

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО



МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ЩОДО НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ З ГЕОДЕЗІЇ
ДЛЯ СТУДЕНТІВ ІІ КУРСУ ДЕННОЇ ФОРМИ НАВЧАННЯ
ЗІ СПЕЦІАЛЬНОСТІ 193 – «ГЕОДЕЗІЯ ТА ЗЕМЛЕУСТРІЙ»
ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ «БАКАЛАВР»

КРЕМЕНЧУК 2018

Методичні вказівки щодо навчальної практики з геодезії для студентів II курсу денної форми навчання зі спеціальності 193 – «Геодезія та землеустрій» освітнього ступеня «Бакалавр»

Укладачі: д. т. н., проф. В. В. Артамонов;
старш. викл. М. Г. Василенко;
к. т. н., старш. викл. П. Б. Міхно

Рецензент к. т. н., доц. І. М. Шелковська

Кафедра геодезії, землевпорядкування та кадастру

Затверджено методичною радою Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського

Протокол № _____ від _____

Голова методичної ради _____ проф. В. В. Костін

ЗМІСТ

Вступ.....	5
1 Проектування полігонометрії 2-го розряду.....	6
2 Рекогностування та закріплення пунктів полігонометрії 2-го розряду та нівелювання III класу.....	7
3 Перевірки та юстування геодезичних приладів	10
3.1 Перевірки та юстування електронного тахеометра.....	10
3.2 Перевірки та юстування точного оптичного нівеліра.....	13
4 Вимірювальні роботи.....	14
4.1 Вимірювання горизонтальних кутів та ліній у полігонометричному ході 2-го розряду електронним тахеометром.....	14
4.2 Вимірювання перевищень у нівелірному ході III класу.....	17
4.3 Електронне тахеометричне знімання місцевості.....	17
5 Камеральна обробка результатів польових вимірювань.....	20
5.1 Прив'язка ходу та підготовка вихідних даних для зрівноваження координат пунктів полігонометрії.....	20
5.2 Попередня обчислювальна обробка результатів польових вимірювань та оцінювання їх точності.....	21
5.2.1 Попередня обчислювальна обробка вимірювань.....	21
5.2.2 Складання робочої схеми полігонометричного ходу.....	21
5.2.3 Попереднє оцінювання точності результатів вимірювання кутів і ліній.....	21
5.3 Зрівноваження полігонометричного ходу 2-го розряду.....	23
5.4 Зрівноваження висот пунктів нівелірному ходу III класу.....	23
5.5 Побудова та оформлення топографічного плану місцевості.....	24
6 Складання та оформлення звіту з навчальної практики.....	25
6.1 Зміст звіту.....	25
6.2 Загальні правила ведення та оформлення польових і камеральних матеріалів практики.....	27

7 Контрольні питання.....	28
Список літератури.....	30
Додаток А Зразок титульної сторінки звіту з практики	32
Додаток Б Зміст пояснювальної записки звіту з практики.....	33
Додаток В Зразок журналу вимірювання горизонтальних кутів (фрагмент)....	34
Додаток Г Зразок журналу вимірювання ліній (фрагмент).....	35
Додаток Д Зразок журналу нівелювання III класу (фрагмент).....	36
Додаток Ж Зразок журналу тахеометричного знімання (фрагмент).....	37
Додаток З Форма відомості зрівноваження полігонометричного ходу.....	38
Додаток К Форма відомості зрівноваження висот пунктів нівелірного ходу III класу.....	39
Додаток Л Приклад звітів з камеральної обробки польових вимірювань, виконаної у програмі Digital.....	40

ВСТУП

Методичні вказівки щодо проходження навчальної практики з геодезії розроблені відповідно до програми навчальної практики з навчальної дисципліни «Геодезія» і визначають організацію, методику і порядок роботи студентів під час практики.

Мета практики – систематизація, закріплення, поглиблення та узагальнення знань, отриманих під час вивчення геодезії, а також набуття виробничих прийомів і навичок виконання польових вимірювань і камерального опрацювання результатів різних видів геодезичних робіт.

Завдання практики – навчити студентів самостійно виконувати геодезичні роботи щодо побудови геодезичної мережі згущення та топографічного знімання місцевості електронними приладами. При цьому студенти повинні засвоїти послідовність виконання кожного виду робіт, навчитися застосовувати правильну технологію робіт (способи та методи вимірювань, контроль точності, алгоритм обробки результатів тощо).

Студенти виконують повний комплекс польових і камеральних геодезичних робіт з побудови планово-висотної геодезичної мережі згущення (проектування полігонометричного ходу 2-го розряду і нівелірного ходу III класу, рекогностування та закладання центрів геодезичних знаків, вимірювання кутів і ліній у полігонометричному ході, вимірювання перевищень у нівелірному ході, камеральна обробка результатів польових вимірювань); проводять електронне тахеометричне знімання місцевості, складають топографічний план.

Виконання всіх видів геодезичних робіт слід проводити відповідно до вимог чинної в Україні нормативно-технічної документації [1, 2, 15], а також з урахуванням теоретичних положень і практичних рекомендацій методичних вказівок, навчальних підручників, посібників і довідників з геодезії [3, 11–14]. Під час проходження практики, працюючи з геодезичними приладами, студенти повинні дотримуватися правил безпеки життєдіяльності та вимог особистої безпеки.

1 ПРОЕКТУВАННЯ ПОЛІГОНОМЕТРІЇ 2-ГО РОЗРЯДУ

Роботи щодо побудови полігонометричної мережі (ходу) складаються з таких основних дій [1]:

- складання проекту мережі (ходу);
- рекогностування ходів і окремих їх пунктів;
- закладання центрів, установлення знаків;
- вимірювання кутів і ліній;
- прив'язка до пунктів державної геодезичної мережі (ДГМ) і геодезичних мереж згущення вищих класів;
- обробка результатів польових вимірювань;
- попередні обчислення та оцінювання точності польових вимірювань;
- зрівнювальні обчислення та оцінювання точності одержаних результатів;
- складання каталогу координат.

Основне завдання проектування полягає у виборі такого варіанта проекту полігонометричного ходу, який за точністю відповідав би поставленим вимогам та вимагав би мінімальних фінансових і матеріальних витрат.

Проектування розрядної полігонометрії згущення виконують з урахуванням нормативних вимог Інструкції [1] та умов місцевості.

Ураховуючи умови об'єкта практики, як виняток, полігонометричний хід проектують у вигляді окремого полігону, що спирається на лінію полігонометрії 1-го розряду м. Кременчук.

Під час проходження практики кожна бригада одержує від керівника практики копію плану масштабу 1:1000 з указаними на ній вихідними пунктами 1-го розряду і, керуючись вимогами до параметрів полігонометрії (табл. 1.1) [1], складає три варіанти проекту полігонометричного ходу 2-го розряду. Для реалізації вибирають той варіант, який за параметрами найбільше відповідає нормативним вимогам.

Таблиця 1.1 – Показники полігонометрії 2-го розряду

Основні показники	2-й розряд
Гранична довжина ходу, км:	
– окремого;	4,0
– між вхідною і вузловою точками;	3,0
– між вузловими точками	2,0
Граничний периметр полігону, км	12
Довжина сторін ходу, км:	
– найбільша;	0,50
– найменша;	0,08
– середня	0,20
Кількість сторін у ході, не більше	15
Відносна помилка ходу, не більше	1:5000
Середня квадратична помилка виміряного кута (за нев'язками у ходах і полігонах), кутові секунди, не більше	10
Кутова нев'язка ходу або полігону, кутові секунди, не більше, де n – кількість кутів у ході	$20\sqrt{n}$
Середня квадратична помилка вимірювання довжини сторони, см	1

2 РЕКОГНОСТУВАННЯ ТА ЗАКРІПЛЕННЯ ПУНКТІВ ПОЛІГОНОМЕТРІЇ 2-ГО РОЗРЯДУ ТА НІВЕЛЮВАННЯ ІІІ КЛАСУ

Головними завданнями рекогностування є [11]: уточнення проекту ходу на місцевості; остаточний вибір траси полігонометричного ходу; остаточний вибір місць закладання пунктів; остаточний вибір типів центрів і знаків для закріплення геодезичних пунктів полігонометрії.

Полеві рекогностувальні роботи проводять у два етапи [11]. На першому етапі з'ясовують, які зміни відбулися в топографії місцевості з моменту видавництва топографічних карт, за якими складений проект, а також чи можливе прокладання ходів на місцевості за запроєктованими напрямками. При цьому перевіряють взаємну видимість між пунктами; ураховують висоту рослинності та забудови, відшуковують обходи перешкод у смузі ходу, при цьому візирний промінь під час вимірювань не повинен проходити ближче 0,5 м від перешкоди. Траса наміченого ходу повинна бути зручною для кутових і лінійних

вимірювань. У випадку встановлення значних змін на цьому етапі рекогностування в проект вносять корективи.

На другому етапі рекогностування проект полігонометрії переносять у натуру, вибираючи місця для встановлення пунктів. Місця для пунктів вибирають так, щоб забезпечити їх тривале збереження, а тому не можна для їх установавлення використовувати ділянки ріллі, кар'єри, проїзні частини доріг і вулиць. Окрім того, для дотримання правил з охорони праці пункти не повинні розміщуватися надто близько до залізничних колій, ліній струму високої напруги тощо.

На забудованих територіях для місць закріплення пунктів слід вибирати переважно фундаменти і стіни бетонних, цегляних будівель і споруд. Вибираючи місця для ґрунтових центрів необхідно враховувати розміщення підземних комунікацій і майбутню забудову територій.

Геодезичний пункт складається з двох частин: підземної – центра та зовнішньої – геодезичного знака.

Центр слугує для *точного позначення та закріплення* його місцеположення і довготривалого збереження. Марки підземних центрів є носіями координат і висот пункту. Центри поділяють на типи, конструкції яких залежать від фізико-географічних умов району робіт, особливо від характеристик ґрунту і глибини промерзання.

Центри виготовляють з бетону або з металевих труб, що заповнюються бетонним розчином. У бетонні блоки або труби зверху закладають спеціальні чавунні марки, у центрі яких є напівсфера з отвором або хрестиком, які фіксують точку на місцевості.

Зовнішній геодезичний знак (тур, чотиригранну піраміду, піраміду-штатив; металеву віху з візирним циліндром, Г-подібну віху), споруджують тільки на тих пунктах, де необхідно піднімати візирний промінь на відповідну висоту над поверхнею землі, щоб забезпечити видимість між пунктами.

Ураховуючи особливості території об'єкта практики, закріплення пунктів виконують металевими гвіздками завдовжки не менше 12 см і костиллями (у

асфальті), а також металевими трубами завдовжки 1,5 м – на ділянках з піщаними та супіщаними ґрунтами. Спорудження зовнішніх знаків не передбачається, оскільки в цьому немає потреби за умов рівнинного рельєфу.

На кожний закріплений пункт складають кроки з прив'язкою цього пункту до постійних предметів місцевості не менше ніж трьома промірами.

Проектування нівелірного ходу згущення виконують з урахуванням технічних вимог Інструкції з топографічного знімання [1] та Інструкції з нівелювання [2]. Нівелірний хід III класу має бути прив'язаний до реперів II класу. Для вибору напрямку ходу, що проектується на топографічній карті, використовують сприятливі для нівелювання місця та враховують можливість передачі позначок з нових пунктів нівелювання на інші точки.

Рекогностування виконують безпосередньо в полі, оглядаючи на місцевості намічені на карті лінії нівелювання. Завданнями рекогностування є остаточний вибір ліній нівелювання, остаточний вибір місць закладання реперів з урахуванням забезпечення сприятливих умов для вимірювання перевищень та остаточного вибору типів нівелірних знаків, якими закріплюють нівелірний хід.

Рекогностувальні роботи доцільно виконувати одночасно із закладанням нівелірних знаків.

Нівелірний хід III класу студенти проектують уздовж полігонометричного ходу 2-го розряду, суміщуючи пункти ходу з вже запроектованими пунктами полігонометрії. Тоді металеві гвіздки, костилі та труби, якими закріплені пункти полігонометричного ходу 2-го розряду, одночасно слугуватимуть нівелірними знаками.

3 ПЕРЕВІРКИ ТА ЮСТУВАННЯ ГЕОДЕЗИЧНИХ ПРИЛАДІВ

Перевірки електронного тахеометра й нівеліра проводять для виявлення дотримання певних геометричних конструктивних умов щодо взаємного розміщення осей цих геодезичних приладів та їх придатності до виконання робіт.

3.1 Перевірки та юстування електронного тахеометра

Серед можливих перевірок електронного тахеометра GTS239N (Topcon) [17] студенти виконують такі: перевірка сталої приладу, перевірка циліндричного рівня, перевірка круглого рівня, перевірка сітки ниток зорової труби, визначення колімаційної помилки, юстування місця нуля вертикального круга, перевірка окуляра оптичного центрира.

Перевірка та юстування сталої приладу. Стала приладу має незмінне значення. Для її перевірки у декілька прийомів вимірюють довжину відомого базису та порівнюють отримане значення з наявним.

Якщо в результаті проведених вимірювань отримана різниця у довжині базису складає більше 5 мм, то стала приладу потребує коригування. Для цього вимірюють прямі відрізки АВ (завдовжки близько 100 м), АС і ВС (т. С знаходиться у створі лінії АВ). Тоді стала приладу дорівнюватиме $АС+ВС-АВ$. Якщо розрахункове значення сталої приладу відрізняється від записаного у приладі, то отримане значення заносять у пам'ять приладу. Для цього вмикають прилад, натискаючи одночасно клавіші «F1» і «POWER». На дисплеї з'явиться меню юстувань приладу:

Юстировка тахеометра F1: Место нуля ВК F2: Пост. прибора F3: Поверка осей
--

Натискають клавішу «F2».

Постоянная прибора Значение :	-0,5 mm
Ввод	OK

Натискають клавішу «F1» і вводять обчислене значення сталої приладу (наприклад, -0,6 мм), після цього натискають клавішу «F4» (OK).

Постоянная прибора Значение :	-0,6 mm
Ввод	OK

Вмикають прилад для перевірки теодолітних функцій тахеометра.

Перевірка циліндричного рівня встановлює, чи перпендикулярна вісь рівня до вертикальної осі приладу. Циліндричний рівень установлюють паралельно двом підймальним гвинтам і, обертаючи їх у різні сторони, виводять бульбашку цього рівня на середину. Потім повертають алідаду на 180°. Якщо при цьому бульбашка рівня залишилася на середині ампули або змістилася не більше ніж на одну поділку, то геометрична умова виконується. У протилежному випадку виконують юстування (з дозволу і під контролем керівника): обертаючи юстувальний гвинт спеціальною шпилькою, зміщують бульбашку до центру ампули на половину відхилення, потім пересувають бульбашку до середини ампули підймальними гвинтами. Після проведення юстування цю, як і будь-яку іншу перевірку, повторюють.

Перевірка круглого (встанівного) рівня, яка визначає паралельність осі рівня до вертикальної осі приладу. Приводять прилад у робочий стан тільки за циліндричним рівнем. Якщо бульбашка круглого рівня розташовується при цьому в центрі, то юстування не потрібне. У протилежному випадку проводять юстування шляхом переміщення бульбашки до центру, що досягається регулюванням юстувальних гвинтів круглого рівня спеціальною шпилькою.

Перевірка сітки ниток. Прилад горизонтують, наводять перехрестя сітки ниток на т. А, розташовану на відстані 50 м. Використовуючи закріпний і навідний гвинти вертикального круга, обертають зорову трубу і контролюють, чи зміщується ця точка вздовж вертикальної нитки сітки. Якщо точка зміщується, то юстування проводять шляхом повороту окулярної секції так, щоб т. А опинилася на вертикальній нитці. Кріпильні гвинти окулярної секції послабляють викруткою.

Визначення паралельності візирної осі зорової труби до осі циліндричного рівня. Тахеометр установлюють на штативі за наявності прямої видимості у два протилежні від нього боки та горизонтують за циліндричним рівнем. Наводять на т. А, що знаходиться на відстані 50 м. Відкріплюють закріпний гвинт вертикального круга і повертають зорову трубу на 180° навколо горизонтальної осі у протилежному напрямку. Наводять на т. В, розташовану на тій самій

віддалі, що і т. А, зтягують закріпний гвинт вертикального круга. Послабляють закріпний гвинт горизонтального круга і повертають інструмент на 180° навколо вертикальної осі. Фіксують ще раз т. А і зтягують закріпний гвинт горизонтального круга. Відкріплюють закріпний гвинт вертикального круга і ще раз повертають зорову трубу на 180° навколо горизонтальної осі і фіксують т. С, котра повинна збігтися з попередньою т. В.

Якщо ці точки не збігаються, то проводять юстування юстувальними гвинтами секції для юстування перехрестя сітки ниток. Між тт. В і С знаходять т. D, яка віддалена від т. С на чверть відстані ВС. Суміщають вертикальну нитку сітки із т. D, регулюючи юстувальною шпилькою лівий і правий юстувальні гвинти.

Перевірка і юстування місця нуля вертикального круга. Під час вимірювання вертикального кута візирної цілі т. А у положеннях КЛ і КП сумарна величина вимірювань має дорівнювати 360° . Якщо ця умова не дотримується, то половина різниці між отриманим значенням і 360° являє собою помилку за місце нуля (M0).

Прилад горизонтують за циліндричним рівнем і вмикають, натискаючи одночасно «POWER» і «F1».

Юстировка тахеометра F1: Место нуля ВК F2: Пост. прибора F3: Поверка осей
--

Натискають «F1» і повертають зорову трубу для встановлення M0.

Юстировка M0 <Шаг-1> КЛ ВК: 90°00'00" Ввод

Спостерігаючи візирну ціль т. А у положенні КЛ, натискають «F4» (Ввод). Наводять на т. А у положенні КП.

Юстировка M0 <Шаг-2> КП ВК: 270°00'00" Ввод
--

Натискають клавішу «F4» для фіксації виміряного значення у пам'яті приладу.

Перевірка і юстування оптичного центрира. Для перевірки суміщення лінії спостереження окуляра оптичного центрира з вертикальною віссю суміщають центр пункту із центром оптичного центрира. Повертають прилад на 180° навколо вертикальної осі та перевіряють положення центра оптичного центрира. Центр оптичного центрира повинен знаходитися точно по центру пункту, у протилежному разі виконують юстування. Повільно обертаючи юстувальні гвинти окуляра оптичного центрира, зміщують центр оптичного центрира на половину величини відхилення. Потім підймальними гвинтами повторно суміщають центр оптичного центрира із центром пункту та повторюють перевірку.

Якщо під час роботи прилад випадково отримав механічні пошкодження від удару тощо, то необхідно відразу уважно оглянути всі гвинти та рухомі частини приладу, перевірити та від'юстувати його.

Перевірки електронного тахеометра 3Та5Р, яким також виконують польові вимірювання, описані у паспорті цього приладу [16].

3.2 Перевірки та юстування точного оптичного нівеліра

Студенти виконують перевірки круглого рівня, сітки ниток і головної геометричної умови нівеліра. Перевірка круглого рівня визначає, чи паралельна вісь круглого рівня до осі обертання нівеліра. Перевірка сітки ниток установлює, чи перпендикулярна горизонтальна нитка сітки до осі обертання нівеліра. Перевірка головної геометричної умови нівеліра встановлює, чи паралельна вісь циліндричного рівня до візирної осі зорової труби (для нівелірів із циліндричним рівнем) або чи горизонтальна візирна вісь зорової труби у межах роботи компенсатора (для нівелірів з компенсатором).

Порядок проведення відповідних перевірок детально описаний у Методичних вказівках [4].

4 ВИМІРЮВАЛЬНІ РОБОТИ

4.1 Вимірювання горизонтальних кутів і ліній у полігонометричному ході 2-го розряду електронним тахеометром

У окремому полігонометричному ході вимірювання горизонтальних кутів виконують способом окремого кута (прийомів), за якого аліаду обертають (у обох напівприйомах) *тільки за ходом* годинникової стрілки або *тільки проти ходу* годинникової стрілки.

Довжини сторін полігонометричного ходу в сучасних умовах вимірюють світловіддалемірним способом з використанням електронних тахеометрів.

Застосування електронного тахеометра дозволяє кутові і лінійні вимірювання у полігонометрії проводити одночасно. Розглянемо порядок вимірювання електронним тахеометром на станції правого за ходом горизонтального кута та горизонтальних прокладань.

У пункті вимірювання встановлюють електронний тахеометр, а в сусідніх пунктах ходу встановлюють на штативах відбивачі та приводять їх у робочий стан, тобто виконують їх центрування і горизонтування.

Після вмикання приладу шляхом натискання клавіші «POWER» на дисплеї з'явиться режим вимірювання кутів [5]:

ВК:	90°12'40"		
ГКп:	118°12'10"		
0°ГК	Фикс	Ввод	С↓

Зорову трубу при КЛ наводять на центр передньої призми. Орієнтують прилад за цим напрямком, натискаючи клавішу «0°ГК» (F1) на першій сторінці режиму вимірювання кутів.

Установить 0° по ГК			
>OK?			
.....	[Да]	[Нет]

Натискають клавішу [F3] (Да). Тоді орієнтування виконано:

ВК:	90°12'40"
ГКп:	0°00'00"
0°ГК	Фикс Ввод C↓

Перед вимірюванням відстаней необхідно впевнитися у відсутності перешкод у створі лінії, що вимірюється. Якщо їх немає, тоді натискають клавішу вимірювання віддалей \triangleleft .

Про дію світловіддалеміра сигналізує знак зірочки * та пересування знака < за розрядами рядка:

ГКп:	0°00'00"
S* [п]:	<< m
h:	m
Извр	Режим Сигн C↓

Результати вимірювань (S – горизонтальне прокладання, h – перевищення) відображаються на дисплеї з попередньо вибраними одиницями вимірювання (метри, фути або дюйми), вони з'являються і зникають поперемінно зі звуковим сигналом під час висвітлення кожного результату вимірювань. Для одноразового вимірювання горизонтального прокладання натискають клавішу «Извр» (F1). Прилад вимірює довжину лінії та відображає результат на дисплеї:

ГКп:	00°00'00"
S* [п]:	130,346 m
h:	1,009 m
Извр	Режим Сигн C↓

Довжину лінії з початкової точки лінії вимірюють в одноразовому режимі в один прийом під час трьох окремих наведень на центр призми відбивача (тоді у другому прийомі ця лінія буде вимірюватися з протилежного її кінця також при трьох наведеннях). Виміряні горизонтальні прокладання наводять у спеціальному журналі вимірювання ліній (додаток Д). Відхилення значень довжини лінії у окремих наведеннях і прийомах дозволяється у межах 0,015 м. При більшому розходженні лінію необхідно перемерити, а помилкове значення відбракувати і закреслити.

Нічого не змінюючи на дисплеї за ходом годинникової стрілки наводять зорову трубу на центр відбивача, закріпленого на штативі, установленому на

задньому пункті. Значення горизонтального кута відобразиться відразу. Натискають клавішу «Измр» (F1) і вимірюють горизонтальне прокладання до заднього пункту.

ГКп:	130°24'40"		
S* [п]:	157,321 m		
h:	1,012 m		
Измр	Режим	Сигн	C↓

Результати вимірювання кутів і ліній записують до відповідних журналів (додатки В і Г).

Трубу електронного тахеометра переводять через zenit і вертикальний круг опиниться праворуч від труби (КП). Горизонтальний кут вимірюють аналогічно діям у положенні КЛ. Довжини ліній при цьому не вимірюють.

Вимірювання кутів у полігонометрії 2-го розряду виконують двома прийомами.

Кутові вимірювання у другому прийомі виконують аналогічно першому, але перед початком вимірювань фіксують на задній пункт відлік $90^{\circ}10'$.

Результати вимірювання кутів і ліній опрацьовують у відповідних польових журналах (додатки В і Г) одночасно з вимірюваннями.

Коливання подвійної колімаційної похибки не має бути більшим за допустиме – $12''$. Значення горизонтального кута, одержані з двох прийомів, порівнюють і, якщо розходження між ними не перевищує допустимого [1] ($12''$), обчислюють середнє значення кута, яке є його остаточним значенням. У протилежному разі вимірювання повторюють.

Після проведення вимірювань на пункті (перед переміщенням бригади на наступний пункт) прилад вимикають (також натисканням клавіші «POWER»). Вимірювання горизонтальних кутів на наступних пунктах виконують за тією самою методикою.

Порядок робіт з іншим електронним тахеометром (ЗТа5р), який також можна використати на практиці для вимірювання ліній і під час тахеометричного знімання, наводиться у Методичних вказівках [5].

4.2 Вимірювання перевищень у нівелірному ході III класу

Порядок нівелювання на станції та порядок обчислень на станції детально описані у Методичних вказівках [5].

Якщо ці контрольні обчислення на станції перевищують допустимі, то вважають, що нівелювання виконано не якісно, тоді змінюють висоту нівеліра, заново приводять його в робоче положення і повторюють нівелювання, а попередні результати акуратно перекреслюють.

Після виконання нівелювання порівнюють між собою значення перевищень, отриманих на кожній станції з прямого та зворотного ходів; розходження між цими значеннями не повинне перевищувати $10_{мм} \cdot \sqrt{L}$. Якщо одержане розходження більше за допустиме, то нівелювання повторюють в одному із напрямків. Усі польові вимірювання та обчислення наводять у журналі нівелювання (додаток Д). Точність заокруглення обчислених перевищень складає 0,1 мм.

4.3 Електронне тахеометричне знімання місцевості

Порядок тахеометричного знімання з використанням оптичних теодолітів з нитковим віддалеміром наведено у навчальній літературі [12, 13]. Загальні засади електронного тахеометричного знімання такі самі. Головна відмінність полягає у застосуванні світловіддалемірної методики вимірювання віддалей і можливості автоматичного записування результатів у пам'ять приладу з подальшою передачею їх до комп'ютера й обробки за допомогою спеціального програмного забезпечення.

Електронне тахеометричне знімання призначене для швидкого, з елементами автоматизації знімання контурів угідь і рельєфу територій невеликої площі.

Технічні параметри тахеометричного знімання регламентує Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000-1:500 [1]. Так, з масштабом знімання 1:500 і висотою перерізу рельєфу 0,5 м з використанням електронних

тахеометрів віддали від знімальних станцій до пікетів під час знімання рельєфу та контурів не повинні перевищувати 500 м, а віддалі між пікетами – 15 м.

Під час виконання тахеометричного знімання станціями слугують пункти полігонометричного ходу, точки знімального обґрунтування (зокрема, теодолітні ходи, у тому числі й висячі).

Перед безпосереднім виконанням знімання члени бригади повинні розподілити між собою роботу (знімання відліків, ведення абрису і запис результатів вимірювання у журнал, пересування з віхами на пікетні точки тощо) для швидкого її виконання, економії часу та заряду акумулятора тахеометра.

Порядок роботи на станції під час виконання тахеометричного знімання електронним тахеометром GTS239N (без створення файла знімання та автоматичної фіксації результатів у карті пам'яті приладу):

1. Установлюють тахеометр у точку знімальної основи (пункт полігонометрії, точка теодолітного ходу тощо), приводять тахеометр на станції у робоче положення (центрують за допомогою оптичного центрира і горизонтують) і вимірюють віхою висоту i приладу над пунктом, яку записують у журналі тахеометричного знімання (додаток Ж). Вмикають прилад, контролюючи положення бульбашки циліндричного рівня чітко у нуль-пункті, у протилежному випадку на дисплеї з'явиться напис «Продольный наклон». Коли таке повідомлення висвітлиться на дисплеї під час роботи, тоді виконувати вимірювання більше не можна, доки не повернути бульбашку у центр рівня. Висоти візування l (висоти відбивачів) виставляють за можливості такими, що дорівнюють висоті приладу i .

2. Орієнтують прилад на задній або передній пункти ходу. Далі виконують знімання ситуації та рельєфу місцевості у такий спосіб.

При крузі ліворуч (КЛ) зорову трубу за годинниковою стрілкою наводять чітко на центр призми відбивача, закріпленого на вісі, установленій на першій пікетній точці. При цьому бульбашку круглого рівня утримують чітко на

середині. На екрані відображається значення вертикального та горизонтального кутів:

ВК:	91°48'20"		
ГКп:	29°54'50"		
0°ГК	Фикс	Ввод	С↓

Вибирають представлення відліку за вертикальним кругом у вигляді кута нахилу ($ВК = -1^{\circ}48'20''$).

Натискають клавішу вимірювання віддалей. Горизонтальне прокладання до пікетної точки та перевищення вимірюються одноразово, для чого натискають клавішу «Измер» (F1). Прилад відобразить результати на дисплеї:

ГКп:	29°54'50"		
S* [п]:	30,116 m		
h:	0,579 m		
Измер	Режим	Сигн	С↓

Усі результати вимірювань записують у журнал тахеометричного знімання (додаток Ж).

3. Подальше знімання виконують аналогічно, вимірюючи горизонтальний і вертикальний кути, горизонтальне прокладання та перевищення на кожний пікет. Якщо за умовами місцевості доведеться змінювати висоту відбивача, тоді перевищення обчислюють за формулою:

$$h = h' + i - l, \quad (4.1)$$

де i – висота тахеометра; l – висота візування; h' – виміряне приладом перевищення.

4. Одночасно з вимірюваннями на станції у журналі тахеометричного знімання складають абрис знімання.

5. Робота на станції закінчується візуванням на точку орієнтування. Зміна значення орієнтирного напрямку за період знімання на станції під час вимірювання електронними тахеометрами допускається не більше 20". Якщо відхилення перевищує допустиме, роботу на станції слід повторити.

Під час вимірювань з пункту полігонометрії на точку висячого ходу, для збільшення точності визначення її місцеположення, горизонтальний кут вимірюють за двох положень вертикального круга: КЛ і КП.

Студенти виконують електронне тахеометричне знімання погодженої з викладачем території навколо декількох сторін полігонометричного ходу.

5 КАМЕРАЛЬНА ОБРОБКА РЕЗУЛЬТАТІВ ПОЛЬОВИХ ВИМІРЮВАНЬ

5.1 Підготовка вихідних даних для зрівноваження координат пунктів полігонометрії

Під час практики застосований найпростіший варіант прив'язки – безпосередня прив'язка – це коли центри наявних пунктів старших класів (розрядів) одночасно є і центрами початкового та кінцевого пунктів полігонометричного ходу, що прокладається.

Використовуючи такий спосіб прив'язки, достатньо виміряти на місцевості прив'язні кути – кути між вихідними сторонами і першою та останньою сторонами ходу.

Обчисливши за координатами пунктів вихідної сторони 9447 (А) і 2185 (В) її дирекційний кут, здійснюють передачу дирекційних кутів на сторони полігонометричного ходу.

Координати вихідних пунктів для кожної бригади задає викладач. Щоб визначити дирекційний кут вихідної сторони, потрібно розв'язати обернену геодезичну задачу за відомими формулами.

Приклад розв'язання оберненої геодезичної задачі по вихідній стороні ходу наведений у таблиці 5.1.

Таблиця 5.1 – Підготовка вихідних даних

Номер вихідного пункту	Координати		Прирости координат		tgr	Румб r	Дирекційний кут α	$\cos \alpha$ $\sin \alpha$	d' d'' d'''	$d_{сер}$
	X	Y	ΔX	ΔY						
9447	51975,372	54806,443	-16,612	-149,584	9,004575	83°39'47"	263°39'47"	-0,110375	150,504	150,504
2185	51958,760	54656,859	-16,612	-149,584				-0,993890	150,504	

5.2 Попередня обчислювальна обробка результатів польових вимірювань та оцінювання їх точності

5.2.1 Попередня обчислювальна обробка вимірювань. До неї відносять [1, 13]: контроль і обробку польових журналів; складання робочої схеми ходів; попередні обчислення; оцінювання точності польових вимірювань; одержання попередніх (робочих) координат і висот пунктів.

Попередню обчислювальну обробку починають одразу після закінчення польових вимірювань, повно та ретельно перевіряючи всі записи в польових журналах і всі зроблені в них обчислення.

5.2.2 Складання робочої схеми полігонометричного ходу. За обчисленими кутами та лініями складають *схему полігонометричних ходів (мереж)*, яка слугуватиме основним документом для всіх подальших обчислень.

Схему складають в умовних знаках на аркуші креслярського паперу в масштабі 1:50000 або 1:25000. Вихідні пункти наносять за координатами, а решту – графічно за допомогою геодезичного транспортира і масштабної лінійки. На кресленні виписують номери і назви пунктів, значення кутів повороту і довжин ліній, значення вихідного дирекційного кута.

5.2.3 Попереднє оцінювання точності результатів вимірювання кутів і ліній. До початку зрівнювальних обчислень необхідно виконати попереднє оцінювання точності кутових вимірювань за ухилами від середнього в прийомах і за різницями подвійних вимірювань.

Середню квадратичну похибку кутових вимірювань *за ухилами від середнього в прийомах* обчислюють за формулою:

$$m_{\beta_i} = \sqrt{\frac{[v_{\beta}^2]_j}{(n+1) \cdot k \cdot (k-1)}}, \quad (5.1)$$

де $v_{\beta_i} = \beta_i - \beta_{сер}$ – відхилення значення кута β_i , отриманого в окремому i -му прийомі від середнього (з k прийомів) значення кута – $\beta_{сер}$ ($i = 1, 2, 3 \dots k$); $[v_{\beta}^2]$ – сума квадратів відхилень, одержаних на пункті j ($j = 1, 2, 3 \dots n+1$); $(n+1)$ – кількість кутів у ході.

Середню квадратичну помилку кутових вимірювань *за різницями подвійних вимірювань* обчислюють за формулою [11]:

$$m'_{\beta_i} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{[d_{\beta}^2]}{(n+1)}}, \quad (5.2)$$

де $d_{\beta_j} = \beta_j'' - \beta_j'$ – різниця між значеннями кутів, виміряних у першому і другому прийомах на пункті j , $(n+1)$ – кількість кутів у ході.

Формули (6.6) і (6.7) дозволяють обчислити середню квадратичну помилку тільки власне самого кута (будь-якого в ході, якщо вимірювання рівноточні), а не повну помилку кута, у якій ураховуються помилки центрування, редукції та частково помилки від впливу зовнішніх умов. Через це помилка власне вимірювання кута приблизно в 2 рази *менша*, ніж повна середня квадратична помилка кута.

Попереднє оцінювання точності лінійних вимірювань виконують за відхиленнями від середнього значення лінії під час багаторазових вимірювань і за різницями подвійних вимірювань.

Середню квадратичну помилку лінійних вимірювань *за ухилами від середнього* обчислюють за формулою [13]:

$$m_s = \sqrt{\frac{[v_s^2]}{n \cdot K(K-1)}}, \quad (5.3)$$

де $v_{s_i} = S_i - S_{сеп}$ – відхилення від середнього значення лінії під час вимірювання однієї і тієї самої лінії K раз; S_i – значення лінії i -го вимірювання ($i = 1, 2, 3 \dots K$); $[v_s^2]$ – сума квадратів відхилень від середнього арифметичного, одержана для значень i однієї лінії.

Середню квадратичну помилку лінійних вимірювань *за різницями подвійних вимірювань* обчислюють за формулою [11]:

$$m_{S_{сес}} = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{[d_s^2]}{n}}, \quad (5.4)$$

де $d_{s_i} = S_i' - S_i''$ – різниця між двома значеннями однієї (i -ї) лінії.

5.3 Зрівноваження полігонометричного ходу 2-го розряду

Існують строгі (точні) і спрощені (наближені) методи зрівноваження планових геодезичних мереж.

Кожна бригада виконує за результатами польових вимірювань полігонометричного ходу 2-го розряду його зрівноваження наближеним методом у такому порядку.

1. Підготовка вихідних даних: за відомими координатами вихідних пунктів обчислюють вихідний дирекційний кут (п. 6.1).
2. Контроль і обробка польових журналів.
3. Складання робочої схеми полігонометричного ходу (п. 6.2.2).
4. Попереднє оцінювання точності вимірних кутів і ліній (п. 6.2.3).
5. Зрівноваження координат пунктів полігонометричного ходу 2-го розряду.

Порядок зрівноваження координат пунктів полігонометричного ходу детально описаний у Методичних вказівках [8].

Якщо умова фактична відносна нев'язка ходу перевищує допустиму ($\frac{1}{5000}$), то подальше обчислення припиняють і починають пошук помилок спочатку повторними обчисленнями, а у разі відсутності помилок обчислення – повторними вимірюваннями.

5.4 Зрівноваження висот пунктів розімкненого нівелірного ходу III класу

Після завершення польових робіт камеральну обробку результатів нівелювання виконують у такій послідовності [11, 12]:

- 1) контроль результатів вимірювань і обчислювальна обробка польових журналів: ретельно перевіряють усі записи й обчислення на кожній станції та виконують посторінковий контроль у журналі нівелювання (додаток Д);
- 2) складання відомості зрівнювання висот нівелірного ходу (додаток К), де вказують назву ходу, висоти вихідних реперів, номери пунктів ходу,

довжину ходу, кількість штативів (станцій), значення вимірних середніх перевищень у прямому і зворотному напрямках ходу;

3) складання схеми нівелірного ходу, на якій умовними знаками позначають вихідні репери, а також репери ходу, що прокладається; нумерують пункти ходу та показують стрілками його напрямки; виписують значення перевищень прямого і зворотного ходу;

4) оцінювання якості нівелювання, що полягає в обчисленні нев'язки ходу, порівнянні її з допустимою нев'язкою та обчислення середньої квадратичної помилки перевищення на 1 км ходу;

5) обчислення зрівноважених висот нівелірного ходу, яке полягає у знаходженні виправлених перевищень і зрівноваженні висот пунктів ходу, оформлюють у відомості зрівноваження висот нівелірного ходу (додаток К), куди заносять також результати оцінювання якості нівелювання.

Розрахунковані формули наведено у Методичних вказівках [5, 9].

Після обчислювальної обробки нівелірного ходу складають каталог висот нівелірних знаків, у якому вказують номери та види нівелірних знаків, їх місцеположення, значення висот тощо.

5.5 Побудова та оформлення топографічного плану місцевості

Після обчислення координат усіх пунктів знімальної основи (станцій) та висот пікетних точок складають топографічний план місцевості у масштабі 1:500 з висотою перерізу рельєфу 0,5 м у такому порядку.

1. Будують координатну сітку зі стороною 10×10 см за допомогою лінійки Дробишева та масштабної лінійки загальновідомими способами й оцифровують її. Розміри сторін і діагоналей усіх квадратів не повинні відхилятися від їх номіналів більше ніж на 0,1 мм у плані.

2. За допомогою масштабної лінійки та циркуля-вимірювача за координатами на план наносять пункти знімального обґрунтування (пункти полігонометрії, точки висячих ходів), з яких проводилося знімання. Контроль побудови цих пунктів: розходження у віддалі між двома побудованими

точками та вимірним значенням її горизонтального прокладання не повинно перевищувати 0,2 мм у плані.

3. За результатами тахеометричного знімання (вимірними значеннями горизонтального прокладання та горизонтального кута) наносять на план пікетні точки за допомогою геодезичного транспортира, масштабної лінійки та циркуля-вимірювача за даними абрису тахеометричного знімання, будують ситуацію місцевості та підписують позначки пікетних точок.

4. За відомими позначками пікетних точок за допомогою палетки знаходять сліди горизонталей і з'єднують їх, будуючи таким чином горизонталі.

5. Проводять креслення та оформлення плану тушшю з використанням відповідних умовних топографічних знаків [15].

6 СКЛАДАННЯ ТА ОФОРМЛЕННЯ ЗВІТУ З НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ

6.1 Зміст звіту

Усі матеріали практики оформляють у вигляді звіту з практики. Звіт, який складається з пояснювальної записки та додатків, повинен обов'язково містити схематичні рисунки, які пояснюють принципи, методи і способи вимірювань, польові журнали з результатами польових вимірювань, камеральні розрахунки (зведені у відомості), креслення, плани та проекти у вигляді графічних додатків, а також висновки. Пояснювальну записку оформляють від руки на аркушах формату А4, а графічну частину креслять на ватмані та кальці.

До польових документів, які подають окремо, належать: щоденник роботи бригади; журнал кроків пунктів полігонометрії; журнал вимірювання горизонтальних кутів; журнал вимірювання ліній електронним тахеометром; журнал нівелювання III класу; журнал тахеометричного знімання.

До камеральних матеріалів відносяться: відомість обчислення координат пунктів полігонометричного ходу, відомість зрівнювання позначок нівелірного ходу, графік робіт, матеріали розв'язання оберненої геодезичної задачі,

відомість обчислення координат висячих теодолітних ходів, каталог висот пунктів нівелірного ходу, каталог координат пунктів полігонометричного ходу.

Графічними матеріалами практики є три варіанти проекту полігонометричного ходу на топографічному плані з копією на кальці; схема полігонометричного ходу, схема вимірних перевищень, топографічний план.

Текстові додатки позначають (відповідно до послідовності їх розроблення та посилання на них у тексті) великими українськими літерами, а графічні – нумерують арабськими цифрами. Кожен додаток повинен мати назву.

Вступ має містити мету, завдання, тривалість, місце проходження практики, етапи виконання робіт, використані прилади і інструменти, стан відвідування практики та виконання робіт із посиланням на графік виконання робіт і щоденник практики (вказують причини можливих затримок або несвоечасної здачі звіту). Бригадир характеризує ступінь виконання завдань практики кожним членом бригади.

У розділі *«Правила техніки безпеки при виконанні топографо-геодезичних вимірювань»* указують чинні нормативні документи, які регламентують охорону праці під час топографо-геодезичних робіт в Україні, та наводять основні їх вимоги. Зазначають також особливості безпеки життєдіяльності під час проведення навчальної студентської практики з геодезії та наводять правила поведінки з геодезичними приладами.

В інших розділах пояснювальної записки студенти детально характеризують кожний з етапів практики у послідовності їх виконання.

У тексті пояснювальної записки мають бути посилання на всі текстові та графічні додатки, таблиці, рисунки, формули та використані літературні джерела. Структура звіту з практики показана у додатку Б.

6.2 Загальні правила ведення та оформлення польових і камеральних матеріалів практики

Записи в польових документах необхідно вести дуже ретельно. До польових журналів записують результати вимірювань і креслять там необхідні схеми (абриси). Усі записи у польових журналах і накреслення абрисів виконують простим добре загостреним олівцем. Абриси та схеми виконують із застосуванням лінійки, трикутника та транспортира.

Сторінки журналів нумерують, а на звороті останньої сторінки вказують кількість пронумерованих і прошитих сторінок журналу.

Записи, що стосуються результатів польових вимірювань і спостережень, виконують відразу начисто. У журналах не допускаються виправлення, підчищення раніше виконаних записів. Неправильні або помилково записані відліки у прийомі або на станції акуратно закреслюють, а вимірювання повторюють.

Якщо журнал містить помилкові обчислення, то неправильний результат дозволяється перекреслити, а правильний – записати поруч нижче або вище на вільному місці.

Обробку польових матеріалів вимірювань (попередні обчислення) виконують у спеціальних відомостях. Окремі помилкові записи в обчисленнях у відомостях не закреслюють, а видаляють (ластиком або гострим лезом). Переписувати відомість з результатами обчислень не дозволяється.

Роботу всієї бригади та кожного її члена характеризує щоденник, до якого коротко записують відомості про вид, час та обсяг виконаних робіт; метеорологічні умови виконання вимірювань; участь кожного члена бригади у тому чи іншому виді робіт; надзвичайні події (якщо вони сталися). Бригадир обов'язково зазначає у щоденнику відсутніх членів бригади і вказує причини їх відсутності або запізнення.

Варіанти проекту полігонометричного ходу спочатку складають на паперовому вкопіюванні з плану міста, а потім переносять на кальку.

Схеми з результатами польових вимірювань кутів і перевищень складають на аркуші ватману формату А2 у довільному масштабі. Кожен графічний додаток повинен містити назву, умовні позначення та стандартний штамп. Остаточні складені графічні матеріали перевіряються і підписуються викладачем.

Зрівноваження полігонометричного ходу 2-го розряду можна також виконувати у спеціалізованих програмах Гіс «Геопроект 5», Digitala за порядком, викладеним у Методичних вказівках [6].

Приклад звітів з камеральної обробки польових вимірювань, виконаної у програмі Digitala, наведено у додатку Л.

Топографічний план студенти також можуть скласти у програмах Autocad, Digitala або Compas.

7 КОНТРОЛЬНІ ПИТАННЯ

1. Які центри використовують для закріплення пунктів полігонометричних мереж згущення в населених пунктах?
2. З якою метою проводять рекогносрування полігонометричних мереж?
3. Для чого складають кроки пунктів полігонометричного ходу?
4. Які репери застосовують для закріплення пунктів нівелірних мереж III класу?
5. Порядок проектування нівелірних мереж III класу.
6. Які способи застосовують для прив'язування полігонометричного ходу до вихідних пунктів вищого класу?
7. Які центри полігонометрії можуть одночасно закріплювати пункти нівелірних мереж згущення?
8. Правила поводження з геодезичними приладами під час виконання геодезичних робіт.
9. Правила охорони праці під час проходження навчальної практики.

10. Які геометричні умови повинні бути дотримані у нівелірі для правильного вимірювання перевищень? Навести схему розташування осей.
11. Порядок проведення перевірок і юстувань нівеліра НЗКЛ.
12. Порядок перевірки і юстувань теодолітних функцій електронного тахеометра GTS239N.
13. Перевірка і юстування сталої електронного тахеометра GTS239N.
14. Способи вимірювання горизонтальних кутів у полігонометричних мережах згущення.
15. Порядок вимірювання електронним тахеометром горизонтальних кутів у полігонометричних мережах згущення способом окремого кута.
16. Способи нівелювання III класу?
17. Нівеліри яких типів можна використовувати для нівелювання III класу?
18. Порядок роботи на станції під час прокладання нівелірного ходу III класу.
19. Як обчислюють середнє перевищення на станції?
20. Як обчислюють відстані до рейок на станції і яка допустима різниця пліч?
21. Як обчислюють фактичну, допустиму нев'язку нівелірного ходу та поправки у перевищення?
22. Які контрольні обчислення виконують на станції під час нівелювання III класу?
23. Як знаходять виправлені (ув'язані) перевищення та виконують контроль виправлених перевищень?
24. Як обчислюють зрівняні позначки пунктів нівелірного ходу та виконують контроль обчислень?
25. Які основні режими вимірювання має тахеометр GTS239N?
26. Порядок проведення тахеометричного знімання електронним тахеометром GTS239N.
27. Як електронний тахеометр приводять у робочий стан?

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Інструкція з топографічного знімання у масштабах 1:5000-1:500: ГКНТА–2-04-02-98. – Київ : ГУГКіК, 1999. – 155 с.
2. Инструкция по нивелированию I, II, III и IV классов. – М. : Недра, 1990. – 167 с.
3. Лукьянов В. Ф. Учебное пособие по геодезической практике / [В. Ф. Лукьянов, В. Е. Новак, В. Г. Ладонников и др.]. – М. : Недра, 1986. – 236 с.
4. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Геодезія» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 193 – «Геодезія та землеустрій», частина I / [укл. І. М. Шелковська, П. Б. Міхно]. – Кременчук : КрНУ, 2016. – 32 с.
5. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з дисципліни «Геодезія» для студентів денної та заочної форм навчання за напрямом 6.080101 – «Геодезія, картографія та землеустрій» (у тому числі скорочений термін навчання). Частина III / Укладачі Г. Т. Домашенко, П. Б. Міхно. – Кременчук, 2010. – 38 с.
6. Методичні вказівки щодо виконання лабораторних робіт з навчальної дисципліни «Геодезичне забезпечення землевпорядних робіт» для студентів денної та заочної форм навчання за напрямом 6.080101 – «Геодезія, картографія та землеустрій» / [укл. Г. Т. Домашенко, П. Б. Міхно]. – Кременчук: КрНУ, 2014. – 54 с.
7. Методичні вказівки щодо виконання практичних робіт з навчальної дисципліни «Геодезія» для студентів денної та заочної форм навчання за напрямом 6.080101 – «Геодезія, картографія та землеустрій». Частина I / [укл. М. Ф. Куркач, П. Б. Міхно]. – Кременчук : КрНУ, 2013. – 38 с.
8. Методичні вказівки щодо виконання розрахунково-графічної роботи № 3 з навчальної дисципліни «Геодезія» для студентів денної та заочної форм навчання зі спеціальності 193 – «Геодезія та землеустрій» освітнього ступеня

«Бакалавр» [укл. В. В. Артамонов, М. Г. Василенко, П. Б. Міхно]. – Кременчук: КрНУ, 2016. – 30 с.

9. Методичні вказівки щодо навчальної практики з геодезії для студентів денної форми навчання за напрямом 6.080101 «Геодезія, картографія та землеустрій» / [укл. Г. Т. Домашенко, П. Б. Міхно]. – Кременчук, 2012. – 70 с.

10. Методичні вказівки щодо виконання курсового проекту з дисципліни «Геодезія» для студентів денної та заочної форм навчання за напрямом 6.080101 – «Геодезія, картографія та землеустрій» / Укладач Г. Т. Домашенко. – Кременчук, 2010. – 43 с.

11. Островський А. Л. Геодезія. Частина друга / А. Л. Островський, О. І. Мороз, В. Л. Тарнавський. – Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2008. – 564 с.

12. Поклад Г. Г. Геодезія / Г. Г. Поклад, С. П. Гриднев. – М. : Академический проект, 2007. – 592 с.

13. Селиханович В. Г. Геодезія, ч. II / В. Г. Селиханович. – М. : Недра, 1981. – 544 с.

14. Тревого И. С. Городская полигонометрия / И. С. Тревого, П. М. Шевчук. – М. : Недра, 1986. – 199 с.

15. Умовні знаки для топографічних зніманих масштабів 1:5000, 1:2000, 1:1000, 1:500. – Київ : Укргеодезкартографія, 2001. – 256 с.

16. Электронный тахеометр ЗТа5Р. Руководство по эксплуатации ЗТа5-сб0-04. – Омск, 2001. – 91 с

17. Электронный тахеометр. Серия GTS-230N. Руководство по эксплуатации. – Днепропетровск, 2005. – 186 с.

Зразок титульної сторінки звіту з практики
Міністерство освіти і науки України
Кременчуцький національний університет
імені Михайла Остроградського

Кафедра геодезії, землевпорядкування та кадастру

ЗВІТ З НАВЧАЛЬНОЇ ПРАКТИКИ З ГЕОДЕЗІЇ

студентів II курсу

бригада ___ *група* _____

Склад бригади (прізвище та ініціали)

Бригадир _____

Керівник _____ (прізвище та ініціали)

науковий ступінь _____, вчене звання _____

Кременчук 2018

Зміст пояснювальної записки звіту з практики

Вступ

1 Проектування полігонометричного ходу 2-го розряду

1.1 Показники запроєктованого полігонометричного ходу

1.2 Розрахунок точності проекту полігонометричного ходу

2 Рекогностування та закладання центрів пунктів полігонометричного ходу

3 Проектування, рекогностування та закладання реперів нівелірного ходу

III класу

4 Перевірки та юстування геодезичних приладів

4.1 Перевірки та юстування точного нівеліра

4.2 Перевірки та юстування електронного тахеометра

5 Вимірювальні роботи

5.1 Вимірювання горизонтальних кутів і ліній у полігонометричному ході 2-го розряду електронним тахеометром

5.2 Вимірювання перевищень у нівелірному ході III класу

5.3 Електронна тахеометрія

6 Камеральна обробка результатів польових вимірювань та зрівнювання планово-висотної основи

6.1 Оцінювання точності виміряних кутів, ліній і перевищень

6.2 Підготовка вихідних даних для зрівнювання координат і висот пунктів

6.3 Зрівноваження полігонометричного ходу 2-го розряду

6.4 Зрівноваження висот нівелірного ходу III класу

6.5 Побудова та оформлення топографічного плану місцевості

7 Правила безпеки життєдіяльності під час виконання топографо-геодезичних робіт

Список літератури

Додатки

Таблиця Г.1 – Зразок журналу вимірювання горизонтальних кутів полігонометричного ходу (фрагмент)

Дата 5.06.2018 Погода ясно, вітер помірний Тахеометр 3Та5Р № 34657

Номер вершини	Прийом	Номер точки візування		Відліки за лімбом	2с	$\frac{Л + П}{2}$	Значення напрямку	Значення кута у прийомі	Середнє значення горизонтального кута
1	2	3		4	8	9	10	11	12
1	1	2	Л	0°00'00"	-08"	04"	00°00'04"	41°27'05"	41°27'08"
			П	180°00'08"					
		2185	Л	41°27'05"	-08"	09"	41°27'09"		
			П	221°27'13"					
	2	2	Л	90°10'00"	-10	05"	90°10'05"	41°27'11"	
			П	270°10'10"					
		2185	Л	131°37'12"	-08"	16"	131°37'16"		
			П	311°37'20"					
2	1	3	Л	0°00'00"	-06"	03"	0°00'03"	169°06'02"	169°06'00"
			П	180°00'06"					
		1	Л	169°06'00"	-02"	01"	169°06'01"		
			П	349°06'02"					
	2	3	Л	90°10'00"	-04"	02"	90°10'02"	169°05'58"	
			П	270°10'04"					
		1	Л	259°15'58"	-04"	00"	259°16'00"		
			П	79°16'02"					

Виконував вимірювання Коваленко К. К.

Перевірив Дмитренко Д. Д.

Таблиця Д.1 – Зразок журналу вимірювання ліній полігонометричного ходу електронним тахеометром (фрагмент)

Дата 6.06.2018 Початок 8⁴⁰ Кінець 13⁵⁰ Електронний тахеометр GTS239N
 Погода хмарно, вітер Метеодані: температура +23 °C тиск 749 мм.рт.ст

Номер станції	Назва лінії	Значення горизонтального прокладання, м			Середнє у прийомі	Середнє горизонтальне прокладання
		<i>Наведення на центр відбивача</i>				
		<i>Перше</i>	<i>Друге</i>	<i>Третє</i>		
1	2	3	4	5	6	7
ПП 2185	ПП 2185-1	I прийом			108,636	108,638
		108,639	108,638	108,635		
1	1-ПП 2185	II прийом			108,639	108,638
		108,637	108,639	108,640		
2	2-1	I прийом			59,076	59,075
		59,078	59,078	59,072		
2	2-3	II прийом			59,073	59,075
		59,074	59,069	59,075		
3	3-2	I прийом			109,045	109,040
		109,048	109,042	109,045		
3	3-4	II прийом			109,035	109,040
		109,038	109,032	109,034		
4	4-3	I прийом			87,311	87,308
		87,311	87,313	87,308		
4	4-5	II прийом			87,304	87,308
		87,310	87,299	87,302		
5	5-4	I прийом			154,293	154,288
		154,291	154,291	154,297		
5	5-6	II прийом			154,282	154,288
		154,280	154,282	154,285		
6	6-5	I прийом			98,501	98,501
		98,500	98,503	98,501		
6	6-7	II прийом			98,500	98,501
		98,502	98,503	98,495		
7	7-6	I прийом			277,094	277,093
		277,092	277,097	277,092		
7	7-6	II прийом			277,091	277,093
		277,083	277,097	277,092		

Виконував вимірювання Петренко Г. Т.

Таблиця Д.1 – Зразок журналу нівелювання III класу (фрагмент)

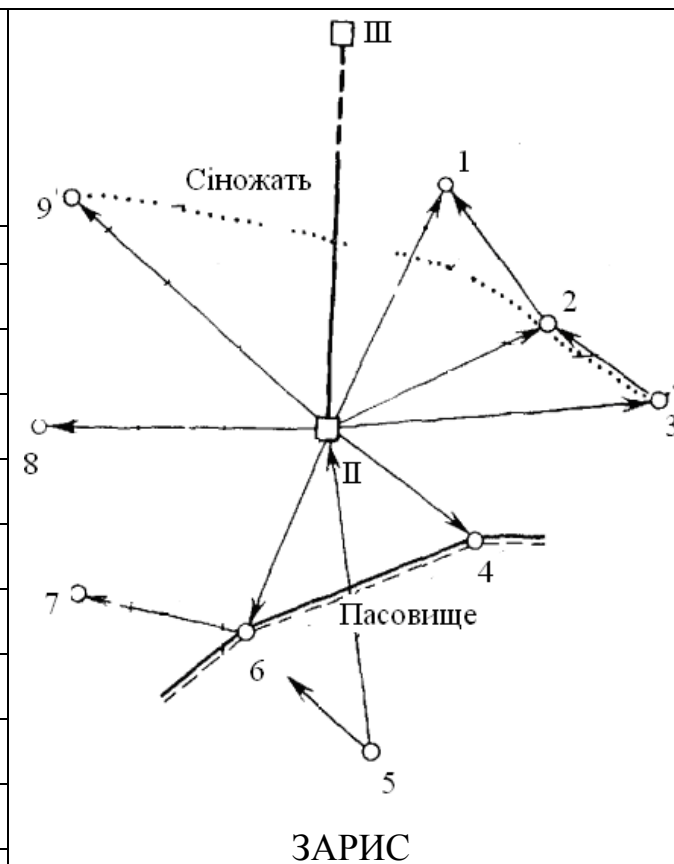
Хід від репера № 9447 до репера № 9447 Дата 4.06.2018 Початок 9⁰⁰ Кінець 13⁵⁰ Нівелір 2Н-3Л № 70187
 Умови роботи: зображення пряме, видимість добра, вітер помірний, погода суха, сонячно, температура +30 °С
 Спостерігач Симоненко С. С. Обчислювач Сидоренко О. О.

Номер станції	Номери пунктів ходу	Відліки за віддалемірними нитками		Контрольне перевищення, мм	Відліки за середньою ниткою		Перевищення обчислене, мм	Середнє перевищення, мм
		Задньої рейки	Передньої рейки		Задньої рейки	Передньої рейки		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
I	Rp9447-2185	1852	1800	+52	1695	1611	+60	+60
		1108	1040	+68	6395	6310	+60	
		744	760	+16 / +16	4700	4699	0	
II	2185-1	1819	1635	+184	1485	1700	+232	+231
		1230	1035	+195	6185	6398	+230	
		589	600	+11 / +27	4700	4698	+2	
III	1-X	1260	2445	-1185	1631	1300	-1185	-1185
		1138	2335	-1197	6328	6000	-1184	
		122	110	-12 / +15	4697	4700	-1	
IV	X-2	0569	2260	-15	1393	2152	-1697	-16
		0335	2038	-30	6094	6851	-1695	
		234	222	-15 / 0	4701	4699	-2	
Контрольні посторінкові обчислення		14645	20266	-5621	43470	48750	-5280	-2656

Таблиця Ж.1 – Зразок журналу тахеометричного знімання (фрагмент)

Дата 9.06.2018Електронний тахеометр TOPCON GTS 239NМО = 0°00'00''Станція № IIН = 147,350 мВисота приладу $i =$ 1,56Орієнтування на № III

Номер точки (пікету)	Відліки за горизонталь- ним кругом	Кут нахилу ν	Горизон- тальне прокла- дання, м d	Переви- щення, м h'	Висота візуван- ня, м l	Переви- щення, м $h = h' + i - l$	Позначка, м H
1	2	3	4	5	6	7	8
III	0°00'00''	0°09'50''	218,076	+0,624	3,00	-0,816	146,534
1	25°22'30''	-2°11'50''	57,553	-2,208	1,56	-2,208	145,142
2	60°45'10''	-1°49'10''	51,246	-1,628	1,56	-1,628	145,722
3	88°11'40''	-1°09'50''	64,719	-1,315	1,56	-1,315	146,035
4	131°26'50''	-1°55'20''	27,635	-0,927	1,56	-0,927	146,423
5	173°26'30''	-1°44'40''	62,098	-1,891	1,56	-1,891	145,459
6	210°32'30''	-2°01'30''	38,742	-1,370	1,56	-1,370	145,980
7	241°12'30''	-2°27'20''	55,074	-2,362	1,56	-2,362	144,988
8	271°24'20''	-2°43'40''	59,795	-2,849	1,56	-2,849	144,501
9	316°10'10''	-2°46'10''	74,330	-3,596	1,56	-3,596	143,754
III	0°00'10''	0°09'50''	218,078	+0,624	3,00	-0,816	146,534

Виконував вимірювання Петренко Т. Т.Перевірив Симоненко С. С.

Таблиця 3.1 – Форма відомості зрівноваження полігонометричного ходу

Номер пункту ходу	Вимірний горизонтальний кут	Поправка	Виправлений кут	Дирекційний кут	Румби		Горизонтальне прокладання, м	Прирости координат, м				Координати, м	
					Назва	° ' "		Обчислені		Виправлені		X	Y
								±ΔX	±ΔY	±ΔX	±ΔY		
1	2	3	4	5	6	7	11	12	13	14	15	16	17
ПП9447				263° 39' 47"	ПдЗх	83° 39' 47"						51975,372	54806,443
ПП2185	169° 44' 51"	-05"	169° 44' 46"	273° 55' 01"	ПнЗх	86° 04' 59"	108,638	-0,001 +7,421	0 -108,384	+7,420	-108,384	51958,76	54656,859
1	41° 27' 09"	-06"	41° 27' 03"	52° 27' 58"	ПнСх	52° 27' 58"	59,075	0 +35,990	0 +46,846	+35,990	+46,846	51966,180	54548,475
2	169° 06' 00"	-05"	169° 05' 55"	63° 22' 03"	ПнСх	63° 22' 03"	109,040	-0,001 +48,879	-0,001 +97,471	+48,878	+97,470	52002,17	54595,321
3	188° 09' 57"	-05"	188° 09' 52"	55° 12' 11"	ПнСх	55° 12' 11"	87,308	-0,001 +49,824	0 +71,696	+49,823	+71,696	52051,048	54692,791
4	176° 11' 30"	-05"	176° 11' 25"	59° 00' 46"	ПнСх	59° 00' 46"	154,288	-0,002 +79,435	0 +132,268	+79,433	+132,268	52100,871	54764,487
5	181° 45' 33"	-05"	181° 45' 28"	57° 15' 18"	ПнСх	57° 15' 18"	98,501	-0,001 +53,279	0 +82,848	+53,278	+82,848	52180,304	54896,755
6	87° 39' 06"	-05"	87° 39' 01"	149° 36' 17"	ПдСх	30° 23' 43"	277,093	-0,003 -239,008	-0,001 +140,199	-239,011	+140,198	52233,582	54979,603
7	69° 10' 54"	-05"	69° 10' 49"	260° 25' 28"	ПдСх	80° 25' 28"	235,728	-0,002 -39,213	-0,001 -232,444	-39,215	-232,445	51994,571	55119,801
8	156° 31' 39"	-05"	156° 31' 34"	283° 53' 54"	ПнСх	76° 06' 06"	83,346	-0,001 +20,020	0 -80,906	+20,019	-80,906	51955,356	54887,356
ПП9447	200° 14' 12"	-05"	200° 14' 07"	263° 39' 47"	ПдЗх	83° 39' 47"	150,511	-0,002 -16,613	0 -149,591	-16,615	-149,591	51975,375	54806,45
ПП2185												51958,76	54656,859
$\Sigma\beta_{\text{вим}}$	1440° 00' 51"	$\Sigma\beta_{\text{випр}}$	1440° 00' 00"			Σ	1363,528	+0,014	+0,003	0	0		
$\Sigma\beta_{\text{теор}}$	1440° 00' 00"							0	0				
f_{β}	+00° 00' 51"	$f_{\beta\text{доп}}$	00° 00' 57"					+0,014	+0,003	0,014	$f_{\text{відн}}$		

Обчислював Велика К.І.Перевірив Бондаренко М.О.

Таблиця К.1 – Форма відомості зрівноваження висот пунктів нівелірного ходу III класу

Номер пункту	Віддале- мірна відстань, м	Перевищення, мм			Поправка, мм	Переви- щення ув'язане, мм	Позначка, м
		Прямий хід	Зворот- ний хід	Середнє			
1	2	3	4	5	6	7	8
Rp9447	150,4	+60	-49	54,5	0	54,5	69,741
2185	118,9	+231	-228	+229,5	0	+229,5	69,796
I	23,2	-1185	+1189	-1187	-0,5	-1187,5	69,818
X	45,6	-1696	+1695	-1695,5	0	-1696,5	68,838
II	109,5	-16	+10	-13	0	-13	67,142
III	88,1	-50	+49	-49,5	0	-49,5	67,129
IV	154,0	+264	-259	+261,5	0	+261,5	67,080
V	103,7	+371	-374	+372,5	0	+372,5	67,341
VI	148,9	+1103	-1100	+1101,5	0	+1101,5	67,714
X	130,3	+1112	-1120	+1116	0	+1116	68,815
VII	229,5	+33	-30	+31,5	0	+31,5	69,931
VIII	83,5	-222	+221	-221,5	0	-221,5	69,963
Rp9447							69,741
	$L = 1385,6$	$\sum h_{np} = +5$	$\sum h_{об} = +4$	$\sum h_{сер} = +0,5$	$\sum \delta = -0,5$	$\sum h_{ыз} = 0$	

$$\sum h_{теор} = H_{кін} - H_{поч} = 0 \text{ мм}$$

$$f_h = +0,5 \text{ мм}$$

$$f_{h_{дон}} = 4,5 \text{ мм}$$

$$f_h \leq f_{h_{дон}}$$

Обчислював Петренко Т.Т.Перевірів Велика К.І.

Приклад звітів з камеральної обробки польових вимірювань, виконаної у програмі Digitals

Ведомость вычисления координат углов поворота геодезических ходов

Ход 1

Номер п/п	Измерен- ные углы	Угловые поправки	Дирекцион- ные углы	Измерен- ные линии	Углы наклона	Приведен- линии	Линейные поправки	Уравни- ные линии	Приращения координат		Координаты пунктов	
									X	Y	X	Y
ПП9447			263°39'46,8"									
ПП2185	190°15'09,0"	+4°13'48,6"	278°08'44,4"	108.638	0°00'00,0"	108.638	-2.133	106.505	12.162	-103.936	51958.760	54656.859
I	318°32'51,0"	+49°32,0"	57°31'07,4"	59.075	0°00'00,0"	59.075	1.122	60.197	30.671	51.625	51970.922	54552.923
II	190°54'00,0"	-1°30'35,8"	66°54'31,5"	109.040	0°00'00,0"	109.040	2.202	111.242	40.570	103.891	52001.593	54604.548
III	171°50'03,0"	-3°50'38,4"	54°53'56,1"	87.308	0°00'00,0"	87.308	1.691	88.999	48.728	74.062	52042.163	54708.439
IV	183°48'30,0"	-6°54'29,4"	51°47'56,7"	154.288	0°00'00,0"	154.288	3.055	157.343	92.977	125.856	52090.891	54782.501
V	178°14'27,0"	-11°20'56,6"	38°41'27,1"	98.501	0°00'00,0"	98.501	1.932	100.433	75.629	64.191	52183.868	54908.357
VI	272°20'54,0"	-14°28'23,4"	116°33'57,7"	277.093	0°00'00,0"	277.093	1.589	278.682	-132.299	253.167	52259.497	54972.548
VII	290°49'06,0"	+12°12'35,2"	239°35'38,9"	235.728	0°00'00,0"	235.728	-4.857	230.871	-123.199	-195.879	52127.198	55225.715
VIII	203°28'21,0"	+10°15'58,8"	273°19'58,7"	83.346	0°00'00,0"	83.346	-1.519	81.827	2.507	-80.541	52003.999	55029.836
ПП9447	159°45'48,0"	+6°19'12,1"	259°24'58,8"	150.511	0°00'00,0"	150.511	-3.082	147.429	-31.134	-142.852	52006.506	54949.295
ПП2180											51975.372	54806.443

угловая невязка **00°00,0"**
 допустимая угловая невязка +/- **0°03'09,7"**
 относительная невязка **1: 9.000 !!!**
 допустимая относительная невязка **1:1000.000**
 невязка по X-ам в метрах **-16.630**
 невязка по Y-ам в метрах **-149.562**
 длина хода в метрах **1363.528**
 линейная невязка в метрах **150.483**

Виконала Велика Карина
 Перевірив Бондаренко Максим

Продовження додатка Л

Хоз 1

Номер п/п	Исправленные линии	Превышения					Ошметка
		прямые	обратные	средние	поправки	исправленные	

Журнал тахеометрической съемки

Номер п/п	Высота наведения	Омчеты			Дирекцион- ный угол	Координаты		Ошметка
		по гориз. кругу	приведенная расстояние	превы- шение		X	Y	
Станция I, i=1.470, H=69.818								
II		0°00'00,0"						
1	1.470	0°00'00,0"	59.045	-2.885	59°17'05,9"	52001.080	54603.685	66.933
2	1.470	20°19'00,0"	25.235	-0.360	79°36'05,9"	51975.477	54577.744	69.458
3	1.470	23°17'40,0"	46.060	-1.980	82°34'45,9"	51976.871	54598.597	67.838
4	1.470	35°31'40,0"	26.264	-0.293	94°48'45,9"	51968.718	54579.094	69.525
5	1.470	36°35'50,0"	25.342	-0.250	95°52'55,9"	51968.325	54578.132	69.568
6	1.470	39°14'40,0"	26.476	-0.224	98°31'45,9"	51966.995	54579.106	69.594
7	1.470	39°57'40,0"	30.716	-0.185	99°14'45,9"	51965.987	54583.240	69.633
8	1.470	55°41'30,0"	47.693	0.034	114°58'35,9"	51950.784	54596.156	69.852
9	1.470	56°11'30,0"	47.711	0.840	115°28'35,9"	51950.399	54595.995	70.658
10	1.470	56°39'20,0"	47.870	-0.082	115°56'25,9"	51949.982	54595.970	69.736
11	1.470	81°34'10,0"	21.364	0.032	140°51'15,9"	51954.353	54566.410	69.850
12	1.470	82°17'10,0"	21.550	0.855	141°34'15,9"	51954.040	54566.317	70.673
13	1.470	82°59'50,0"	21.871	-0.060	142°16'55,9"	51953.621	54566.303	69.758
14	1.470	156°03'40,0"	18.730	0.030	215°20'45,9"	51955.644	54542.087	69.848
15	1.470	154°53'00,0"	18.841	0.782	214°10'05,9"	51955.333	54542.341	70.600
16	1.470	153°40'50,0"	18.884	0.271	212°57'55,9"	51955.078	54542.648	70.089
17	1.470	160°55'20,0"	31.825	-0.092	220°12'25,9"	51946.617	54532.378	69.726
18	1.470	162°32'30,0"	40.928	0.254	221°49'35,9"	51940.424	54525.629	70.072
19	1.470	164°58'40,0"	26.646	-0.011	224°15'45,9"	51951.840	54534.325	69.807
20	1.470	169°12'20,0"	23.173	0.046	228°29'25,9"	51955.564	54535.570	69.864
21	1.470	180°27'50,0"	21.406	0.288	239°44'55,9"	51960.138	54534.432	70.106
22	1.470	188°17'40,0"	14.775	0.151	247°34'45,9"	51965.287	54539.265	69.969
23	1.470	199°36'50,0"	18.077	0.299	258°53'55,9"	51967.441	54535.184	70.117
24	1.470	206°58'10,0"	17.381	0.372	266°15'15,9"	51969.787	54535.579	70.190
25	1.470	221°44'40,0"	26.739	0.277	281°01'45,9"	51976.038	54526.678	70.095
26	1.470	223°48'10,0"	36.222	0.264	283°05'15,9"	51979.124	54517.642	70.082
27	1.470	226°49'40,0"	58.905	-0.011	286°06'45,9"	51987.270	54496.332	69.807
28	1.470	226°41'00,0"	59.240	0.682	285°58'05,9"	51987.219	54495.969	70.500

Методичні вказівки щодо навчальної практики з геодезії для студентів денної форми навчання зі спеціальності 193 – «Геодезія та землеустрій» освітнього ступеня «Бакалавр»

Укладачі: д. т. н., проф. В. В. Артамонов;
старш. викл. М. Г. Василенко;
к. т. н., старш. викл. П. Б. Міхно

Відповідальний за випуск доцент кафедри геодезії, землевпорядкування та кадастру В. І. Козарь

Підп. до др. _____. Формат 60x84 1/16. Папір тип. Друк ризографія.
Ум. друк. арк. _____. Наклад _____ прим. Зам. № _____. Безкоштовно.

Видавничий відділ
Кременчуцького національного університету
імені Михайла Остроградського
вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, 39600