

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Саратовский государственный технический
университет имени Гагарина Ю.А.»

Профессионально-педагогический колледж




МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

по междисциплинарному курсу

МДК.01.01 «Выполнение полевых и камеральных работ по
созданию геодезических сетей специального назначения»

специальности
21.02.19 «Землеустройство»

Методические указания рассмотрены
на заседании цикловой методической
комиссии технических специальностей
Председатель ЦМК  Е.Э.Воеводина

Пояснительная записка

Методические указания по выполнению практических работ подготовлены на основе рабочей программы профессионального модуля ПМ.01 «Подготовка, планирование и выполнение полевых и камеральных работ по инженерно-геодезическим изысканиям» Федерального государственного образовательного стандарта (далее – ФГОС) по специальности среднего профессионального образования (далее – СПО) 21.02.19 «Землеустройство», соответствующих общих (ОК) и профессиональных (ПК) компетенций:

- ОК 01 Выбирать способы решения задач профессиональной деятельности, применительно к различным контекстам
- ОК 02 Осуществлять поиск, анализ и интерпретацию информации, необходимой для выполнения задач профессиональной деятельности
- ОК 04 Эффективно взаимодействовать и работать в коллективе и команде;
- ОК 08 Использовать средства физической культуры для сохранения и укрепления здоровья в процессе профессиональной деятельности и поддержания необходимого уровня физической подготовленности
- ОК 09 Пользоваться профессиональной документацией на государственном и иностранных языках

При выполнении практических работ студент должен **уметь**:

- Выполнять полевые геодезические работы;
- Использовать современные технологии определения местоположения на основе спутниковой навигации, а также методы электронных измерений геодезических сетей;
- Выполнять фотограмметрические работы и дешифрирование аэрофотоснимков и космофотоснимков;
- Производить крупномасштабные топографические съемки для создания изыскательских планов, в том числе съемку подземных коммуникаций;
- Использовать информационно-коммуникационные технологии в профессиональной деятельности.

При выполнении практических работ студент должен **знать**:

- Нормативные правовые акты, распорядительные и нормативные материалы по производству топографо-геодезических и картографических работ;
- Устройство и принципы работы геодезических приборов и систем;
- Методы угловых и линейных измерений, нивелирования и координатных определений;
- Техники выполнения полевых и камеральных геодезических работ;
- Современные технологии определения местоположения пунктов геодезических сетей на основе спутниковой навигации;
- Методы электронных измерений элементов геодезических сетей;
- Метрологические требования к содержанию и эксплуатации топографо-геодезического оборудования;
- Алгоритмы математической обработки результатов полевых геодезических измерений с использованием современных компьютерных программ;

- Технологии фотограмметрических работ и дешифрирования при создании инженерно-топографических планов;
- Система фондов хранения сведений об объектах инженерных изысканий; порядок обращения и получения сведений;
- Установленный порядок сдачи отчетных материалов выполненных инженерно-геодезических изысканий в ответственные организации;
- Требования охраны труда.

Содержание практических занятий определено рабочей программой и тематическим планированием, соответствует теоретическому материалу изучаемых разделов междисциплинарного курса.

Объём практических занятий определяется учебным планом по данной специальности.

Продолжительность практического занятия - 2 академических часа. Перед проведением практического занятия преподавателем организуется инструктаж, а по ее окончании – обсуждение итогов.

Комплект методических указаний по выполнению практических работ междисциплинарного курса содержит 46 практических занятия.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

МДК.01.01 «Выполнение полевых и камеральных работ по созданию геодезических сетей специального назначения»

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

Изучение конструкции, правил закладки и оформления основных типов центров государственной геодезической сети и геодезических сетей специального назначения в зависимости от характеристик грунта

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Изучение конструкции, правил закладки и оформления основных типов центров государственной геодезической сети и геодезических сетей специального назначения в зависимости от характеристик грунта

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

Изучение конструкции, правил закладки и оформления основных типов центров государственной геодезической сети и геодезических сетей специального назначения в зависимости от характеристик грунта

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

Изучение конструкции, правил закладки и оформления основных типов центров государственной геодезической сети и геодезических сетей специального назначения в зависимости от характеристик грунта

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

Изучение конструкции, правил закладки и оформления основных типов центров государственной геодезической сети и геодезических сетей специального назначения в зависимости от характеристик грунта

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

Изучение конструкции, правил закладки и оформления основных типов центров государственной геодезической сети и геодезических сетей специального назначения в зависимости от характеристик грунта

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7

Изучение конструкции, правил закладки и оформления основных типов центров государственной геодезической сети и геодезических сетей специального назначения в зависимости от характеристик грунта

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

Схемы построения геодезических сетей специального назначения

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9

Схемы построения геодезических сетей специального назначения

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10

Схемы построения геодезических сетей специального назначения

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11

Схемы построения геодезических сетей специального назначения

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №12

Схемы построения геодезических сетей специального назначения

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №13

Схемы построения геодезических сетей специального назначения

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №14

Схемы построения геодезических сетей специального назначения

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №15

Изучение устройства и работы точного оптического теодолита типа Т2 (3Т2 КП): органы управления, регулировки, визирование, взятие отсчетов по горизонтальному

и вертикальному кругам

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №16

Изучение устройства и работы точного оптического теодолита типа Т2 (ЗТ2 КП): органы управления, регулировки, визирование, взятие отсчетов по горизонтальному и вертикальному кругам

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №17

Изучение устройства и работы точного оптического теодолита типа Т2 (ЗТ2 КП): органы управления, регулировки, визирование, взятие отсчетов по горизонтальному и вертикальному кругам

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №18

Изучение устройства и работы точного оптического теодолита типа Т2 (ЗТ2 КП): органы управления, регулировки, визирование, взятие отсчетов по горизонтальному и вертикальному кругам

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №19

Изучение устройства и работы точного оптического теодолита типа Т2 (ЗТ2 КП): органы управления, регулировки, визирование, взятие отсчетов по горизонтальному и вертикальному кругам

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №20

Изучение устройства и работы точного оптического теодолита типа Т2 (ЗТ2 КП): органы управления, регулировки, визирование, взятие отсчетов по горизонтальному и вертикальному кругам

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №21

Изучение устройства и работы высокоточного нивелира типа Н-05 и штриховых инварных реек типа РН-05: органы управления, регулировка, визирование на рейку, взятие отсчетов по рейке и оптическому микрометру

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №22

Изучение устройства и работы высокоточного нивелира типа Н-05 и штриховых инварных реек типа РН-05: органы управления, регулировка, визирование на рейку, взятие отсчетов по рейке и оптическому микрометру

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №23

Изучение устройства и работы высокоточного нивелира типа Н-05 и штриховых инварных реек типа РН-05: органы управления, регулировка, визирование на рейку, взятие отсчетов по рейке и оптическому микрометру

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №24

Изучение устройства и работы высокоточного нивелира типа Н-05 и штриховых инварных реек типа РН-05: органы управления, регулировка, визирование на рейку, взятие отсчетов по рейке и оптическому микрометру

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №26

Измерение превышений на станциях II класса с записью и вычислениями в полевом журнале

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №27

Измерение превышений на станциях II класса с записью и вычислениями в полевом журнале

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №28

Измерение превышений на станциях II класса с записью и вычислениями в полевом журнале

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №29

Измерение превышений на станциях II класса с записью и вычислениями в полевом журнале

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №30

Знакомство с конструкцией и методикой измерений навигационных приемников

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №31

Знакомство с конструкцией и методикой измерений навигационных приемников

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №32

Знакомство с конструкцией и методикой измерений навигационных приемников

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №33

Знакомство с конструкцией и методикой измерений навигационных приемников

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №34

Изучение конструкции тахеометров, выполнение измерений углов и расстояний, привязка тахеометра на исходном пункте, обратные засечки для определения координат станций

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №35

Изучение конструкции тахеометров, выполнение измерений углов и расстояний, привязка тахеометра на исходном пункте, обратные засечки для определения координат станций

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №36

Изучение конструкции тахеометров, выполнение измерений углов и расстояний, привязка тахеометра на исходном пункте, обратные засечки для определения координат станций

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №37

Изучение конструкции тахеометров, выполнение измерений углов и расстояний, привязка тахеометра на исходном пункте, обратные засечки для определения координат станций

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №38

Уравнивание одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов параметрическим способом. Уравнивание одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов коррелятным способом

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №39

Уравнивание одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов параметрическим способом. Уравнивание одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов коррелятным способом

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №40

Уравнивание одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов параметрическим способом. Уравнивание одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов коррелятным способом

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №41

Уравнивание одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов параметрическим способом. Уравнивание одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов коррелятным способом

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №42

Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов параметрическим способом. Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов коррелятным способом

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №43 Уравнивание нивелирной сети по методу

наименьших квадратов параметрическим способом. Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов коррелятным способом

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №44

Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов параметрическим способом. Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов коррелятным способом

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №45

Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов параметрическим способом. Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов коррелятным способом

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №46

Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов параметрическим способом. Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов коррелятным способом

ИНСТРУКЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ ПРАКТИЧЕСКИХ РАБОТ

Прежде чем приступить к выполнению заданий, внимательно прочитайте данные рекомендации

1. Практические работы проводятся под наблюдением преподавателя. К выполнению практических работ обучающиеся допускаются только после прослушивания инструктажа по технике безопасности.

2. Все практические работы проводятся за партами учебного кабинета. Обучающимся не разрешается без уважительной причины отлучаться из кабинета до полного окончания практических работ.

3. Перед началом работы длинные волосы следует заколоть.

4. На рабочем месте должны находиться только необходимые для работы материалы и инструменты.

5. С ножницами следует пользоваться аккуратно, передавать их кольцами вперед.

6. Необходимо следить за чистотой рабочего места.

7. После завершения работы обучающиеся обязаны собрать инструменты, материалы, методические пособия и сдать их преподавателю, убрать рабочее место.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №1

Тема: Изучение конструкции, правил закладки и оформления основных типов центров государственной геодезической сети и геодезических сетей специального назначения в зависимости от характеристик грунта

Цель работы: научиться вычислять рамку трапеции

Приобретаемые умения и навыки: умение вычислять рамку трапеции

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Геодезические сети сгущения
2. Триангуляция
3. Трилатерация
4. Полигонометрия

2. Ход выполнения работы:

Задание. Определить прямоугольные координаты углов рамки трапеции и номенклатуру трапеции масштаба 1:10000 для местности с точкой Т, которая имеет географические координаты, заданные преподавателем.

1. определяют географические координаты вершин рамки трапеции, в которой находится точка Т. Определяют последовательно, исходя из трапеции масштаба 1:1000000.

2. найденную трапецию делят на 144 части и получают листы масштаба 1:100000. Находят лист, в котором находится точка Т.

3. последовательно определяют номенклатуру масштабов 1:50000, 1:25000, 1:10000.

4. для определения координат пользуются таблицами прямоугольных координат углов рамок трапеции проекции Гаусса и размеры рамок и площадей трапеций масштаба 1:25000.

Ординаты даются от осевого меридиана шестиградусной координатной зоны. Для получения координат углов рамок трапеции предварительно надо из долгот вершин трапеции вычесть долготу осевого меридиана.

5. Координаты углов рамки трапеции масштаба 1:10000 получают интерполированием как среднее значение координат вершин трапеции масштаба 1:25000. Из таблицы получают размеры рамки трапеции масштаба 1:25000.

6. По координатам вершин на планшете строят трапецию. Сетку координат строят при помощи линейки Дробышева. Контроль построения производится согласно размерам рамки трапеции, выбранным из таблиц. Контроль осуществляется при помощи контрольной линейки, ошибка построения не должна превышать 0,2 мм плана.

7. оформление рамки трапеции осуществляется согласно условным знакам масштаба 1:10000.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №2

Тема: Изучение конструкции, правил закладки и оформления основных типов центров государственной геодезической сети и геодезических сетей специального назначения в зависимости от характеристик грунта

Цель работы: научиться вычислять рамку трапеции

Приобретаемые умения и навыки: умение вычислять рамку трапеции

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Геодезические сети сгущения
2. Триангуляция
3. Трилатерация
4. Полигонометрия

2. Ход выполнения работы:

Задание. Определить прямоугольные координаты углов рамки трапеции и номенклатуру трапеции масштаба 1:10000 для местности с точкой Т, которая имеет географические координаты, заданные преподавателем.

3. последовательно определяют номенклатуру масштабов 1:50000, 1:25000, 1:10000.

4. для определения координат пользуются таблицами прямоугольных координат углов рамок трапеции проекции Гаусса и размеры рамок и площадей трапеций масштаба 1:25000.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №3

Тема: Изучение конструкции, правил закладки и оформления основных типов центров государственной геодезической сети и геодезических сетей специального назначения в зависимости от характеристик грунта

Цель работы: научиться вычислять рамку трапеции

Приобретаемые умения и навыки: умение вычислять рамку трапеции

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Геодезические сети сгущения
2. Триангуляция
3. Трилатерация
4. Полигонометрия

2. Ход выполнения работы:

Задание. Определить прямоугольные координаты углов рамки трапеции и номенклатуру трапеции масштаба 1:10000 для местности с точкой Т, которая имеет географические координаты, заданные преподавателем.

5. Координаты углов рамки трапеции масштаба 1:10000 получают интерполированием как среднее значение координат вершин трапеции масштаба 1:25000. Из таблицы получают размеры рамки трапеции масштаба 1:25000.

6. По координатам вершин на планшете строят трапецию. Сетку координат строят при помощи линейки Дробышева. Контроль построения производится согласно размерам рамки трапеции, выбранным из таблиц. Контроль осуществляется

при помощи контрольной линейки, ошибка построения не должна превышать 0,2 мм плана.

3. Контрольные вопросы по закреплению.

1. Разграфка трапеции масштаба 1:1000000
2. На сколько частей делиться рамка трапеции масштаба 1:25000.
3. Как вычерчивается рамка трапеции
4. Как вычислить координаты рамки трапеции

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №4

Тема: Изучение конструкции, правил закладки и оформления основных типов центров государственной геодезической сети и геодезических сетей специального назначения в зависимости от характеристик грунта

Цель работы: научиться вычислять рамку трапеции

Приобретаемые умения и навыки: умение вычислять рамку трапеции

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Геодезические сети сгущения
2. Триангуляция
3. Трилатерация
4. Полигонометрия

2. Ход выполнения работы:

Задание. Определить прямоугольные координаты углов рамки трапеции и номенклатуру трапеции масштаба 1:10000 для местности с точкой Т, которая имеет географические координаты, заданные преподавателем.

7. оформление рамки трапеции осуществляется согласно условным знакам масштаба 1:10000.

3. Контрольные вопросы по закреплению.

1. Разграфка трапеции масштаба 1:1000000
2. На сколько частей делиться рамка трапеции масштаба 1:25000.
3. Как вычерчивается рамка трапеции
4. Как вычислить координаты рамки трапеции

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №5

Тема: Изучение конструкции, правил закладки и оформления основных типов центров государственной геодезической сети и геодезических сетей специального назначения в зависимости от характеристик грунта

Цель работы: научиться вычислять рамку трапеции

Приобретаемые умения и навыки: умение вычислять рамку трапеции

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

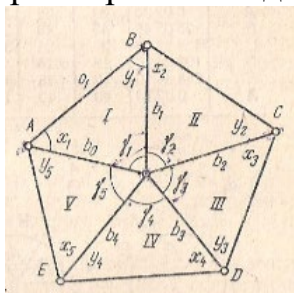
1. Геодезические сети сгущения

2. Методы построения сетей планового геодезического обоснования

3. Классификация и технические характеристики сетей планового геодезического обоснования

2. Ход выполнения работы:

Задание. Порядок вычислительной обработки рассмотрен ниже на конкретном примере. Варианты задания выдает преподаватель.



Предварительное решение треугольников сети выполняется по теореме синусов. В первом треугольнике центральной системы сторона $OA=b_0=11685\text{м}$. другие стороны треугольника вычисляются по формулам

$$b_1 = \frac{b_0 \sin x_1}{\sin y_1}, c = \frac{b_0 \sin \gamma_1}{\sin y_1}.$$

Дробь служит множителем вычисления обеих сторон треугольника. Аналогично этому вычисляют стороны второго треугольника по вычисленной стороне b_1 и измеренным углам. Последующим решением треугольников вычисляют стороны других треугольников.

Предварительное решение треугольников центральной системы. Пример определения сторон треугольников, необходимых для вычисления поправок за центрировку и редукцию, дан в таблице.

Номера треугольников	Номера вершин	Измеренные углы	sin углов	Длины сторон, м
1	2	3	4	5
I	B	$y_1 = 57^\circ 23'$	(1795)	1512
	O	$\gamma_1 = 76^\circ 01'$	0,8423	1742
	A	$x_1 = 46^\circ 36'$	0,9704	1304
			0,7266	
II	C	$y_2 = 57^\circ 12'$	(1551)	1304
	O	$\gamma_2 = 62^\circ 48'$	0,8406	1380
	B	$x_2 = 60^\circ 00'$	0,8894	1343
			0,8660	
III	D	$y_3 = 60^\circ 50'$	(1538)	1343
	O	$\gamma_3 = 56^\circ 32'$	0,8732	1283
	C	$x_3 = 62^\circ 38'$	0,8342	1366
			0,8881	
IV	E	$y_4 = 50^\circ 13'$	(1777)	1366
	O	$\gamma_4 = 93^\circ 10'$	0,7685	1774
	D	$x_4 = 36^\circ 37'$	0,9985	1060
			0,5965	
V	A	$y_5 = 40^\circ 34'$	(1630)	1060
	O	$\gamma_5 = 71^\circ 29'$	0,6503	1546
	E	$x_5 = 67^\circ 57'$	0,9482	1511
			0,9269	

В графу 3 помещены значения углов, в графу 4 – синусов углов. Длины сторон записывают в строке против углов. Известная сторона $OA=b_0=1512\text{ м}$ записана против угла y_1 .

Для вычисления сторон первого треугольника вычислена дробь $b_0:\sin y_1=1795$. Частное от деления записано в скобках над синусами углов.

Затем число 1795 умножают на синус угла $\gamma_1=0,9704$ и получают сторону $o_1=1742\text{м}$, которая записана против угла γ_1 . После умножения 1795 на синус угла x_1 получают сторону $b_1=1304\text{ м}$.

После этого длину стороны b_1 записывают во втором треугольнике против угла

у2 и решают так же второй треугольник. Затем последовательно решают другие треугольники. Для контроля в пятом треугольнике вычисляют снова начальную длину, что служит окончательным контролем решения треугольников.

Вычисление поправки за центрировку в точке О центральной системы. Вычисление поправки за центрировку дано в таблице для пункта О центральной системы измеренных направлений ОА, ОВ, ОС, ОD, ОЕ, взятых из журнала измерений; элементы центрировки $e=0,12\text{м}$, $\theta=50^\circ 20'$.

Т а б л и ц а 37

Формулы	О А	О В	О С	О D	О Е
M	$0^\circ 00'$	$76^\circ 01'$	$138^\circ 50'$	$195^\circ 22'$	$288^\circ 32'$
θ	$50^\circ 20'$	$50^\circ 20'$	$50^\circ 20'$	$50^\circ 20'$	$50^\circ 20'$
$M + \theta$	$50^\circ 20'$	$126^\circ 21'$	$189^\circ 10'$	$245^\circ 42'$	$338^\circ 52'$
$\rho'' e$	$24752''$	$24752''$	$24752''$	$24752''$	$24752''$
$s, \text{ м}$	1512	1304	1343	1365	1060
$\rho'' e : s$	$16,4''$	$19,0''$	$18,4''$	$18,1''$	$23,3''$
$\sin(M + \theta)$	$0,7698$	$0,8054$	$-0,1593$	$-0,9114$	$-0,3605$
C''	$+12,6''$	$+15,3''$	$-2,9''$	$-16,5''$	$-8,4''$

В первой строке записаны измеренные направления, округленные до целых минут. Длины линий взяты из таблицы. Вычисления выполняются по формуле.

$$C'' = \frac{\rho'' e}{s} \sin(M + \theta).$$

В следующей таблице приведен пример вычисления поправок за редукцию в точке А.

Т а б л и ц а 38

Формулы	Направления (см. рис. 109)		
	ВА	ОА	ЕА
M	$0^\circ 00'$	$46^\circ 36'$	$87^\circ 10'$
θ_1	$60^\circ 00'$	$60^\circ 00'$	$60^\circ 00'$
$M + \theta_1$	$60^\circ 00'$	$106^\circ 36'$	$147^\circ 10'$
$\rho'' e_1$	$20626''$	$20626''$	$20626''$
$s, \text{ м}$	1742	1512	1546
$\rho'' e : s$	$11,8''$	$13,6''$	$13,3''$
$\sin(M + \theta_1)$	$0,8660$	$0,9583$	$0,5422$
$r = \frac{\rho'' e}{s} \sin(M + \theta_1)$	$+10,3''$	$+13,1''$	$+7,2''$

Измеренные направления M_0, M_1, M_2 на пункты И, О, Е можно отнести к точке визирного цилиндра. Вычислив поправки в направления за центрировку и редукцию, вводят в измеренные направления обе поправки и в каждой точке исправленные направления приводят к нулю начального направления.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №6

Тема: Изучение конструкции, правил закладки и оформления основных типов центров государственной геодезической сети и геодезических сетей специального назначения в зависимости от характеристик грунта

Цель работы: научиться вычислять рамку трапеции

Приобретаемые умения и навыки: умение вычислять рамку трапеции

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

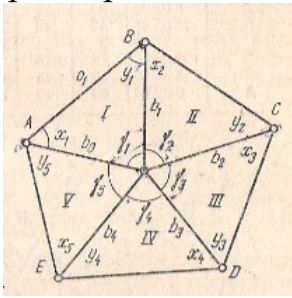
1. Геодезические сети сгущения

2. Методы построения сетей планового геодезического обоснования

3. Классификация и технические характеристики сетей планового геодезического обоснования

2. Ход выполнения работы:

Задание. Порядок вычислительной обработки рассмотрен ниже на конкретном примере. Варианты задания выдает преподаватель.



Предварительное решение треугольников сети выполняется по теореме синусов. В первом треугольнике центральной системы сторона $OA=b_0=1512$ м. другие стороны треугольника вычисляются по формулам

$$b_1 = \frac{b_0 \sin x_1}{\sin y_1}, c = \frac{b_0 \sin x_1}{\sin y_1}.$$

Дробь служит множителем вычисления обеих сторон треугольника. Аналогично этому вычисляют стороны второго треугольника по вычисленной стороне b_1 и измеренным углам. Последующим решением треугольников вычисляют стороны других треугольников.

Предварительное решение треугольников центральной системы. Пример определения сторон треугольников, необходимых для вычисления поправок за центрировку и редукцию, дан в таблице.

Номера треугольников	Номера вершин	Измеренные углы	sin углов	Длины сторон, м
1	2	3	4	5
I	B O A	$y_1 = 57^\circ 23'$ $\gamma_1 = 76^\circ 01'$ $x_1 = 46^\circ 36'$	(1795)	
			0,8423	1512
			0,9704	1742
			0,7266	1304
II	C O B	$y_2 = 57^\circ 12'$ $\gamma_2 = 62^\circ 48'$ $x_2 = 60^\circ 00'$	(1551)	
			0,8406	1304
			0,8894	1380
			0,8660	1343
III	D O C	$y_3 = 60^\circ 50'$ $\gamma_3 = 56^\circ 32'$ $x_3 = 62^\circ 38'$	(1538)	
			0,8732	1343
			0,8342	1283
			0,8881	1366
IV	E O D	$y_4 = 50^\circ 13'$ $\gamma_4 = 93^\circ 10'$ $x_4 = 36^\circ 37'$	(1777)	
			0,7685	1366
			0,9985	1774
			0,5965	1060
V	A O E	$y_5 = 40^\circ 34'$ $\gamma_5 = 71^\circ 29'$ $x_5 = 67^\circ 57'$	(1630)	
			0,6503	1060
			0,9482	1546
			0,9269	1511

В графу 3 помещены значения углов, в графу 4 – синусов углов. Длины сторон записывают в строке против углов. Известная сторона $OA=b_0=1512$ м записана против угла y_1 .

Для вычисления сторон первого треугольника вычислена дробь $b_0:\sin y_1=1365$ Частное от деления записано в скобках над синусами углов.

Затем число 1795 умножают на синус угла $\gamma_1=0,9704$ и получают сторону $o_1=1742$ м, которая записана против угла γ_1 . После умножения 1795 на синус угла x_1 получают сторону $b_1=1569$ м.

После этого длину стороны b_1 записывают во втором треугольнике против угла y_2 и решают так же второй треугольник. Затем последовательно решают другие треугольники. Для контроля в пятом треугольнике вычисляют снова начальную длину, что служит окончательным контролем решения треугольников.

Вычисление поправки за центрировку в точке О центральной системы.

Вычисление поправки за центрировку дано в таблице для пункта О центральной системы измеренных направлений ОА, ОВ, ОС, ОD, ОЕ, взятых из журнала измерений; элементы центрировки $e=0,12\text{м}$, $\theta=50^\circ 20'$.

Т а б л и ц а 37					
Формулы	О А	О В	О С	О D	О Е
M	$0^\circ 00'$	$76^\circ 01'$	$138^\circ 50'$	$195^\circ 22'$	$288^\circ 32'$
θ	$50^\circ 20'$	$50^\circ 20'$	$50^\circ 20'$	$50^\circ 20'$	$50^\circ 20'$
$M + \theta$	$50^\circ 20'$	$126^\circ 21'$	$189^\circ 10'$	$245^\circ 42'$	$338^\circ 52'$
$\rho'' e$	$24752''$	$24752''$	$24752''$	$24752''$	$24752''$
$s, \text{м}$	1512	1304	1343	1366	1060
$\rho'' e : s$	$16,4''$	$19,0''$	$18,4''$	$18,1''$	$23,3''$
$\sin(M + \theta)$	$0,7698$	$0,8054$	$-0,1593$	$-0,9114$	$-0,3605$
C''	$+12,6''$	$+15,3''$	$-2,9''$	$-16,5''$	$-8,4''$

В первой строке записаны измеренные направления, округленные до целых минут. Длины линий взяты из таблицы. Вычисления выполняются по формуле.

$$C'' = \frac{\rho'' e}{s} \sin(M + \theta).$$

В следующей таблице приведен пример вычисления поправок за редукцию в точке А.

Т а б л и ц а 38			
Формулы	Направления (см. рис. 109)		
	ВА	ОА	ЕА
M	$0^\circ 00'$	$46^\circ 36'$	$87^\circ 10'$
θ_1	$60^\circ 00'$	$60^\circ 00'$	$60^\circ 00'$
$M + \theta_1$	$60^\circ 00'$	$106^\circ 36'$	$147^\circ 10'$
$\rho'' e_1$	$20626''$	$20626''$	$20626''$
$s, \text{м}$	1742	1512	1546
$\rho'' e : s$	$11,8''$	$13,6''$	$13,3''$
$\sin(M + \theta_1)$	$0,8660$	$0,9583$	$0,5422$
$r = \frac{\rho'' e}{s} \sin(M + \theta_1)$	$+10,3''$	$+13,1''$	$+7,2''$

Измеренные направления M_0, M_1, M_2 на пункты И, О, Е можно отнести к точке визирного цилиндра. Вычислив поправки в направления за центрировку и редукцию, вводят в измеренные направления обе поправки и в каждой точке исправленные направления приводят к нулю начального направления.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №7

Тема: Изучение конструкции, правил закладки и оформления основных типов центров государственной геодезической сети и геодезических сетей специального назначения в зависимости от характеристик грун

Цель работы: научиться вычислять рамку трапеции

Приобретаемые умения и навыки: умение вычислять рамку трапеции

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

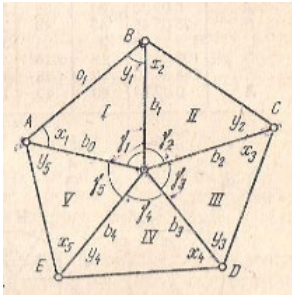
1. Геодезические сети сгущения

2. Методы построения сетей планового геодезического обоснования

3. Классификация и технические характеристики сетей планового геодезического обоснования

2. Ход выполнения работы:

Задание. Порядок вычислительной обработки рассмотрен ниже на конкретном примере. Варианты задания выдает преподаватель.



Предварительное решение треугольников сети выполняется по теореме синусов. В первом треугольнике центральной системы сторона $OA=b_0=1700$ м. другие стороны треугольника вычисляются по формулам

$$b_1 = \frac{b_0 \sin x_1}{\sin y_1}, c = \frac{b_0 \sin \gamma_1}{\sin y_1}.$$

Дробь служит множителем вычисления обеих сторон треугольника. Аналогично этому вычисляют стороны второго треугольника по вычисленной стороне b_1 и измеренным углам. Последующим решением треугольников вычисляют стороны других треугольников.

Предварительное решение треугольников центральной системы. Пример определения сторон треугольников, необходимых для вычисления поправок за центрировку и редукцию, дан в таблице.

Номера треугольников	Номера вершин	Измеренные углы	sin углов	Длины сторон, м
1	2	3	4	5
I	B	$y_1 = 57^\circ 23'$	(1795)	
	O	$\gamma_1 = 76^\circ 01'$	0,8423	1512
	A	$x_1 = 46^\circ 36'$	0,9704	1742
			0,7266	1304
II	C	$y_2 = 57^\circ 12'$	(1551)	
	O	$\gamma_2 = 62^\circ 48'$	0,8406	1304
	B	$x_2 = 60^\circ 00'$	0,8894	1380
			0,8660	1343
III	D	$y_3 = 60^\circ 50'$	(1538)	
	O	$\gamma_3 = 56^\circ 32'$	0,8732	1343
	C	$x_3 = 62^\circ 38'$	0,8342	1283
			0,8881	1366
IV	E	$y_4 = 50^\circ 13'$	(1777)	
	O	$\gamma_4 = 93^\circ 10'$	0,7685	1366
	D	$x_4 = 36^\circ 37'$	0,9985	1774
			0,5965	1060
V	A	$y_5 = 40^\circ 34'$	(1630)	
	O	$\gamma_5 = 71^\circ 29'$	0,6503	1060
	E	$x_5 = 67^\circ 57'$	0,9482	1546
			0,9269	1511

В графу 3 помещены значения углов, в графу 4 – синусов углов. Длины сторон записывают в строке против углов. Известная сторона $OA=b_0=1512$ м записана против угла y_1 .

Для вычисления сторон первого треугольника вычислена дробь $b_0:\sin y_1=1700$. Частное от деления записано в скобках над синусами углов.

Затем число 1795 умножают на синус угла $\gamma_1=0,9704$ и получают сторону $o_1=1752$ м, которая записана против угла γ_1 . После умножения 1795 на синус угла x_1 получают сторону $b_1=1269$ м.

После этого длину стороны b_1 записывают во втором треугольнике против угла y_2 и решают так же второй треугольник. Затем последовательно решают другие треугольники. Для контроля в пятом треугольнике вычисляют снова начальную длину, что служит окончательным контролем решения треугольников.

Вычисление поправки за центрировку в точке О центральной системы. Вычисление поправки за центрировку дано в таблице для пункта О центральной системы измеренных направлений ОА, ОВ, ОС, ОД, ОЕ, взятых из журнала

измерений; элементы центрировки $e=0,12\text{м}$, $\theta=50^\circ 20'$.

Т а б л и ц а 37					
Формулы	О А	О В	О С	О D	О Е
M	$0^\circ 00'$	$76^\circ 01'$	$138^\circ 50'$	$195^\circ 22'$	$288^\circ 32'$
θ	$50^\circ 20'$	$50^\circ 20'$	$50^\circ 20'$	$50^\circ 20'$	$50^\circ 20'$
$M + \theta$	$50^\circ 20'$	$126^\circ 21'$	$189^\circ 10'$	$245^\circ 42'$	$338^\circ 52'$
$\rho'' e$	$24752''$	$24752''$	$24752''$	$24752''$	$24752''$
$s, \text{ м}$	1512	1304	1343	1366	1060
$\rho'' e : s$	$16,4''$	$19,0''$	$18,4''$	$18,1''$	$23,3''$
$\sin(M + \theta)$	$0,7698$	$0,8054$	$-0,1593$	$-0,9114$	$-0,3605$
C''	$+12,6''$	$+15,3''$	$-2,9''$	$-16,5''$	$-8,4''$

В первой строке записаны измеренные направления, округленные до целых минут. Длины линий взяты из таблицы. Вычисления выполняются по формуле.

$$c'' = \frac{\rho'' e}{s} \sin(M + \theta).$$

В следующей таблице приведен пример вычисления поправок за редукцию в точке А.

Т а б л и ц а 38			
Формулы	Направления (см. рис. 109)		
	ВА	ОА	ЕА
M	$0^\circ 00'$	$46^\circ 36'$	$87^\circ 10'$
θ_1	$60^\circ 00'$	$60^\circ 00'$	$60^\circ 00'$
$M + \theta_1$	$60^\circ 00'$	$106^\circ 36'$	$147^\circ 10'$
$\rho'' e_1$	$20626''$	$20626''$	$20626''$
$s, \text{ м}$	1742	1512	1546
$\rho'' e : s$	$11,8''$	$13,6''$	$13,3''$
$\sin(M + \theta_1)$	$0,8660$	$0,9583$	$0,5422$
$r = \frac{\rho'' e}{s} \sin(M + \theta_1)$	$+10,3''$	$+13,1''$	$+7,2''$

Измеренные направления M_0, M_1, M_2 на пункты И, О, Е можно отнести к точке визирного цилиндра. Вычислив поправки в направления за центрировку и редукцию, вводят в измеренные направления обе поправки и в каждой точке исправленные направления приводят к нулю начального направления.

Контрольные вопросы по закреплению.

1. Предварительное решение треугольников в центральной системе.
2. Вычисление поправки за центрировку в точке О центральной системы.
3. Виды невязок сетей триангуляции

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №8

Тема: Схемы построения геодезических сетей специального назначения

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Методы построения сетей планового геодезического обоснования
2. Обработка результатов измерений в триангуляции
3. Классификация сетей планового геодезического обоснования

2. Ход выполнения работы:

Исходные данные:

1. Схema сети триангуляции в виде центральной системы, в которой известны координаты пунктов О : $X_0 = 4579,63\text{м}$, $Y_0 = 3741,21\text{м}$;

А: $X_A = 3763,69\text{м}$, $Y_A = 3375,88$.

2. Средние значения измеренных на пунктах направлений (Таблица 1)

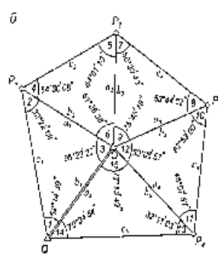
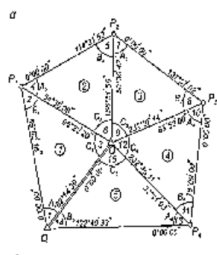
3. Вариант задания находится у преподавателя.

Название направлений	"	'	"
O - P ₁	0	00	00
O - Q	52	14	39
O - P ₄	122	49	33
P ₁ - P ₂	0	00	00
P ₁ - O	54	30	08
P ₁ - Q	86	52	16
P ₂ - P ₃	0	00	00
P ₂ - O	50	30	43
P ₂ - P ₁	114	31	53
P ₃ - P ₄	0	00	00
P ₃ - O	83	53	00
P ₃ - P ₂	137	37	02
P ₄ - Q	0	00	00
P ₄ - O	95	23	20
P ₄ - P ₃	146	51	56
O - Q	0	00	00
O - P ₁	95	23	20
O - P ₂	156	51	56
O - P ₃	232	37	14
O - P ₄	282	46	11

3. На пунктах O и Q определены линейные и угловые элементы приведения – центрировки и редукции (Таблица 2).

Таблица 2

Название пунктов	Линейные элементы центрировки			Угловые элементы центрировки
	l_M	l_{1M}	θ	θ_1
С п. O на п. Q	0,034	0,045	56° 30'	247° 00'
С п. Q на п. P ₁	0,031	0,040	149° 45'	289° 30'



Задание:

1. Выполнить предварительное решение треугольников.
2. Вычислить поправки за центрировку и редуцию и привести направления к центрам знаков.
3. Составить схему сети с приведенными направлениями и углами.
4. Выполнить оценку точности угловых измерений в сети, (направления измерялись двумя приемами, теодолитом 2Т5К).
5. Произвести упрощенное уравнивание центральной системы.
6. Выполнить окончательное решение треугольников.

7. Определить координаты пунктов сети, составить отчетную ведомость и отчетную схему сети в масштабе 1: 25000.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №9

Тема: Схемы построения геодезических сетей специального назначения

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Методы построения сетей планового геодезического обоснования

2. Обработка результатов измерений в триангуляции

3. Классификация сетей планового геодезического обоснования

2. Ход выполнения работы:

Исходные данные:

1. Схема сети триангуляции в виде центральной системы, в которой известны координаты пунктов О : $X_o = 4579,63\text{м}$, $Y_o = 3741,21\text{м}$;

А: $X_A = 3763,69\text{м}$, $Y_A = 3375,88$.

2. Средние значения измеренных на пунктах направлений (Таблица 1)

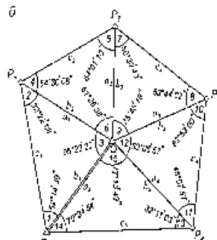
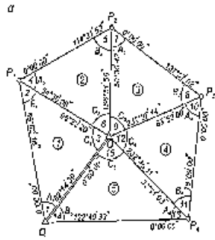
3. Вариант задания находится у преподавателя.

Название направлений	'	'	"
О - P ₁	0	00	00
О - Q	52	14	39
О - P ₄	122	49	33
P ₁ - P ₂	0	00	00
P ₁ - О	54	30	08
P ₁ - Q	86	52	16
P ₂ - P ₃	0	00	00
P ₂ - О	50	30	43
P ₂ - P ₁	114	31	53
P ₃ - P ₄	0	00	00
P ₃ - О	83	53	00
P ₃ - P ₂	137	37	02
P ₄ - Q	0	00	00
P ₄ - О	95	23	20
P ₄ - P ₃	146	51	56
О - Q	0	00	00
О - P ₁	95	23	20
О - P ₂	156	51	56
О - P ₃	232	37	14
О - P ₄	282	46	11

3. На пунктах О и Q определены линейные и угловые элементы приведения — центрировки и редукции (Таблица 2).

Таблица 2

Название пунктов	Линейные элементы центрировки		Угловые элементы центрировки	
	l_M	l_{1M}	θ	θ_1
С п.О на п. Q	0,034	0,045	$56^\circ 30'$	$247^\circ 00'$
С п. Q на п. P ₁	0,031	0,040	$149^\circ 45'$	$289^\circ 30'$



Задание:

1. Выполнить предварительное решение треугольников.
2. Вычислить поправки за центрировку и редукцию и привести направления к центрам знаков.
3. Составить схему сети с приведенными направлениями и углами.
4. Выполнить оценку точности угловых измерений в сети, (направления измерялись двумя приемами, теодолитом 2Т5К).
5. Произвести упрощенное уравнивание центральной системы.
6. Выполнить окончательное решение треугольников.
7. Определить координаты пунктов сети, составить отчетную ведомость и отчетную схему сети в масштабе 1: 25000.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №10

Тема: Схемы построения геодезических сетей специального назначения

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Методы построения сетей планового геодезического обоснования
2. Обработка результатов измерений в триангуляции
3. Классификация сетей планового геодезического обоснования

2. Ход выполнения работы:

Исходные данные:

1. Схема сети триангуляции в виде центральной системы, в которой известны координаты пунктов О : $X_O = 4579,63\text{м}$, $Y_O = 3741,21\text{м}$;

А: $X_A = 3763,69\text{м}$, $Y_A = 3375,88$.

2. Средние значения измеренных на пунктах направлений (Таблица 1)

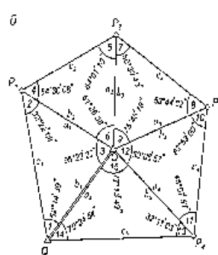
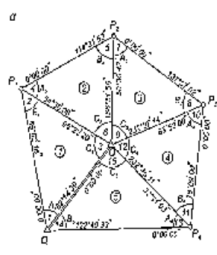
3. Вариант задания находится у преподавателя.

Название направлений	"	'	"
O - P ₁	0	00	00
O - Q	52	14	39
O - P ₄	122	49	33
P ₁ - P ₂	0	00	00
P ₁ - O	54	30	08
P ₁ - Q	86	52	16
P ₂ - P ₃	0	00	00
P ₂ - O	50	30	43
P ₂ - P ₁	114	31	53
P ₃ - P ₄	0	00	00
P ₃ - O	83	53	00
P ₃ - P ₂	137	37	02
P ₄ - Q	0	00	00
P ₄ - O	95	23	20
P ₄ - P ₃	146	51	56
O - Q	0	00	00
O - P ₁	95	23	20
O - P ₂	156	51	56
O - P ₃	232	37	14
O - P ₄	282	46	11

3. На пунктах O и Q определены линейные и угловые элементы приведения – центрировки и редукиции (Таблица 2).

Таблица 2

Название пунктов	Линейные элементы центрировки			Угловые элементы центрировки
	l_M	l_{1M}	θ	θ_1
С п. O на п. Q	0,034	0,045	56° 30'	247° 00'
С п. Q на п. P ₁	0,031	0,040	149° 45'	289° 30'



Задание:

1. Выполнить предварительное решение треугольников.
2. Вычислить поправки за центрировку и редукицию и привести направления к центрам знаков.
3. Составить схему сети с приведенными направлениями и углами.
4. Выполнить оценку точности угловых измерений в сети, (направления измерялись двумя приемами, теодолитом 2Т5К).
5. Произвести упрощенное уравнивание центральной системы.
6. Выполнить окончательное решение треугольников.

7. Определить координаты пунктов сети, составить отчетную ведомость и отчетную схему сети в масштабе 1: 25000.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №11

Тема: Схемы построения геодезических сетей специального назначения

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Методы построения сетей планового геодезического обоснования
2. Обработка результатов измерений в триангуляции
3. Классификация сетей планового геодезического обоснования

2. Ход выполнения работы:

Исходные данные:

1. Схема сети триангуляции в виде центральной системы, в которой известны координаты пунктов О : $X_o = 4579,63\text{м}$, $Y_o = 3741,21\text{м}$;

А: $X_A = 3763,69\text{м}$, $Y_A = 3375,88$.

2. Средние значения измеренных на пунктах направлений (Таблица 1)

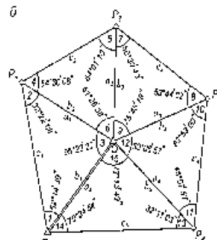
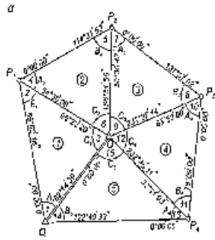
3. Вариант задания находится у преподавателя.

Название направлений	'	'	"
О - P ₁	0	00	00
О - Q	52	14	39
О - P ₄	122	49	33
P ₁ - P ₂	0	00	00
P ₁ - О	54	30	08
P ₁ - Q	86	52	16
P ₂ - P ₃	0	00	00
P ₂ - О	50	30	43
P ₂ - P ₁	114	31	53
P ₃ - P ₄	0	00	00
P ₃ - О	83	53	00
P ₃ - P ₂	137	37	02
P ₄ - Q	0	00	00
P ₄ - О	95	23	20
P ₄ - P ₃	146	51	56
О - Q	0	00	00
О - P ₁	95	23	20
О - P ₂	156	51	56
О - P ₃	232	37	14
О - P ₄	282	46	11

3. На пунктах О и Q определены линейные и угловые элементы приведения — центрировки и редукции (Таблица 2).

Таблица 2

Название пунктов	Линейные элементы центрировки		Угловые элементы центрировки	
	l_M	l_{1M}	θ	θ_1
С п.О на п. Q	0,034	0,045	$56^\circ 30'$	$247^\circ 00'$
С п. Q на п. P ₁	0,031	0,040	$149^\circ 45'$	$289^\circ 30'$



Задание:

1. Выполнить предварительное решение треугольников.
2. Вычислить поправки за центрировку и редукцию и привести направления к центрам знаков.
3. Составить схему сети с приведенными направлениями и углами.
4. Выполнить оценку точности угловых измерений в сети, (направления измерялись двумя приемами, теодолитом 2Т5К).
5. Произвести упрощенное уравнивание центральной системы.
6. Выполнить окончательное решение треугольников.
7. Определить координаты пунктов сети, составить отчетную ведомость и отчетную схему сети в масштабе 1: 25000.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №12

Тема: Схемы построения геодезических сетей специального назначения

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Методы построения сетей планового геодезического обоснования
2. Обработка результатов измерений в триангуляции
3. Классификация сетей планового геодезического обоснования

2. Ход выполнения работы:

Исходные данные:

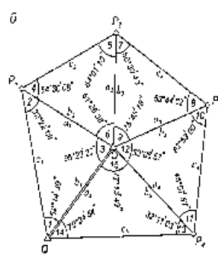
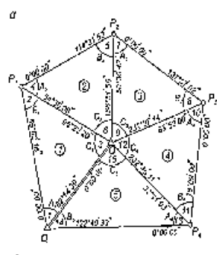
1. Схема сети триангуляции в виде центральной системы, в которой известны координаты пунктов О : $X_O = 4579,63\text{м}$, $Y_O = 3741,21\text{м}$;
А: $X_A = 3763,69\text{м}$, $Y_A = 3375,88$.
2. Средние значения измеренных на пунктах направлений (Таблица 1)
3. Вариант задания находится у преподавателя.

Название направлений	°	'	"
O - P ₁	0	00	00
O - Q	52	14	39
O - P ₄	122	49	33
P ₁ - P ₂	0	00	00
P ₁ - O	54	30	08
P ₁ - Q	86	52	16
P ₂ - P ₃	0	00	00
P ₂ - O	50	30	43
P ₂ - P ₁	114	31	53
P ₃ - P ₄	0	00	00
P ₃ - O	83	53	00
P ₃ - P ₂	137	37	02
P ₄ - Q	0	00	00
P ₄ - O	95	23	20
P ₄ - P ₃	146	51	56
O - Q	0	00	00
O - P ₁	95	23	20
O - P ₂	156	51	56
O - P ₃	232	37	14
O - P ₄	282	46	11

3. На пунктах O и Q определены линейные и угловые элементы приведения – центрировки и редукции (Таблица 2).

Таблица 2

Название пунктов	Линейные элементы центрировки			Угловые элементы центрировки
	l_M	l_{1M}	θ	θ_1
С п. O на п. Q	0,034	0,045	56° 30'	247° 00'
С п. Q на п. P ₁	0,031	0,040	149° 45'	289° 30'



Задание:

1. Выполнить предварительное решение треугольников.
2. Вычислить поправки за центрировку и редуцию и привести направления к центрам знаков.
3. Составить схему сети с приведенными направлениями и углами.
4. Выполнить оценку точности угловых измерений в сети, (направления измерялись двумя приемами, теодолитом 2Т5К).
5. Произвести упрощенное уравнивание центральной системы.
6. Выполнить окончательное решение треугольников.

7. Определить координаты пунктов сети, составить отчетную ведомость и отчетную схему сети в масштабе 1: 25000.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №13

Тема: Схемы построения геодезических сетей специального назначения

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Методы построения сетей планового геодезического обоснования

2. Обработка результатов измерений в триангуляции

3. Классификация сетей планового геодезического обоснования

2. Ход выполнения работы:

Исходные данные:

1. Схема сети триангуляции в виде центральной системы, в которой известны координаты пунктов О : $X_O = 4579,63\text{м}$, $Y_O = 3741,21\text{м}$;

А: $X_A = 3763,69\text{м}$, $Y_A = 3375,88$.

2. Средние значения измеренных на пунктах направлений (Таблица 1)

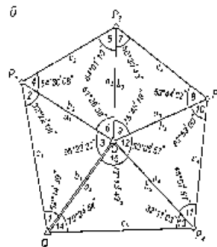
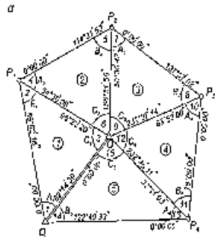
3. Вариант задания находится у преподавателя.

Название направлений	°	'	''
О - P ₁	0	00	00
О - Q	52	14	39
О - P ₄	122	49	33
P ₁ - P ₂	0	00	00
P ₁ - О	54	30	08
P ₁ - Q	86	52	16
P ₂ - P ₃	0	00	00
P ₂ - О	50	30	43
P ₂ - P ₁	114	31	53
P ₃ - P ₄	0	00	00
P ₃ - О	83	53	00
P ₃ - P ₂	137	37	02
P ₄ - Q	0	00	00
P ₄ - О	95	23	20
P ₄ - P ₃	146	51	56
О - Q	0	00	00
О - P ₁	95	23	20
О - P ₂	156	51	56
О - P ₃	232	37	14
О - P ₄	282	46	11

3. На пунктах О и Q определены линейные и угловые элементы приведения — центрировки и редукции (Таблица 2).

Таблица 2

Название пунктов	Линейные элементы центрировки		Угловые элементы центрировки
	l_M	l_{1M}	θ
С п.О на п. Q	0,034	0,045	$56^\circ 30'$
С п. Q на п. P ₁	0,031	0,040	$149^\circ 45'$



Задание:

1. Выполнить предварительное решение треугольников.
2. Вычислить поправки за центрировку и редукцию и привести направления к центрам знаков.
3. Составить схему сети с приведенными направлениями и углами.
4. Выполнить оценку точности угловых измерений в сети, (направления измерялись двумя приемами, теодолитом 2Т5К).
5. Произвести упрощенное уравнивание центральной системы.
6. Выполнить окончательное решение треугольников.
7. Определить координаты пунктов сети, составить отчетную ведомость и отчетную схему сети в масштабе 1: 25000.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №14

Тема: Схемы построения геодезических сетей специального назначения

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Методы построения сетей планового геодезического обоснования
2. Обработка результатов измерений в триангуляции
3. Классификация сетей планового геодезического обоснования

2. Ход выполнения работы:

Исходные данные:

1. Схема сети триангуляции в виде центральной системы, в которой известны координаты пунктов О : $X_O = 4579,63\text{м}$, $Y_O = 3741,21\text{м}$;

А: $X_A = 3763,69\text{м}$, $Y_A = 3375,88$.

2. Средние значения измеренных на пунктах направлений (Таблица 1)

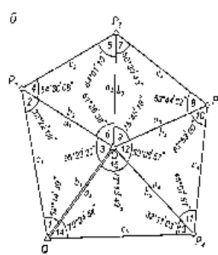
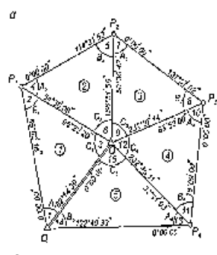
3. Вариант задания находится у преподавателя.

Название направлений	°	'	"
O - P ₁	0	00	00
O - Q	52	14	39
O - P ₄	122	49	33
P ₁ - P ₂	0	00	00
P ₁ - O	54	30	08
P ₁ - Q	86	52	16
P ₂ - P ₃	0	00	00
P ₂ - O	50	30	43
P ₂ - P ₁	114	31	53
P ₃ - P ₄	0	00	00
P ₃ - O	83	53	00
P ₃ - P ₂	137	37	02
P ₄ - Q	0	00	00
P ₄ - O	95	23	20
P ₄ - P ₃	146	51	56
O - Q	0	00	00
O - P ₁	95	23	20
O - P ₂	156	51	56
O - P ₃	232	37	14
O - P ₄	282	46	11

3. На пунктах O и Q определены линейные и угловые элементы приведения – центрировки и редукции (Таблица 2).

Таблица 2

Название пунктов	Линейные элементы центрировки			Угловые элементы центрировки
	l_M	l_{1M}	θ	θ_1
С п. O на п. Q	0,034	0,045	56° 30'	247° 00'
С п. Q на п. P ₁	0,031	0,040	149° 45'	289° 30'



Задание:

1. Выполнить предварительное решение треугольников.
2. Вычислить поправки за центрировку и редукцию и привести направления к центрам знаков.
3. Составить схему сети с приведенными направлениями и углами.
4. Выполнить оценку точности угловых измерений в сети, (направления измерялись двумя приемами, теодолитом 2Т5К).
5. Произвести упрощенное уравнивание центральной системы.
6. Выполнить окончательное решение треугольников.

7. Определить координаты пунктов сети, составить отчетную ведомость и отчетную схему сети в масштабе 1: 25000.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №15

Тема: Изучение устройства и работы точного оптического теодолита типа Т2 (ЗТ2 КП): органы управления, регулировки, визирование, взятие отсчетов по горизонтальному и вертикальному кругам

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Методы построения сетей планового геодезического обоснования
2. Сущность уравнивания системы теодолитных ходов с одной узловой точкой
3. Сущность уравнивания нивелирных ходов с одной узловой точкой

2. Ход выполнения работы:

1. Выполнить уравнивание системы нивелирных ходов с одной узловой точкой в соответствии с исходными данными способом среднего весового. 2. Результаты вычислений оформить в ведомости.

Система нивелирных ходов с одной узловой точкой. От исходных реперов А, В, С с отметками НА, НВ, НС проложены нивелирные ходы, сходящиеся в узловой точке U (рис. 1). Измерены длины ходов L_i число станций в ходе p_i и превышения по каждому ходу h_i (1, 2, 3).

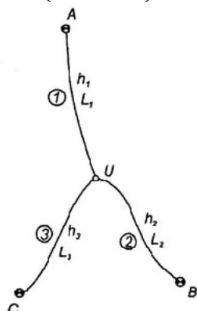


Рис. 1. Система нивелирных ходов с одной узловой точкой

Находят отметку узловой точки U по каждому ходу:

$$\begin{cases} H_1 = H_a + h_1 \\ H_2 = H_b + h_2 \\ H_3 = H_c + h_3 \end{cases}$$

Приняв веса суммы превышений по каждому ходу

$$p_i = \frac{1}{L_i},$$

вычисляют значение отметки H_U узловой точки по формуле среднего весового.

$$H_U = \frac{p_1 H_1 + p_2 H_2 + p_3 H_3}{p_1 + p_2 + p_3} = \frac{[pH]}{[p]}$$

$$H_U = H_0 + \frac{[p\epsilon]}{[p]},$$

где H_0 – приближенное значение высоты узловой точки.

В результате систему ходов с одной узловой точкой (рис. 1) можно рассматривать как систему одиночных нивелирных ходов с высотой конечной точки, равной Н_У. Невязки в сумме превышений по каждому ходу находят из выражений

$$\begin{cases} W_1 = H_U - H_1 \\ W_2 = H_U - H_2 \\ W_3 = H_U - H_3. \end{cases}$$

Далее вычисляют поправки в каждое превышение i-го хода (i = 1, 2, 3) по формуле для всхолмленных или по формуле для равнинных районов.

Характеристикой точности измерений является, как известно, средняя квадратическая погрешность единицы веса μ . Учитывая, что при определении веса суммы превышений по каждому ходу величина L_i выражается в километрах, можно записать

$$\mu = m_{\text{км}} = \sqrt{\frac{[pv^2]}{N-1}},$$

где $m_{\text{км}}$ – средняя квадратическая погрешность в превышении нивелирного хода длиной 1 км («километрическая погрешность»);

Средняя квадратическая погрешность высоты узловой точки Н_У определится по формуле

$$M_U = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}}.$$

Пример уравнивания системы нивелирных ходов, показанной на рис. 1, приведен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Уравнивание системы нивелирных ходов с одной узловой точкой

$H_A = 120,157$ м, $H_B = 130,412$ м, $H_C = 111,310$ м

№ хода	h_i , м	H_i , м	L_i , м	p_i	ε	$p\varepsilon$, мм	v_i , мм	pv , мм	pv^2	$pv\varepsilon$
1	+1,085	121,242	8,2	0,12	39	4,7	-17	-2,0	34	-78
2	-9,209	121,203	7,1	0,14	0	0,0	+22	+3,1	68	0
3	+9,920	121,230	6,0	0,17	27	4,6	-5	-0,8	4	-22

$$H_0 = 121,203 \text{ м } [p] = 0,43 \quad [pv] = 0,3$$

$$\frac{[p\varepsilon]}{[p]} = 21,60 \text{ мм } [pv^2] = 106$$

$$H_U = H_0 + \frac{[p\varepsilon]}{[p]} = 121,203 + 0,022 = 121,225 \text{ м};$$

$$\mu = m_{\text{км}} = \sqrt{\frac{[pv^2]}{N-1}} = \sqrt{\frac{106}{3-1}} = 7,3 \text{ мм}; \quad M_U = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}} = \frac{7,3}{\sqrt{0,43}} = 11,1 \text{ мм}.$$

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №16

Тема: Изучение устройства и работы точного оптического теодолита типа Т2 (ЗТ2 КП): органы управления, регулировки, визирование, взятие отсчетов по горизонтальному и вертикальному кругам

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Методы построения сетей планового геодезического обоснования
2. Сущность уравнивания системы теодолитных ходов с одной узловой точкой
3. Сущность уравнивания нивелирных ходов с одной узловой точкой

2. Ход выполнения работы:

1. Выполнить уравнивание системы нивелирных ходов с одной узловой точкой в соответствии с исходными данными способом среднего весового. 2. Результаты вычислений оформить в ведомости.

Система нивелирных ходов с одной узловой точкой. От исходных реперов А, В, С с отметками НА, НВ, НС проложены нивелирные ходы, сходящиеся в узловой точке U (рис. 1). Измерены длины ходов L_i число станций в ходе p_i и превышения по каждому ходу $h_i(1, 2, 3)$.

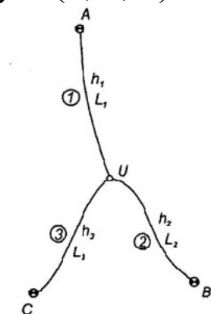


Рис. 1. Система нивелирных ходов с одной узловой точкой

Находят отметку узловой точки U по каждому ходу:

$$\begin{cases} H_1 = H_a + h_1 \\ H_2 = H_b + h_2 \\ H_3 = H_c + h_3 \end{cases}$$

Приняв веса суммы превышений по каждому ходу

$$p_i = \frac{1}{L_i},$$

вычисляют значение отметки H_U узловой точки по формуле среднего весового.

$$H_U = \frac{p_1 H_1 + p_2 H_2 + p_3 H_3}{p_1 + p_2 + p_3} = \frac{[pH]}{[p]}$$

$$H_U = H_0 + \frac{[p\epsilon]}{[p]},$$

где H_0 – приближенное значение высоты узловой точки.

В результате систему ходов с одной узловой точкой (рис. 1) можно рассматривать как систему одиночных нивелирных ходов с высотой конечной точки,

равной НУ. Невязки в сумме превышений по каждому ходу находят из выражений

$$\begin{cases} W_1 = H_U - H_1 \\ W_2 = H_U - H_2 \\ W_3 = H_U - H_3. \end{cases}$$

Далее вычисляют поправки в каждое превышение i -го хода ($i = 1, 2, 3$) по формуле для всхолмленных или по формуле для равнинных районов.

Характеристикой точности измерений является, как известно, средняя квадратическая погрешность единицы веса μ . Учитывая, что при определении веса суммы превышений по каждому ходу величина L_i выражается в километрах, можно записать

$$\mu = m_{\text{км}} = \sqrt{\frac{[pv^2]}{N-1}}, \quad \text{где } m_{\text{км}} \text{ — средняя квадратическая погрешность в превышении нивелирного хода длиной 1 км («километрическая погрешность»);}$$

Средняя квадратическая погрешность высоты узловой точки НУ определится по формуле

$$M_U = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}}.$$

Пример уравнивания системы нивелирных ходов, показанной на рис. 1, приведен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Уравнивание системы нивелирных ходов с одной узловой точкой

$H_A = 120,157 \text{ м}, H_B = 130,412 \text{ м}, H_C = 111,310 \text{ м}$

№ хода	$h_i, \text{ м}$	$H_i, \text{ м}$	$L_i, \text{ м}$	p_i	ε	$p\varepsilon, \text{ мм}$	$v_i, \text{ мм}$	$pv, \text{ мм}$	pv^2	$pv\varepsilon$
1	+1,085	121,242	8,2	0,12	39	4,7	-17	-2,0	34	-78
2	-9,209	121,203	7,1	0,14	0	0,0	+22	+3,1	68	0
3	+9,920	121,230	6,0	0,17	27	4,6	-5	-0,8	4	-22

$$H_0 = 121,203 \text{ м} \quad [p] = 0,43 \quad [pv] = 0,3$$

$$\frac{[p\varepsilon]}{[p]} = 21,60 \text{ мм} \quad [pv^2] = 106$$

$$H_U = H_0 + \frac{[p\varepsilon]}{[p]} = 121,203 + 0,022 = 121,225 \text{ м};$$

$$\mu = m_{\text{км}} = \sqrt{\frac{[pv^2]}{N-1}} = \sqrt{\frac{106}{3-1}} = 7,3 \text{ мм}; \quad M_U = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}} = \frac{7,3}{\sqrt{0,43}} = 11,1 \text{ мм}.$$

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №17

Тема: Изучение устройства и работы точного оптического теодолита типа Т2 (ЗТ2 КП): органы управления, регулировки, визирование, взятие отсчетов по горизонтальному и вертикальному кругам

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Методы построения сетей планового геодезического обоснования
2. Сущность уравнивания системы теодолитных ходов с одной узловой точкой
3. Сущность уравнивания нивелирных ходов с одной узловой точкой

2. Ход выполнения работы:

1. Выполнить уравнивание системы нивелирных ходов с одной узловой точкой в соответствии с исходными данными способом среднего весового. 2. Результаты вычислений оформить в ведомости.

Система нивелирных ходов с одной узловой точкой. От исходных реперов А, В, С с отметками НА, НВ, НС проложены нивелирные ходы, сходящиеся в узловой точке U (рис. 1). Измерены длины ходов L_i число станций в ходе p_i и превышения по каждому ходу h_i (1, 2, 3).

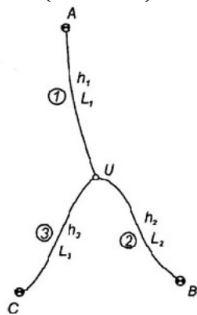


Рис. 1. Система нивелирных ходов с одной узловой точкой

Находят отметку узловой точки U по каждому ходу:

$$\begin{cases} H_1 = H_a + h_1 \\ H_2 = H_b + h_2 \\ H_3 = H_c + h_3 \end{cases}$$

Приняв веса суммы превышений по каждому ходу

$$p_i = \frac{1}{L_i},$$

вычисляют значение отметки H_U узловой точки по формуле среднего весового.

$$H_U = \frac{p_1 H_1 + p_2 H_2 + p_3 H_3}{p_1 + p_2 + p_3} = \frac{[pH]}{[p]}$$

$$H_U = H_0 + \frac{[p\epsilon]}{[p]},$$

где H_0 – приближенное значение высоты узловой точки.

В результате систему ходов с одной узловой точкой (рис. 1) можно рассматривать как систему одиночных нивелирных ходов с высотой конечной точки, равной H_U . Невязки в сумме превышений по каждому ходу находят из выражений

$$\begin{cases} W_1 = H_U - H_1 \\ W_2 = H_U - H_2 \\ W_3 = H_U - H_3. \end{cases}$$

Далее вычисляют поправки в каждое превышение i -го хода ($i = 1, 2, 3$) по формуле для всхолмленных или по формуле для равнинных районов.

Характеристикой точности измерений является, как известно, средняя квадратическая погрешность единицы веса μ . Учитывая, что при определении веса суммы превышений по каждому ходу величина L_i выражается в километрах, можно записать

$$\mu = m_{\text{км}} = \sqrt{\frac{[pv^2]}{N-1}},$$

где $m_{\text{км}}$ – средняя квадратическая погрешность в превышении нивелирного хода длиной 1 км («километрическая погрешность»);

Средняя квадратическая погрешность высоты узловой точки H_U определится по формуле

$$M_U = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}}.$$

Пример уравнивания системы нивелирных ходов, показанной на рис. 1, приведен в табл. 1.

Таблица 1

Уравнивание системы нивелирных ходов с одной узловой точкой

$H_A = 120,157$ м, $H_B = 130,412$ м, $H_C = 111,310$ м

№ хода	h_i , м	H_i , м	L_i , м	p_i	ε	$p\varepsilon$, мм	v_i , мм	pv , мм	pv^2	$pv\varepsilon$
1	+1,085	121,242	8,2	0,12	39	4,7	-17	-2,0	34	-78
2	-9,209	121,203	7,1	0,14	0	0,0	+22	+3,1	68	0
3	+9,920	121,230	6,0	0,17	27	4,6	-5	-0,8	4	-22

$$H_0 = 121,203 \text{ м } [p] = 0,43 \quad [pv] = 0,3$$

$$\frac{[p\varepsilon]}{[p]} = 21,60 \text{ мм } [pv^2] = 106$$

$$H_U = H_0 + \frac{[p\varepsilon]}{[p]} = 121,203 + 0,022 = 121,225 \text{ м};$$

$$\mu = m_{\text{км}} = \sqrt{\frac{[pv^2]}{N-1}} = \sqrt{\frac{106}{3-1}} = 7,3 \text{ мм}; \quad M_U = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}} = \frac{7,3}{\sqrt{0,43}} = 11,1 \text{ мм}.$$

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №18

Тема: Изучение устройства и работы точного оптического теодолита типа Т2 (ЗТ2 КП): органы управления, регулировки, визирование, взятие отсчетов по горизонтальному и вертикальному кругам

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Методы построения сетей планового геодезического обоснования
2. Сущность уравнивания системы теодолитных ходов с одной узловой точкой
3. Сущность уравнивания нивелирных ходов с одной узловой точкой

2. Ход выполнения работы:

1. Выполнить уравнивание системы нивелирных ходов с одной узловой точкой в соответствии с исходными данными способом среднего весового. 2. Результаты вычислений оформить в ведомости.

Система нивелирных ходов с одной узловой точкой. От исходных реперов А, В, С с отметками НА, НВ, НС проложены нивелирные ходы, сходящиеся в узловой точке U (рис. 1). Измерены длины ходов L_i число станций в ходе p_i и превышения по каждому ходу $h_i(1, 2, 3)$.

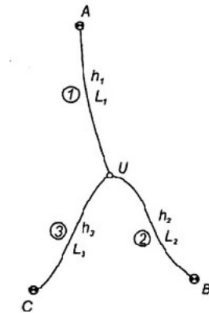


Рис. 1. Система нивелирных ходов с одной узловой точкой

Находят отметку узловой точки U по каждому ходу:

$$\begin{cases} H_1 = H_a + h_1 \\ H_2 = H_b + h_2 \\ H_3 = H_c + h_3 \end{cases}$$

Приняв веса суммы превышений по каждому ходу

$$p_i = \frac{1}{L_i},$$

вычисляют значение отметки H_U узловой точки по формуле среднего весового.

$$H_U = \frac{p_1 H_1 + p_2 H_2 + p_3 H_3}{p_1 + p_2 + p_3} = \frac{[pH]}{[p]}$$

$$H_U = H_0 + \frac{[p\epsilon]}{[p]},$$

где H_0 – приближенное значение высоты узловой точки.

В результате систему ходов с одной узловой точкой (рис. 1) можно рассматривать как систему одиночных нивелирных ходов с высотой конечной точки,

равной НУ. Невязки в сумме превышений по каждому ходу находят из выражений

$$\begin{cases} W_1 = H_U - H_1 \\ W_2 = H_U - H_2 \\ W_3 = H_U - H_3. \end{cases}$$

Далее вычисляют поправки в каждое превышение i -го хода ($i = 1, 2, 3$) по формуле для всхолмленных или по формуле для равнинных районов.

Характеристикой точности измерений является, как известно, средняя квадратическая погрешность единицы веса μ . Учитывая, что при определении веса суммы превышений по каждому ходу величина L_i выражается в километрах, можно записать

$$\mu = m_{\text{км}} = \sqrt{\frac{[pv^2]}{N-1}}, \quad \text{где } m_{\text{км}} \text{ — средняя квадратическая погрешность в превышении нивелирного хода длиной 1 км («километрическая погрешность»);}$$

Средняя квадратическая погрешность высоты узловой точки НУ определится по формуле

$$M_U = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}}.$$

Пример уравнивания системы нивелирных ходов, показанной на рис. 1, приведен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Уравнивание системы нивелирных ходов с одной узловой точкой

$H_A = 120,157 \text{ м}, H_B = 130,412 \text{ м}, H_C = 111,310 \text{ м}$

№ хода	$h_i, \text{ м}$	$H_i, \text{ м}$	$L_i, \text{ м}$	p_i	ε	$p\varepsilon, \text{ мм}$	$v_i, \text{ мм}$	$pv, \text{ мм}$	pv^2	$pv\varepsilon$
1	+1,085	121,242	8,2	0,12	39	4,7	-17	-2,0	34	-78
2	-9,209	121,203	7,1	0,14	0	0,0	+22	+3,1	68	0
3	+9,920	121,230	6,0	0,17	27	4,6	-5	-0,8	4	-22

$$H_0 = 121,203 \text{ м} \quad [p] = 0,43 \quad [pv] = 0,3$$

$$\frac{[p\varepsilon]}{[p]} = 21,60 \text{ мм} \quad [pv^2] = 106$$

$$H_U = H_0 + \frac{[p\varepsilon]}{[p]} = 121,203 + 0,022 = 121,225 \text{ м};$$

$$\mu = m_{\text{км}} = \sqrt{\frac{[pv^2]}{N-1}} = \sqrt{\frac{106}{3-1}} = 7,3 \text{ мм}; \quad M_U = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}} = \frac{7,3}{\sqrt{0,43}} = 11,1 \text{ мм}.$$

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №19

Тема: Изучение устройства и работы точного оптического теодолита типа Т2 (ЗТ2 КП): органы управления, регулировки, визирование, взятие отсчетов по горизонтальному и вертикальному кругам

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Методы построения сетей планового геодезического обоснования
2. Сущность уравнивания системы теодолитных ходов с одной узловой точкой
3. Сущность уравнивания нивелирных ходов с одной узловой точкой

2. Ход выполнения работы:

1. Выполнить уравнивание системы нивелирных ходов с одной узловой точкой в соответствии с исходными данными способом среднего весового. 2. Результаты вычислений оформить в ведомости.

Система нивелирных ходов с одной узловой точкой. От исходных реперов А, В, С с отметками НА, НВ, НС проложены нивелирные ходы, сходящиеся в узловой точке U (рис. 1). Измерены длины ходов L_i число станций в ходе p_i и превышения по каждому ходу $h_i(1, 2, 3)$.

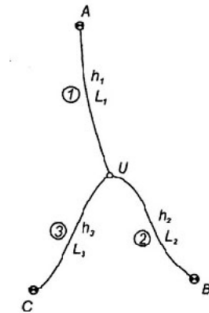


Рис. 1. Система нивелирных ходов с одной узловой точкой

Находят отметку узловой точки U по каждому ходу:

$$\begin{cases} H_1 = H_a + h_1 \\ H_2 = H_b + h_2 \\ H_3 = H_c + h_3 \end{cases}$$

Приняв веса суммы превышений по каждому ходу

$$p_i = \frac{1}{L_i},$$

вычисляют значение отметки H_U узловой точки по формуле среднего весового.

$$H_U = \frac{p_1 H_1 + p_2 H_2 + p_3 H_3}{p_1 + p_2 + p_3} = \frac{[pH]}{[p]}$$

$$H_U = H_0 + \frac{[p\epsilon]}{[p]},$$

где H_0 – приближенное значение высоты узловой точки.

В результате систему ходов с одной узловой точкой (рис. 1) можно рассматривать как систему одиночных нивелирных ходов с высотой конечной точки,

равной НУ. Невязки в сумме превышений по каждому ходу находят из выражений

$$\begin{cases} W_1 = H_U - H_1 \\ W_2 = H_U - H_2 \\ W_3 = H_U - H_3. \end{cases}$$

Далее вычисляют поправки в каждое превышение i -го хода ($i = 1, 2, 3$) по формуле для всхолмленных или по формуле для равнинных районов.

Характеристикой точности измерений является, как известно, средняя квадратическая погрешность единицы веса μ . Учитывая, что при определении веса суммы превышений по каждому ходу величина L_i выражается в километрах, можно записать

$$\mu = m_{\text{км}} = \sqrt{\frac{[pv^2]}{N-1}}, \quad \text{где } m_{\text{км}} \text{ — средняя квадратическая погрешность в превышении нивелирного хода длиной 1 км («километрическая погрешность»);}$$

Средняя квадратическая погрешность высоты узловой точки НУ определится по формуле

$$M_U = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}}.$$

Пример уравнивания системы нивелирных ходов, показанной на рис. 1, приведен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Уравнивание системы нивелирных ходов с одной узловой точкой

$H_A = 120,157 \text{ м}, H_B = 130,412 \text{ м}, H_C = 111,310 \text{ м}$

№ хода	$h_i, \text{ м}$	$H_i, \text{ м}$	$L_i, \text{ м}$	p_i	ε	$p\varepsilon, \text{ мм}$	$v_i, \text{ мм}$	$pv, \text{ мм}$	pv^2	$pv\varepsilon$
1	+1,085	121,242	8,2	0,12	39	4,7	-17	-2,0	34	-78
2	-9,209	121,203	7,1	0,14	0	0,0	+22	+3,1	68	0
3	+9,920	121,230	6,0	0,17	27	4,6	-5	-0,8	4	-22

$$H_0 = 121,203 \text{ м} \quad [p] = 0,43 \quad [pv] = 0,3$$

$$\frac{[p\varepsilon]}{[p]} = 21,60 \text{ мм} \quad [pv^2] = 106$$

$$H_U = H_0 + \frac{[p\varepsilon]}{[p]} = 121,203 + 0,022 = 121,225 \text{ м};$$

$$\mu = m_{\text{км}} = \sqrt{\frac{[pv^2]}{N-1}} = \sqrt{\frac{106}{3-1}} = 7,3 \text{ мм}; \quad M_U = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}} = \frac{7,3}{\sqrt{0,43}} = 11,1 \text{ мм}.$$

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №20

Тема: Изучение устройства и работы точного оптического теодолита типа Т2 (ЗТ2 КП): органы управления, регулировки, визирование, взятие отсчетов по горизонтальному и вертикальному кругам

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Методы построения сетей планового геодезического обоснования
2. Сущность уравнивания системы теодолитных ходов с одной узловой точкой
3. Сущность уравнивания нивелирных ходов с одной узловой точкой

2. Ход выполнения работы:

1. Выполнить уравнивание системы нивелирных ходов с одной узловой точкой в соответствии с исходными данными способом среднего весового. 2. Результаты вычислений оформить в ведомости.

Система нивелирных ходов с одной узловой точкой. От исходных реперов А, В, С с отметками НА, НВ, НС проложены нивелирные ходы, сходящиеся в узловой точке U (рис. 1). Измерены длины ходов L_i число станций в ходе p_i и превышения по каждому ходу $h_i(1, 2, 3)$.

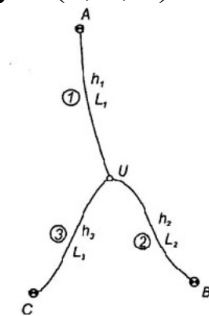


Рис. 1. Система нивелирных ходов с одной узловой точкой

Находят отметку узловой точки U по каждому ходу:

$$\begin{cases} H_1 = H_a + h_1 \\ H_2 = H_b + h_2 \\ H_3 = H_c + h_3 \end{cases}$$

Приняв веса суммы превышений по каждому ходу

$$p_i = \frac{1}{L_i},$$

вычисляют значение отметки H_U узловой точки по формуле среднего весового.

$$H_U = \frac{p_1 H_1 + p_2 H_2 + p_3 H_3}{p_1 + p_2 + p_3} = \frac{[pH]}{[p]}$$

$$H_U = H_0 + \frac{[p\epsilon]}{[p]},$$

где H_0 – приближенное значение высоты узловой точки.

В результате систему ходов с одной узловой точкой (рис. 1) можно рассматривать как систему одиночных нивелирных ходов с высотой конечной точки,

равной НУ. Невязки в сумме превышений по каждому ходу находят из выражений

$$\begin{cases} W_1 = H_U - H_1 \\ W_2 = H_U - H_2 \\ W_3 = H_U - H_3. \end{cases}$$

Далее вычисляют поправки в каждое превышение i -го хода ($i = 1, 2, 3$) по формуле для всхолмленных или по формуле для равнинных районов.

Характеристикой точности измерений является, как известно, средняя квадратическая погрешность единицы веса μ . Учитывая, что при определении веса суммы превышений по каждому ходу величина L_i выражается в километрах, можно записать

$$\mu = m_{\text{км}} = \sqrt{\frac{[pv^2]}{N-1}}, \quad \text{где } m_{\text{км}} \text{ — средняя квадратическая погрешность в превышении нивелирного хода длиной 1 км («километрическая погрешность»);}$$

Средняя квадратическая погрешность высоты узловой точки НУ определится по формуле

$$M_U = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}}.$$

Пример уравнивания системы нивелирных ходов, показанной на рис. 1, приведен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Уравнивание системы нивелирных ходов с одной узловой точкой

$H_A = 120,157 \text{ м}, H_B = 130,412 \text{ м}, H_C = 111,310 \text{ м}$

№ хода	$h_i, \text{ м}$	$H_i, \text{ м}$	$L_i, \text{ м}$	p_i	ε	$p\varepsilon, \text{ мм}$	$v_i, \text{ мм}$	$pv, \text{ мм}$	pv^2	$pv\varepsilon$
1	+1,085	121,242	8,2	0,12	39	4,7	-17	-2,0	34	-78
2	-9,209	121,203	7,1	0,14	0	0,0	+22	+3,1	68	0
3	+9,920	121,230	6,0	0,17	27	4,6	-5	-0,8	4	-22

$$H_0 = 121,203 \text{ м} \quad [p] = 0,43 \quad [pv] = 0,3$$

$$\frac{[p\varepsilon]}{[p]} = 21,60 \text{ мм} \quad [pv^2] = 106$$

$$H_U = H_0 + \frac{[p\varepsilon]}{[p]} = 121,203 + 0,022 = 121,225 \text{ м};$$

$$\mu = m_{\text{км}} = \sqrt{\frac{[pv^2]}{N-1}} = \sqrt{\frac{106}{3-1}} = 7,3 \text{ мм}; \quad M_U = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}} = \frac{7,3}{\sqrt{0,43}} = 11,1 \text{ мм}.$$

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №21

Тема: Изучение устройства и работы высокоточного нивелира типа Н-05 и штриховых инварных реек типа РН-05: органы управления, регулировка, визирование на рейку, взятие отсчетов по рейке и оптическому микрометру

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Методы построения сетей планового геодезического обоснования
2. Сущность уравнивания системы теодолитных ходов с одной узловой точкой
3. Сущность уравнивания нивелирных ходов с одной узловой точкой

2. Ход выполнения работы:

1. Выполнить уравнивание системы нивелирных ходов с одной узловой точкой в соответствии с исходными данными способом среднего весового. 2. Результаты вычислений оформить в ведомости.

Система нивелирных ходов с одной узловой точкой. От исходных реперов А, В, С с отметками НА, НВ, НС проложены нивелирные ходы, сходящиеся в узловой точке U (рис. 1). Измерены длины ходов L_i число станций в ходе p_i и превышения по каждому ходу $h_i(1, 2, 3)$.

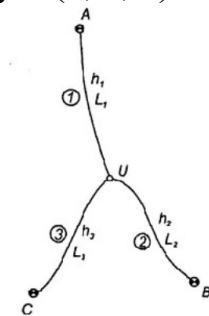


Рис. 1. Система нивелирных ходов с одной узловой точкой

Находят отметку узловой точки U по каждому ходу:

$$\begin{cases} H_1 = H_a + h_1 \\ H_2 = H_b + h_2 \\ H_3 = H_c + h_3 \end{cases}$$

Приняв веса суммы превышений по каждому ходу

$$p_i = \frac{1}{L_i},$$

вычисляют значение отметки H_U узловой точки по формуле среднего весового.

$$H_U = \frac{p_1 H_1 + p_2 H_2 + p_3 H_3}{p_1 + p_2 + p_3} = \frac{[pH]}{[p]}$$

$$H_U = H_0 + \frac{[p\epsilon]}{[p]},$$

где H_0 – приближенное значение высоты узловой точки.

В результате систему ходов с одной узловой точкой (рис. 1) можно рассматривать как систему одиночных нивелирных ходов с высотой конечной точки,

равной НУ. Невязки в сумме превышений по каждому ходу находят из выражений

$$\begin{cases} W_1 = H_U - H_1 \\ W_2 = H_U - H_2 \\ W_3 = H_U - H_3. \end{cases}$$

Далее вычисляют поправки в каждое превышение i -го хода ($i = 1, 2, 3$) по формуле для всхолмленных или по формуле для равнинных районов.

Характеристикой точности измерений является, как известно, средняя квадратическая погрешность единицы веса μ . Учитывая, что при определении веса суммы превышений по каждому ходу величина L_i выражается в километрах, можно записать

$$\mu = m_{\text{км}} = \sqrt{\frac{[pv^2]}{N-1}}, \quad \text{где } m_{\text{км}} \text{ — средняя квадратическая погрешность в превышении нивелирного хода длиной 1 км («километрическая погрешность»);}$$

Средняя квадратическая погрешность высоты узловой точки НУ определится по формуле

$$M_U = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}}.$$

Пример уравнивания системы нивелирных ходов, показанной на рис. 1, приведен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Уравнивание системы нивелирных ходов с одной узловой точкой

$H_A = 120,157 \text{ м}, H_B = 130,412 \text{ м}, H_C = 111,310 \text{ м}$

№ хода	$h_i, \text{ м}$	$H_i, \text{ м}$	$L_i, \text{ м}$	p_i	ε	$p\varepsilon, \text{ мм}$	$v_i, \text{ мм}$	$pv, \text{ мм}$	pv^2	$pv\varepsilon$
1	+1,085	121,242	8,2	0,12	39	4,7	-17	-2,0	34	-78
2	-9,209	121,203	7,1	0,14	0	0,0	+22	+3,1	68	0
3	+9,920	121,230	6,0	0,17	27	4,6	-5	-0,8	4	-22

$$H_0 = 121,203 \text{ м} \quad [p] = 0,43 \quad [pv] = 0,3$$

$$\frac{[p\varepsilon]}{[p]} = 21,60 \text{ мм} \quad [pv^2] = 106$$

$$H_U = H_0 + \frac{[p\varepsilon]}{[p]} = 121,203 + 0,022 = 121,225 \text{ м};$$

$$\mu = m_{\text{км}} = \sqrt{\frac{[pv^2]}{N-1}} = \sqrt{\frac{106}{3-1}} = 7,3 \text{ мм}; \quad M_U = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}} = \frac{7,3}{\sqrt{0,43}} = 11,1 \text{ мм}.$$

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №22

Тема: Изучение устройства и работы высокоточного нивелира типа Н-05 и штриховых инварных реек типа РН-05: органы управления, регулировка, визирование на рейку, взятие отсчетов по рейке и оптическому микрометру

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Методы построения сетей планового геодезического обоснования
2. Сущность уравнивания системы теодолитных ходов с одной узловой точкой
3. Сущность уравнивания нивелирных ходов с одной узловой точкой

2. Ход выполнения работы:

1. Выполнить уравнивание системы нивелирных ходов с одной узловой точкой в соответствии с исходными данными способом среднего весового. 2. Результаты вычислений оформить в ведомости.

Система нивелирных ходов с одной узловой точкой. От исходных реперов А, В, С с отметками НА, НВ, НС проложены нивелирные ходы, сходящиеся в узловой точке U (рис. 1). Измерены длины ходов L_i число станций в ходе p_i и превышения по каждому ходу h_i (1, 2, 3).

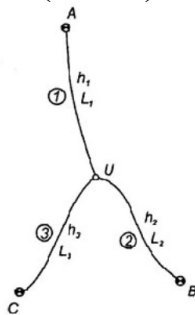


Рис. 1. Система нивелирных ходов с одной узловой точкой

Находят отметку узловой точки U по каждому ходу:

$$\begin{cases} H_1 = H_a + h_1 \\ H_2 = H_b + h_2 \\ H_3 = H_c + h_3 \end{cases}$$

Приняв веса суммы превышений по каждому ходу

$$p_i = \frac{1}{L_i},$$

вычисляют значение отметки H_U узловой точки по формуле среднего весового.

$$H_U = \frac{p_1 H_1 + p_2 H_2 + p_3 H_3}{p_1 + p_2 + p_3} = \frac{[pH]}{[p]}$$

$$H_U = H_0 + \frac{[p\epsilon]}{[p]},$$

где H_0 – приближенное значение высоты узловой точки.

В результате систему ходов с одной узловой точкой (рис. 1) можно рассматривать как систему одиночных нивелирных ходов с высотой конечной точки, равной H_U . Невязки в сумме превышений по каждому ходу находят из выражений

$$\begin{cases} W_1 = H_U - H_1 \\ W_2 = H_U - H_2 \\ W_3 = H_U - H_3. \end{cases}$$

Далее вычисляют поправки в каждое превышение i -го хода ($i = 1, 2, 3$) по формуле для всхолмленных или по формуле для равнинных районов.

Характеристикой точности измерений является, как известно, средняя квадратическая погрешность единицы веса μ . Учитывая, что при определении веса суммы превышений по каждому ходу величина L_i выражается в километрах, можно записать

$$\mu = m_{\text{км}} = \sqrt{\frac{[pv^2]}{N-1}},$$

где $m_{\text{км}}$ – средняя квадратическая погрешность в превышении нивелирного хода длиной 1 км («километрическая погрешность»);

Средняя квадратическая погрешность высоты узловой точки H_U определится по формуле

$$M_U = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}}.$$

Пример уравнивания системы нивелирных ходов, показанной на рис. 1, приведен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Уравнивание системы нивелирных ходов с одной узловой точкой

$H_A = 120,157$ м, $H_B = 130,412$ м, $H_C = 111,310$ м

№ хода	h_i , м	H_i , м	L_i , м	p_i	ε	$p\varepsilon$, мм	v_i , мм	pv , мм	pv^2	$pv\varepsilon$
1	+1,085	121,242	8,2	0,12	39	4,7	-17	-2,0	34	-78
2	-9,209	121,203	7,1	0,14	0	0,0	+22	+3,1	68	0
3	+9,920	121,230	6,0	0,17	27	4,6	-5	-0,8	4	-22

$$H_0 = 121,203 \text{ м } [p] = 0,43 \quad [pv] = 0,3$$

$$\frac{[p\varepsilon]}{[p]} = 21,60 \text{ мм } [pv^2] = 106$$

$$H_U = H_0 + \frac{[p\varepsilon]}{[p]} = 121,203 + 0,022 = 121,225 \text{ м};$$

$$\mu = m_{\text{км}} = \sqrt{\frac{[pv^2]}{N-1}} = \sqrt{\frac{106}{3-1}} = 7,3 \text{ мм}; \quad M_U = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}} = \frac{7,3}{\sqrt{0,43}} = 11,1 \text{ мм}.$$

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №23

Тема: Изучение устройства и работы высокоточного нивелира типа Н-05 и штриховых инварных реек типа РН-05: органы управления, регулировка, визирование на рейку, взятие отсчетов по рейке и оптическому микрометру

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Методы построения сетей планового геодезического обоснования
2. Сущность уравнивания системы теодолитных ходов с одной узловой точкой
3. Сущность уравнивания нивелирных ходов с одной узловой точкой

2. Ход выполнения работы:

1. Выполнить уравнивание системы нивелирных ходов с одной узловой точкой в соответствии с исходными данными способом среднего весового. 2. Результаты вычислений оформить в ведомости.

Система нивелирных ходов с одной узловой точкой. От исходных реперов А, В, С с отметками НА, НВ, НС проложены нивелирные ходы, сходящиеся в узловой точке U (рис. 1). Измерены длины ходов L_i число станций в ходе p_i и превышения по каждому ходу h_i (1, 2, 3).

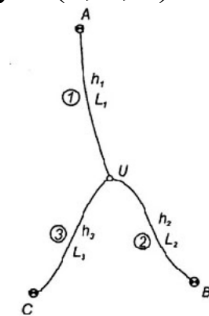


Рис. 1. Система нивелирных ходов с одной узловой точкой

Находят отметку узловой точки U по каждому ходу:

$$\begin{cases} H_1 = H_a + h_1 \\ H_2 = H_b + h_2 \\ H_3 = H_c + h_3 \end{cases}$$

Приняв веса суммы превышений по каждому ходу

$$p_i = \frac{1}{L_i},$$

вычисляют значение отметки H_U узловой точки по формуле среднего весового.

$$H_U = \frac{p_1 H_1 + p_2 H_2 + p_3 H_3}{p_1 + p_2 + p_3} = \frac{[pH]}{[p]}$$

$$H_U = H_0 + \frac{[p\epsilon]}{[p]},$$

где H_0 – приближенное значение высоты узловой точки.

В результате систему ходов с одной узловой точкой (рис. 1) можно рассматривать как систему одиночных нивелирных ходов с высотой конечной точки,

равной НУ. Невязки в сумме превышений по каждому ходу находят из выражений

$$\begin{cases} W_1 = H_U - H_1 \\ W_2 = H_U - H_2 \\ W_3 = H_U - H_3. \end{cases}$$

Далее вычисляют поправки в каждое превышение i -го хода ($i = 1, 2, 3$) по формуле для всхолмленных или по формуле для равнинных районов.

Характеристикой точности измерений является, как известно, средняя квадратическая погрешность единицы веса μ . Учитывая, что при определении веса суммы превышений по каждому ходу величина L_i выражается в километрах, можно записать

$$\mu = m_{\text{км}} = \sqrt{\frac{[pv^2]}{N-1}}, \quad \text{где } m_{\text{км}} \text{ — средняя квадратическая погрешность в превышении нивелирного хода длиной 1 км («километрическая погрешность»);}$$

Средняя квадратическая погрешность высоты узловой точки НУ определится по формуле

$$M_U = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}}.$$

Пример уравнивания системы нивелирных ходов, показанной на рис. 1, приведен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Уравнивание системы нивелирных ходов с одной узловой точкой

$H_A = 120,157 \text{ м}, H_B = 130,412 \text{ м}, H_C = 111,310 \text{ м}$

№ хода	$h_i, \text{ м}$	$H_i, \text{ м}$	$L_i, \text{ м}$	p_i	ε	$p\varepsilon, \text{ мм}$	$v_i, \text{ мм}$	$pv, \text{ мм}$	pv^2	$pv\varepsilon$
1	+1,085	121,242	8,2	0,12	39	4,7	-17	-2,0	34	-78
2	-9,209	121,203	7,1	0,14	0	0,0	+22	+3,1	68	0
3	+9,920	121,230	6,0	0,17	27	4,6	-5	-0,8	4	-22

$$H_0 = 121,203 \text{ м} \quad [p] = 0,43 \quad [pv] = 0,3$$

$$\frac{[p\varepsilon]}{[p]} = 21,60 \text{ мм} \quad [pv^2] = 106$$

$$H_U = H_0 + \frac{[p\varepsilon]}{[p]} = 121,203 + 0,022 = 121,225 \text{ м};$$

$$\mu = m_{\text{км}} = \sqrt{\frac{[pv^2]}{N-1}} = \sqrt{\frac{106}{3-1}} = 7,3 \text{ мм}; \quad M_U = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}} = \frac{7,3}{\sqrt{0,43}} = 11,1 \text{ мм}.$$

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №24

Тема: Изучение устройства и работы высокоточного нивелира типа Н-05 и штриховых инварных реек типа РН-05: органы управления, регулировка, визирование на рейку, взятие отсчетов по рейке и оптическому микрометру

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Методы построения сетей планового геодезического обоснования
2. Сущность уравнивания системы теодолитных ходов с одной узловой точкой
3. Сущность уравнивания нивелирных ходов с одной узловой точкой

2. Ход выполнения работы:

1. Выполнить уравнивание системы нивелирных ходов с одной узловой точкой в соответствии с исходными данными способом среднего весового. 2. Результаты вычислений оформить в ведомости.

Система нивелирных ходов с одной узловой точкой. От исходных реперов А, В, С с отметками НА, НВ, НС проложены нивелирные ходы, сходящиеся в узловой точке U (рис. 1). Измерены длины ходов L_i число станций в ходе p_i и превышения по каждому ходу h_i (1, 2, 3).

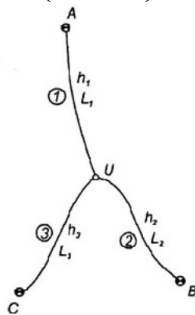


Рис. 1. Система нивелирных ходов с одной узловой точкой

Находят отметку узловой точки U по каждому ходу:

$$\begin{cases} H_1 = H_a + h_1 \\ H_2 = H_b + h_2 \\ H_3 = H_c + h_3 \end{cases}$$

Приняв веса суммы превышений по каждому ходу

$$p_i = \frac{1}{L_i},$$

вычисляют значение отметки H_U узловой точки по формуле среднего весового.

$$H_U = \frac{p_1 H_1 + p_2 H_2 + p_3 H_3}{p_1 + p_2 + p_3} = \frac{[pH]}{[p]}$$

$$H_U = H_0 + \frac{[p\epsilon]}{[p]},$$

где H_0 – приближенное значение высоты узловой точки.

В результате систему ходов с одной узловой точкой (рис. 1) можно рассматривать как систему одиночных нивелирных ходов с высотой конечной точки, равной H_U . Невязки в сумме превышений по каждому ходу находят из выражений

$$\begin{cases} W_1 = H_U - H_1 \\ W_2 = H_U - H_2 \\ W_3 = H_U - H_3. \end{cases}$$

Далее вычисляют поправки в каждое превышение i -го хода ($i = 1, 2, 3$) по формуле для всхолмленных или по формуле для равнинных районов.

Характеристикой точности измерений является, как известно, средняя квадратическая погрешность единицы веса μ . Учитывая, что при определении веса суммы превышений по каждому ходу величина L_i выражается в километрах, можно записать

$$\mu = m_{\text{км}} = \sqrt{\frac{[pv^2]}{N-1}},$$

где $m_{\text{км}}$ – средняя квадратическая погрешность в превышении нивелирного хода длиной 1 км («километрическая погрешность»);

Средняя квадратическая погрешность высоты узловой точки H_U определится по формуле

$$M_U = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}}.$$

Пример уравнивания системы нивелирных ходов, показанной на рис. 1, приведен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Уравнивание системы нивелирных ходов с одной узловой точкой

$H_A = 120,157$ м, $H_B = 130,412$ м, $H_C = 111,310$ м

№ хода	h_i , м	H_i , м	L_i , м	p_i	ε	$p\varepsilon$, мм	v_i , мм	pv , мм	pv^2	$pv\varepsilon$
1	+1,085	121,242	8,2	0,12	39	4,7	-17	-2,0	34	-78
2	-9,209	121,203	7,1	0,14	0	0,0	+22	+3,1	68	0
3	+9,920	121,230	6,0	0,17	27	4,6	-5	-0,8	4	-22

$$H_0 = 121,203 \text{ м } [p] = 0,43 \quad [pv] = 0,3$$

$$\frac{[p\varepsilon]}{[p]} = 21,60 \text{ мм } [pv^2] = 106$$

$$H_U = H_0 + \frac{[p\varepsilon]}{[p]} = 121,203 + 0,022 = 121,225 \text{ м};$$

$$\mu = m_{\text{км}} = \sqrt{\frac{[pv^2]}{N-1}} = \sqrt{\frac{106}{3-1}} = 7,3 \text{ мм}; \quad M_U = \frac{\mu}{\sqrt{[p]}} = \frac{7,3}{\sqrt{0,43}} = 11,1 \text{ мм}.$$

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №26

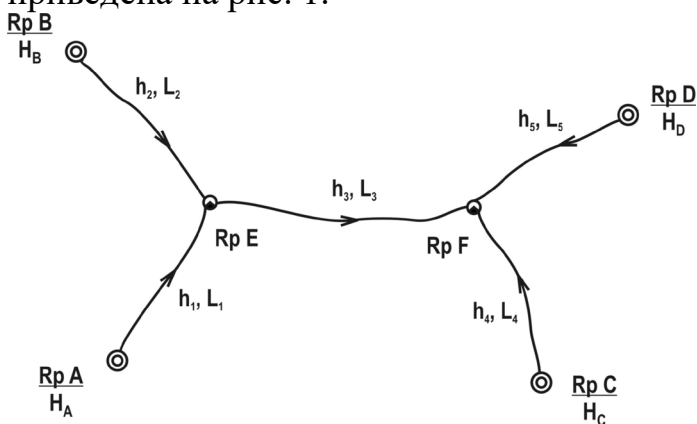
Тема: Измерение превышений на станциях II класса с записью и вычислениями в полевом журнале

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Методы построения сетей планового геодезического обоснования
2. Сущность уравнивания съёмочных ходов с двумя узловыми точками
3. Сущность способа эквивалентной замены

2. Ход выполнения работы:

Нивелирная сеть с двумя узловыми точками – следующая по сложности после сети с одной узловой точкой. Схема нивелирной сети с двумя узловыми точками приведена на рис. 1.



В этой сети от исходных реперов *A*, *B*, *C* и *D* с известными высотами H_A , H_B , H_C и H_D проложены четыре нивелирных хода, два из которых сходятся в узловой точке *E*, а два – в узловой точке *F*. Кроме того, проложен нивелирный ход между самими узловыми точками *E* и *F*. Для каждого хода известны превышения h_1 , h_2 , h_3 , h_4 и h_5 , а также длины L_1 , L_2 , L_3 , L_4 и L_5 . Знаки превышений соответствуют направлениям ходов, показанных на схеме стрелками. Необходимо уравнивать измеренные превышения по ходам и вычислить наиболее надежные значения высот (отметок) H_E и H_F узловых точек *E* и *F*.

Суть уравнивания нивелирной сети с двумя узловыми точками заключается в сведении такой сети первоначально к сети с одной узловой точкой и ее уравнивании по методике уравнивания сетей с одной узловой точкой, а затем представления оставшейся неуровненной части сети в виде одиночного хода и ее уравнивании соответственно по методике одиночного нивелирного хода.

Разберем сказанное более подробно.

Для начала определим приближенное значение отметки узловой точки *E*. Эту отметку можно вычислить дважды: от отметки репера *A* по ходу *1* и от отметки репера *B* по ходу *2*:

$$H_{E1} = H_A + h_1$$

$$H_{E2} = H_B + h_2 \quad (9.1)$$

Поскольку длины ходов отличаются друг от друга, то каждому из значений высоты H_E , входящему в (9.1) будет соответствовать свой вес: P_1 и P_2 , который, как было показано ранее, может быть вычислен как

$$p_1 = \frac{c}{L_1}$$

$$p_2 = \frac{c}{L_2} \quad (9.2)$$

Тогда приближенное значение $H_{E1,2}$ отметки репера E может быть вычислено как средневзвешенное из отметок H_{E1} и H_{E2} полученных из ходов 1 и 2 :

$$H_{E1,2} = \frac{p_1 H_{E1} + p_2 H_{E2}}{p_1 + p_2} \quad (9.3)$$

Следует подчеркнуть, что несмотря на то, что отметка определяется как средневзвешенное, речь здесь идет только о вычислении приближенного значения отметки, а не наиболее надежного ее значения, поскольку отметка вычисляется не по всем сходящимся в соответствующей точке ходам.

Из (9.3) следует, что вес $p_{1,2}$ отметки $H_{E1,2}$ равен

$$p_{1,2} = p_1 + p_2 \quad (9.4)$$

Но это же значение веса может быть получено и как

$$p_{1,2} = \frac{c}{L_{1,2}}, \quad (9.5)$$

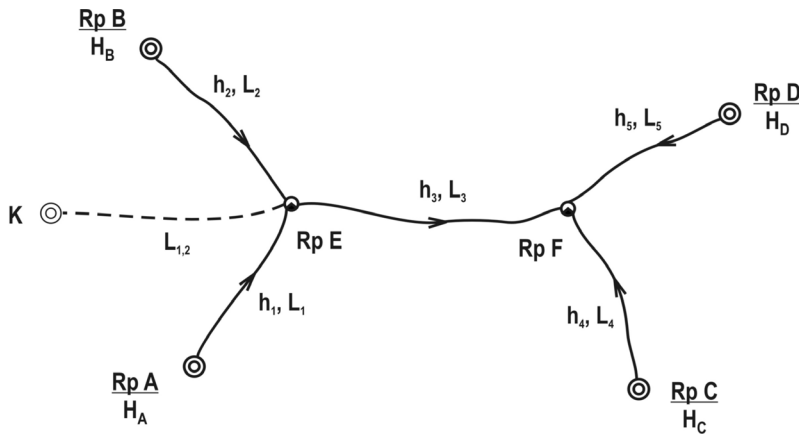
где $L_{1,2}$ выражает длину воображаемого (виртуального) одиночного нивелирного хода $1,2$, по которому отметка точки E получается с весом $p_{1,2}$. Длина такого воображаемого хода, который назовем эквивалентным (равнозначным), на основании (9.5) будет равна

$$L_{1,2} = \frac{c}{p_{1,2}} \quad (9.6)$$

Таким образом, эквивалентным называется воображаемый нивелирный ход, заменяющий два (или более) действительных хода; вес эквивалентного хода равен сумме весов ходов, его составляющих, а отметка репера по эквивалентному ходу будет получена с тем же значением и с той же точностью, как и по действительным ходам.

Замена двух или более ходов одним эквивалентным ходом позволяет последовательно свести сеть с несколькими узловыми точками к сети с одной узловой точкой, уравнивание которой мы рассмотрели ранее.

На первом этапе в результате замены двух ходов одним эквивалентным первоначальная схема нивелирной сети примет вид, показанный на рис.2.



На втором этапе, прибавив к эквивалентному ходу $1,2$ с длиной $L_{1,2}$ действительный ход 3 с длиной L_3 , получим сложный одиночный ход $1,2+3$ с длиной $L_{1,2+3}$ равной.

$$L_{1,2+3} = L_{1,2} + L_3 \quad (9.7)$$

В результате такой операции получим сеть с одной узловой точкой F , показанной на рис.3, в которой сходятся три хода: сложный $1,2+3$, состоящий из эквивалентного хода $1,2$ и действительного хода 3 , и ходы 4 и 5 . Значение отметки H_F может быть получено в этом случае трижды:

$$H_{F1,2+3} = H_{E1,2} + h_3 \text{ с весом } p_{1,2+3} = \frac{c}{L_{1,2+3}} \quad (9.8)$$

$$H_{F4} = H_C + h_4 \text{ с весом } p_4 = \frac{c}{L_4} \quad (9.9)$$

$$H_{F5} = H_D + h_5 \text{ с весом } p_5 = \frac{c}{L_5} \quad (9.10)$$

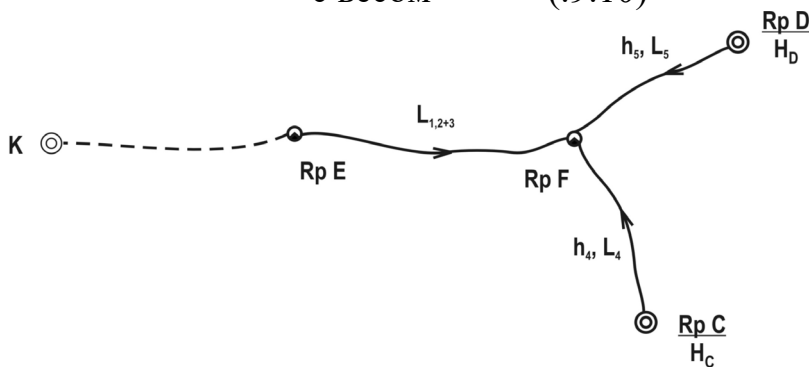


Рисунок 3 – Сведение нивелирной сети с двумя узловыми точками к сети с одной узловой точкой

Из трех неравноточных значений наиболее надежным значением отметки узлового репера F будет средневзвешенное из отметок, полученных согласно (9.8)-(9.10):

$$H_F = \frac{p_{1,2+3} H_{F1,2+3} + p_4 H_4 + p_5 H_5}{p_{1,2+3} + p_4 + p_5} \quad (9.11)$$

Полученная по формуле (9.11) отметка точки F будет окончательной (уравненной) высотой узлового репера F , так как в ее образовании участвовали превышения, измеренные по всем пяти ходам сети.

После определения уравниваемого значения узлового репера F нивелирная сеть с одной узловой точкой распадается на три одиночных хода: составной ход $1,2+3$ и два простых хода 4 и 5 . Для их уравнивания вычисляем поправки в превышения по ходам:

$$\begin{aligned}v_{1,2+3} &= H_F - H_{F1,2+3} \\v_4 &= H_F - H_{F4} \\v_5 &= H_F - H_{F5}\end{aligned}\quad (9.12)$$

Ходы 4 и 5 далее уравниваются как обычные одиночные нивелирные ходы. Методику уравнивания одиночных нивелирных ходов мы рассматривали ранее и здесь не рассматриваем. Однако уравнивание составного одиночного нивелирного хода $1,2+3$ имеет свои нюансы и поэтому остановимся на нем более подробно, тем более что мы еще не вычислили уравниваемую отметку узлового репера E .

Поправку $v_{1,2+3}$ распределим на отдельные части составного хода $1,2+3$ пропорционально длинам $L_{1,2}$ и L_3 , составляющих его ходов: эквивалентного $1,2$ и действительного 3 :

$$\begin{aligned}v_{1,2} &= \frac{v_{1,2+3}}{L_{1,2+3}} L_{1,2} \\v_3 &= \frac{v_{1,2+3}}{L_{1,2+3}} L_3\end{aligned}\quad (9.13)$$

Для получения окончательного значения высоты H_E узлового репера E предварительную отметку этого репера $H_{E1,2}$ исправим поправкой $v_{1,2}$. Эта поправка представляет собой дополнительное влияние превышений по ходам 3 , 4 и 5 на величину высоты репера H_E :

$$H_E = H_{E1,2} + v_{1,2} \quad (9.14)$$

Получив уравниваемую отметку узлового репера H_E можно вычислить поправки в превышения по ходам 1 и 2 :

$$\begin{aligned}v_1 &= H_E - H_{E1} \\v_2 &= H_E - H_{E2},\end{aligned}\quad (9.15)$$

и далее вычислить уравненные превышения по ходам 1 и 2 .

Найденные поправки действительных ходов контролируются либо равенством $[pv] = 0$ (9.16)

или, при наличии ошибок округления, неравенством $|[pv]| \leq \rho[p]$ (9.17)

Если условия (9.16)-(9.17) соблюдаются, то вычисляются уравненные значения превышений по действительным ходам как:

$$\begin{aligned}h_1^{yp} &= h_1 + v_1 \\h_2^{yp} &= h_2 + v_2 \\h_3^{yp} &= h_3 + v_3 \\h_4^{yp} &= h_4 + v_4 \\h_5^{yp} &= h_5 + v_5\end{aligned}\quad (9.18)$$

Таким образом, поставленная задача вычисления уравненных значений превышений по ходам и уравненных значений отметок узловых реперов в сети с двумя узловыми точками решена.

Уравнивание одиночных ходов, входящих в сеть, производится путем распределения поправок, полученных в каждом ходе на превышения его секций по правилам уравнивания одиночных нивелирных ходов.

3. Контрольные вопросы по закреплению.

1. Суть уравнивания нивелирной сети с двумя узловыми точками
2. Какой способ называется эквивалентным?
3. Вычисление поправок в превышениях.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №27

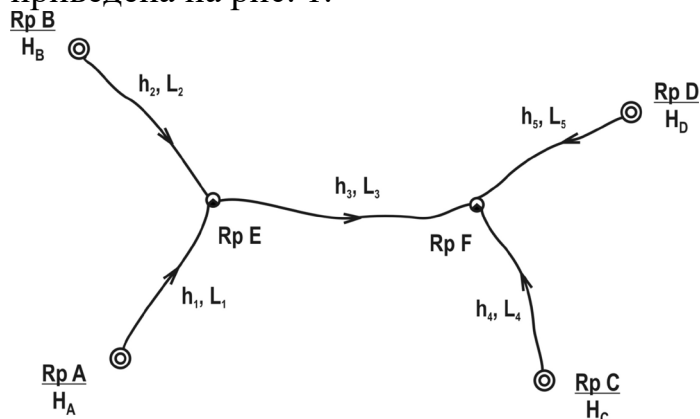
Тема: Измерение превышений на станциях II класса с записью и вычислениями в полевом журнале

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Методы построения сетей планового геодезического обоснования
2. Сущность уравнивания съемочных ходов с двумя узловыми точками
3. Сущность способа эквивалентной замены

2. Ход выполнения работы:

Нивелирная сеть с двумя узловыми точками – следующая по сложности после сети с одной узловой точкой. Схема нивелирной сети с двумя узловыми точками приведена на рис. 1.



В этой сети от исходных реперов A , B , C и D с известными высотами H_A , H_B , H_C и H_D проложены четыре нивелирных хода, два из которых сходятся в узловой точке E , а два – в узловой точке F . Кроме того, проложен нивелирный ход между самими узловыми точками E и F . Для каждого хода известны превышения h_1 , h_2 , h_3 , h_4 и h_5 , а также длины L_1 , L_2 , L_3 , L_4 и L_5 . Знаки превышений соответствуют направлениям ходов, показанных на схеме стрелками.

Необходимо уравнивать измеренные превышения по ходам и вычислить наиболее надежные значения высот (отметок) H_E и H_F узловых точек E и F .

Суть уравнивания нивелирной сети с двумя узловыми точками заключается в сведении такой сети первоначально к сети с одной узловой точкой и ее уравнивании по методике уравнивания сетей с одной узловой точкой, а затем представления оставшейся неуравненной части сети в виде одиночного хода и ее уравнивании соответственно по методике одиночного нивелирного хода.

Разберем сказанное более подробно.

Для начала определим приближенное значение отметки узловой точки E . Эту отметку можно вычислить дважды: от отметки репера A по ходу 1 и от отметки репера B по ходу 2 :

$$H_{E1} = H_A + h_1$$

$$H_{E2} = H_B + h_2 \quad (9.1)$$

Поскольку длины ходов отличаются друг от друга, то каждому из значений высоты H_E , входящему в (9.1) будет соответствовать свой вес: P_1 и P_2 , который, как было показано ранее, может быть вычислен как

$$P_1 = \frac{c}{L_1}$$

$$P_2 = \frac{c}{L_2} \quad (9.2)$$

Тогда приближенное значение $H_{E1,2}$ отметки репера E может быть вычислено как средневзвешенное из отметок H_{E1} и H_{E2} полученных из ходов 1 и 2 :

$$H_{E1,2} = \frac{P_1 H_{E1} + P_2 H_{E2}}{P_1 + P_2} \quad (9.3)$$

Следует подчеркнуть, что несмотря на то, что отметка определяется как средневзвешенное, речь здесь идет только о вычислении приближенного значения отметки, а не наиболее надежного ее значения, поскольку отметка вычисляется не по всем сходящимся в соответствующей точке ходам.

Из (9.3) следует, что вес $P_{1,2}$ отметки $H_{E1,2}$ равен

$$P_{1,2} = P_1 + P_2 \quad (9.4)$$

Но это же значение веса может быть получено и как

$$P_{1,2} = \frac{c}{L_{1,2}}, \quad (9.5)$$

где $L_{1,2}$ выражает длину воображаемого (виртуального) одиночного нивелирного хода $1,2$, по которому отметка точки E получается с весом $P_{1,2}$. Длина такого воображаемого хода, который назовем эквивалентным (равнозначным), на основании (9.5) будет равна

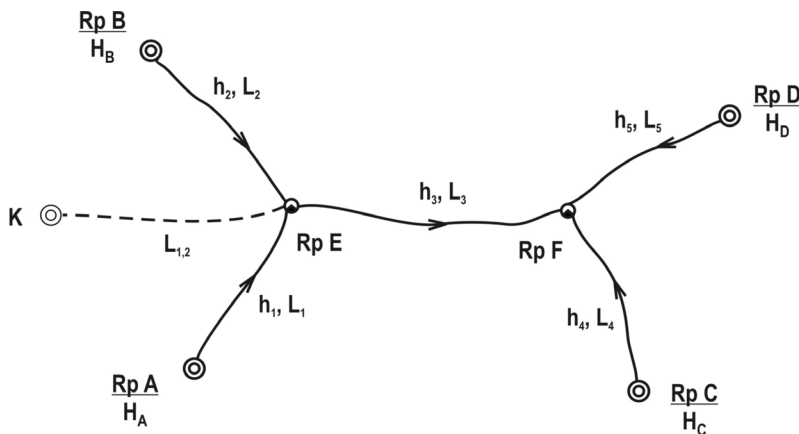
$$L_{1,2} = \frac{c}{P_{1,2}} \quad (9.6)$$

Таким образом, эквивалентным называется воображаемый нивелирный ход, заменяющий два (или более) действительных хода; вес эквивалентного хода равен сумме весов ходов, его составляющих, а отметка репера по эквивалентному ходу

будет получена с тем же значением и с той же точностью, как и по действительным ходам.

Замена двух или более ходов одним эквивалентным ходом позволяет последовательно свести сеть с несколькими узловыми точками к сети с одной узловой точкой, уравнивание которой мы рассмотрели ранее.

На первом этапе в результате замены двух ходов одним эквивалентным первоначальная схема нивелирной сети примет вид, показанный на рис.2.



На втором этапе, прибавив к эквивалентному ходу $1,2$ с длиной $L_{1,2}$ действительный ход 3 с длиной L_3 , получим сложный одиночный ход $1,2+3$ с длиной $L_{1,2+3}$ равной.

$$L_{1,2+3} = L_{1,2} + L_3 \quad (9.7)$$

В результате такой операции получим сеть с одной узловой точкой F , показанной на рис.3, в которой сходятся три хода: сложный $1,2+3$, состоящий из эквивалентного хода $1,2$ и действительного хода 3 , и ходы 4 и 5 . Значение отметки H_F может быть получено в этом случае трижды:

$$H_{F1,2+3} = H_{E1,2} + h_3 \text{ с весом } p_{1,2+3} = \frac{c}{L_{1,2+3}} \quad (9.8)$$

$$H_{F4} = H_C + h_4 \text{ с весом } p_4 = \frac{c}{L_4} \quad (9.9)$$

$$H_{F5} = H_D + h_5 \text{ с весом } p_5 = \frac{c}{L_5} \quad (9.10)$$

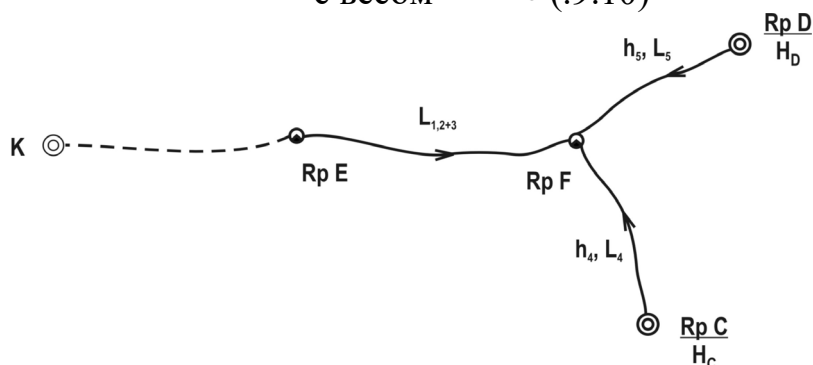


Рисунок 3 – Сведение нивелирной сети с двумя узловыми точками к сети с одной узловой точкой

Из трех неравноточных значений наиболее надежным значением отметки узлового репера F будет средневзвешенное из отметок, полученных согласно (9.8)-(9.10):

$$H_F = \frac{p_{1,2+3}H_{F1,2+3} + p_4H_4 + p_5H_5}{p_{1,2+3} + p_4 + p_5} \quad (9.11)$$

Полученная по формуле (9.11) отметка точки F будет окончательной (уравненной) высотой узлового репера F , так как в ее образовании участвовали превышения, измеренные по всем пяти ходам сети.

После определения уравненного значения узлового репера F нивелирная сеть с одной узловой точкой распадается на три одиночных хода: составной ход $1,2+3$ и два простых хода 4 и 5 . Для их уравнивания вычисляем поправки в превышения по ходам:

$$\begin{aligned} v_{1,2+3} &= H_F - H_{F1,2+3} \\ v_4 &= H_F - H_{F4} \\ v_5 &= H_F - H_{F5} \end{aligned} \quad (9.12)$$

Ходы 4 и 5 далее уравниваются как обычные одиночные нивелирные ходы. Методику уравнивания одиночных нивелирных ходов мы рассматривали ранее и здесь не рассматриваем. Однако уравнивание составного одиночного нивелирного хода $1,2+3$ имеет свои нюансы и поэтому остановимся на нем более подробно, тем более что мы еще не вычислили уравненную отметку узлового репера E .

Поправку $v_{1,2+3}$ распределим на отдельные части составного хода $1,2+3$ пропорционально длинам $L_{1,2}$ и L_3 , составляющих его ходов: эквивалентного $1,2$ и действительного 3 :

$$\begin{aligned} v_{1,2} &= \frac{v_{1,2+3}}{L_{1,2+3}} L_{1,2} \\ v_3 &= \frac{v_{1,2+3}}{L_{1,2+3}} L_3 \end{aligned} \quad (9.13)$$

Для получения окончательного значения высоты H_E узлового репера E предварительную отметку этого репера $H_{E1,2}$ исправим поправкой $v_{1,2}$. Эта поправка представляет собой дополнительное влияние превышений по ходам 3 , 4 и 5 на величину высоты репера H_E :

$$H_E = H_{E1,2} + v_{1,2} \quad (9.14)$$

Получив уравненную отметку узлового репера H_E можно вычислить поправки в превышения по ходам 1 и 2 :

$$\begin{aligned} v_1 &= H_E - H_{E1} \\ v_2 &= H_E - H_{E2}, \end{aligned} \quad (9.15)$$

и далее вычислить уравненные превышения по ходам 1 и 2 .

Найденные поправки действительных ходов контролируются либо равенством $[pv] = 0$ (9.16)

или, при наличии ошибок округления, неравенством $|[pv]| \leq \beta[p]$ (9.17)

Если условия (9.16)-(9.17) соблюдаются, то вычисляются уравненные значения превышений по действительным ходам как:

$$h_1^{yp} = h_1 + v_1$$

$$h_2^{yp} = h_2 + v_2$$

$$h_3^{yp} = h_3 + v_3$$

$$h_4^{yp} = h_4 + v_4$$

$$h_5^{yp} = h_5 + v_5 \quad (9.18)$$

Таким образом, поставленная задача вычисления уравненных значений превышений по ходам и уравненных значений отметок узловых реперов в сети с двумя узловыми точками решена.

Уравнивание одиночных ходов, входящих в сеть, производится путем распределения поправок, полученных в каждом ходе на превышения его секций по правилам уравнивания одиночных нивелирных ходов.

3. Контрольные вопросы по закреплению.

1. Суть уравнивания нивелирной сети с двумя узловыми точками
2. Какой способ называется эквивалентным?
3. Вычисление поправок в превышениях.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №28

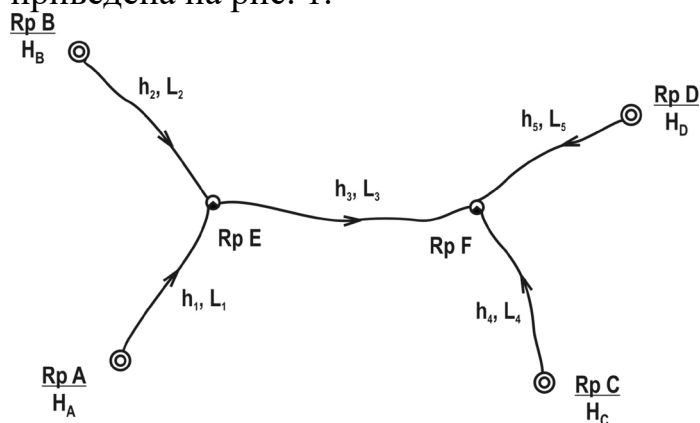
Тема: Измерение превышений на станциях II класса с записью и вычислениями в полевом журнале

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Методы построения сетей планового геодезического обоснования
2. Сущность уравнивания съёмочных ходов с двумя узловыми точками
3. Сущность способа эквивалентной замены

2. Ход выполнения работы:

Нивелирная сеть с двумя узловыми точками – следующая по сложности после сети с одной узловой точкой. Схема нивелирной сети с двумя узловыми точками приведена на рис. 1.



В этой сети от исходных реперов A , B , C и D с известными высотами H_A , H_B , H_C и H_D проложены четыре нивелирных хода, два из которых сходятся в узловой точке E , а два – в узловой точке F . Кроме того, проложен нивелирный ход

между самими узловыми точками E и F . Для каждого хода известны превышения h_1, h_2, h_3, h_4 и h_5 , а также длины L_1, L_2, L_3, L_4 и L_5 . Знаки превышений соответствуют направлениям ходов, показанных на схеме стрелками. Необходимо уравнивать измеренные превышения по ходам и вычислить наиболее надежные значения высот (отметок) H_E и H_F узловых точек E и F .

Суть уравнивания нивелирной сети с двумя узловыми точками заключается в сведении такой сети первоначально к сети с одной узловой точкой и ее уравнивании по методике уравнивания сетей с одной узловой точкой, а затем представления оставшейся неуровненной части сети в виде одиночного хода и ее уравнивании соответственно по методике одиночного нивелирного хода.

Разберем сказанное более подробно.

Для начала определим приближенное значение отметки узловой точки E . Эту отметку можно вычислить дважды: от отметки репера A по ходу 1 и от отметки репера B по ходу 2 :

$$H_{E1} = H_A + h_1$$

$$H_{E2} = H_B + h_2 \quad (9.1)$$

Поскольку длины ходов отличаются друг от друга, то каждому из значений высоты H_E , входящему в (9.1) будет соответствовать свой вес: p_1 и p_2 , который, как было показано ранее, может быть вычислен как

$$p_1 = \frac{c}{L_1}$$

$$p_2 = \frac{c}{L_2} \quad (9.2)$$

Тогда приближенное значение $H_{E1,2}$ отметки репера E может быть вычислено как средневзвешенное из отметок H_{E1} и H_{E2} полученных из ходов 1 и 2 :

$$H_{E1,2} = \frac{p_1 H_{E1} + p_2 H_{E2}}{p_1 + p_2} \quad (9.3)$$

Следует подчеркнуть, что несмотря на то, что отметка определяется как средневзвешенное, речь здесь идет только о вычислении приближенного значения отметки, а не наиболее надежного ее значения, поскольку отметка вычисляется не по всем сходящимся в соответствующей точке ходам.

Из (9.3) следует, что вес $p_{1,2}$ отметки $H_{E1,2}$ равен

$$p_{1,2} = p_1 + p_2 \quad (9.4)$$

Но это же значение веса может быть получено и как

$$p_{1,2} = \frac{c}{L_{1,2}}, \quad (9.5)$$

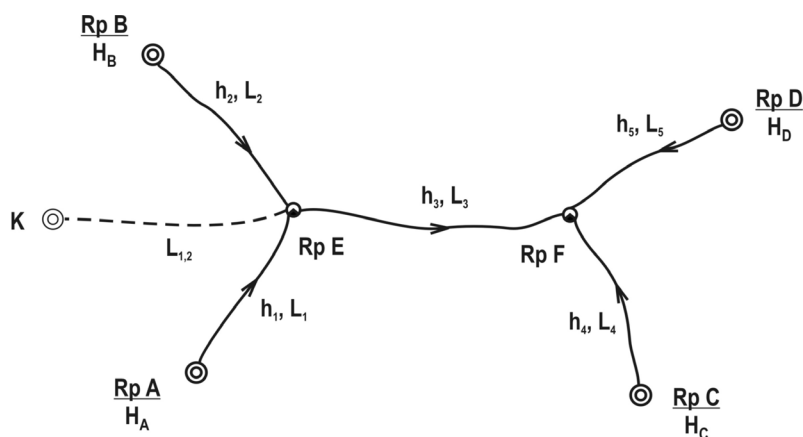
где $L_{1,2}$ выражает длину воображаемого (виртуального) одиночного нивелирного хода $1,2$, по которому отметка точки E получается с весом $p_{1,2}$. Длина такого воображаемого хода, который назовем эквивалентным (равнозначным), на основании (9.5) будет равна

$$L_{1,2} = \frac{c}{p_{1,2}} \quad (9.6)$$

Таким образом, эквивалентным называется воображаемый нивелирный ход, заменяющий два (или более) действительных хода; вес эквивалентного хода равен сумме весов ходов, его составляющих, а отметка репера по эквивалентному ходу будет получена с тем же значением и с той же точностью, как и по действительным ходам.

Замена двух или более ходов одним эквивалентным ходом позволяет последовательно свести сеть с несколькими узловыми точками к сети с одной узловой точкой, уравнивание которой мы рассмотрели ранее.

На первом этапе в результате замены двух ходов одним эквивалентным первоначальная схема нивелирной сети примет вид, показанный на рис.2.



На втором этапе, прибавив к эквивалентному ходу $1,2$ с длиной $L_{1,2}$ действительный ход 3 с длиной L_3 , получим сложный одиночный ход $1,2+3$ с длиной $L_{1,2+3}$ равной.

$$L_{1,2+3} = L_{1,2} + L_3 \quad (9.7)$$

В результате такой операции получим сеть с одной узловой точкой F , показанной на рис.3, в которой сходятся три хода: сложный $1,2+3$, состоящий из эквивалентного хода $1,2$ и действительного хода 3 , и ходы 4 и 5 . Значение отметки H_F может быть получено в этом случае трижды:

$$H_{F1,2+3} = H_{E1,2} + h_3 \text{ с весом } p_{1,2+3} = \frac{c}{L_{1,2+3}} \quad (9.8)$$

$$H_{F4} = H_C + h_4 \text{ с весом } p_4 = \frac{c}{L_4} \quad (9.9)$$

$$H_{F5} = H_D + h_5 \text{ с весом } p_5 = \frac{c}{L_5} \quad (9.10)$$

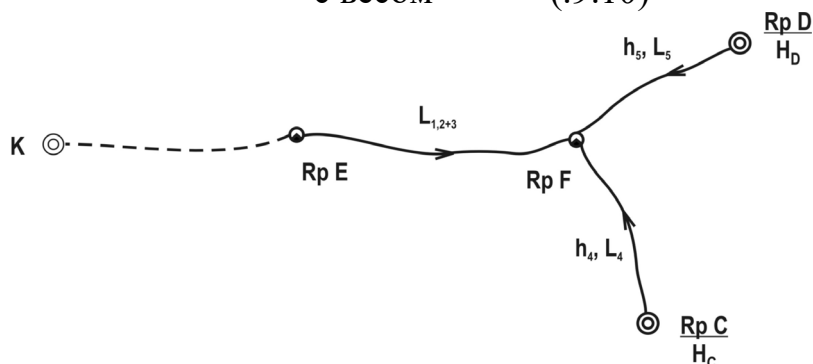


Рисунок 3 – Сведение нивелирной сети с двумя узловыми точками к сети

с одной узловой точкой

Из трех неравноточных значений наиболее надежным значением отметки узлового репера F будет средневзвешенное из отметок, полученных согласно (9.8)-(9.10):

$$H_F = \frac{p_{1,2+3}H_{F1,2+3} + p_4H_4 + p_5H_5}{p_{1,2+3} + p_4 + p_5} \quad (9.11)$$

Полученная по формуле (9.11) отметка точки F будет окончательной (уравненной) высотой узлового репера F , так как в ее образовании участвовали превышения, измеренные по всем пяти ходам сети.

После определения уравненного значения узлового репера F нивелирная сеть с одной узловой точкой распадается на три одиночных хода: составной ход $1,2+3$ и два простых хода 4 и 5 . Для их уравнивания вычисляем поправки в превышения по ходам:

$$\begin{aligned} v_{1,2+3} &= H_F - H_{F1,2+3} \\ v_4 &= H_F - H_{F4} \\ v_5 &= H_F - H_{F5} \end{aligned} \quad (9.12)$$

Ходы 4 и 5 далее уравниваются как обычные одиночные нивелирные ходы. Методику уравнивания одиночных нивелирных ходов мы рассматривали ранее и здесь не рассматриваем. Однако уравнивание составного одиночного нивелирного хода $1,2+3$ имеет свои нюансы и поэтому остановимся на нем более подробно, тем более что мы еще не вычислили уравненную отметку узлового репера E .

Поправку $v_{1,2+3}$ распределим на отдельные части составного хода $1,2+3$ пропорционально длинам $L_{1,2}$ и L_3 , составляющих его ходов: эквивалентного $1,2$ и действительного 3 :

$$\begin{aligned} v_{1,2} &= \frac{v_{1,2+3}}{L_{1,2+3}} L_{1,2} \\ v_3 &= \frac{v_{1,2+3}}{L_{1,2+3}} L_3 \end{aligned} \quad (9.13)$$

Для получения окончательного значения высоты H_E узлового репера E предварительную отметку этого репера $H_{E1,2}$ исправим поправкой $v_{1,2}$. Эта поправка представляет собой дополнительное влияние превышений по ходам 3 , 4 и 5 на величину высоты репера H_E :

$$H_E = H_{E1,2} + v_{1,2} \quad (9.14)$$

Получив уравненную отметку узлового репера H_E можно вычислить поправки в превышения по ходам 1 и 2 :

$$\begin{aligned} v_1 &= H_E - H_{E1} \\ v_2 &= H_E - H_{E2}, \end{aligned} \quad (9.15)$$

и далее вычислить уравненные превышения по ходам 1 и 2 .

Найденные поправки действительных ходов контролируются либо равенством $[pv] = 0$ (9.16)

или, при наличии ошибок округления, неравенством

$$|[pv]| \leq \beta[p] \quad (9.17)$$

Если условия (9.16)-(9.17) соблюдаются, то вычисляются уравненные значения превышений по действительным ходам как:

$$h_1^{yp} = h_1 + v_1$$

$$h_2^{yp} = h_2 + v_2$$

$$h_3^{yp} = h_3 + v_3$$

$$h_4^{yp} = h_4 + v_4$$

$$h_5^{yp} = h_5 + v_5 \quad (9.18)$$

Таким образом, поставленная задача вычисления уравненных значений превышений по ходам и уравненных значений отметок узловых реперов в сети с двумя узловыми точками решена.

Уравнивание одиночных ходов, входящих в сеть, производится путем распределения поправок, полученных в каждом ходе на превышения его секций по правилам уравнивания одиночных нивелирных ходов.

3. Контрольные вопросы по закреплению.

1. Суть уравнивания нивелирной сети с двумя узловыми точками
2. Какой способ называется эквивалентным?
3. Вычисление поправок в превышениях.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №29

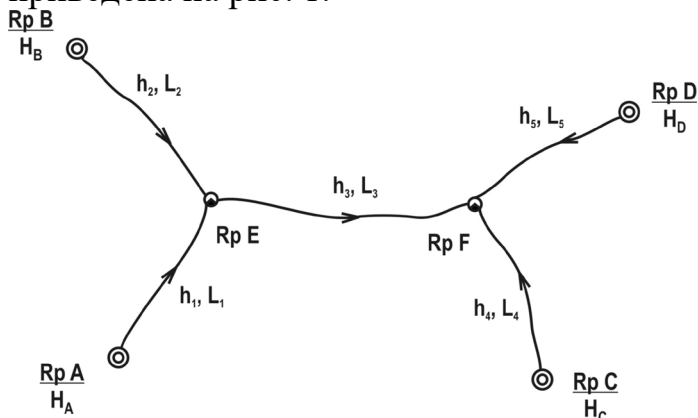
Тема: Измерение превышений на станциях II класса с записью и вычислениями в полевом журнале

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Методы построения сетей планового геодезического обоснования
2. Сущность уравнивания съёмочных ходов с двумя узловыми точками
3. Сущность способа эквивалентной замены

2. Ход выполнения работы:

Нивелирная сеть с двумя узловыми точками – следующая по сложности после сети с одной узловой точкой. Схема нивелирной сети с двумя узловыми точками приведена на рис. 1.



В этой сети от исходных реперов A , B , C и D с известными высотами H_A , H_B , H_C и H_D проложены четыре нивелирных хода, два из которых сходятся в узловой точке E , а два – в узловой точке F . Кроме того, проложен нивелирный ход между самими узловыми точками E и F . Для каждого хода известны превышения h_1 , h_2 , h_3 , h_4 и h_5 , а также длины L_1 , L_2 , L_3 , L_4 и L_5 . Знаки превышений соответствуют направлениям ходов, показанных на схеме стрелками. Необходимо уравнивать измеренные превышения по ходам и вычислить наиболее надежные значения высот (отметок) H_E и H_F узловых точек E и F .

Суть уравнивания нивелирной сети с двумя узловыми точками заключается в сведении такой сети первоначально к сети с одной узловой точкой и ее уравнивании по методике уравнивания сетей с одной узловой точкой, а затем представления оставшейся неуравненной части сети в виде одиночного хода и ее уравнивании соответственно по методике одиночного нивелирного хода.

Разберем сказанное более подробно.

Для начала определим приближенное значение отметки узловой точки E . Эту отметку можно вычислить дважды: от отметки репера A по ходу 1 и от отметки репера B по ходу 2 :

$$H_{E1} = H_A + h_1$$

$$H_{E2} = H_B + h_2 \quad (9.1)$$

Поскольку длины ходов отличаются друг от друга, то каждому из значений высоты H_E , входящему в (9.1) будет соответствовать свой вес: P_1 и P_2 , который, как было показано ранее, может быть вычислен как

$$P_1 = \frac{c}{L_1}$$

$$P_2 = \frac{c}{L_2} \quad (9.2)$$

Тогда приближенное значение $H_{E1,2}$ отметки репера E может быть вычислено как средневзвешенное из отметок H_{E1} и H_{E2} полученных из ходов 1 и 2 :

$$H_{E1,2} = \frac{P_1 H_{E1} + P_2 H_{E2}}{P_1 + P_2} \quad (9.3)$$

Следует подчеркнуть, что несмотря на то, что отметка определяется как средневзвешенное, речь здесь идет только о вычислении приближенного значения отметки, а не наиболее надежного ее значения, поскольку отметка вычисляется не по всем сходящимся в соответствующей точке ходам.

Из (9.3) следует, что вес $P_{1,2}$ отметки $H_{E1,2}$ равен

$$P_{1,2} = P_1 + P_2 \quad (9.4)$$

Но это же значение веса может быть получено и как

$$P_{1,2} = \frac{c}{L_{1,2}}, \quad (9.5)$$

где $L_{1,2}$ выражает длину воображаемого (виртуального) одиночного нивелирного хода $1,2$, по которому отметка точки E получается с весом $P_{1,2}$. Длина

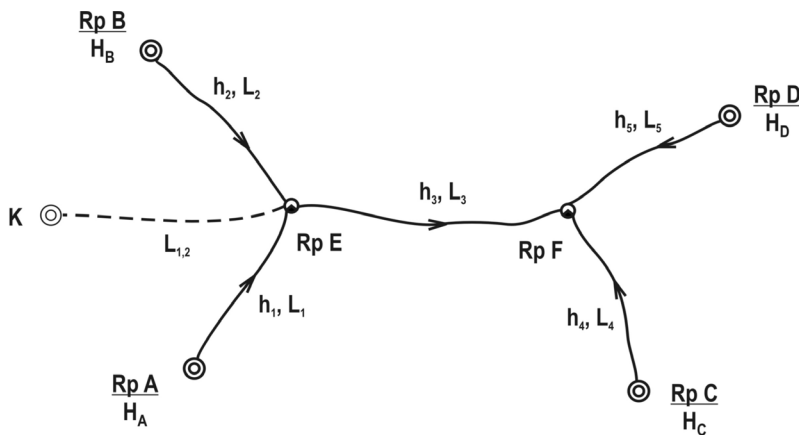
такого воображаемого хода, который назовем эквивалентным (равнозначным), на основании (9.5) будет равна

$$L_{1,2} = \frac{c}{p_{1,2}} \quad (9.6)$$

Таким образом, эквивалентным называется воображаемый нивелирный ход, заменяющий два (или более) действительных хода; вес эквивалентного хода равен сумме весов ходов, его составляющих, а отметка репера по эквивалентному ходу будет получена с тем же значением и с той же точностью, как и по действительным ходам.

Замена двух или более ходов одним эквивалентным ходом позволяет последовательно свести сеть с несколькими узловыми точками к сети с одной узловой точкой, уравнивание которой мы рассмотрели ранее.

На первом этапе в результате замены двух ходов одним эквивалентным первоначальная схема нивелирной сети примет вид, показанный на рис.2.



На втором этапе, прибавив к эквивалентному ходу $1,2$ с длиной $L_{1,2}$ действительный ход 3 с длиной L_3 , получим сложный одиночный ход $1,2+3$ с длиной $L_{1,2+3}$ равной.

$$L_{1,2+3} = L_{1,2} + L_3 \quad (9.7)$$

В результате такой операции получим сеть с одной узловой точкой F , показанной на рис.3, в которой сходятся три хода: сложный $1,2+3$, состоящий из эквивалентного хода $1,2$ и действительного хода 3 , и ходы 4 и 5 . Значение отметки H_F может быть получено в этом случае трижды:

$$H_{F1,2+3} = H_{E1,2} + h_3 \text{ с весом } p_{1,2+3} = \frac{c}{L_{1,2+3}} \quad (9.8)$$

$$H_{F4} = H_C + h_4 \text{ с весом } p_4 = \frac{c}{L_4} \quad (9.9)$$

$$H_{F5} = H_D + h_5 \text{ с весом } p_5 = \frac{c}{L_5} \quad (9.10)$$

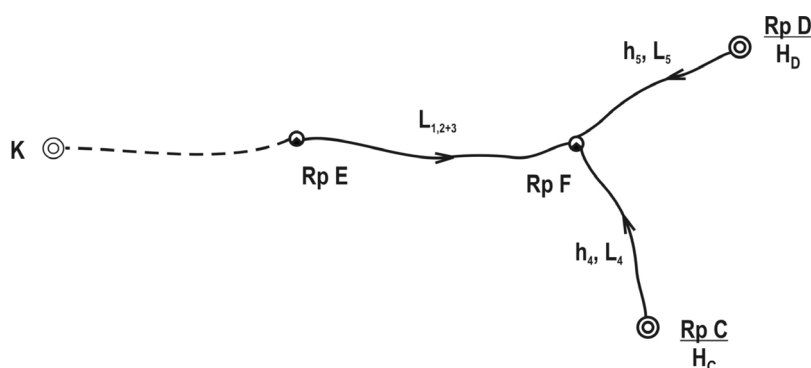


Рисунок 3 – Сведение нивелирной сети с двумя узловыми точками к сети с одной узловой точкой

Из трех неравноточных значений наиболее надежным значением отметки узлового репера F будет средневзвешенное из отметок, полученных согласно (9.8)-(9.10):

$$H_F = \frac{p_{1,2+3}H_{F1,2+3} + p_4H_4 + p_5H_5}{p_{1,2+3} + p_4 + p_5} \quad (9.11)$$

Полученная по формуле (9.11) отметка точки F будет окончательной (уравненной) высотой узлового репера F , так как в ее образовании участвовали превышения, измеренные по всем пяти ходам сети.

После определения уравненного значения узлового репера F нивелирная сеть с одной узловой точкой распадается на три одиночных хода: составной ход $1,2 + 3$ и два простых хода 4 и 5 . Для их уравнивания вычисляем поправки в превышения по ходам:

$$\begin{aligned} v_{1,2+3} &= H_F - H_{F1,2+3} \\ v_4 &= H_F - H_{F4} \\ v_5 &= H_F - H_{F5} \end{aligned} \quad (9.12)$$

Ходы 4 и 5 далее уравниваются как обычные одиночные нивелирные ходы. Методику уравнивания одиночных нивелирных ходов мы рассматривали ранее и здесь не рассматриваем. Однако уравнивание составного одиночного нивелирного хода $1,2 + 3$ имеет свои нюансы и поэтому остановимся на нем более подробно, тем более что мы еще не вычислили уравненную отметку узлового репера E .

Поправку $v_{1,2+3}$ распределим на отдельные части составного хода $1,2 + 3$ пропорционально длинам $L_{1,2}$ и L_3 , составляющих его ходов: эквивалентного $1,2$ и действительного 3 :

$$\begin{aligned} v_{1,2} &= \frac{v_{1,2+3}}{L_{1,2+3}} L_{1,2} \\ v_3 &= \frac{v_{1,2+3}}{L_{1,2+3}} L_3 \end{aligned} \quad (9.13)$$

Для получения окончательного значения высоты H_E узлового репера E предварительную отметку этого репера $H_{E1,2}$ исправим поправкой $v_{1,2}$. Эта поправка представляет собой дополнительное влияние превышений по ходам 3 , 4 и 5 на величину высоты репера H_E :

$$H_E = H_{E1,2} + v_{1,2} \quad (9.14)$$

Получив уравненную отметку узлового репера H_E можно вычислить поправки в превышения по ходам **1** и **2**:

$$v_1 = H_E - H_{E1}$$

$$v_2 = H_E - H_{E2}, \quad (9.15)$$

и далее вычислить уравненные превышения по ходам **1** и **2**.

Найденные поправки действительных ходов контролируются либо равенством $[pv] = 0$ (9.16)

или, при наличии ошибок округления, неравенством

$$|[pv]| \leq \beta[p] \quad (9.17)$$

Если условия (9.16)-(9.17) соблюдаются, то вычисляются уравненные значения превышений по действительным ходам как:

$$h_1^{yp} = h_1 + v_1$$

$$h_2^{yp} = h_2 + v_2$$

$$h_3^{yp} = h_3 + v_3$$

$$h_4^{yp} = h_4 + v_4$$

$$h_5^{yp} = h_5 + v_5 \quad (9.18)$$

Таким образом, поставленная задача вычисления уравненных значений превышений по ходам и уравненных значений отметок узловых реперов в сети с двумя узловыми точками решена.

Уравнивание одиночных ходов, входящих в сеть, производится путем распределения поправок, полученных в каждом ходе на превышения его секций по правилам уравнивания одиночных нивелирных ходов.

3. Контрольные вопросы по закреплению.

1. Суть уравнивания нивелирной сети с двумя узловыми точками
2. Какой способ называется эквивалентным?
3. Вычисление поправок в превышениях.

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №30

Тема: Знакомство с конструкцией и методикой измерений навигационных приемников

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Корректировка плана

2. Обновление планов и карт

2. Ход выполнения работы:

В сети интернет найти инструкции и технические указания по корректировке планово-картографического материала. В рабочей тетради перечислить документацию и выполнить краткий конспект.

3. Контрольные вопросы по закреплению.

1. Какие существуют инструкции в области корректировки планов и карт?

2. В каком случае проводится корректировка плана?

4. Критерии оценки: проверка конспекта

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №31

Тема: Знакомство с конструкцией и методикой измерений навигационных приемников

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Корректировка плана

2. Обновление планов и карт

2. Ход выполнения работы:

В сети интернет найти инструкции и технические указания по корректировке планово-картографического материала. В рабочей тетради перечислить документацию и выполнить краткий конспект.

3. Контрольные вопросы по закреплению.

1. Какие существуют инструкции в области корректировки планов и карт?

2. В каком случае проводится корректировка плана?

4. Критерии оценки: проверка конспекта

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №32

Тема: Знакомство с конструкцией и методикой измерений навигационных приемников

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Корректировка плана

2. Обновление планов и карт

2. Ход выполнения работы:

В сети интернет найти инструкции и технические указания по корректировке планово-картографического материала. В рабочей тетради перечислить документацию и выполнить краткий конспект.

3. Контрольные вопросы по закреплению.

1. Какие существуют инструкции в области корректировки планов и карт?

2. В каком случае проводится корректировка плана?

4. Критерии оценки: проверка конспекта

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №33

Тема: Знакомство с конструкцией и методикой измерений навигационных приемников

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Корректировка плана

2. Обновление планов и карт

2. Ход выполнения работы:

В сети интернет найти инструкции и технические указания по корректировке планово-картографического материала. В рабочей тетради перечислить документацию и выполнить краткий конспект.

3. Контрольные вопросы по закреплению.

1. Какие существуют инструкции в области корректировки планов и карт?

2. В каком случае проводится корректировка плана?

4. Критерии оценки: проверка конспекта

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №34

Тема: Изучение конструкции тахеометров, выполнение измерений углов и расстояний, привязка тахеометра на исходном пункте, обратные засечки для определения координат станций

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Способы восстановления границ земельного участка

2. Восстановление одиночных межевых знаков.

3. Точность определения положения межевого знака

2. Ход выполнения работы:

- изучить материалы о границах земельного участка, обследовать состояние близлежащих пунктов геодезической сети;

- составить разбивочный чертеж выноса межевых знаков земельного участка относительно пунктов геодезической сети;

- произвести разбивочные работы по выносу в натуру новых межевых знаков в соответствии с разбивочным чертежом.

- выполнить полевые работы на основании разбивочного чертежа.

3. Контрольные вопросы по закреплению.

1. Как составить разбивочный чертеж?

2. Что такое разбивочные работы?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №35

Тема: Изучение конструкции тахеометров, выполнение измерений углов и расстояний, привязка тахеометра на исходном пункте, обратные засечки для определения координат станций

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.
 1. Способы восстановления границ земельного участка
 2. Восстановление одиночных межевых знаков.
 3. Точность определения положения межевого знака
2. Ход выполнения работы:
 - изучить материалы о границах земельного участка, обследовать состояние близлежащих пунктов геодезической сети;
 - составить разбивочный чертеж выноса межевых знаков земельного участка относительно пунктов геодезической сети;
 - произвести разбивочные работы по выносу в натуру новых межевых знаков в соответствии с разбивочным чертежом.
 - выполнить полевые работы на основании разбивочного чертежа.
3. Контрольные вопросы по закреплению.
 1. Как составить разбивочный чертеж?
 2. Что такое разбивочные работы?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №36

Тема: Изучение конструкции тахеометров, выполнение измерений углов и расстояний, привязка тахеометра на исходном пункте, обратные засечки для определения координат станций

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.
 1. Способы восстановления границ земельного участка
 2. Восстановление одиночных межевых знаков.
 3. Точность определения положения межевого знака
2. Ход выполнения работы:
 - изучить материалы о границах земельного участка, обследовать состояние близлежащих пунктов геодезической сети;
 - составить разбивочный чертеж выноса межевых знаков земельного участка относительно пунктов геодезической сети;
 - произвести разбивочные работы по выносу в натуру новых межевых знаков в соответствии с разбивочным чертежом.
 - выполнить полевые работы на основании разбивочного чертежа.
3. Контрольные вопросы по закреплению.
 1. Как составить разбивочный чертеж?
 2. Что такое разбивочные работы?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №37

Тема: Изучение конструкции тахеометров, выполнение измерений углов и расстояний, привязка тахеометра на исходном пункте, обратные засечки для определения координат станций

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.
 1. Способы восстановления границ земельного участка
 2. Восстановление одиночных межевых знаков.
 3. Точность определения положения межевого знака
2. Ход выполнения работы:
 - изучить материалы о границах земельного участка, обследовать состояние близлежащих пунктов геодезической сети;
 - составить разбивочный чертеж выноса межевых знаков земельного участка относительно пунктов геодезической сети;
 - произвести разбивочные работы по выносу в натуру новых межевых знаков в соответствии с разбивочным чертежом.
 - выполнить полевые работы на основании разбивочного чертежа.
3. Контрольные вопросы по закреплению.
 1. Как составить разбивочный чертеж?
 2. Что такое разбивочные работы?

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №38

Тема: Уравнивание одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов параметрическим способом. Уравнивание одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов коррелятным способом

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.
 1. Сущность перенесения проекта в натуру.
 2. Способы перенесения проекта в натуру.
 3. Подготовка к перенесению проекта в натуру
2. Ход выполнения работы:
 1. Составить рабочий чертеж, на который нанести
 - а) границы, разделяющие приусадебные, общественные земли, а также земли, находящиеся в ведении местной администрации, специального земельного фонда района, земель, находящихся в коллективной собственности;
 - б) границы полей и рабочих участков, орошаемых земель;
 - в) величины углов и линий, которые необходимы для перенесения проекта;
 - г) пункты геодезической опоры (контуры ситуации), которые необходимы для перенесения проекта.

Промеры на прямых линиях подписываются возле проектных точек нарастающим итогом в направлении движения, которое указывается стрелками. Между

проектными точками подписываются длины отрезков. Подписи промеров производятся красной тушью, углы поворота обозначаются синей тушью.

3. Контрольные вопросы по закреплению.

1. Составление рабочего (разбивочного) чертежа.
2. Что наносится на разбивочный чертеж?
3. Где подписываются промеры

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №39

Тема: Уравнивание одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов параметрическим способом. Уравнивание одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов коррелятным способом

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Сущность перенесения проекта в натуру.
2. Способы перенесения проекта в натуру.
3. Подготовка к перенесению проекта в натуру

2. Ход выполнения работы:

1. Составить рабочий чертеж, на который нанести

а) границы, разделяющие приусадебные, общественные земли, а также земли, находящиеся в ведении местной администрации, специального земельного фонда района, земель, находящихся в коллективной собственности;

б) границы полей и рабочих участков, орошаемых земель;

в) величины углов и линий, которые необходимы для перенесения проекта;

г) пункты геодезической опоры (контуры ситуации), которые необходимы для перенесения проекта.

Промеры на прямых линиях подписываются возле проектных точек нарастающим итогом в направлении движения, которое указывается стрелками. Между проектными точками подписываются длины отрезков. Подписи промеров производятся красной тушью, углы поворота обозначаются синей тушью.

3. Контрольные вопросы по закреплению.

1. Составление рабочего (разбивочного) чертежа.
2. Что наносится на разбивочный чертеж?
3. Где подписываются промеры

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №40

Тема: Уравнивание одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов параметрическим способом. Уравнивание одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов коррелятным способом

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Сущность перенесения проекта в натуру.
2. Способы перенесения проекта в натуру.
3. Подготовка к перенесению проекта в натуру

2. Ход выполнения работы:

1. Составить рабочий чертеж, на который нанести

- а) границы, разделяющие приусадебные, общественные земли, а также земли, находящиеся в ведении местной администрации, специального земельного фонда района, земель, находящихся в коллективной собственности;
- б) границы полей и рабочих участков, орошаемых земель;
- в) величины углов и линий, которые необходимы для перенесения проекта;
- г) пункты геодезической опоры (контуры ситуации), которые необходимы для перенесения проекта.

Промеры на прямых линиях подписываются возле проектных точек нарастающим итогом в направлении движения, которое указывается стрелками. Между проектными точками подписываются длины отрезков. Подписи промеров производятся красной тушью, углы поворота обозначаются синей тушью.

3. Контрольные вопросы по закреплению.

1. Составление рабочего (разбивочного) чертежа.
2. Что наносится на разбивочный чертеж?
3. Где подписываются промеры

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №41

Тема: Уравнивание одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов параметрическим способом. Уравнивание одиночного полигонометрического хода по методу наименьших квадратов коррелятным способом

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Сущность перенесения проекта в натуру.
2. Способы перенесения проекта в натуру.
3. Подготовка к перенесению проекта в натуру

2. Ход выполнения работы:

1. Составить рабочий чертеж, на который нанести

- а) границы, разделяющие приусадебные, общественные земли, а также земли, находящиеся в ведении местной администрации, специального земельного фонда района, земель, находящихся в коллективной собственности;

- б) границы полей и рабочих участков, орошаемых земель;
- в) величины углов и линий, которые необходимы для перенесения проекта;
- г) пункты геодезической опоры (контуры ситуации), которые необходимы для перенесения проекта.

Промеры на прямых линиях подписываются возле проектных точек нарастающим итогом в направлении движения, которое указывается стрелками. Между проектными точками подписываются длины отрезков. Подписи промеров производятся красной тушью, углы поворота обозначаются синей тушью.

3. Контрольные вопросы по закреплению.

- 1. Составление рабочего (разбивочного) чертежа.
- 2. Что наносится на разбивочный чертеж?
- 3. Где подписываются промеры

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №42

Тема: Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов параметрическим способом. Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов коррелятным способом

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

- 1. Сущность перенесения проекта в натуру.
- 2. Способы перенесения проекта в натуру.
- 3. Подготовка к перенесению проекта в натуру

2. Ход выполнения работы:

1. Составить рабочий чертеж, на который нанести

- а) границы, разделяющие приусадебные, общественные земли, а также земли, находящиеся в ведении местной администрации, специального земельного фонда района, земель, находящихся в коллективной собственности;
- б) границы полей и рабочих участков, орошаемых земель;
- в) величины углов и линий, которые необходимы для перенесения проекта;
- г) пункты геодезической опоры (контуры ситуации), которые необходимы для перенесения проекта.

Промеры на прямых линиях подписываются возле проектных точек нарастающим итогом в направлении движения, которое указывается стрелками. Между проектными точками подписываются длины отрезков. Подписи промеров производятся красной тушью, углы поворота обозначаются синей тушью.

3. Контрольные вопросы по закреплению.

- 1. Составление рабочего (разбивочного) чертежа.
- 2. Что наносится на разбивочный чертеж?
- 3. Где подписываются промеры

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №43

Тема: Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов параметрическим способом. Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов коррелятным способом

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Сущность перенесения проекта в натуру.
2. Способы перенесения проекта в натуру.
3. Подготовка к перенесению проекта в натуру

2. Ход выполнения работы:

1. Составить рабочий чертеж, на который нанести

а) границы, разделяющие приусадебные, общественные земли, а также земли, находящиеся в ведении местной администрации, специального земельного фонда района, земель, находящихся в коллективной собственности;

б) границы полей и рабочих участков, орошаемых земель;

в) величины углов и линий, которые необходимы для перенесения проекта;

г) пункты геодезической опоры (контуры ситуации), которые необходимы для перенесения проекта.

Промеры на прямых линиях подписываются возле проектных точек нарастающим итогом в направлении движения, которое указывается стрелками. Между проектными точками подписываются длины отрезков. Подписи промеров производятся красной тушью, углы поворота обозначаются синей тушью.

3. Контрольные вопросы по закреплению.

1. Составление рабочего (разбивочного) чертежа.
2. Что наносится на разбивочный чертеж?
3. Где подписываются промеры

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №44

Тема: Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов параметрическим способом. Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов коррелятным способом

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Сущность перенесения проекта в натуру.
2. Способы перенесения проекта в натуру.
3. Подготовка к перенесению проекта в натуру

2. Ход выполнения работы:

1. Составить рабочий чертеж, на который нанести

а) границы, разделяющие приусадебные, общественные земли, а также земли, находящиеся в ведении местной администрации, специального земельного фонда района, земель, находящихся в коллективной собственности;

б) границы полей и рабочих участков, орошаемых земель;

в) величины углов и линий, которые необходимы для перенесения проекта;

г) пункты геодезической опоры (контуры ситуации), которые необходимы для перенесения проекта.

Промеры на прямых линиях подписываются возле проектных точек нарастающим итогом в направлении движения, которое указывается стрелками. Между проектными точками подписываются длины отрезков. Подписи промеров производятся красной тушью, углы поворота обозначаются синей тушью.

3. Контрольные вопросы по закреплению.

1. Составление рабочего (разбивочного) чертежа.
2. Что наносится на разбивочный чертеж?
3. Где подписываются промеры

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №45

**Тема: Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов
параметрическим способом. Уравнивание нивелирной сети по методу
наименьших квадратов коррелятным способом**

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Сущность перенесения проекта в натуру.
2. Способы перенесения проекта в натуру.
3. Подготовка к перенесению проекта в натуру

2. Ход выполнения работы:

1. Составить рабочий чертеж, на который нанести

а) границы, разделяющие приусадебные, общественные земли, а также земли, находящиеся в ведении местной администрации, специального земельного фонда района, земель, находящихся в коллективной собственности;

б) границы полей и рабочих участков, орошаемых земель;

в) величины углов и линий, которые необходимы для перенесения проекта;

г) пункты геодезической опоры (контуры ситуации), которые необходимы для перенесения проекта.

Промеры на прямых линиях подписываются возле проектных точек нарастающим итогом в направлении движения, которое указывается стрелками. Между проектными точками подписываются длины отрезков. Подписи промеров производятся красной тушью, углы поворота обозначаются синей тушью.

3. Контрольные вопросы по закреплению.

1. Составление рабочего (разбивочного) чертежа.
2. Что наносится на разбивочный чертеж?
3. Где подписываются промеры

ПРАКТИЧЕСКАЯ РАБОТА №46

Тема: Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов параметрическим способом. Уравнивание нивелирной сети по методу наименьших квадратов коррелятным способом

1. Актуализация теоретических знаний, необходимых для выполнения практической работы.

1. Сущность перенесения проекта в натуру.
2. Способы перенесения проекта в натуру.
3. Подготовка к перенесению проекта в натуру

2. Ход выполнения работы:

1. Составить рабочий чертеж, на который нанести

а) границы, разделяющие приусадебные, общественные земли, а также земли, находящиеся в ведении местной администрации, специального земельного фонда района, земель, находящихся в коллективной собственности;

б) границы полей и рабочих участков, орошаемых земель;

в) величины углов и линий, которые необходимы для перенесения проекта;

г) пункты геодезической опоры (контуры ситуации), которые необходимы для перенесения проекта.

Промеры на прямых линиях подписываются возле проектных точек нарастающим итогом в направлении движения, которое указывается стрелками. Между проектными точками подписываются длины отрезков. Подписи промеров производятся красной тушью, углы поворота обозначаются синей тушью.

3. Контрольные вопросы по закреплению.

1. Составление рабочего (разбивочного) чертежа.
2. Что наносится на разбивочный чертеж?
3. Где подписываются промеры

Информационное обеспечение обучения

Основные печатные издания

1. Вострокнутов, А. Л. Основы топографии: учебник для среднего профессионального образования / А. Л. Вострокнутов, В. Н. Супрун, Г. В. Шевченко; под общей редакцией А. Л. Вострокнутова. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 196 с.
2. Макаров, К. Н. Инженерная геодезия: учебник для среднего профессионального образования / К. Н. Макаров. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва: Издательство Юрайт, 2021. — 243 с.

Дополнительные учебные издания:

3. Научная электронная библиотека «eLibrary». (Режим доступа): URL: <https://elibrary.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Лань». (Режим доступа): URL: <https://e.lanbook.com>
5. Электронно-библиотечная система «Знаниум». (Режим доступа): URL: <https://znanium.com/>

Электронные издания (электронные ресурсы)

6. Дуюнов, П. К. Инженерная геодезия : учебное пособие для СПО / П. К. Дуюнов, О. Н. Поздышева. — Саратов : Профобразование, 2021. — 102 с. — ISBN 978-5-4488-1224-8. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/106823> (дата обращения: 18.05.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
7. Левитская, Т. И. Геодезия : учебное пособие для СПО / Т. И. Левитская ; под редакцией Э. Д. Кузнецова. — 2-е изд. — Саратов : Профобразование, 2021. — 87 с. — ISBN 978-5-4488-1127-2. — Текст : электронный // Электронный ресурс цифровой образовательной среды СПО PROФобразование : [сайт]. — URL: <https://profspo.ru/books/104897> (дата обращения: 28.03.2021). — Режим доступа: для авторизир. Пользователей
8. Азаров, Б. Ф. Геодезическая практика : учебное пособие для спо / Б. Ф. Азаров, И. В. Карелина. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 300 с. — ISBN 978-5-8114-9472-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195477> (дата обращения: 23.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
9. Стародубцев, В. И. Практическое руководство по инженерной геодезии : учебное пособие для спо / В. И. Стародубцев. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 136 с. — ISBN 978-5-8114-9099-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/184177> (дата обращения: 23.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
10. Голованов, В. А. Маркшейдерские и геодезические приборы : учебное пособие для спо / В. А. Голованов. — 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 140 с. — ISBN 978-5-8114-7964-1. — Текст : электронный //

Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/169811> (дата обращения: 23.06.2022). — Режим доступа: для авториз. пользователей.