Unmanned Aerial Vehicle), *Geodäsie/Vermessung, Geomatik Schweiz*, 2014. – P.449–452.

21. Nakano T., Kamiya I., Tobita M., Iwahashi J., Nakajima H. Landform monitoring in active volcano by UAV and sfm-mvs technique. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, Volume XL-8, 2014 ISPRS Technical Commission VIII Symposium, 09–12 December 2014, Hyderabad, India. – P. 71–75.

22. TOPO-EUROPE: the Geoscience of Coupled Deep Earth – Surface Processes. – 2010 [<http://www.topo-europe.eu/>].

23. G. Blewitt, GPS and space-based geodetic methods, in: T. Herring (Ed.), *Treatise on Geophysics*, vol. 3, Academic, Oxford, U. K, 2015, pp. 351e390.

24. 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>.

25. 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>.