



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Высшая геодезия и фотограмметрия»

Методические указания
для выполнения курсовой работы
по дисциплине

«Высшая геодезия»

для обучающихся по направлению подготовки
21.03.03 «Геодезия и дистанционное
зондирование»



Автор
Гугуева О.А.

Ростов-на-Дону, 2017

Аннотация

Методические указания предназначены для студентов всех форм обучения направления подготовки 21.03.03 «Геодезия и дистанционное зондирование».

Предназначены для выполнения курсового проекта. Содержат указания по всем этапам проектирования сети триангуляции 3 и 4 классов. Приведены примеры расчетов и оформления результатов проектирования.

Автор



ассистент кафедры «ВГиФ» Гугуева О.А.



Оглавление

1 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.....	4
2 ВВЕДЕНИЕ	6
2.1 Цель и назначение проектируемых работ	6
2.2 Содержание задания, порядок выполнения работ	6
3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА	7
3.1 Цель и назначение проектируемых работ	7
3.2 Описание физико-географических условий района работ.....	7
3.3 Топографо-геодезическая обеспеченность района работ	8
3.4 Проектирование сети триангуляции	8
3.5 Расчет количества знаков.....	9
3.6 Построение триангуляционной сети	10
3.7 Расчет высот знаков	11
3.8 Предрасчет точности элементов сети триангуляции.....	14
3.9 Расчет качества сети строгим способом.....	16
3.10 Техническая характеристика запроектированной сети	21
3.11 Знаки и центры геодезических пунктов	22
3.12 Рекогносцировка геодезических пунктов	22
3.13 Сектор видимости	22
3.14 Охрана труда на полевых и камеральных работах по созданию топографических планов.....	23
4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ	24
ЛИТЕРАТУРА	25

1 ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

Курсовой проект по теме «Предварительный проект сети триангуляции 3, 4 классов» представляет собой практическую работу студентов по курсу дисциплины «Высшая геодезия».

В основные задачи курсового проекта входит научить студентов:

- проявлять творческую инициативу, самостоятельность, ответственность и организованность при выборе варианта сети триангуляции;
- пользоваться учебной, методической, нормативной и специальной литературой;
- анализировать физико-географические условия района работ;
- выполнять предрасчет точности запроектированной сети.

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки, которая включает содержание работы, разделы с расчетами и обоснованиями принятых решений, разделы по охране труда, список используемой литературы, и также графической части.

Для успешного выполнения проекта студенту необходимы глубокие знания по дисциплинам: «Тмоги», «Геодезия», «Прикладная геодезия».

Пояснительная записка и графическая часть курсового проекта оформляются с учётом Государственных стандартов Российской Федерации.

Объем пояснительной записки устанавливается в количестве 40-50 печатных страниц в компьютерном исполнении при соблюдении следующих разрешений: *текст печатается на одной стороне листа белой бумаги формата А4 (параметры страницы: верхнее, нижнее, правое поле – 2 см; левое поле – 3 см) шрифтом Times New Roman, кегль 12, через 1,5 интервала в редакторе Word для Microsoft).*

В графической части вычерчивается схема сети триангуляции на карте масштаба 1:50000.

Общие рекомендации к сброшюрованной документации

В состав курсового проекта включают:

- задание;
- пояснительную записку (текстовая часть курсового проекта);
- графическую часть (схема на карте) курсового проекта.

Текстовые и графические материалы, входящие в состав курсового проекта, комплектуют в следующем порядке:

- титульный лист;
- содержание;
- последующие листы пояснительной записки;
- литература;
- схема сети на карте масштаба 1:50000.

Текстовые и графические материалы включают в пояснительную записку на листах, сложенных по формату А4.

Первым листом текстового документа (пояснительной записки) является титульный лист, который не нумеруется. Титульный лист оформляется по установленной форме (см. образец на сайте университета)



Все листы сброшюрованного документа должны иметь сквозную нумерацию страниц.

Номер страницы на листах текстовых и графических документов указывают в правом верхнем углу рабочего поля листа.

Кроме того, в основной надписи текстовых и графических документов, имеющих самостоятельное обозначение, указывают порядковую нумерацию листов в пределах документа с одним обозначением.

2 ВВЕДЕНИЕ

2.1 Цель и назначение проектируемых работ

Целью курсового проекта является получение практических приемов проектирования государственной триангуляции 3 и 4 классов при различных физико-географических условиях на территории нашей страны и за рубежом. Создание съёмочного обоснования для топографической съёмки М 1:2000 на территории учебной карты площадью 300 км² масштабом 1:50 000.

2.2 Содержание задания, порядок выполнения работ

Перед составлением проекта сети государственной триангуляции каждый студент получает от преподавателя индивидуальное задание на проектирование. В задании указывается: административная принадлежность района работ, два пункта триангуляции 2 класса на карте, основные технические характеристики для данного района, которые следует учесть при развитии сети триангуляции..

Составление проекта необходимо вести в следующем порядке:

- Изучить производственное задание и описать цель и назначение проектируемых работ;
- Изучить район предстоящих работ в физико-географическом и экономическом отношении и составить пояснительную записку;
- Рассчитать количество пунктов триангуляции 3 и 4 классов. Составить по топографической карте предварительный проект сети триангуляции 3 и 4 классов, с соблюдением требований «Инструкции по триангуляции 1,2,3 и 4 классов»;
- Выполнить расчет высот знаков на пунктах сети. Составить продольные профили на миллиметровой бумаге по сомнительным направлениям для определения видимости между пунктами (не менее трех профилей);
- Найти слабые стороны в сети 3 класса и произвести предрасчет точности по приближенным формулам;
- Выполнить предрасчет точности выходной стороны сети 3 класса строгим способом;
- Найти слабые стороны в сети триангуляции 4 класса и оценить по приближенным формулам;
- Дать техническую характеристику запроектированной сети. Составить каталог запроектированных пунктов.
- Описать знаки и центры геодезических пунктов, используемых в сети в соответствии с ГКИНП-07-016-91 «Правила закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей»;
- Произвести описание рекогносцировки геодезических пунктов и подъезда к одному из них;
- Составить сектор видимости на одном из пунктов.

3 ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ И СОДЕРЖАНИЕ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

3.1 Цель и назначение проектируемых работ

В зависимости от содержания задания описать цель и назначение проектируемых работ с указанием номенклатуры карты и площади участка.

3.2 Описание физико-географических условий района работ

В данном разделе необходимо привести общее описание физико-географических условий района работ, в соответствии с вариантом (№ выдается преподавателем) курсового проекта (табл.1).

Таблица 1

№ варианта	Район работ	№ варианта	Район работ	№ вар-та	Район работ
1	Белгородская область	21	Архангельская область	41	Хабаровский край
2	Брянская область	22	Вологодская область	42	Иркутская область
3	Владимирская область	23	Калининградская область	43	Кемеровская область
4	Воронежская область	24	Ленинградская область	44	Новосибирская область
5	Ивановская область	25	Мурманская область	45	Омская область
6	Калужская область	26	Новгородская область	46	Томская область
7	Костромская область	27	Псковская область	47	Курганская область
8	Курская область	28	Камчатский край	48	Свердловская об-ть
9	Липецкая область	29	Приморский край	49	Тюменская область
10	Московская об-ть	30	Рязанская об-ть	50	Челябинская область
11	Астраханская область	31	Смоленская область	51	Кировская область
12	Краснодарский край	32	Тамбовская область	52	Нижегородская область
13	Орловская область	33	Тверская область	53	Оренбургская область
14	Ярославская об-ть	34	Тульская область	54	Пензенская об-ть
15	Ростовская об-ть	35	Волгоградская об-ть	55	Пермский край
16	Амурская область	36	Сахалинская об-ть	56	Самарская об-ть
17	Магаданская об-ть	37	Алтайский край	57	Саратовская об-ть
18	Красноярский край	38	Забайкальский край	58	Ульяновская об-ть
19	Ставропольский край	39	Республика Карелия	59	Республика Адыгея
20	Республика Алтай	40	Республика Коми	60	Республика Калмыкия

Рельеф (по топографической карте): описать типы рельефа, расчлененность поверхности, типичные формы рельефа по участкам. Максимальная и минимальная отметки на участке. Наиболее удобные пути движения.

Гидрография (по топографической карте): привести характеристику рек, озер, каналов, переправ, и т.д.

Растительность (по топографической карте): процент залесенности участка, расположение ее относительно рельефа местности, населенных пунктов. Характеристики растительности для наиболее больших участков.

Дорожная сеть (по топографической карте): общая характеристика путей сообщения, технические характеристики автомобильных и железных дорог.

Населенные пункты (по топографической карте): характеристика населенных пунктов и объектов съемки.

Грунты (из энциклопедического словаря): общая характеристика, глубина промерзания грунта, наличие многолетней мерзлоты. Рекомендации о типах центров пунктов ГГС [6].

Климат (из энциклопедического словаря): тип и местные особенности климата. Сведения о температуре, осадках, ветрах. Календарь сезонных явлений – начало и конец устойчивых морозов. Наличие туманов, дымки. Наиболее благоприятный период для полевых наблюдений.

3.3 Топографо-геодезическая обеспеченность района работ

Описать согласно полученному заданию (пункты триангуляции 2 класса), их местоположение на карте, отметки поверхности земли.

3.4 Проектирование сети триангуляции

При проектировании сетей триангуляции должны соблюдаться требования, приведенные в табл.2

Таблица 2

Элементы сети	Триангуляция			
	1 кл.	2 кл.	3 кл.	4 кл.
Длина стороны треугольника, км	20-25	7-20	5-8	2-5
Средняя квадратическая ошибка угла по невязкам треугольников, сек	±0,7	±1,0	±1,5	±2,0
Максимальная невязка треугольников, сек	±2,5	±4,0	±6,0	±8,0
Наименьший угол в треугольнике	40°	20°	20°	20°
Максимальная относительная ошибка:				
выходной стороны (базиса)	1:400000	1:300000	1:200000	1:100000
наиболее слабой стороны	1:150000	1:200000	1:120000	1:70000
в единицах 6-го знака логарифма	2,90	2,17	3,62	6,20
Предельная длина цепи треугольников, км	200	-	-	10
Средняя квадратическая ошибка определения взаимного положения смежных пунктов, м	±0,15	±0,07	±0,07	±0,07

3.5 Расчет количества знаков

При проектировании сети триангуляции 3 и 4 классов необходимо рассчитать количество пунктов отдельного класса.

Требуемая плотность геодезических пунктов при общегосударственном картографировании территории страны зависит от масштаба топографической съемки, методов ее выполнения, а также от методов создания съемочного геодезического обоснования (табл.3).

Таблица 3

Масштаб топографической съемки	Площадь съемочной трапеции, км ²	Площадь P на один пункт, км ²	Расстояние между пунктами, км
1 : 25 000	75	50—60	7—8
1 : 10 000	18	50—60	7—8
1 : 5 000	4,5	20—30	4—5
1 : 2 000	1,1	5—15	2—4

Между длинами сторон треугольников разных классов должны соблюдаться следующие приближенные соотношения:

$$s_1 = S_1 \quad s_2 = 0,58s_1 \quad s_3 = 0,33s_1 \quad s_4 = 0,19s_1 . \quad (1)$$

Если за исходную принять длину стороны в триангуляции 1 класса, равную в среднем $S_1 = 23$ км, то по формулам (1) получим следующие длины сторон треугольников в сетях триангуляции 2—4 классов (табл. 4).

Таблица 4

Класс триангуляции	Длина s стороны треугольника, км	Площадь P на один пункт, км ²
2	13,3	138,9
3	7,6	45,4
4	4,4	15,2

В реальных сетях триангуляции треугольники несколько отступают от равнобедренной формы. Однако в среднем для обширной по размерам геодезической сети соотношения (1) длин сторон треугольников должны более или менее точно соблюдаться, в противном случае общее число пунктов в сети может оказаться неоправданно завышенным. Среднее число пунктов разных классов на любой площади P картографируемой территории можно рассчитать по формулам

$$n_3 = \frac{P}{P_3} - n_2 ; \quad (2)$$

$$n_4 = \frac{P}{P_4} - n_2 - n_3 , \quad (3)$$

где $P_{(i)} = \frac{\pi S^2}{4}$ – площадь, обслуживаемая одним пунктом i -го класса ($i=1,2,3,4$).

Результаты вычислений следует округлять до целого десятка. В качестве примера по этим формулам определим число пунктов 3—4 классов на площади $P = 200 \text{ км}^2$ при $n_1 = 0$, $n_2 = 2$.

Для триангуляции 3 класса:

$$n_3 = \frac{200}{45^2} = 2.$$

Для триангуляции 4 класса:

$$n_4 = \frac{200}{12^2} = 14.$$

Следовательно, на площади снимаемой территории $P=200 \text{ км}^2$ должны запроектировать 11 пунктов, то есть 2 пункта 2 класса, 2 пункта 3 класса и 7 пунктов 4 класса.

3.6 Построение триангуляционной сети

При разработке графического проекта сети особое внимание следует обращать на выбор местоположения каждого отдельного пункта. Все пункты государственной геодезической сети должны быть расположены на командных вершинах местности. Это необходимо для того, чтобы, во-первых, обеспечить взаимную видимость между смежными пунктами при минимальных высотах геодезических знаков, во-вторых, возможность развития в будущем сети в любом направлении. Длины сторон между смежными пунктами должны соответствовать требованиям инструкции. Во всех случаях геодезические пункты должны находиться в таких местах, где будет обеспечена сохранность их положения в плане и по высоте в течение длительного времени. Поскольку на постройку геодезических знаков расходуется в среднем 50—60 % всех затрат на создание сети, необходимо уделять самое серьезное внимание выбору мест для установки пунктов на местности с целью снижения их высоты.

При проектировании сетей триангуляции разных классов важное значение имеет обеспечение надежной привязки сетей более низкого класса к сетям более высокого класса.



Рисунок 1. Схемы привязки геодезических сетей к сторонам (а) и пунктам (б) триангуляции высшего класса

Рекомендуются следующие схемы построения сетей триангуляции 3—4 классов (рис.2).

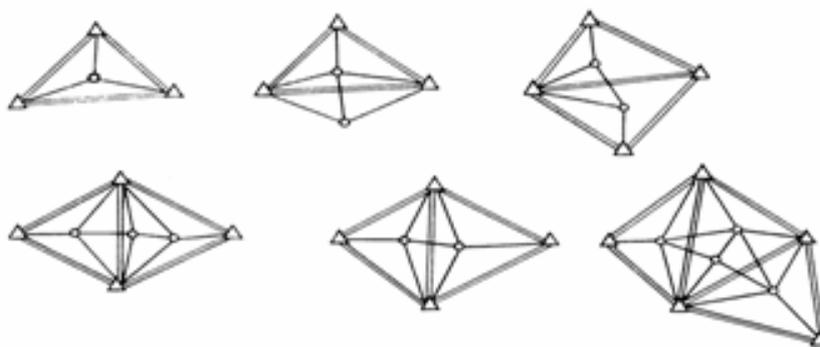


Рисунок 2. Схемы построения сетей триангуляции

После того как все пункты будут нанесены на карту, их соединяют прямыми линиями. На отдельном листе вычерчивают схему запроектированной сети, на которую выносят названия пунктов (оно должно совпадать с наименованием ближайшего селения, реки и т.д.), длины сторон в километрах, значения углов в треугольниках с точностью до градуса, высоты земной поверхности с точностью до метра. Углы измеряют транспортиром по топографической карте. Суммы углов в треугольниках должны равняться 180° , а в полюсе центральной системы 360° . Длины сторон измеряются линейкой. Под схемой приводятся условные обозначения исходных сторон, сторон триангуляции и пунктов сети.

3.7 Расчет высот знаков

На пунктах геодезической сети строят геодезические знаки такой высоты, чтобы визирные лучи при угловых и линейных измерениях проходили по каждому направлению на заданной минимальной высоте над препятствием, не касаясь его. Сначала определяют приближенные высоты знаков h'_1 и h'_2 для каждой пары смежных пунктов, а затем корректируют их и находят окончательные значения высот h_1 и h_2 . Приближенные высоты знаков h'_1 и h'_2 (рис.3) вычисляют по формулам

$$\begin{aligned} l_1 &= h_1 + a + v_1 \\ l_2 &= h_2 + a + v_2 \end{aligned} \quad (4)$$

где h_1 и h_2 — превышения вершины препятствия в точке C (с учетом высоты леса) над основаниями первого и второго знаков соответственно;
 a — установленная действующей инструкцией допустимая высота происхождения визирного луча над препятствием;
 v_1 и v_2 — поправки за кривизну Земли и рефракцию.

Знаки при h_1 и h_2 определяют по знакам разностей

$$\begin{aligned} h_1 &= H_c - H_1, \\ h_2 &= H_c - H_2, \end{aligned} \quad (5)$$

где H_c — высота вершины препятствия в точке C ;

H_1 и H_2 — высота земной поверхности в местах установки первого и второго знаков.

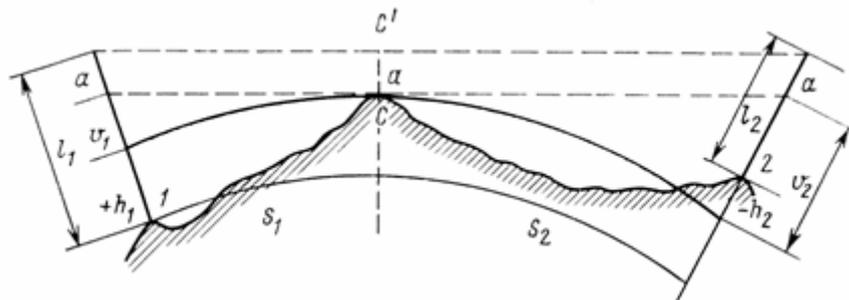


Рис.3. Схема определения высоты геодезических знаков

Поправки v за кривизну Земли и рефракцию вычисляют по формуле

$$V = \frac{1-k}{2R} S^2, \quad (6)$$

где k — коэффициент земной рефракции;

R — радиус Земли;

S — расстояние от препятствия до соответствующего пункта.

При $k = 0,13$ и $R = 6371$ км формула (6) примет вид

$$V = 0,068s^2, \quad (7)$$

где v получают в метрах, а s выражено в километрах.

В том случае, если превышения h_1 и h_2 имеют один и тот же знак, а расстояния s_1 и s_2 существенно разные, высоты знаков l_1 и l_2 , вычисленные по формулам (4), будут значительно отличаться друг от друга: один знак низкий, а другой чрезмерно высокий (рис.4). Высокие знаки строить экономически невыгодно. Поэтому высоты знаков,

вычисленные по формулам (4), необходимо откорректировать так, чтобы сумма квадратов окончательных высот знаков h_1 и h_2 была наименьшей, т. е. $\sum h^2 = \min$. При соблюдении данного требования расходы на постройку данной пары знаков будут, как правило, наименьшими, поскольку стоимость постройки каждого знака при прочих равных условиях почти пропорциональна квадрату его высоты.

Откорректированные высоты каждой пары знаков на концах стороны при соблюдении условия $\sum h^2 = \min$ и выполнении требования о прохождении визирного луча на заданной высоте a над препятствием вычисляются по формулам

$$\begin{aligned}
 l_1 &= S_2 D \\
 l_2 &= S_1 D \\
 D &= \frac{s_2 l'_1 + s_1 l'_2}{s_1^2 + s_2^2}
 \end{aligned}
 \tag{8}$$

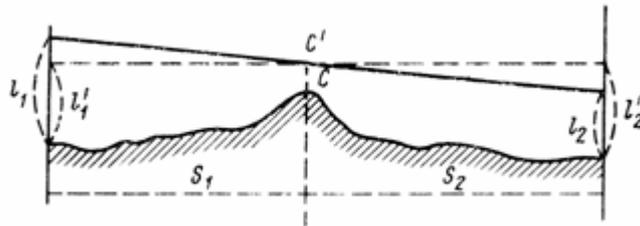


Рис.4. Схема корректирования высоты геодезического знака

На пункте с n направлениями будет получено n значений высоты знака, так как вычисления по каждой отдельной стороне (направлению) дадут разные значения высоты знака на данном пункте. За окончательную высоту принимают ту, при которой обеспечивается видимость по всем направлениям при минимальной (допустимой) высоте прохождения визирных лучей над препятствиями. Результаты расчетов высот геодезических знаков представить в таблице 5.

Таблица 5

Название точек	Расстояния S_1 и S_2	Высоты H_1, H_2	Превышения h_1 и h_2	V, M	a, M	Приближенные высоты l'_1 и l'_2	Откорректированные высоты	Стандартные высоты знаков
Щербаковоо	2,4	215,3	21,1	0,4	1,0	22,5	16,4	20
С		236,4						
Калитино	4,2	211,5	24,9	1,8	1,0	27,1	28,6	30

Для наиболее сложных сторон построить профили, на которых кроме

поверхности земли красной линией показать открывшуюся видимость после установки геодезического знака.

3.8 Предрасчет точности элементов сети триангуляции

Для уверенного использования окончательного варианта проекта геодезической сети необходимо иметь надежные численные характеристики слабых ее элементов. На составленной схеме находим слабые стороны сети. Слабая сторона находится по принципу равно удаленности ее от исходной стороны.

В качестве критерия точности принимается средняя квадратическая ошибка измеренных величин

$$m_F = \mu \sqrt{\frac{1}{P_F}} \quad (9)$$

где μ – средняя квадратическая ошибка единицы веса;

P_F – вес рассматриваемой функции.

За ошибку единицы веса принимается ошибка измеренных величин. Так как сеть еще проектируется, углы и длины, участвующие в предрасчете, определяются по топографической карте.

Средняя квадратическая ошибка слабой стороны n -треугольника, входящего в центральную систему или геодезический четырехугольник, определяется по формуле

$$m_{lg} = \frac{m_{lgb}}{R_i} \sqrt{m_{\beta}^2 + R_i^2} \quad (10)$$

где m_{lgb} – средняя квадратическая ошибка логарифма исходной стороны;

m_{β} – средняя квадратическая ошибка измерения угла в рассматриваемом классе триангуляции;

R_i – ошибка геометрической связи треугольника.

Средняя квадратическая ошибка слабой стороны n -треугольника, являющегося элементом простой цепи треугольников определяется по формуле

$$m_{lg} = \frac{m_{lgb}}{R_i} \sqrt{m_{\beta}^2 + \frac{1}{3} R_i^2} \quad (11)$$

Вычисление ошибки геометрической связи выполняется по формуле:

$$R_i = \delta_{A_i}^2 + \delta_{B_i}^2 + \delta_{A_i} * \delta_{B_i}, \quad (12)$$

где A_i и B_i – связующие углы в треугольниках;

δ_{A_i} , δ_{B_i} – приращения логарифмов синусов углов A и B при изменении углов на $1''$ в единицах 6-го знака логарифма. Значение δ можно определить по формуле

$$\delta_{A_i} = M \operatorname{ctg} A_i (1/p'') 10^6 = 2,11 \operatorname{ctg} A_i. \quad (13)$$

При предрасчете точности слабой стороны по средним квадратическим ошибкам, полученным по двум ходам, вычисляется среднее весовое значение по формуле:

$$m_{\text{Стор}} = \frac{m_{\text{Стор}}^* m_{\text{Стор}}}{\sqrt{(m_{\text{Стор}}^*)^2 + m_{\text{Стор}}^2}} \quad (14)$$

где m_{IGS1} и m_{IGS2} средние квадратические ошибки определения от базиса по 1 и 2 ходам.

Относительную ошибку найдем по формуле

$$\frac{m_{\text{Стор}}}{S} = \frac{1}{S} \frac{m_{\text{Стор}}}{\sin \theta} \quad (15)$$

Пример. Запроектированная сеть триангуляции 3 класса состоит из центральной системы (рис.5). Слабой является сторона «Иваново-Скряблы», выполним предрасчет ее точности, результаты вычисления ошибки геометрической связи по первому и второму ходу представим в таблице 6.

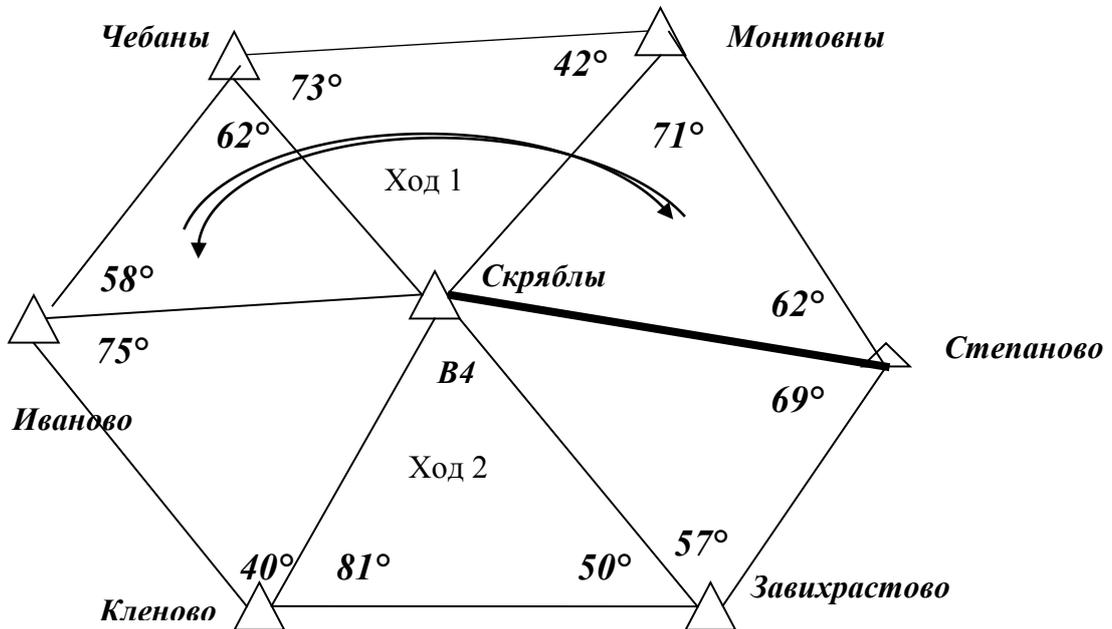


Рис. 5. Фрагмент сети

Таблица 6

Ход 1				Ход 2			
№	A	B	R _i	№	A	B	R _i
1	62	71	2,60	1	69	57	3,64
2	42	73	7,42	2	50	81	3,84
3	24	58	5,23	3	40	75	8,06
		Сумма	15,25			Сумма	15,54

$$\begin{aligned}
 & \frac{1}{n} \sqrt{\frac{1}{n} \sum R_i^2} \\
 & \frac{1}{9} \sqrt{\frac{1}{9} (2,60^2 + 7,42^2 + 5,23^2)} \\
 & \frac{1}{9} \sqrt{\frac{1}{9} (6,76 + 55,0564 + 27,3529)} \\
 & \frac{1}{9} \sqrt{\frac{1}{9} (88,17)} \\
 & \frac{1}{9} \sqrt{9,7967} \\
 & \frac{1}{9} \cdot 3,13 \\
 & 0,3478
 \end{aligned}$$

Вывод: Полученная относительная ошибка слабой стороны удовлетворяет требованиям инструкции для сети триангуляции 3 класса.

Предрасчет точности в триангуляции 4 класса выполняется аналогичным способом.

3.9 Расчет качества сети строгим способом

Расчет качества сети строгим способом произведем на примере сети, изображенной на рис.6. Для этой сети имеем 9 независимых условных уравнений: 7 уравнений фигур, 1 условие горизонта, 1 полюсное условное уравнение. Исходные данные приведены в табл. 7

Таблица 7

Название пункта	№ угла	Угол, °	δ	Название пункта	№ угла	Угол, °	δ
A	7	72	0.68	F	19	63	1.08
	12	51	1.71		J	9	61
B	10	71	0.73	O		4	57
	15	59	1.27		21	52	1.65
C	13	57	1.37	1	74	0.60	
	18	74	0.60	5	62	1.12	
D	3	53	1.59	8	47	1.97	
	16	51	1.71	11	58	1.32	
E	2	53	1.59	14	64	1.03	
	6	61	1.17	17	55	1.48	
	20	65	0.98				

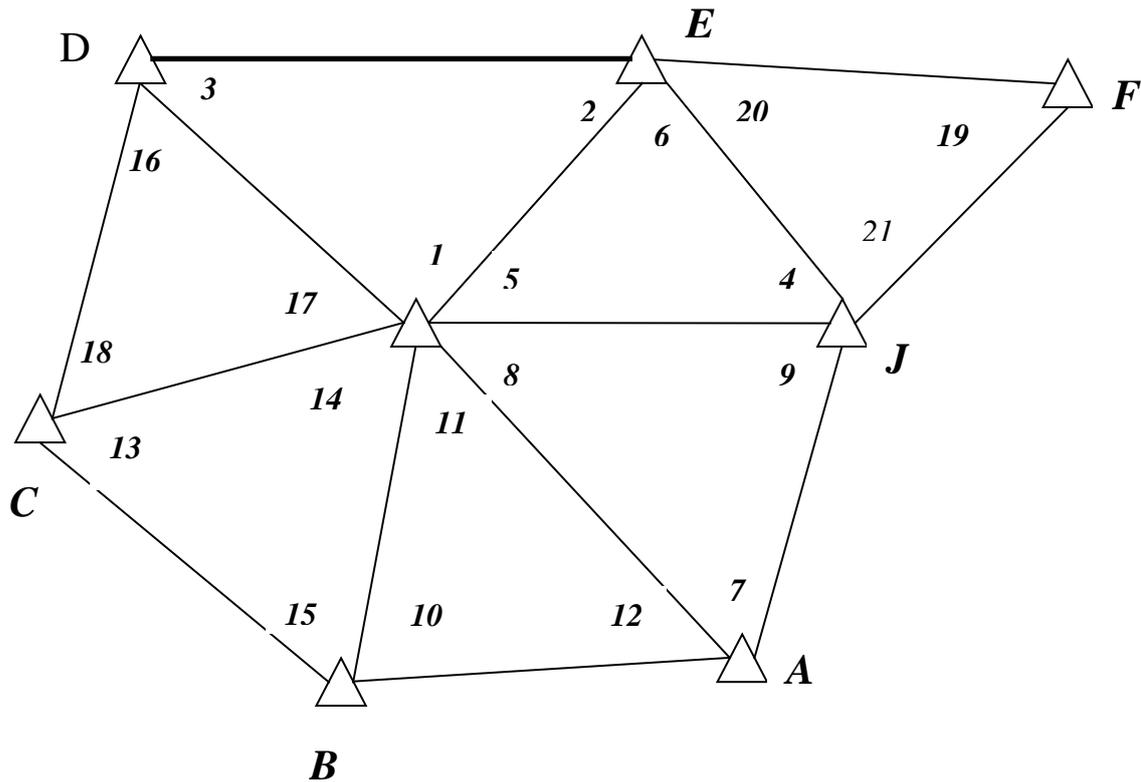


Рис.6. Сеть триангуляции 3 класса

Условные уравнения фигур :

- (1) + (2) + (3) + W1 = 0
- (4) + (5) + (6) + W2 = 0
- (7) + (8) + (9) + W3 = 0
- (10) + (11) + (12) + W4 = 0
- (13) + (14) + (15) + W5 = 0
- (16) + (17) + (18) + W6 = 0
- (19) + (20) + (21) + W7 = 0

Условные уравнения горизонта

$$(1) + (5) + (8) + (11) + (14) + (17) + W8 = 0$$

Полюсные условные уравнения.



После логарифмирования, приведя к линейному виду, будем иметь

$$\delta_2(2) - \delta_3(3) + \delta_4(4) - \delta_6(6) + \delta_7(7) - \delta_9(9) + \delta_{10}(10) - \delta_{12}(12) + \delta_{13}(13) - \delta_{15}(15) + \delta_{16}(16) - \delta_{18}(18) + W9 = 0$$

Для составления весовой функции определяем слабую сторону по известному базису.



На основании полученной системы уравнений составим таблицу коэффициентов условных уравнений и весовой функции (табл. 8). Значения δ_n вычислены по формуле $\delta = 2,11 \text{ctg}\beta$.

Таблица 8

Коэффициенты условных уравнений

№ п/п	a	b	c	d	e	g	h	i	k	f	s
1	+1							+1		-0.60	+1.40
2	+1								+1.59	+1.59	+4.18
3	+1								-1.59		-0.59
4		+1							+1.37		+2.37
5		+1						+1			+2.00
6		+1							-1.17		-0.17
7			+1						+0.68		+1.68
8			+1					+1			+2.00
9			+1						-1.17		-0.17
10				+1					+0.73		+1.73
11				+1				+1		+1.32	+3.32
12				+1					-1.71	-1.71	-2.42
13					+1				+1.37	+1.37	+3.74
14					+1			+1			+2.00
15					+1				-1.27	-1.27	-1.54
16						+1			+1.71	+1.71	+4.42
17						+1		+1			+2.00
18						+1			-0.60	-0.60	-0.20
19							+1				+1.00
20							+1				+1.00
21							+1				+1.00
Σ	3	33	3	3	3	3	3	6	-0.06	1.81	28.75

Так как мы имеем большое число условных уравнений, наиболее целесообразно вычислять обратный вес функции методом двухгруппового уравнивания. Обратный вес вычисляется по формуле



$$P = \frac{1}{\delta^2} \quad (16)$$

где f – коэффициенты заданной функции, для которой находят среднюю квадратическую ошибку;

a, b, \dots – коэффициенты первичного, вторичного и т.д. преобразованных уравнений второй группы;

$[f_1], [f_2], \dots$ – суммы коэффициентов заданной функции по тем поправкам первого, второго и т.д. уравнений фигур первой группы, которые входят в выражение функции;

n_1, n_2, \dots – число поправок, входящих соответственно в первые, вторые и т.д. уравнения фигур первой группы.

При разделении уравнений на две группы в первую группу включают все уравнения фигур (для нашей сети, т.к. нет перекрывающихся треугольников). Во вторую группу войдут все остальные уравнения и весовая функция, т.е. уравнение горизонта, полюса и уравнение функции.

Таблица 9

Коэффициенты условных уравнений первой группы

№ п/п	a	b	c	d	e	g	h	f
1	1							-0.60
2	1							1.59
3	1							
							[1f]=0.99	
4		1						
5		1						
6		1						
							[2f]=0	
7			1					
8			1					
9			1					
							[3f]=0	
10				1				
11				1				1.32
12				1				-1.71
							[4f]=-0.39	
13					1			1.37
14					1			
15					1			-1.27
							[5f]=0.10	
16						1		1.71
17						1		
18						1		-0.60
							[6f]=1.11	
19							1	
20							1	
21							1	
							[7f]=0	

$$I = [f_1]^2/n_1 + \dots + [f_7]^2/n_7 = 0,33 + 0,05 + 0,003 + 0,41 = 0,79$$

Преобразованные коэффициенты вычисляются по формуле

$$A = a - [a]/n; \quad B = b - [b]/n,$$

где A, B – преобразованные коэффициенты;

n – число углов, входящих в треугольник;

[a]/n – среднее значение непреобразованных коэффициентов в треугольнике;

[a] – сумма непреобразованных коэффициентов в треугольнике.

Таблица 10

Таблица преобразованных уравнений второй группы и определение коэффициентов нормальных уравнений

N поправки	i	k	I	K	f	s
1	1		0,67	0	-0,60	0,07
2		1,59	-0,33	1,59	1,59	2,85
3		-1,59	-0,34	-1,59		-1,93
	0,33	0	0	0		
4		1,37	-0,33	1,30		0,97
5	1		0,67	-0,06		0,61
6		-1,17	-0,34	-1,24		-1,58
	0,33	0,07	0	0		
7		0,68	-0,33	,84		0,51
8	1		0,67	0,17		0,84
9		-1,17	-0,34	-1,01		-1,35
	0,33	-0,16	0	0		
10		0,73	-0,33	1,06		0,73
11	1		0,67	0,32	1,32	2,31
12		-1,71	-0,34	-1,38	-1,71	-3,43
	0,33	-0,33	0	0		
13		1,37	-0,33	1,34	1,37	2,38
14	1		0,67	-0,04		0,63
15		-1,27	-0,34	-1,30	-1,27	-2,91
	0,33	0,03	0	0		
16		1,71	-0,33	1,34	1,71	2,72
17	1		0,67	-0,37		0,30
18		-0,60	-0,34	-0,97	-0,60	-1,91
	0,33	0,37	0	0		
19						
20						
21						
	0	0				
		[I	4,04	0,09	0,16	4,29
		[K		19,53	11,67	31,30
		[f			14,33	26,16

Решение нормальных уравнений выполнено в таблице 11.
Таблица 11

K1	K2	f	s
4,04	0,09	0,16	4,29
-1	-0,0223	-0,0396	-1,0619
	19,53	11,67	31,30
	-0,002	-0,004	-0,096
	19,528	11,666	31,204
	-1	-0,5974	-1,5979
		14,33	26,16
		-0,006	-0,170
		-6,969	-18,641
	II=	7,36	7,35

Обратный вес функции: $\frac{1}{P}$

Относительная ошибка: $\sqrt{\frac{1}{P}}$;

$$\frac{m_{\text{отн}}}{S} = \frac{35}{43429}$$

Вывод: Выходная сторона запроектированной сети триангуляции 3 класса по точности удовлетворяет требованиям инструкции.

Если выходная сторона триангуляции 3 класса по точности не удовлетворяет требованиям инструкции, то увеличить точность измерения углов.

3.10 Техническая характеристика запроектированной сети

Убедившись, что запроектированная сеть удовлетворяет требованиям инструкции, дать ее характеристику, где нужно указать:

- число пунктов по классам;
- максимальную, минимальную и среднюю длины сторон;
- минимальный и максимальный углы в треугольниках;
- относительные ошибки в слабых местах;
- максимальную и минимальную высоты знаков;
- максимальную и минимальную отметки поверхности земли на пунктах.

Если в сети присутствуют длины линий или углы, не удовлетворяющие инструкции, указать причину. После этого составить каталог запроектированных геодезических пунктов (табл.12)

Каталог запроектированных пунктов

№ п/п	Название пунктов	Класс пунктов	Отметки пунктов	Высота знака
1	Тихое	2	141,5	5
2	Попово	2	146,1	5
3	Степанцево	3	139,3	10

3.11 Знаки и центры геодезических пунктов

В геодезических сетях используют знаки разных конструкций. Выбор типа знака зависит от высоты, на которую необходимо поднять прибор над землей. Исходя из полученных в результате расчетов высот знаков, данным рекомендациям по выбору типа центра описать их конструкции и привести схемы, описать основные требования, предъявляемые к ним.

3.12 Рекогносцировка геодезических пунктов

Проект сети, составленный в камеральных условиях, нуждается в проверке и уточнении на местности. Для этого выполняют рекогносцировку. Основными ее задачами являются: выбор конкретных мест установки геодезических пунктов, окончательный расчет высот знаков, уточнение общей сметы расходов. Различают два вида ведения рекогносцировки: визуальный и инструментальный.

В данной главе курсового проекта необходимо описать методы и задачи рекогносцировки пунктов и сделать описание подъезда от базы партии к одному из них. Кроме того, вычертить кроки на кальке размером 5×5 см, показав на нем всю ситуацию, окружающую пункт.

3.13 Сектор видимости

Для одного из пунктов составить сектор видимости. Желательно выбрать пункт, являющийся центром центральной системы. Для составления сектора видимости выбрать твердые ориентиры – хорошо видимый с земли до основания геодезический знак или местный предмет (трубы заводов, сооружения башенного типа, часовни, колокольни и т.д.) в радиусе 3 км от пункта и приняв один из них за начальное направление, указать угловые величины на все пункты. Второй ориентир принимаем для контроля (рис.7).

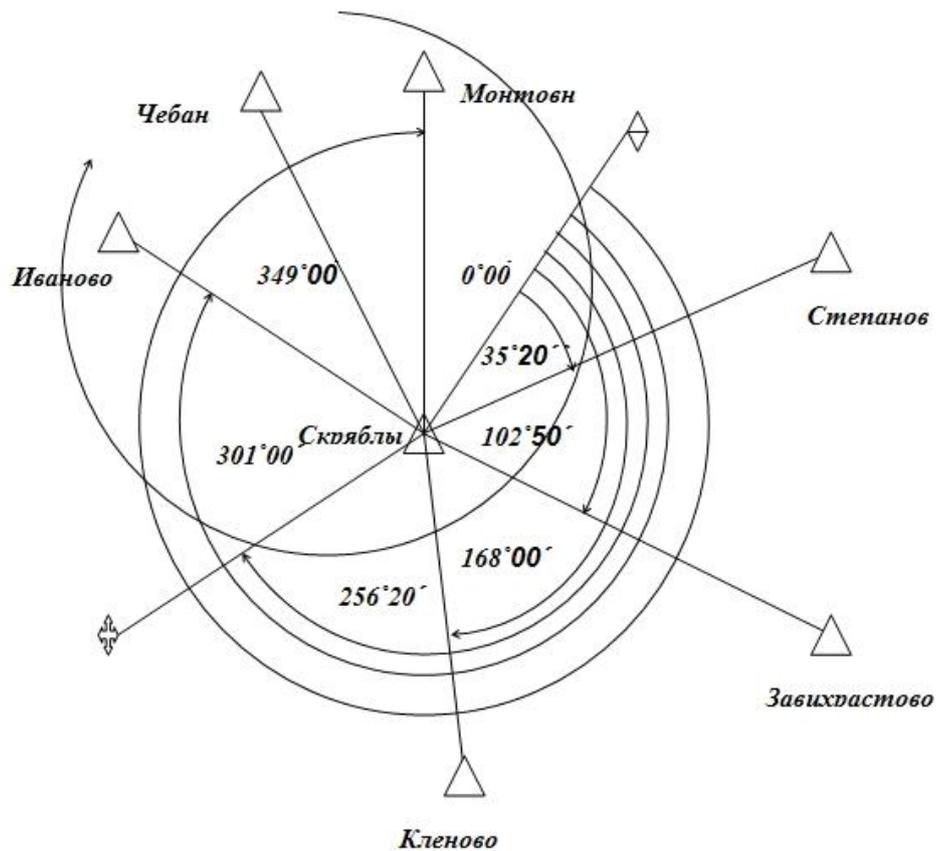


Рис.7. Сектор видимости для пункта Скряблы

Условные обозначения на схеме



– Часовня, принятая за ориентир



– сооружение башенного типа

3.14 Охрана труда на полевых и камеральных работах по созданию топографических планов.

Топографо-геодезические работы выполняются в различных условиях: на территории городов, населенных пунктов, в незаселенных, лесных или открытых территориях, на станциях железных дорог, действующих промышленных предприятиях и т. д.

При геодезических работах в условиях степной, лесной, заболоченной, горной, малонаселенной местности причинами несчастных случаев часто оказываются естественные природные факторы, такие как недостаточное количество или полное отсутствие ориентиров, непригодная для передвижения земная поверхность, значительные уклоны местности, непогода, наводнения, отсутствие воды, пожары и т. п. Для предупреждения несчастных случаев и травм в инструкциях приведены рекомендации по передвижению на местности; способы поиска заблудившихся; правила по переправам через реки и водоемы; правила организации полевого лагеря, подъема на сигналы, пожарной безопасности, заготовки леса для постройки геодезических знаков, рубки

просек и визирок; правила работы в зимнее время; допустимая величина переносимых грузов; сведения о профилактических прививках, санитарии и гигиене полевых работников, сведения о спецодежде и многое другое.

В условиях населенных мест и промышленных предприятий на первый план, как источник несчастных случаев, выходит созданная человеком обстановка: в частности, возможность поражения электрическим током подземных и воздушных электросетей, отравление газом при обследовании и съемке колодцев и коллекторов подземных сетей, несчастные случаи при работе на действующих железнодорожных мостах, происшествия, связанные с транспортом — автомобильным или железнодорожным. Опыт показывает, что несчастные случаи на полевых геодезических работах связаны с незнанием условий производства работ и плохой дисциплиной труда, с игнорированием правил по технике безопасности. Принимать на работу лиц, состояние здоровья которых не соответствует данным условиям работы, запрещается.

Все инженерно-технические работники и рабочие изыскательских подразделений, как вновь принятые, так и переведенные на другую работу, а также зачисленные учениками, должны пройти инструктаж по технике безопасности — вводный и на рабочем месте. Повторный инструктаж по технике безопасности всех рабочих должен проводиться не реже одного раза в полугодие.

При внедрении новых технологических процессов, методов труда, новых видов оборудования, машин и механизмов, а также при введении новых правил и инструкций по технике безопасности с рабочими должен быть проведен дополнительный инструктаж.

Содержание раздела «Охрана труда на полевых и камеральных работах» должно соответствовать основной теме курсового проекта. Описание необходимо выполнять согласно [5].

4 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В данном разделе проводится анализ проделанной работы, и делаются выводы об основных принципах проектирования сетей триангуляции.

ЛИТЕРАТУРА

1. ГКИНП-9 – Инструкция о построении государственной геодезической сети СССР. -М., Недра, 1966.
2. ГКИНП-20 – Временная инструкция по предварительным вычислениям триангуляции и полигонометрии. – М., Недра, 1974.
3. Основные положения о государственной геодезической сети Российской Федерации (ГКИНП (ГНТА)-01-006-03). – М., ЦНИИГАИК, 2004.
4. ПТБ-88/ Правила по технике безопасности на топографо-геодезических работах. – М.: Недра, 1991.
5. Правила закладки центров и реперов на пунктах геодезической и нивелирной сетей. (ГКИНП-07-016-91). Утверждены Роскартографией. – М., Картгеоцентр. – Геодезиздат, 1993.
6. Куштин И.Ф., Куштин В.И. Геодезия. – Ростов-н/Д: Феникс, 2009.