

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Соловьев Дмитрий Александрович
Должность: ректор ФГБОУ ВО Вавиловский университет
Дата подписания: 20.07.2022 15:33:34
Уникальный программный ключ:
528682d78e671e56c6b07f03e1ba2172f753a12



МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Саратовский государственный университет генетики, биотехнологии и инженерии
имени Н. И. Вавилова»

Методические указания для проведения курсового проектирования по дисциплине Геодезия

Направление подготовки **21.03.03 Геодезия и дистанционное зондирование**

Направленность
(профиль) **Геодезия и дистанционное зондирование**

ВВЕДЕНИЕ

Геодезические измерения широко применяют в различных отраслях народного хозяйства, особенно при изысканиях, проектировании и строительстве зданий и сооружений. Цель курса геодезии - дать студенту знания, необходимые для выполнения полевых и камеральных геодезических работ. Учебно-методическое пособие составлено в соответствии с программой курса дисциплины «Геодезия».

В учебно-методическом пособии даны варианты заданий для выполнения курсовой работы. При заочном обучении теоретический курс студенты должны изучать по учебникам и закреплять его контрольными работами, выполняя их до начала сессии. На сессии студентам преподаватели ВУЗа читают некоторые обобщающие разделы курса и дают разъяснения наиболее трудных для освоения теоретических вопросов. На лабораторных занятиях студенты изучают геодезические инструменты, поверки и принцип работы с ними.

Ключевые понятия, используемые в курсовой работе: обратная геодезическая задача, опорно-межевая сеть, межевые знаки, геодезические данные, разбивочный чертеж, необходимая точность вычисления геодезических данных, проектирование границ участка, проектная линия.

Курсовая работа содержит следующие разделы:

1. Методика подготовки геодезических данных для восстановления утраченных межевых знаков.
2. Перевычисление координат межевых знаков по границам земельных участков в единую систему.
3. Методика подготовки геодезических данных для выноса в натуру границ запроектированных участков с расчетом необходимой точности геодезических построений.

Материалом для выполнения заданий служили результаты полевых измерений направлений, углов, превышений, которые приводились как исходные данные. Исходные данные заданы индивидуальным номером задания студента (двумя последними цифрами номера зачетной книжки студента).

В ходе выполнения данной курсовой работы студент должен:

- изучить теоретические основы геодезических работ при ведении кадастра, этапы, технологии и точность топографо-геодезических работ и элементы проектирования для целей кадастра;
- научился готовить данные для восстановления утраченных межевых знаков, перевычислять координаты границ в единую систему, выбирая тот или иной способ перевычисления в зависимости от величины угла поворота координатных осей;
- получить навыки перевычисления координат в одну систему по дифференциальным формулам и формулам аналитической геометрии; аналитического проектирования границ приемом треугольника и трапеции; подготовки геоданных для выноса проектных точек различными способами; расчета необходимой точности геодезических построений и выбора геодезических приборов для каждого из вышеперечисленных способов разбивочных работ.

1. ИСХОДНАЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ОСНОВА ДЛЯ ВЫПОЛНЕНИЯ ЗЕМЕЛЬНО-КАДАСТРОВЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ РАБОТ

1.1 Государственная геодезическая сеть

Межевание земель выполняют как в общегосударственной, так и в местных и условных системах координат. При этом должна быть обеспечена надежная связь местных и условных систем координат с общегосударственной системой.

Геодезической основой межевания земель служат:

- пункты ГГС (триангуляция и полигонометрия);
- пункты ОМС (опорные межевые знаки - ОМЗ).

Государственная геодезическая сеть (ГГС) представляет собой совокупность геодезических пунктов, расположенных равномерно по территории и закрепленных на местности специальными центрами, обеспечивающими их сохранность и устойчивость в плане и по высоте в течение длительного времени. В основном она предназначена для решения задач, имеющих хозяйственное, научное и оборонное значение:

- создания и распространения государственной геодезической референцной системы координат на всей территории страны, поддержание ее на уровне современности;
- геодезического обеспечения картографирования страны и акваторий окружающих ее морей;
- геодезическое обеспечение изучения земельных ресурсов и землепользования, строительства, разведки и освоения природных ресурсов;
- изучения геодинамических явлений, поверхности и гравитационного поля земли;
- обеспечения исходными геодезическими данными средств измерений, морской и аэрокосмической навигации, аэрокосмического мониторинга земель, природной и техногенной сред;
- метрологического обеспечения высокоточных технических средств определения месторасположения ориентирования.

ГГС включает в себя геодезические построения различных классов точности:

- фундаментальную астрономо-геодезическую сеть;
- высокоточную геодезическую сеть;
- спутниковую геодезическую сеть 1 класса;
- астрономо-геодезическую сеть и геодезические сети сгущения.

Строят ее по принципу от общего к частному.

Высший уровень в структуре ГГС — фундаментальная астрономо-геодезическая сеть (ФАГС). Она является исходной основой для распространения на территории страны общеземной геоцентрической системы координат. Для определения положения пунктов ФАГС в такой системе координат используют методы космической геодезии. Они обеспечивают высокую точность их взаимного положения. Например, положение пунктов ФАГС в общеземной системе координат характеризуется средней квадратической погрешностью не более 10...15 см, а средняя квадратическая погрешность взаимного положения пунктов ФАГС, удаленных один от другого на расстояние 650...1000 км, не должна превышать 1 см в плане и 3 см по высоте.

Пункты ФАГС должны иметь нормальные высоты, для определения которых используют геометрическое нивелирование не ниже II класса точности.

Высокоточная геодезическая сеть (ВГС) опирается на пункты ФАГС. Она представляет собой однородную по точности систему, пункты которой удалены один от другого на расстояние 150..300 км. С помощью пунктов ВГС распространяют на всю территорию страны общеземную систему координат, а также уточняют параметры взаимного ориентирования общеземной и референцной систем координат и решают некоторые другие задачи. Координаты пунктов ВГС относительно пунктов ФАГС

определяют со средними квадратическими погрешностями, равными 1...2 см в плановом положении и 3 см по геодезической высоте.

Спутниковая геодезическая сеть 1 класса (СГС-1) — третий уровень в структуре современной ГГС. Она представляет собой геодезическое построение, создаваемое в целях эффективного использования спутниковых технологий при переводе геодезического обеспечения территории страны на спутниковые методы. Исходной основой для создания СГС-1 служат ближайшие пункты ФАГС и ВГС. СГС-1 в первую очередь создают в экономически развитых районах страны. Расстояние между пунктами СГС-1 в среднем составляет 25...35 км. С учетом требований отраслей народного хозяйства плотность пунктов на отдельных территориях может быть увеличена, что обеспечит широкому кругу производителей работ оптимальные условия по применению ГЛОНАСС и СР8 аппаратуры в производственной деятельности. Средние квадратические погрешности по каждой из плановых координат пунктов СГС-1 относительно ближайших пунктов ВГС не должны превышать 1см. Нормальные высоты этих же пунктов устанавливают, используя спутниковое, а также геометрическое нивелирование 1...П классов.

Астрономо-геодезическая сеть 1 и 2 классов (АГС) и геодезические сети сгущения 3 и 4 классов (ГСС) можно создавать как традиционными астрономо-геодезическими и геодезическими методами, так и с использованием спутниковых технологий. Средняя длина стороны в АГС обычно составляет 12км. Астрономо-геодезическая сеть задает на всей территории страны геодезическую референционную систему координат и распространяет с необходимой для практики плотностью пунктов общеземную систему координат.

Геодезические сети сгущения 3 и 4 классов — главная плановая основа топографических съемок всего масштабного ряда. Исходной основой для их создания служат пункты АГС и СГС-1. Средняя длина сторон в ГСС 3 класса составляет 6 км, а 4 класса — 3 км. Точность взаимного положения смежных пунктов АГС и ГСС характеризуется средней квадратической погрешностью, не превышающей 5 см. Положение пунктов ГГС определяют в двух системах геодезических координат: общеземной и референцией. Между ними установлена однозначная связь, обусловленная параметрами взаимного перехода — элементами ориентирования. Референция система геодезических координат и элементы ее ориентирования относительно общеземной системы координат обязательны для использования на территории страны всеми ведомствами Российской Федерации.

1.2 Опорная межевая сеть

Для ведения государственного земельного и других кадастров можно создавать специальную геодезическую сеть, которую называют опорной межевой сетью (ОМС). Создают их во всех случаях, когда точность и плотность пунктов государственных или иных геодезических сетей не удовлетворяет нормативно-техническим требованиям ведения государственного земельного кадастра, кадастра объектов недвижимости и др.

Опорная межевая сеть является геодезической сетью специального назначения и предназначена:

- для установления единой координатной основы на территориях кадастровых округов с целью ведения кадастра объектов недвижимости, государственного реестра земель кадастрового округа (района); мониторинга земель: создания земельных информационных систем и др.;

- землеустройства с целью формирования рациональной системы землевладения и землепользования, межевания земельных участков;

- обеспечения государстве иного земельного кадастра данными о количестве, качестве и месторасположении земель для установления их цены, платы за пользование, экономического стимулирования рационального землепользования;
- разработки системы мероприятий по сохранению природных ландшафтов, восстановления и повышения плодородия почв, защиты земель от эрозии и др.;
- инвентаризации земель различного назначения;
- решения других вопросов государственного земельного кадастра, землеустройства и государственного мониторинга земель.

Пункты ОМС размещают равномерно по территории населенных пунктов, дачных поселков, участков садовых товариществ, сельскохозяйственных, лесохозяйственных и других предприятий с плотностью, указанной в таблице. Пункты ОМС могут не совпадать с межевыми знаками границ земельного участка. Их следует размещать на местности с учетом:

- доступности для геодезических определений при восстановлении положения утраченных межевых знаков;
- защищенности от разрушений в результате хозяйственной деятельности и природных явлений.

Пункты ОМС следует по возможности размещать на землях находящихся в государственной или муниципальной собственности.

Межевые знаки размещают на всех поворотных точках границы земельного участка, кроме границ, проходящих по "живым урочищам" и линейным сооружениям, совпадающим с границами земельного участка.

На пунктах ОМС в качестве знаков применяются:

- бетонный пилон размером 12 x 12 x 90 см, в верхней конец которого заделывается кованый гвоздь, а в нижнюю часть для лучшего скрепления с грунтом в цементируются два металлических штыря (якорь);
- бетонный монолит в виде усеченной четырехгранной пирамиды с нижним основанием 15 x 15 см, верхним 10 x 10 см и высотой 90 см с заделанным в него кованым гвоздем;
- железная труба диаметром 35-60 мм, отрезки рельса или уголкового железа 50 x 50 x 5 мм, 35 x 35 x 4 мм длиной 100 см с бетонным якорем в виде усеченной четырехгранной пирамиды с нижним основанием 20 x 20 см, верхним - 15 x 15 см и высотой 20 см. К верхней части трубы (рельса, уголка) приваривается металлическая пластинка для надписи, внизу металлические стержни (крестовина);
- деревянный столб диаметром не менее 15 см и высотой 115 см с крестовиной, установленный на бетонный монолит в виде усеченной четырехгранной пирамиды с нижним основанием 20 x 20 см, верхним 15 x 15 см и высотой 20 см. На верхней грани монолиту делается крестообразная насечка или заделывается гвоздь. Верхнюю часть столба затесывают на конус, ниже затеса делают вырез для надписи;
- пень свежесрубленного хвойного дерева диаметром в верхней части не менее 25 см, обработанный в виде столба с вырезом для надписи, полочкой и забитым кованым гвоздем;
- марка, штырь, болт, закрепленные цементным раствором в основания различных сооружений, в т.ч. в бордюры, столбы, трубы или в скалы.

Бетонные пилоны и монолиты закладываются на глубину 80 см.

Пункты ОМС окапывают в виде круглых канав с внутренним диаметром 2,0 м, глубиной 0,3 м, шириной в нижней части 0,2 м и верхней части 0,5 м. Над центром насыпается курган высотой 0,1 м.

В качестве межевых знаков используют деревянные колья высотой 75 - 80 см, диаметром 5 - 7 см, железные штыри и трубы, забитые в грунт на 0,4 - 0,6 м.

Межевые знаки на поверхности без покрытия окапываются круглой канавой с внутренним диаметром 0,8 м, глубиной 0,2 м и шириной в нижней части 0,2 м.

Границы земельных участков, проходящие по живым урочищам, закрепляются межевыми знаками только на стыках с сухоходольными границами.

При установке межевой знак ориентируют таким образом, чтобы его лицевая сторона (с надписями) была обращена к следующему межевому знаку при движении по границе по ходу часовой стрелки.

На пунктах ОМС делается надпись: Роскомзем ОМЗ N _____.

Пункты ОМС после закладки сдаются по акту на наблюдение за сохранностью:

- городской, поселковой или сельской администрации, если они построены на землях, находящихся в государственной или муниципальной собственности;

- собственнику, владельцу, пользователю земельного участка, если они находятся на его земельном участке.

Если пункт ОМС совмещен с межевым знаком, то он сдается на наблюдение за сохранностью всем собственникам, владельцам и пользователям размежевываемых земельных участков.

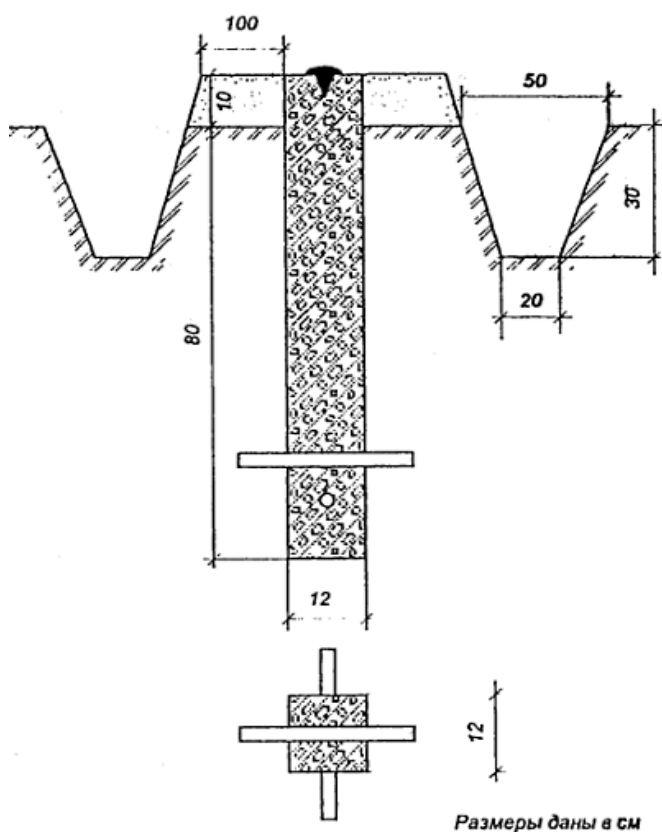
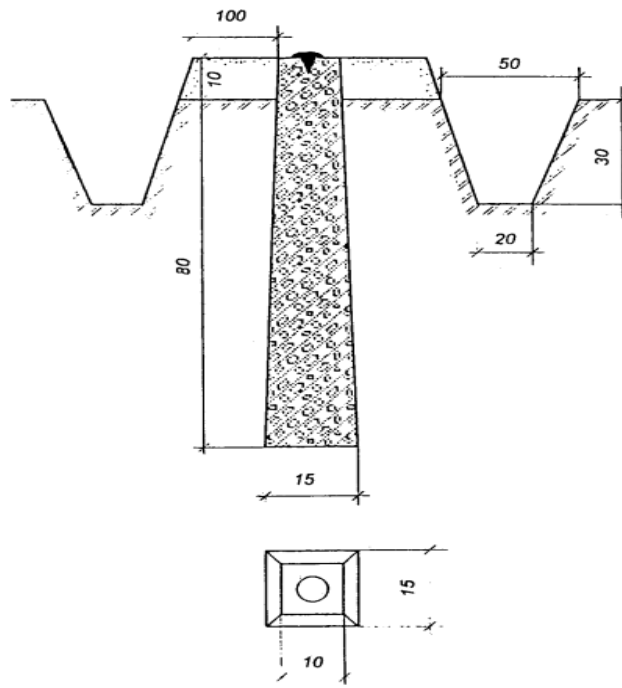
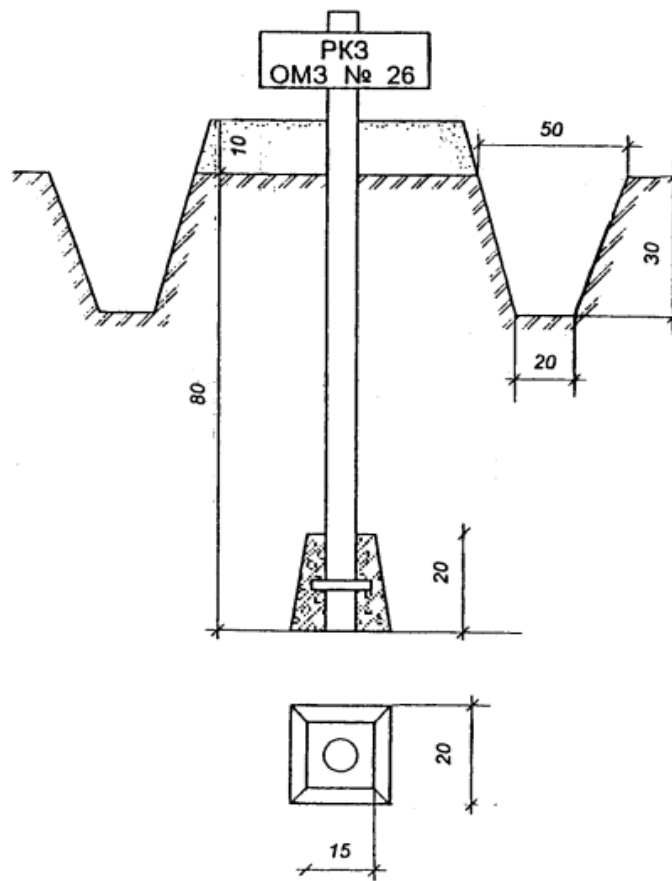


Рис.1.1 Бетонный пилон



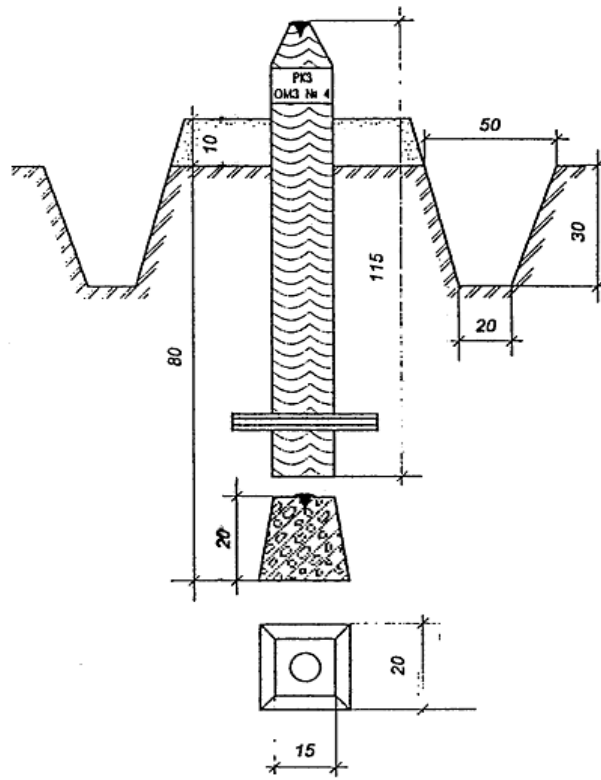
Размеры даны в см

Рис.1.2 Бетонный монолит



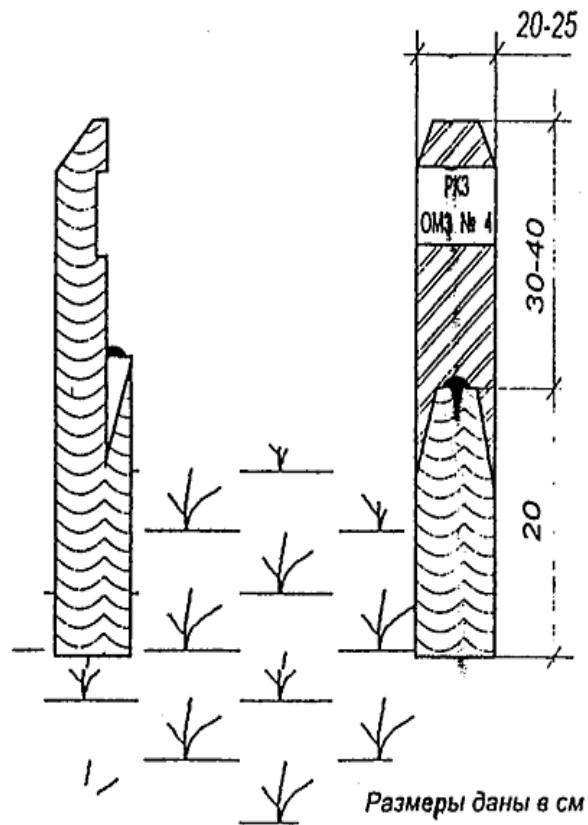
Размеры даны в см

Рис.1.3 Железная труба



Размеры даны в см

Рис.1.4 Деревянный столб



Размеры даны в см

Рис.1.5 Штырь в пне



Рис.1.6 Марка (штырь, болт)

1.3 Межевые съемочные сети

Плотность пунктов опорной межевой сети, находящихся на территории проведения земельно-кадастровых геодезических работ обычно недостаточна для выполнения межевания земельных участков, съемки объектов недвижимости, инвентаризации земель, и др. Поэтому ОМС необходимо сгустить, построив так называемую межевую съемочную сеть (МСС). Межевую съемочную сеть — геодезическую съемочную сеть создают с целью сгущения. ОМС для ее дальнейшего использования в качестве геодезической основы для определения плоских прямоугольных координат межевых знаков, а также других характерных точек объектов недвижимости.

При построении МСС используют различные способы производства геодезических работ: полигонометрические (теодолитные) ходы, прямые и обратные угловые засечки, линейную засечку и лучевой способ. Технология этих работ и математическая обработка результатов геодезических измерений были подробно рассмотрены при изучении курса геодезии.

Ниже приведены особенности производства геодезических работ при построении межевых съемочных сетей на землях поселений при закреплении месторасположения центров пунктов стенными знаками, а также геодезической привязки к пунктам ОМС на застроенных территориях.

Стенные знаки более долговечны, чем грунтовые, более экономичны и просты при закладке. По конструкции стенные знаки могут быть различными. Один из них показан на рисунке 1.7.

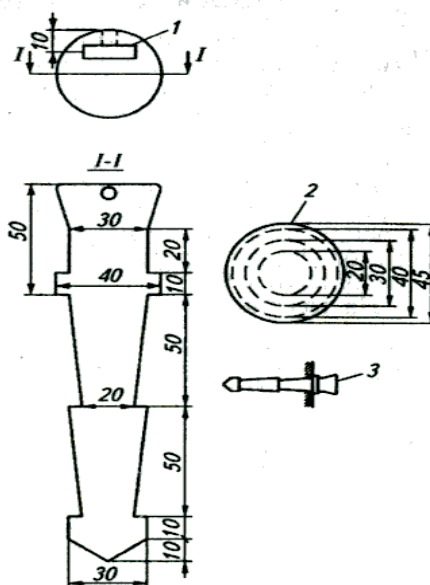


Рис. 1.7 Стенной знак

1 - надпись пункта ОМС; 2 - вид сверху; 3 - общий вид

Стенные знаки располагают на основных несущих элементах (стенах, надстройках и т. п.) кирпичных, каменных, бетонных и других зданий и сооружений, не имеющих видимых нарушений цокольной части. Стенной знак крепят на высоте 0,3...1,2 м от поверхности земли. Носителем координат стенного знака является отверстие диаметром 2 мм, просверленное в головке знака. На диске знака должна быть размещена соответствующая надпись о принадлежности знака. Отметим, что стенные знаки можно закладывать в цокольную часть зданий и сооружений как в единственном числе (одинарный стенной знак), так и парами (парные стенные знаки) на расстоянии друг от друга 10...20 м. В последнем случае между ними измеряют расстояние стальной рулеткой с погрешностью не более 1 мм.

2. МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ УТРАЧЕННЫХ МЕЖЕВЫХ ЗНАКОВ

С течением времени пункты опорной межевой сети утрачивают свое значение (например, в процессе хозяйственной деятельности человека или под воздействием природных факторов пункты изменяют свое положение как в плане, так и по высоте, либо могут быть полностью или частично разрушены. Поэтому нередко возникает задача восстановления межевых знаков. Существует несколько способов восстановления межевых знаков.

2.1 Восстановление утраченных межевых знаков способом полярных координат

Исходные данные: схема восстановления утраченного межевого знака (рисунок 2.1), координаты межевых знаков (таблица 2.1), масштаб кадастрового плана 1:2000.

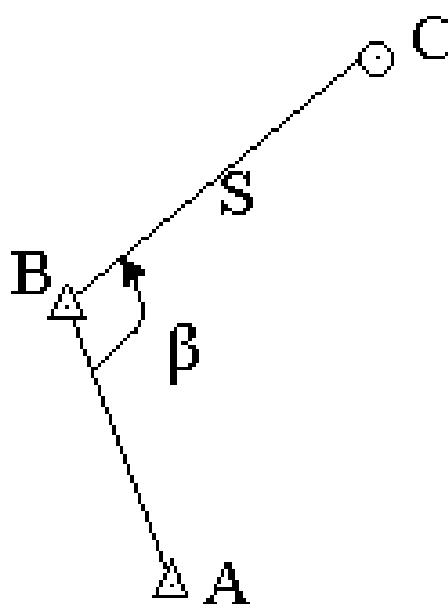


Рисунок 2.1 - Схема восстановления утраченного межевого знака способом полярных координат

Т
Табл.2.
1

Координаты межевых знаков

Название пункта межевой сети	Координаты межевых знаков, в м.	
	X	Y
А	2010,94	3402,64
В	2135,44	3230,84
С	2193,64	3309,84

Порядок работы:

1. Подготавливают геодезические данные восстановления утраченных межевых знаков, решив обратные геодезические задачи по направлениям В – А и В – С. Определяют угол β и расстояние S.

$$\beta = \alpha_{BA} - \alpha_{BC} = 72^\circ 18' 34'', S = 98,12$$

2. Составляют разбивочный чертеж в произвольном масштабе, на который выносят геодезические данные для восстановления межевого знака (приложение 1).

3. Устанавливают необходимую точность геодезических построений (угла и линии), исходя из допустимой ошибки восстановления m_t для земель городов равной 0,1 м, согласно инструкции [1], и используя формулу для определения ошибки положения точки, определенной способом полярных координат

$$m_t^2 = m_s^2 + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \cdot S^2 \quad (2.1)$$

Применив принцип равных влияний, рассчитывают ошибки m_β и m_s .

$$m_s = \frac{m_t}{\sqrt{2}}; \quad m_\beta = \frac{m_t \cdot \rho}{S\sqrt{2}} \quad (2.2)$$

$$m_s = 0,07$$

$$m_\beta = 2,48'$$

4. Выбирают геодезические приборы и технологию восстановления межевых знаков.

При восстановлении утраченного межевого знака способом полярных координат необходимо выбрать приборы для вынесения угла и линии.

$$\frac{m_s}{S} = \frac{0,07}{98,12} = \frac{1}{1401}$$

Так как, $\frac{m_s}{S} \geq \frac{1}{2000}$ то используют ленту или рулетку.

Так как $m_\beta \geq 1'$, то выбирают теодолит марки не менее Т30 с построением угла одним полуприемом,

5. Рассчитывают ожидаемую точность восстановленного межевого знака по формуле (1.1) с учетом выбранных приборов и технологии:

$$m_t = \sqrt{m_s^2 + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \cdot S^2};$$

$$m_t = 0,06 \text{ м.}$$

Вычисленное значение ожидаемой точности соответствует установленным нормам.

2.2. Восстановление утраченных межевых знаков способом прямой угловой засечки

Исходные данные: схема межевой сети (рисунок 2.2), координаты межевых знаков (таблица 1.1).

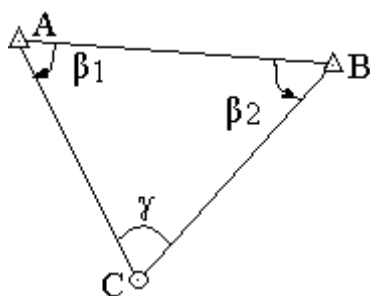


Рисунок 2.2 - Схема восстановления межевого знака способа прямой угловой засечкой

Порядок выполнения работы.

1. Подготавливают геодезические данные для восстановления утраченного межевого знака, решив обратные геодезические задачи. По дирекционным углам сторон, полученным из решения обратных геодезических задач, определяют геодезические данные - углы β_1 , β_2 и контрольный угол - γ :

$$\beta_1 = \alpha_{AC} - \alpha_{AB} = 27^\circ 08' 32'' \quad (2.3)$$

$$\beta_2 = \alpha_{BA} - \alpha_{BC} = 72^\circ 18' 34'' \quad (2.4)$$

$$\gamma = 180^\circ - \beta_1 - \beta_2 = 80^\circ 32' 54'' \quad (2.5)$$

2. Составляют разбивочный чертеж в произвольном масштабе, на который вынесены значения углов β_1 и β_2 , и для контроля угол γ .

3. Устанавливают необходимую точность геодезических построений углов по формуле (2.7), исходя из допустимой ошибки восстановления m_t для городских земель равной 0,1 м [1] и формулы для ошибки положения точки, определенной прямой угловой засечкой (2.6).

$$m_t = \frac{m_\beta}{\rho \cdot \sin \gamma} \sqrt{S_1^2 + S_2^2} \quad (2.6)$$

$$m_\beta = \frac{\rho \cdot \sin \gamma \cdot m_t}{\sqrt{S_1^2 + S_2^2}} \quad (2.7)$$

$$m_\beta = \frac{3438' \cdot 0,986419 \cdot 0,1}{\sqrt{204,92^2 + 98,12^2}} = 1,5'$$

4. Выбирают геодезический прибор и методику построения углов, исходя из значения m_β , вычисленного по формуле (2.7). Так как $m_\beta \geq 1'$, то выбирают теодолит Т30 с построением угла одним полуприемом;

5. Рассчитывают ожидаемую точность восстановления межевого знака по формуле (2.6) с учетом выбранного прибора и методики построения углов β_1 и β_2 .

Если выбран теодолит Т30, то ошибка построения угла одним полуприемом составит $1'$;

$$m_t = \frac{1}{3438 \cdot 0,986419} \sqrt{204,92^2 + 98,12^2} = 0,07 \text{ м.}$$

Вычисленное значение ожидаемой точности соответствует установленным нормам.

3. ПЕРЕВЫЧИСЛЕНИЕ КООРДИНАТ МЕЖЕВЫХ ЗНАКОВ ПО ГРАНИЦАМ ЗЕМЕЛЬНЫХ УЧАСТКОВ В ЕДИНУЮ СИСТЕМУ

Исходные данные.

Таблица 3.1

Координаты межевых знаков		
№ точек	Координаты, м	
	X	Y
B	63312,64	38325,74
C	61226,34	37788,44
Полигон II		
B	62559,69	38888,24
4	61255,84	40503,84
5	60560,54	39968,04
7	60314,64	39638,64
C	60484,04	38311,84

Порядок выполнения задания.

1. Решением обратных геодезических задач вычисляют длины линий и дирекционные углы СВ в системе координат I и II полигонов.

$$S = \sqrt{(X_K - X_H)^2 + (Y_K - Y_H)^2}; \quad (3.1)$$

$$\sin \alpha = \frac{\Delta Y}{S}, \quad \cos \alpha = \frac{\Delta X}{S}; \quad (3.2)$$

$$\text{Контроль: } \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1 \pm 3 \cdot 10^{-6}. \quad (3.3)$$

Все вычисления выполняют в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Пример решения обратных геодезических задач

№ полигона	Узл. точки: Конечная, Начальная	X _к , $\Delta X = (X_k - X_H)$, X _н .	Y _к , $\Delta Y = (Y_k - Y_H)$, Y _н .	Sin α , S, Cos α	r, α Sin ² α +Cos ² α
I	B	63312,64	38325,74	0,249399	ЮЗ:14°26'31''
	C	-2086,30	-537,30	2154,40	194°26'31''
II	C	61226,34	37788,44	0,968399	0,9999965
	B	62559,69	38888,24	0,267572	ЮЗ:15°31'11''
	C	-2075,65	-576,40	2154,19	195°31'11''
	C	60484,04	38311,84	0,963541	1,000006

2. Вычисляют углы поворотов осей систем координат смежных полигонов относительно I полигона:

$$\delta \alpha_{II} = \alpha_{СВI} - \alpha_{СВII} \quad (3.4)$$

$\alpha_{СВI}, \alpha_{СВII}$ - дирекционные углы замыкающей СВ, вычисленные по координатам I и II полигонов.

$$\delta\alpha_{II} = -1^{\circ}04'40''$$

3. Оценивают качество теодолитных ходов, проложенных по границам участков по относительной ошибке замыкающей стороны $-\frac{1}{E}$:

$$\frac{1}{E_{BC}} = \frac{S_{BCI} - S_{BCII}}{S_{BCI}} \quad (3.5),$$

$$\frac{1}{E_{BC}} = \frac{2154,38 - 2154,20}{2154,38} = \frac{0,18}{2154,38} = \frac{1}{11968}.$$

Так как относительные расхождения не превышают $\frac{1}{1000}$, теодолитные ходы считают удовлетворительными по качеству и могут использовать в качестве межевой сети сборного плана.

3.1. Перевычисление координат межевых знаков по границам земельных участков в единую систему с использованием дифференциальных формул

Для перевычисления координат межевых знаков полигона II в систему координат полигона I используют дифференциальные формулы (для малых углов поворотов осей). Для этого рассчитывают поправки к координатам:

$$\delta(\Delta X)_i = \frac{-\Delta Y_{cm} \cdot \delta\alpha'}{\rho} = -K \cdot \Delta Y_{cm}, \quad (3.6)$$

$$\delta(\Delta Y)_i = \frac{\Delta X_{cm} \cdot \delta\alpha'}{\rho} = K \cdot \Delta X_{cm}. \quad (3.7)$$

где $\Delta X_{ст}$, и $\Delta Y_{ст}$ - приращения координат в системе полигона II; $K = \frac{\delta\alpha'}{\rho'}$ - постоянный множитель (в результатах удерживаются пять значащих цифр).

$$K = 0,018809385$$

Правильность вычислений проверяют по контрольным суммам:

$$\left. \begin{aligned} [\delta(\Delta X)] &= -K[\Delta Y_{cm}], \\ [\delta(\Delta Y)] &= K[\Delta X_{cm}]. \end{aligned} \right\} \quad (3.8)$$

Допускается расхождение на величину $\pm 0,05\sqrt{3n}$, где n – число сторон в ходе. Расчеты перевычислений заносят в таблицу 3.3

Таблица 3.3

Перевычисление координат точек полигона II в систему полигона I с использованием дифференциальных формул

№ точки	X _{ст}	Y _{ст}	ΔX _{ст}	ΔY _{ст}	δ(ΔX _{ст})	δ(ΔY _{ст})	ΔX	ΔY	X	Y
В	62559,69	38888,24	-1303,85	1615,60	-30,388	-24,525	-1334,24	1591,08	62559,69	38888,24
4	61255,84	40503,84	-695,30	-535,80	10,078	-13,078	-685,22	-548,88	61225,45	40479,32
5	60560,54	39968,04	-245,90	-329,40	6,196	-4,625	-239,70	-334,03	60540,23	39930,44
7	60314,64	39638,64	169,40	-1326,8	24,956	3,186	194,36	-1323,61	60300,53	39596,41
С	60484,04	38311,84							60494,89	38272,80
		Σ	-2075,65	-576,40	10,842	-39,042	-2064,80	-615,44		

$$[\delta(\Delta X)] = -K[\Delta Y_{cm}],$$

$$10,842 = -0,018809385 * (-576,40);$$

$$[\delta(\Delta Y)] = K[\Delta X_{cm}],$$

$$-39,042 = 0,018809385 * (-2075,65).$$

3.2. Перевычисление координат межевых знаков по границам земельных участков в единую систему с применением формул аналитической геометрии

Координаты межевых знаков полигона II перевычисляют в систему полигона I с использованием формул аналитической геометрии, которые применяются при любых значениях углов поворотов координатных осей:

$$\left. \begin{aligned} \Delta X_{нов} &= \Delta X_{ст} \cdot \cos \delta\alpha - \Delta Y_{ст} \cdot \sin \delta\alpha, \\ \Delta Y_{нов} &= \Delta Y_{ст} \cdot \cos \delta\alpha + \Delta X_{ст} \cdot \sin \delta\alpha. \end{aligned} \right\} \quad (3.9)$$

Контроль производят по следующим формулам:

$$\left. \begin{aligned} [\Delta X_{нов}] &= \Delta X_{BC} \cdot \cos \delta\alpha - \Delta Y_{BC} \cdot \sin \delta\alpha, \\ [\Delta Y_{нов}] &= \Delta Y_{BC} \cdot \cos \delta\alpha + \Delta X_{BC} \cdot \sin \delta\alpha. \end{aligned} \right\} \quad (3.10)$$

Допускается отклонение на величину $\pm 0,05\sqrt{3n}$. Расчеты перевычислений заносят в таблицу 3.4

Таблица 3.4

Перевычисление координат точек полигона II в систему полигона I с использованием формул аналитической геометрии

№ точки	X(II)	Y(II)	$\Delta X_{ст}$	$\Delta Y_{ст}$	ΔX	ΔY	X	Y
В	62559,69	38888,24	-1303,85	1615,60	-1334,01	1590,79	62559,69	38888,24
4	61255,84	40503,84	-695,30	-535,80	-685,10	-548,78	61225,68	40479,03
5	60560,54	39968,04	-245,90	-329,40	-239,66	-333,97	60540,58	39930,25
7	60314,64	39638,64	169,40	-1326,8	194,33	-1323,38	60300,92	39596,28
С	60484,04	38311,84					60495,25	38272,90
				Σ	-2064,44	-615,34		

$$\Delta X_{BC} \cdot \cos \delta\alpha - \Delta Y_{BC} \cdot \sin \delta\alpha = -2064,44; \Delta Y_{BC} \cdot \cos \delta\alpha + \Delta X_{BC} \cdot \sin \delta\alpha = -615,34 \pm 0,05\sqrt{3n} = 0,17$$

Допуск соблюден, перевычисленные координаты можно использовать в работе.

4. МЕТОДИКА ПОДГОТОВКИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ ДЛЯ ВЫНОСА В НАТУРУ ГРАНИЦ ЗАПРОЕКТИРОВАННЫХ УЧАСТКОВ С РАСЧЕТОМ НЕОБХОДИМОЙ ТОЧНОСТИ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ ПОСТРОЕНИЙ

Исходные данные.

Координаты опорных межевых знаков (ОМЗ), определенные по программе полигонометрии 1-го разряда, представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1

Координаты ОМЗ, в метрах.		
№ ОМЗ	X	Y
1	2031,01	3373,01
2	2453,69	3160,55
3	2734,64	3692,51
4	2318,46	3879,83

4.1 Методика подготовки геодезических данных и расчет необходимой точности геодезических построений для выноса в натуру границ земельных участков способом полярных координат

Порядок работ.

1. Подготавливают геодезические данные для выноса границы земельного участка в натуру $S_1, S_2, \alpha_{1-4}, \alpha_{1-2}, \alpha_{2-3}$, решив обратные геодезические задачи.

$$\alpha_{1-4} = 60^\circ 26' 22''; S_1 = 582,66 \text{ м}$$

$$\alpha_{1-2} = 333^\circ 18' 49''$$

$$\alpha_{2-3} = 62^\circ 09' 35''; S_2 = 601,59 \text{ м}$$

Вычисляют углы β_1, β_2 (рисунок 4.1).

$$\beta_1 = \alpha_{1-4} - \alpha_{1-2},$$

$$\beta_2 = \alpha_{2-1} - \alpha_{2-3};$$

$$\beta_1 = 87^\circ 07' 33'', \quad \beta_2 = 91^\circ 09' 14''.$$

Таблица 4.2

Координаты точек М и N, в метрах.		
Точка	X	Y
М	2610,00	3455,00
N	2120,00	3530,00

$$S_1-N = 180,46 \text{ м}; S_2-M = 333,37 \text{ м}$$

2. Устанавливают необходимую точность выноса проектной границы в натуру. Положение точки зависит от ошибок построения угла и расстояния.

$$m_t^2 = m_s^2 + \frac{m_\beta^2}{\rho^2} \cdot S^2 \quad (4.1)$$

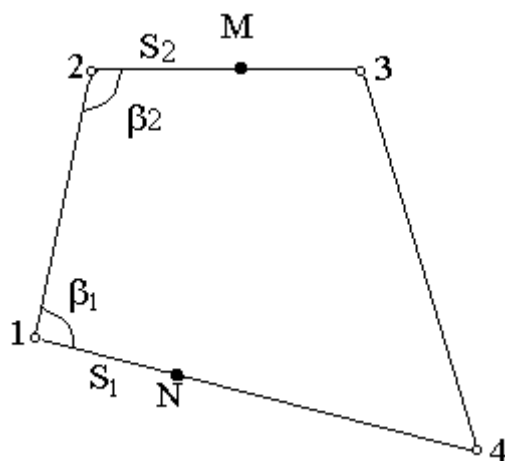


Рисунок 4.1 – Схема выноса в натуру точек способом полярных координат.

В инструкции по межеванию [1] указано, что ошибка взаимного положения для городских земель должна быть не более 0,1 м. Для масштаба 1:2000 $m_t \leq 0,1$ м.

3. Применяя принцип равных влияний, когда угловые ошибки и линейные влияют в равной степени, определяют необходимую точность угловых и линейных построений при выносе в натуру (4.2).

$$\left. \begin{aligned} m_s &= \frac{m_\beta}{\rho} \cdot S = \frac{m_t}{\sqrt{2}}, \\ m_\beta &= \frac{m_t \cdot \rho}{S \cdot \sqrt{2}}. \end{aligned} \right\} \quad (4.2)$$

$$m_{\beta_1} = \frac{0,1 \cdot 3438}{333,37 \cdot \sqrt{2}} = 1,46,$$

$$m_{\beta_2} = \frac{0,1 \cdot 3438}{180,46 \cdot \sqrt{2}} = 0,01;$$

$$m_s = \frac{0,1}{\sqrt{2}} = 0,07.$$

4. Выбирают приборы для выноса проектных точек в натуру:

а)
$$\frac{m_s}{S} = \frac{0,07}{333,37} = \frac{1}{4762},$$

б)
$$\frac{m_s}{S} = \frac{0,07}{180,46} = \frac{1}{2578}.$$

Так как $\frac{m_s}{S} \geq \frac{1}{2000}$, используют ленту или рулетку,

Так как $m_\beta \geq 1'$, то выбираем теодолит Т30 с отложением угла одним полуприемом,

5. Для выбранных приборов вычисляют ожидаемую точность выноса в натуру с учетом выбранных приборов по формуле (4.1). В результате должны получить $m_t \leq 0,1$ м:

$$m_t = \sqrt{m_s^2 + \frac{m_\beta^2}{\rho^2}} \cdot S^2;$$

для точки М: $m_t = 0,15$

для точки N: $m_t = 0,07$

6. Составляют разбивочный чертеж (приложение 1).

4.2. Методика подготовки геодезических данных и расчет необходимой точности построения для выноса в натуру точки Т способом прямой угловой засечки с межевых знаков 2 и 3

Порядок работ:

Таблица 4.3

Координаты точки Т, в метрах.

Точка	X	Y
Т	2145,00	3575,00

1. Решают обратные геодезические задачи и определяют геодезические данные для выноса проектной границы в натуру (рисунок 3.2).

$$\alpha_{2-T} = 126^\circ 40' 46''$$

$$\alpha_{T-3} = 11^\circ 16' 15''$$

$$\alpha_{3-2} = 242^\circ 09' 35''$$

$$\left. \begin{aligned} \beta_1 &= \alpha_{2-T} - \alpha_{2-3}, \\ \beta_2 &= \alpha_{3-2} - \alpha_{3-T}, \\ \gamma &= \alpha_{T-3} - \alpha_{T-2}, \\ \beta_1 &= 64^\circ 31' 11'' \\ \beta_2 &= 50^\circ 53' 20'' \\ \gamma &= 64^\circ 35' 29'' \end{aligned} \right\} \quad (4.3)$$

S_1, S_2, S - измеряют на плане и выражают в метрах.

$$S_1 = 515 \text{ м}$$

$$S_2 = 600 \text{ м}$$

$$S = 600 \text{ м}$$

2. Устанавливают необходимую точность выноса проектной границы в натуру. Положение точки зависит от ошибки измерения угла.

$$m_t = \frac{m_\beta}{\rho \cdot \sin \gamma} \sqrt{S_1^2 + S_2^2} \quad (4.4)$$

В инструкции по межеванию указано, что ошибка взаимного положения для городских земель должна быть не более 0,1 м. Для масштаба 1:2000 $m_t \leq 0,1 \text{ м}$.

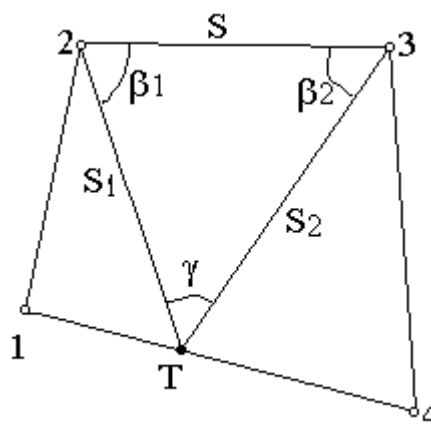


Рисунок 4.2 – Схема выноса в натуру точки способом прямой угловой засечки

Определяют необходимую точность построения угла для выноса точки в натуру по формуле (4.5).

$$m_{\beta} = \frac{\rho \cdot \sin \gamma \cdot m_t}{\sqrt{S_1^2 + S_2^2}} \quad (4.5)$$

$$m_{\beta} = \frac{3438 \cdot 0,903271 \cdot 0,1}{\sqrt{515^2 + 600^2}} = 0,39$$

3.Выбирают приборы для выноса проектных точек в натуру.

При $1' > m_{\beta} \geq 10''$ выбирают теодолит 2Т5К,

4.Для выбранных приборов вычисляют ожидаемую точность выноса в натуру с учетом выбранных приборов по формуле (4.4). В результате должны получить для городских земель $m_t \leq 0,1$ м.

$$m_t = \frac{0,39}{3438 \cdot 0,903271} \sqrt{515^2 + 600^2} = 0,099$$

5.Составляют разбивочный чертеж (приложение 2).

4.3. Методика подготовки геодезических данных и расчет необходимой точности для выноса в натуру границ земельных участков проектным теодолитным ходом

Порядок работы.

1. Графически с плана снимают координаты точек а, в. Проектируют теодолитный ход так, чтобы он проходил через все точки, которые необходимо вынести в натуру. Определяют приращения координат, по которым вычислить расстояния и дирекционные углы. По дирекционным углам находят углы поворота.

$$\left. \begin{aligned} S &= \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}, \\ r &= \arctg \frac{\Delta Y}{\Delta X}, \\ \beta &= \alpha_{предид.} + 180^\circ - \alpha_{последуюц.} \end{aligned} \right\} \quad (4.6)$$

Вычисления ведут в таблице 4.4.

Таблица 4.4

Ведомость вычисления геодезических данных для выноса в натуру способом теодолитного обхода

№	X	Y	ΔX	ΔY	r	α	β	S
T	2145,00	3575,00	-113,99	-201,99	60° 33' 45"	240°33'45"	87°45'58"	231,93
1	2031,01	3373,01	+93,13	-47,87	27° 12' 13"	332°47'47"	92°26' 20"	104,71
a	2124,14	3325,14	+103	+181	60° 21' 27"	60°21'27"	100°19'53"	208,25
b	2227,14	3506,14	-82,14	+68,86	39° 58' 26"	140°01'34"	79°27'49"	107,18
T	2145,00	3575,00	-113,99	-201,99	60° 33' 45"	240°33'45"		231,93
1	2031,01	3373,01					360°00'00"	

$$\sum \beta_{np.} = 360^\circ$$

$$\sum \beta_{теор.} = \alpha_{нач} + (180^\circ \cdot n) - \alpha_{кон}$$

2. Рассчитывают необходимую точность геодезических построений на основе формулы профессора А.В. Гордеева для ошибки в конце вытянутого разомкнутого хода с примерно равными сторонами.

$$M^2 = \frac{1}{4} \left(m_s^2 \cdot n + \frac{n+1,5}{3} \cdot \left(\frac{m_\beta}{\rho} \cdot \sum S \right)^2 \right) \quad (4.7)$$

Применяя принцип равных влияний, и полагая, что наиболее слабым местом является середина хода, рассчитывают m_β и m_s .

$$4M^2 = 2m_s^2 \cdot n = 2 \left(\frac{m_\beta}{\rho} \cdot \sum S \right)^2 \cdot \frac{n+1,5}{3} \quad (4.8)$$

$$m_s = \frac{M\sqrt{2}}{\sqrt{n}}, \quad m_\beta = \frac{2\sqrt{3}M \cdot \rho}{\sum S \cdot \sqrt{2n+3}} \quad (4.9)$$

$$m_s = 0,08 \text{ м}; \quad m_\beta = 0,91'$$

3. Устанавливают необходимую точность построения, согласно данным таблицы 4.5.

Таблица 4.5

Вид построения и его характеристики

Вид построения	Относительная ошибка	Ошибка измерения углов
1	2	3
Полигонометрия 1 разряда	$\frac{1}{10000}$	$m_\beta = 5''$
Полигонометрия 2 разряда	$\frac{1}{5000}$	$m_\beta = 10''$
Теодолитный ход 1 порядка	$\frac{1}{2000}$	$m_\beta = 30''$

Относительную ошибку находят как $\frac{m_s}{S}$, где $S = \frac{\sum S_i}{n}$, n- количество сторон.

$$\frac{m_s}{S} = \frac{0,08}{163,02} = \frac{1}{2037,75}$$

Исходя из полученных данных, выбирают теодолитный ход 1 порядка. Для данного вида построения подходят приборы: теодолит Т30 и мерная лента или рулетка.

4. Рассчитывают ожидаемую ошибку построения по формуле (4.7) в соответствии с выбранными приборами и методиками построения. Вычисленная ошибка должна быть меньше 0,1 м.

$$M^2 = \frac{1}{4} \left(m_s^2 \cdot n + \frac{n+1,5}{3} \cdot \left(\frac{m_\beta}{\rho} \cdot \sum S \right)^2 \right),$$

$$M^2 = 0,0098,$$

$$M = 0,098.$$

ЛИТЕРАТУРА

Основная:

1. Калужский В.А., Бондаренко Ю.В., Ткачев А.А., Карпушкин А.В. Геодезия [текст] /Учебное пособие Типография ИП Зуев А.А. Саратов 2015
2. Михеева, Д.Ш. Инженерная геодезия [Текст]/ Учебник - 5-е изд., испр - М. : Академия, 2006. - 478 с- ISBN 5-7695-2817-6
3. Федотов, Г.А. Инженерная геодезия [Текст]/ Учебник. М.: Высшая школа, 2009. - 463 ISBN 978-5-06-006107-9
4. Федотов, Г. А. Неретин, А.А. Основы аэрогеодезии и инженерно-геодезические работы [Текст]/ Учебник - М. : Академия, 2012. - 272 с. - ISBN 978-5-7695-6976-0

Дополнительная:

1. Методы инженерно-геодезических изысканий Учеб пособие [Текст]/ учебное пособие / В.А. Калужский. - Саратов : СГАУ, 2001. - 148 с.
2. Геодезическое и картографическое обеспечение садово-паркового и ландшафтного строительства Учеб. пособие [Текст] / учебное пособие / ред. : Н. Д. Благодатова. - М. : МГУЛ, 1999.
3. Калужский В. А., Карпушкин А. В., Ткачев А.А. «Основы строительного дела. Инженерная геодезия» учебно-методическое пособие [Текст]// Саратов: ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ», 2013. – 107 с.
4. Поклад, Г.Г. Геодезия [Текст]/ Учебное пособие, ч. 1. Воронеж: Истоки, 2004.- 226 с. ISBN 5-88242-298-1.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

Введение.....	3
1. Исходная геодезическая основа для выполнения земельно-кадастровых геодезических работ.....	4
1.1 Государственная геодезическая сеть.....	4
1.2 Опорная межевая сеть.....	5
1.3 Межевые съемочные сети.....	10
2. Методика подготовки геодезических данных для восстановления утраченных межевых знаков.....	12
2.1 Восстановление утраченных межевых знаков способом полярных координат.....	12
2.2 Восстановление утраченных межевых знаков способом прямой угловой засечки.....	13
3. Перевычисление координат межевых знаков по границам земельных участков в единую систему.....	15
3.1 Перевычисление координат межевых знаков по границам земельных участков в единую систему с использованием дифференциальных формул.....	16
3.2 Перевычисление координат межевых знаков по границам земельных участков в единую систему с применением формул аналитической геометрии.....	17
4. Инженерно-геодезическое проектирование границ земельных участков.....	18
4.1 Определение общей площади земельного участка комбинированными способами.....	18
4.2 Геодезическое проектирование границ земельных участков аналитическими способами.....	18
4.3 Проектирование границ земельных участков графическим способом.....	18
5. Методика подготовки геодезических данных для выноса в натуру границ запроектированных участков с расчетом необходимой точности геодезических построений.....	19
5.1 . Методика подготовки геодезических данных и расчет необходимой точности построения для выноса в натуру границ земельных участков способом полярных координат.....	20
5.2. Методика подготовки геодезических данных и расчет необходимой точности построения для выноса в натуру точки способом прямой угловой засечки с межевых знаков	21
5.3. Методика подготовки геодезических данных и расчет необходимой точности для выноса в натуру границ земельных участков проектным теодолитным ходом.....	22
Литература	24
Содержание.....	25