

## СОДЕРЖАНИЕ.

Введение.....	3
Глава 1. Съёмка местности и определение площадей полигона.....	5
1.1 Классификация, особенности, порядок проведения и приборы, используемые для съёмки местности.....	5
1.2 Создание сети съёмочного обоснования.....	13
1.3. Определение земельных площадей.....	16
2. Обработка материалов теодолитной съёмки и вычисление площади полигона.....	19
2.1 Вычисление координат вершин точек замкнутого теодолитного хода.....	19
2.2 Определение площади полигона аналитическим способом.....	25
Заключение.....	27
Список используемой литературы.....	28

## ВВЕДЕНИЕ

Под съёмкой понимают совокупность измерений, выполняемых на местности с целью создания карты или плана. Различают горизонтальную (контурную), вертикальную и топографическую съёмки. При горизонтальной съёмке получают план, на котором изображены лишь предметы и контуры местности, без изображения рельефа. При вертикальной съёмке определяют высоты точек местности, которые используются для построения рельефа. Сочетание горизонтальной и вертикальной съёмок составляют топографическую съёмку, в результате которой изображаются рельеф и местные предметы.

Съёмка выполняется с точек, расположенных определённым образом на местности и положение которых заранее известно. Применяют различные виды съёмок.

Теодолитная съёмка, в результате которой получают контурный или ситуационный план. При теодолитной съёмке измеряют горизонтальные углы, углы наклона и расстояния.

Нивелирование или вертикальная съёмка выполняется для получения высот точек. Различают тригонометрическое, геометрическое, барометрическое, гидростатическое и механическое нивелирование.

Тахеометрическая съёмка, в результате которой получают изображение рельефа и контуров предметов.

В настоящее время в связи ростом численности населения и застройки городов, как не когда актуальным вопросом становится проведение точных геодезических работ, в особенности для прокладки инженерных коммуникаций, кроме того полученные по геодезическим измерениям планы могут применяться во всех сферах человеческой деятельности.

Так же можно сказать, что данная тема курсовой работы: «Создание планового геодезического обоснования и определение площади полигона», это азы профессии землеустроителя и геодезиста, да и без проведения таких работ невозможно произвести проектирование для строительства какого-либо объекта.

Все это обусловило выбор данной темы для курсовой работы.

Предметом исследования является съемка местности, а объектом является съемочное геодезическое обоснование.

Целью данной работы является изучение вариантов и особенностей создания планового геодезического обоснования и возможности его использования для съемок местности, а также провести расчет площади участка местности аналитическим способом.

Поставленные цели будут достигнуты путем решения следующих задач:

1. Изучение теоретических вопросов создания геодезического обоснования;
2. Рассмотрение теоретических вопросов определения площадей участков;
3. Изучения теоретических вопросов, связанных с способами проведения съемок местности;

На практике данные цели достигаются путем решения следующих задач:

1. Вычислением координат вершин теодолитного хода;
2. Расчет площади участка на основании вычисленных координат теодолитного хода.

Исследование проводилось с использованием следующих методов: сбора и анализа материалов научного и законодательного характера.

# 1 СЪЕМКА МЕСТНОСТИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ ПОЛИГОНА.

## 1.1 Классификация, особенности, порядок проведения и приборы, используемые для съемки местности

Съемка местности представляет собой разновидность геодезических работ по результатам которой получается план местности с рельефом, который изображается в виде горизонталей.

В зависимости от поставленной задачи и не обходимой точности полученных результатов, а также исходя из условий местности и рентабельности работ различают следующие виды съемок местности:

### 1. Тахеометрическая съемка.

Тахеометр - геодезический инструмент для измерения расстояний, горизонтальных и вертикальных углов. Относится к классу неповторительных теодолитов, используется для определения координат и высот точек местности при топографической съёмке местности, при разбивочных работах, выносе на местность высот и координат проектных точек, в основном косвенными методами измерений: прямые и обратные засечки, тригонометрическим нивелированием, т.д [8].

Сущность тахеометрической съемки заключается в том, что плановое положение характерных (речных) точек местности определяется полярным способом от линии теодолитного хода, а их высотное положение определяется одним из двух методов: геометрическим или тригонометрическим нивелированием. Расстояние от прибора до рек зависит от масштаба составляемого топоплана и для масштаба 1:1000 - допускается до 150 м, а между соседними речными точками менее 35 м.

Результаты съемки наносятся на план при помощи транспортира с погрешностью превышающей 8 минут, а полярные расстояния до речных точек определяются на местности по нитяному дальномеру со средней

относительной погрешностью  $\Delta D/D = 1/200$ . При определении расстояний [8] одну из дальномерных нитей совмещают с началом дециметрового деления на рейке (обычно с 1000 мм), а по второй дальномерной нити берут отсчет. Разность отсчетов на рейке по верхней и нижней дальномерным нитям умноженная на коэффициент дальномера, равный 100, и будет соответствовать расстоянию от прибора до рейки.

При тахеометрической съемке высоты речных точек в зависимости от условий местности получают при горизонтальном визировании (геометрическое нивелирование способом "вперед") или наклоном (тригонометрическое нивелирование).

Полевые работы при тахеометрической съемке на станции включают следующие действия:

- установку прибора над точкой с известными координатами и приведение его в рабочее положение (допускается выполнять центрирование с погрешностью до 3 см, т.е. на порядок грубее, чем при измерении горизонтальных углов);
- определение место нуля вертикального круга;
- составление абриса на станции с указанием на нем положения речных точек;
- измерение высоты прибора с погрешностью 1-2 см;
- ориентирование нуля лимба горизонтального круга на соседнюю точку съемочного обоснования, координаты которой известны;
- наблюдение речных точек при КЛ: определение расстояния от прибора до рейки по дальномеру, снятие отсчетов по горизонтальному и вертикальному кругам при наведении средней горизонтальной нити на определенный отсчет, например  $V_j = I$ ;
- вычисление углов наклона, неполных превышений и высот речных точек [6,4,10].

При камеральной обработке проверяют журналы тахеометрической съемки и исправляют ошибки вычислений.

Порядок работы на станции.

1. Приведение прибора в рабочее положение (центрирование, горизонтирование)
2. Определение места нуля
3. Измерение высоты прибора в см (фиксируется на рейке)
4. Ориентирование

При КЛ ориентируют лимб теодолита на предыдущую точку хода, с этой целью 0 лимба совмещают с 0 алидады и, закрепив алидаду, вращением лимба наводят зрительную трубу на точку, лимб закрепляют. На пикеты зрительную трубу наводят только вращением алидады.

5. На пикеты устанавливается рейка, измеряются горизонтальные и вертикальные углы, расстояния[2,4].

Положение пикетов выбирают таким образом, чтобы по ним на плане можно было изобразить ситуацию и рельеф местности. Их берут на всех характерных точках и линиях рельефа.

При съемке ситуации определяют границы угодий, гидрографию, дороги, контуры зданий, т. е. все, что подлежит нанесению на план в данном масштабе.

6. По окончании работы проверяют ориентирование. Для этого вновь визируют на предыдущую точку хода; отсчет должен отличаться от первоначального не более чем на 5'.

Тахеометрическая съемка обычно выполняют при положении круга «лево». Величину места нуля (МО) определяют перед выполнением съемки и при необходимости приводят к нулю[7].

При вычислении углов наклона на реечные точки место нуля в пределах точности теодолита не учитывают, в остальных случаях округляют до ближайшей четной минуты.

Если углы наклона не превышают 2, то измеренные линии принимают за горизонтальные проложения. Горизонтальные проложения вычисляют с

округлением до 0,1 м, а превышения - с точностью до 0,01 м. Знаки превышения одинаковы со знаками углов наклона. Далее выполняют увязку высот тахеометрического хода.

После вычисления превышений на всех станциях их увязывают между станциями по тахеометрическому ходу. Для этого выписывают горизонтальные приложения между станциями, прямые и обратные превышения[10].

## 2. Теодолитная съемка.

Теодолит — измерительный прибор для измерения горизонтальных и вертикальных углов при топографических, геодезических и маркшейдерских съёмках, в строительстве и т. п. Основной рабочей мерой в теодолите являются лимбы с градусными и минутными делениями (горизонтальный и вертикальный). Теодолит может быть использован для измерения расстояний нитяным дальномером и для определения магнитных азимутов с помощью буссоли.

Теодолитная съемка — это совокупность полевых измерений, выполняемых теодолитом и другими инструментами для получения контурного плана местности.

Теодолитная съемка как горизонтальная съемка, используемая в основном в равнинной местности, нашла самое широкое применение при составлении и корректировке планов землепользования и их отдельных участков [1].

Теодолитная съемка осуществляется в два этапа:

1) создается рабочее геодезическое обоснование, состоящее из замкнутых теодолитных ходов по границам землепользований — полигонов. Для съемки отдельных участков рабочим обоснованием может быть разомкнутый теодолитный ход. Прокладка ходов заключается в точном измерении длин сторон и углов между ними. Наиболее точно определяют взаимное положение небольшого числа точек, называемых опорными;

2) опираясь на подготовленное рабочее обоснование, менее точными приемами снимают внутреннюю ситуацию. Для этого требуется проходка диагональных ходов, расположенных внутри полигона между двумя любыми несмежными его вершинами [8].

Последовательность проведения теодолитной съемки следующая:

1) выбор и закрепление опорных точек производится с учетом особенностей участка. Расстояние между точками должны быть не меньше 100м и не больше 300-400 м. Длина теодолитного хода зависит от масштаба съемки и точности измерения углов;

2) закрепление на местности точек съёмочного обоснования и при необходимости восстановление межевых знаков;

3) подготовка линий к измерению – вешение линий, прорубка просек и так далее;

4) измерение линий и углов теодолитных ходов;

5) съемка ситуации [10].

При теодолитной съемке применяются следующие приборы и инструменты: теодолиты, мерные ленты, рулетки, дальномеры, эклиметры, буссоли, эккеры.

Для составления плана результаты всех измерений длин линий и углов на местности нужно выразить в горизонтальной проекции. Горизонтальное проложение линий определяют по соответствующей формуле, а углы измеряют непосредственно на местности. Горизонтальный угол равен разности между правым и левым отсчетами теодолита[3,6].

### 3. Нивелирование.

Геометрическое нивелирование – это наиболее распространенный способ определения превышений. Его выполняют с помощью нивелира, задающего горизонтальную линию визирования.

Устройство нивелира достаточно простое. Он имеет две основные части: зрительную трубу и устройство, позволяющее привести визирный луч в горизонтальное положение [2].

Геометрическое нивелирование можно выполнять по следующей схеме (Рис.1)

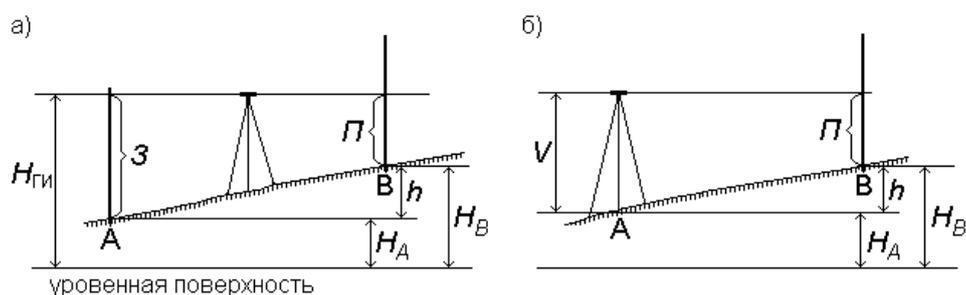


Рис. 2. Способы нивелирования

При нивелировании из середины нивелир располагают между двумя точками примерно на одинаковых расстояниях (Рис.1, а). В точках устанавливают отвесно рейки с сантиметровыми делениями. Их ставят на колышек, вбитый вровень с землей, или на специальный костыль, так как рейка под собственной тяжестью будет давить на землю и отсчет по ней будет меняться. Визирный луч зрительной трубы нивелира последовательно наводят на рейки и берут отсчеты  $З$  и  $П$ , которые записывают в миллиметрах в журнал нивелирования. Отсчет по рейке производят по средней нити нивелира, т.е. по месту, где проекция средней нити пересекает рейку. Превышение между точками, как разность отчетов по задней и передней рейке [8].

При нивелировании вперед прибор устанавливают над точкой А (Рис. 1, б), измеряют его высоту  $V$  и берут отсчет  $П$  по рейке в точке В. Превышение определяют вычитанием из высоты прибора  $V$  отчета  $П$ .

Место установки нивелира называется станцией. Если для определения превышения между точками А и В достаточно установить прибор один раз, то такой случай называется простым нивелированием.

#### 4. GPS съемка

Для использования систем космических наблюдений для проведения топографических работ используют несколько способов, которые отличаются точностью полученных значений и временем, потраченным для их получения.

При способе «Статика» для определения координат неизвестной точки один приемник устанавливается на пункт триангуляции или полигонометрии (известная точка), а другой приемник — на точку, координаты которой необходимо определить. Далее проводится синхронная инициализация устройств, ведь измерения начинаются только тогда, когда два приемника включаются одновременно. Если одно из устройств проработало полчаса, а другое — 15 минут, для получения данных будет использовано только 15 минут совместной работы. После нахождения приемниками спутников начинается сбор данных, которые впоследствии обрабатываются на компьютере.

От включения инструмента до начала работы (получения корректных значений) обычно проходит 15–30 минут, в зависимости от одновременно наблюдаемых спутников. В первые 20–30 минут «база» обеспечивает покрытие с достаточной точностью измерений 5-километровой зоны, затем каждые 10 минут этот радиус расширяется на 5 км, соответственно, зная приблизительное расстояние от точки стояния до базисной точки, можно примерно рассчитать время стояния инструмента для точного определения координат.

Плюс этого метода — высокая точность измерений, минус — затраченное время на инициализацию каждой точки [10].

При способе «Кинематика» «База» таким же образом располагается на пункте с известными координатами, а второй приемник после инициализации может в движении регистрировать точки без дополнительной инициализации перед каждым измерением. Если при первом способе мы получаем, предположим, две базовые точки, с которых будет вестись тахеометрическая съемка, т.е. для работы нам еще необходимо иметь тахеометр, то в случае с

кинематическими измерениями достаточно двух приемников, один из которых выполняет функцию тахеометра, время регистрации точки — 1–2 минуты.

Этот способ хорошо подходит для съемки линейно-протяженных объектов, таких как линии ЛЭП, каналы, дороги, нефтепроводы, и т.д. Достоинство такого способа — экономия времени, недостаток — измерения желательно проводить на небольшом удалении от базы, примерно 5–15 км. Если внезапно сигнал от спутника пропадет, процедуру инициализации придется проходить заново, поэтому такой способ не всегда возможно применить в крупных городах, где высокие здания и деревья закрывают горизонт [10].

## 1.2 Создание сети съемочного обоснования

Топографическую съемку выполняют с точек местности, положение которых в принятой системе координат известно. Такими точками служат пункты опорных государственных и инженерно-геодезических сетей. Однако их количества, приходящегося на площадь снимаемого участка, большей частью бывает недостаточно, поэтому геодезическая основа сгущается обоснованием, называемым съемочным.

Съемочные геодезические сети (геодезическое съемочное обоснование) создаются для сгущения геодезической сети до плотности, обеспечивающей выполнение топографической съемки. Плотность съемочных сетей определяется масштабом съемки, характером рельефа местности, а также необходимостью обеспечения инженерно-геодезических, маркшейдерских и других работ для целей изыскания, строительства и эксплуатации сооружений [6].

Съемочное обоснование развивается от пунктов государственных геодезических сетей и геодезических сетей сгущения. Съемочные сети создаются построением съемочных триангуляционных сетей, продолжением

теодолитных, тахеометрических и мензульных ходов, прямыми, обратными и комбинированными засечками. При развитии съемочного обоснования одновременно определяется, как правило, плановое и высотное положение точек. Высоты точек съемочных сетей определяются тригонометрическим нивелированием или геометрическим нивелированием горизонтальным лучом с помощью нивелира, а также теодолита либо кипрегеля с уровнем при трубе.

Съемочное обоснование развивается от пунктов плановых и высотных опорных сетей. На участках съемки площадью до 1 км<sup>2</sup> съемочное обоснование может быть создано в виде самостоятельной геодезической опорной сети [10].

При построении съемочного обоснования одновременно определяют положение точек в плане и по высоте. Плановое положение точек съемочного обоснования определяют проложением теодолитных и тахеометрических ходов, построением аналитических сетей из треугольников и различного рода засечками. Высоты точек съемочного обоснования чаще всего определяют геометрическим и тригонометрическим нивелированием [4].

Самый распространенный вид съемочного планового обоснования - теодолитные ходы, опирающиеся на один или два исходных пункта, или системы ходов, опирающихся не менее чем на два исходных пункта. В системе ходов, в местах их пересечений, образуются узловые точки, в которых могут сходиться несколько ходов. Длины теодолитных ходов зависят от масштаба съемки и условий снимаемой местности [3,4].

Например, для съемки застроенной территории в масштабе 1:5000 длина хода не должна превышать 4,0 км; в масштабе 1:500 - 0,8 км; на незастроенной территории - соответственно 6,0 и 1,2 км. Длины линий в съемочных теодолитных ходах должны быть не более 350 м и не менее 20 м. Относительные линейные невязки в ходах не должны превышать 1:2000, а при неблагоприятных условиях измерений (заросли, болото) - 1:1000 [4].

Углы поворота на точках ходов измеряют теодолитами со средней квадратической ошибкой  $0,5'$  одним приемом. Расхождение значений углов в полуприемах допускают не более  $0,8'$ . Длину линий в ходах измеряют оптическими или светодальномерами, мерными лентами и рулетками. Каждую сторону измеряют дважды - в прямом и обратном направлениях. Расхождение в измеренных значениях допускается в пределах  $1:2000$  от измеряемой длины линии [4].

При определении высот точек съемочного обоснования геометрическим нивелированием невязка в ходе не должна превышать  $5\sqrt{L}$  см, тригонометрическим нивелированием -  $20\sqrt{L}$  см, где  $L$  - длина хода, км.

Точки съемочного обоснования, как правило, закрепляют на местности временными знаками: деревянными кольями, столбами, металлическими штырями, трубами. Если эти точки предполагается использовать в дальнейшем для других целей, их закрепляют постоянными знаками [4].

При измерении длин линий по разным причинам возникают погрешности, поэтому для контроля и повышения точности результатов измерений каждую линию измеряют дважды, в прямом и обратном направлениях.

Погрешность измерения линии 20 – метровой лентой не должна превышать  $1:2000$ , то есть не должна превышать 1 см на каждые 20 м измеренной длины. Например, для линии длиной 70м допустимое расхождение между прямой и обратной измеренными длинами не должно превышать 3,5 см. Если расхождение больше допустимого, линию измеряют заново.

### 1.3 Определение земельных площадей

Одна из основных задач землеустройства – это вычисление площадей участков. В зависимости от формы, размера, требуемой точности площадь

может быть вычислена аналитическим, графическим и механическим способом.

Аналитический способ определения площади заключается в вычислении площадей участков, ограниченных прямыми линиями, по результатам измерения длины линий и углов между ними на местности.

Площади участков с правильными с правильными геометрическими очертаниями вычисляют по формулам математики. Если участок имеет форму многоугольника, то его делят на простые геометрические фигуры, а общую площадь получают как сумму площадей этих фигур.

Если известны координаты границ углов поворота, то площадь вычисляют по координатам (1), (2):

$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1}), \quad (1)$$

$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n y_i (x_{i-1} - x_{i+1}); \quad \dots\dots\dots(2)$$

Графический способ определения площади заключается в их вычислении по измерениям, выполненным на плане с учетом масштаба. Если границы участка прямолинейны, то на плане их делят на простейшие фигуры, графически определяют длины линий, необходимых для вычисления площадей по выше приведенным формулам математики. Для контроля площадь каждой фигуры вычисляют дважды по разным сторонам.

Точность определения площадей зависит от точности измерения линии на плане и масштаба плана [4].

Расхождение между двумя значениями площади треугольника не должно превышать (3):

$$S=0,04M/10000*S, \quad (3)$$

где

$M$  – знаменатель масштаба плана,

$S$  – площадь в га.

Палетка – сетка квадратов, со сторонами от 2 до 4 мм, изготовлена на прозрачном материале или сеть, параллельных линий, проведенных через 2 – 4 мм.

Палетку накладывают на контур и считают количество целых квадратов, а из нецелых, на глаз, составляют целые. Затем с учетом масштаба вычисляют площадь.

Механический способ заключается в определении площади участков с криволинейными границами с помощью планиметра.

Наиболее распространены полярные планиметры, состоящие из полюсного и обводного рычагов, соединенных шарниром и счетного механизма[4].

Делением планиметра называют  $1/1000$  окружности ободка счетного ролика. Цена деления планиметра – это количество площади в одном делении. Ее определяют, обводя квадрат с известной площадью, по формуле (4):

$$P = S/a - b, \quad (4)$$

где

$S$  – площадь квадрата,

$a$  и  $b$  – отсчеты в начале и в конце обвода.

Площадь фигуры определяют, выполняя по два обвода и три отсчета, по которым вычисляют их разности. В обработку берут среднее, умножая его на цену деления. Точность определения площади планиметром порядка  $1/400$ .

На точность определения площадей графическим и механическим способами помимо перечисленных факторов влияет деформация бумаги, на которой опечатана карта [4,6].

Согласно требованиям, в документах кадастрового учета должна указываться точность определение площади. В настоящее время установление на местности границ объектов землеустройства выполняется с применением современных геодезических приборов.

В процессе компьютерной обработки вычисляют координаты всех углов поворота границ и каждого здания на участке. Площадь получают автоматизировано по координатам.

Среднюю квадратическую ошибку "mp" определения площади участка прямоугольной формы полученную по координатам вычисляют по формуле (5):

$$mp = mt \sqrt{K} \quad (5)$$

где

P – площадь участка,

K – коэффициент вытянутости – отношение длины участка к его ширине,

mp – средняя квадратическая ошибка положения межевого знака.

При геодезическом методе определения координат  $mt = 0.2$  м. При картометрическом методе, когда координаты снимаются с планшетов масштаба 1:10000,  $mt = 2.5$  [4].

### 3 ОБРАБОТКА МАТЕРИАЛОВ ТЕОДОЛИТНОЙ СЪЕМКИ И ВЫЧИСЛЕНИЕ ПЛОЩАДИ ПОЛИГОНА.

#### 3.1 Вычисление координат вершин точек замкнутого теодолитного хода

Обработка результатов полевых измерений в камеральных условиях в частности результатов в теодолитном ходу имеет следующую последовательность:

- уравнивание горизонтальных углов;

- вычисление дирекционных углов сторон теодолитного хода;
- вычисление приращений координат;
- уравнивание приращений координат;
- вычисление координат точек теодолитного хода.

Уравнивание горизонтальных углов включает в себя:

- вычисление угловой невязки хода и сравнение ее с допустимым значением;
- внесение поправок в измеренные значения горизонтальных углов;
- контроль вычислений[8,10].

Угловую невязку замкнутого теодолитного хода вычисляют по формуле (6):

$$f_{\beta} = \sum \beta_{изм.} - \sum \beta_{теор.}, \quad (6)$$

где  $f_{\beta}$  - угловая невязка хода;

$\sum \beta_{изм.}$  - сумма измеренных горизонтальных углов;

$\sum \beta_{теор.}$  - теоретическая сумма горизонтальных углов (истинное значение измеренной величины, в данном случае суммы углов).

Теоретическую сумму углов находят по известной в математике формуле суммы углов в многоугольнике (7):

$$\sum \beta_{теор.} = 180^{\circ} \cdot (n - 2), \quad (7)$$

где n- количество вершин теодолитного хода.

Необходимо рассчитать допустимую угловую невязку по формуле (8):

$$f_{\beta}(\text{доп.}) = \pm 1' \sqrt{n}. \quad (9)$$

Угловая невязка хода не превышает допустимого значения. Выполнение данного условия дает право на вычисление поправки в измеренные горизонтальные углы. Вычисления производятся по формуле (10):

$$\delta_{\beta} = \frac{(-f_{\beta})}{n}, \quad (10)$$

где:  $\delta_{\beta}$  - поправка в измеренный горизонтальный угол;

$(-f_{\beta})$  - угловая невязка хода, взятая с «обратным знаком»;

$n$  - количество вершин хода, на которых были измерены горизонтальные углы.

Для контроля вычисляют сумму вносимых поправок, она должна быть равна значению невязки, взятой с обратным знаком [8,10].

Внесение поправки и вычисление исправленных горизонтальных углов производится по формуле (11):

$$\beta_{испр} = \beta_{измер.} + \delta_{\beta}. \quad (12)$$

Для контроля вычисляют сумму исправленных горизонтальных углов и сравнивают ее с теоретическим значением. Суммы должны совпадать.

Вычисление дирекционных углов сторон теодолитного хода производится по формулам (6):

$$\alpha_i = (\alpha_{i-1} \pm 180^{\circ}) - \beta_{прав.} \quad (13)$$

где  $\alpha_i$  - дирекционный угол определяемой стороны;

$\alpha_{i-1}$  - дирекционный угол исходной стороны (или предыдущей стороны теодолитного хода, дирекционный угол для которой уже вычислен);

$\beta_{лев.} (\beta_{прав.})$  - уравненные значения горизонтальных углов, левых или правых походу лежащих.

По правилам из зависимости между дирекционными углами и румбами (рис.2), производим расчет румбов [8,10].

Четверти	Значение $\alpha$	Связь румбов с дирекционным	Знаки приращений координат
----------	-------------------	-----------------------------------	----------------------------------

		и углами		
			$\Delta x$	$\Delta y$
I-СВ	$0^0-90^0$	$r=\alpha$	+	+
II-ЮВ	$90^0-180^0$	$r=180^0-\alpha$	-	+
III-ЮЗ	$180^0-270^0$	$r=\alpha-180^0$	-	-
IV-СЗ	$270^0-360^0$	$r=360^0-\alpha$	+	-

Таблица 1 – зависимости между дирекционными углами и румбами

Вычисление приращений координат производится по формулам прямой геодезической задачи (14), (15):

$$X_i = X_j + \Delta X_{ij}, \quad (14)$$

$$Y_i = Y_j + \Delta Y_{ij}, \quad (15)$$

где  $X_i, Y_i$  - определяемые координаты  $i$ -ой точки теодолитного хода;

$X_j, Y_j$  - известные координаты  $j$ -ой точки теодолитного хода;

$\Delta X_{ij}, \Delta Y_{ij}$  - приращения координат  $i$ -ой точки относительно  $j$ -ой, вычисляемые по формулам (16), (17):

$$\Delta X_{ij} = d_{ij} \cdot \cos \alpha_{ij}, \quad (16)$$

$$\Delta Y_{ij} = d_{ij} \cdot \sin \alpha_{ij}, \quad (17)$$

где  $d_{ij}$  - горизонтальное проложение  $i$ - $j$  стороны теодолитного хода;

$\alpha_{ij}$  - дирекционный угол  $i$ - $j$  стороны теодолитного хода.

Уравнивание приращений координат и оценка точности линейных измерений включает в себя:

- вычисление невязок линейных измерений в проекции на ось X -  $f_x$ ;

- вычисление невязок линейных измерений в проекции на ось  $Y - f_Y$ ;
- вычисление абсолютной невязки измерений;
- вычисление относительной невязки и оценка точности линейных измерений;

- вычисление и внесение поправок в приращения координат;
- контроль вычислений [8,10].

Вычисление невязок производят по следующим формулам для замкнутого хода (18), (19):

$$\sum \Delta X_{ТЕОР.} = X_{КОН.} - X_{НАЧ.} = 0, \quad (18)$$

$$\sum \Delta Y_{ТЕОР.} = Y_{КОН.} - Y_{НАЧ.} = 0. \quad (19)$$

Вычисление абсолютной невязки  $f_S$  производится по формуле (20):

$$f_S = \sqrt{f_X^2 + f_Y^2}. \quad (20)$$

В зависимости от абсолютной ошибки вычисляют относительную ошибку  $f_{ОТН}$  по формуле (21):

$$f_{ОТН} = \frac{f_S}{\sum d} = \frac{1}{f_S : \sum d}, \quad (21)$$

где  $\sum d$  - сумма горизонтальных проложений сторон теодолитного хода или периметр полигона.

После оценки точности линейных измерений необходимо вычислить поправки в приращения координат. Поскольку линейные измерения являются неравноточными, и зависят от измеренного расстояния, невязки распределяются пропорционально горизонтальным проложениям сторон теодолитного хода по формулам (22):

$$\delta_{\Delta X} = \frac{-f_X}{\sum d} \cdot d_i, \quad \delta_{\Delta Y} = \frac{-f_Y}{\sum d} \cdot d_i, \quad (22)$$

где  $\delta_{\Delta X}, \delta_{\Delta Y}$  - поправки, вносимые в соответствующие приращения координат;

$d_i$  - горизонтальное проложение стороны теодолитного хода, в которую вносятся поправки.

Для контроля вычислений необходимо вычислить сумму всех вносимых поправок, которая должна быть равна невязке, взятой с обратным знаком, а именно (23):

$$\sum \delta_{\Delta X} = -f_X, \quad \sum \delta_{\Delta Y} = -f_Y. \quad (23)$$

Вычисление исправленных приращений координат производится по формулам (24), (25):

$$\Delta X_{\text{ИСПР.}} = \Delta X_{\text{ИЗМ.}} + \delta_{\Delta X}, \quad (24)$$

$$\Delta Y_{\text{ИСПР.}} = \Delta Y_{\text{ИЗМ.}} + \delta_{\Delta Y}. \quad (25)$$

Далее по исправленным значениям приращений координат по формулам прямой геодезической задачи последовательно, начиная с начального исходного пункта, вычисляют координаты пунктов теодолитного хода (26)[8,10]:

$$X_i = X_j + \Delta X_{ij}, \quad Y_i = Y_j + \Delta Y_{ij}. \quad (26)$$

Получившиеся координаты вершин хода приведены ниже в «Ведомость вычисления координат точек теодолитного хода»

Вариант №3 – Злобина О.С.

Ведомость вычисления координат точек теодолитного хода

№ вершин хода	Измеренные углы	Исправленные углы	Дирекционные углы, α	Румбы, r	Горизонтальные проложения, d	Приращения координат, м				Координаты точек, м		№ вершин хода
						вычисленные		исправленные		X	Y	
						ΔX	ΔY	ΔX	ΔY			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	88°14'		217°03'		26,73	-24,55	-10,58	-24,58	-10,56	+120,00	-20,00	1
2	184°02'	184°02'24"	221° 5'24"	ЮЗ: 33°02'36"	58,35	-55,08	-19,26	-55,10	-19,25	95.42	-30.56	2
3	91°55'	91°55'24"	309° 10'0"	ЮЗ: 129°10'0"	70,50	+21,03	-67,29	21,00	-67,28	40.32	-49.81	3
4	90°37'	90°37'24"	38°32'36"	СЗ: 218°33'12"	90,60	+86,77	+26,08	86,75	26,09	61.32	-117.09	4
5	85°10'	85°10'24"	133°22'12"	СВ: 46°37'48"	76,33	-28,05	+70,99	-28,07	71,00	148.07	-91	5
1	88°14'	88°14'24"	225°7'48"	ЮВ: 45°7'48"						120	-20	1
$\Sigma\beta_{изм.} = 539^{\circ}58'$												
$\Sigma\beta_{теор.} = 180^{\circ} \cdot (n - 2) = 540^{\circ}00'$					P=322.51	$f_x = +0.12$	$f_y = -0.06$	$f_x =$	$f_y = 00$			

$$f_{изм.} = \Sigma\beta_{изм.} - \Sigma\beta_{теор.} = -00^{\circ}02' \quad fs = \sqrt{f_x^2 + f_y^2} = \sqrt{0,12^2 + -0,06^2} = 0,130,13/322,5 = 2480 < 1/2000$$

$$f_{доп.} = \pm 1,5' \sqrt{n} =$$

$$f_{доп.} = \pm 1,5' \sqrt{n} = \pm 1,5' \sqrt{5} = 3.20$$

### 3.2 Определение площади полигона аналитическим способом

Основным способом вычисления площадей земельного участка, когда его граничные точки закреплены и для них известны координаты, является аналитический [8]. В этом случае площади земельных участков (полигонов) вычисляют по формулам (27), (28):

$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n x_i (y_{i+1} - y_{i-1}), \quad (27)$$

$$P = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n y_i (x_{i-1} - x_{i+1}); \quad \dots\dots\dots(28)$$

где

$x_i, y_i$  – координаты точек;

$n$ -вершина хода;

$(n+1)$  – номер последующей вершины;

$(n+1)$  – номер предыдущей вершины;

Обычно по одной из приведенных формул вычисляют площадь участка, а по другой – выполняют контрольное определение. Площади, выходящие за пределы полигона, но входящие в данный земельный участок, определяют, как сумму площадей треугольников, прямоугольников и трапеций, длины которых получены из измерений на местности. Иногда элементы простейших геометрических фигур определяют по плану. Значение площадей получают по известным формулам тригонометрии[8].

Полученный результат определения площади полигона аналитическим способом приведен в «Ведомость вычисления площади участка по координатам»

Ведомость вычисления площади участка по координатам

№ вершин	№	Координаты точек		Разности ( $\Delta$ )		Произведения	
		$X_i$	$Y_i$	$Y_{i+1}-Y_{i-1}$	$X_{i-1}-X_{i+1}$	$X_i(Y_{i+1}-Y_{i-1})$	$Y_i(X_{i-1}-X_{i+1})$
1		120	-20	6,72	22,56	805,87	-451,29
2		95,42	30,56	-4,78	29,77	-456,17	-909,68
3		40,32	49,81	-20,54	6,86	-828,28	-341,87
4		61,32	117,09	-17,41	-29,85	-1067,32	3495,57
5	7	148,0	-91	35,2 0	-28,20	5212,06	2566,55
Контроль:				0	0	3666,16	4359,28
						S=7990920,65м2	

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе написания данной курсовой работы все поставленные цели и задачи были достигнуты.

В первой главе работы рассмотрены теоретические вопросы, связанные с созданием съемочного обоснования, которое является основой для всех других видов работ при проведении строительства, ведь без этого с виду не сложного процесса начинаются все работы. Но следует повториться процесс создания съемочного обоснования только с виду прост, на самом деле это трудоемкий и ответственный процесс, так как если в нем допустить ошибку, то в итоге при завершении работ она может привести к не предсказуемым последствиям.

Наверное, у каждого возникало чувство полёта, когда стоишь над картой и разглядываешь все подробности рельефа, изгиб рек, широту долин и плоскогорий.

Практические Цели, которые поставлены в данной работе также достигнуты и отображены в: «Ведомость вычисления площади участка по координатам» и Ведомость вычисления координат точек теодолитного хода»

С развитием технического прогресса новшества в науке и технике, все больше и больше используются в работе геодезическо-землеустроительных отделах и органах государственного контроля за земельными ресурсами, тем самым, повышая точность измерений и размеры территории, связанной в единой информационной системе.

Съемка местности и изготовление планов и карт является первым и самым важным видом работ. Обеспечивая других работников землеустроительных служб работой по регистрации, мониторингу и изменению земельных ресурсов все это невозможно осуществить без проведения съемок местности.

### Список используемой литературы:

1. Свода правил СП 11-104-97 «Инженерные изыскания для строительства» от 14.10.1997г.
2. СНиП 11-02-97 Инженерно-геодезические изыскания для Строительства. Госстрой России. – Москва: ПНИИС Госстроя России, 1997 – 77с.
3. СНиП 11-02-96. Инженерные изыскания для строительства. Основные положения. Минстрой России. - Москва: 1997.
4. Методические указания по выполнению геодезических работ при межевание земельных участков, М. Росземкадастр. 2019г.
5. Основные положения об опорной межевой сети. Росземкадастр. Москва 2018г.
6. Боголюбов С.А. «Земельное право», «Проспект», Москва 2007г.
7. Варламов, Анатолий Александрович. Кадастровая деятельность : учебник / А. А. Варламов, С. А. Гальченко, Е. И. Аврунев. — Москва: Форум Инфра-М, 2019. — 256 с.: ил. — Высшее образование. Бакалавриат. — Библиогр.: с. 251-252. — ISBN 978-5-00091-032-0. — ISBN 978-5-16-010684-  
[http://edu.dvgups.ru/METDOC/ITS/IZISK/SPECK\\_GEOD/METOD/NIKITIN/UP.NTM#\\_Тoc35743484](http://edu.dvgups.ru/METDOC/ITS/IZISK/SPECK_GEOD/METOD/NIKITIN/UP.NTM#_Тoc35743484)
8. Маслов А.В., Гордеев А. В., Батраков Ю.Г. Геодезия. – М.:Колосс, 2018. — 598 с.: ил. – (Учебник для студентов высш. учеб. заведений). ISBN 5—9532—0318—7
9. Захаров А. И. «Геодезические приборы» - Москва «Недра», 2017.
10. Михелев. Д.Ш. «Инженерная геодезия».- М.: Академия, 2017.