

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра «Экономики природопользования и кадастра»

ГЕОДЕЗИЧЕСКОЕ И КАРТОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И КАДАСТРОВ

Курс лекций по дисциплине «Геодезическое и картографическое  
обеспечение землеустройства и кадастров» для обучающихся по  
направлению подготовки 21.04.02 «Землеустройство и кадастры»  
*(очная и заочная формы обучения)*

Ростов-на-Дону

ДГТУ

2024

## МЕЖЕВАНИЕ ЗЕМЕЛЬ

### 1.1 Место межевания в системе землеустройства, его принципы и методы

*Межевание земельного участка* — комплекс работ по установлению, восстановлению на местности границы земельного участка с закреплением её поворотных точек межевыми знаками и определению их плоских прямоугольных координат, а также площади земельного участка.

Межевание проводят:

- как технический этап реализации утвержденных проектных решений о месторасположении границ земельных участков при образовании новых или упорядочении существующих землепользователей;
- как мероприятие по уточнению местоположения на местности границ земельного участка при отсутствии достоверных сведений об их местоположении, путём согласования границ на местности;
- как работы по восстановлению на местности границ земельного участка при наличии в государственном земельном кадастре сведений, позволяющих определить положение границ на местности с нормативной точностью межевания.

Основаниями для проведения межевания могут служить:

- постановления (решения) федеральных органов исполнительной власти, органов исполнительной власти субъектов Российской Федерации или органов местного самоуправления о проведении межевания;
- задания на проведение межевания;
- судебные решения.

Состав работ при межевании земельных участков обычно включает:

- подготовительные работы;
- составление технического проекта;
- уведомление лиц, права которых могут быть затронуты при проведении межевания;
- определение положения границ земельного участка на местности, их согласование и закрепление межевыми знаками;
- определение плоских прямоугольных координат межевых знаков;
- межевую съёмку земельного участка;
- определение площади объекта землеустройства;
- составление плана границ или карты (плана) земельного участка;
- формирование межевого плана;
- утверждение межевого плана.

Работы по землеустройству, в т. ч. межевание земель проводят государственные проектные организации, предприятия и физические лица, получившие лицензию на проведение этих работ за счёт средств федерального бюджета, субъектов Федерации, местным бюджетом и заказчиков.

## 1.2 Нормативная база межевания земель

Все работы по землеустройству проводят на основании правовой и методической баз, которые включают в себя:

- Земельный кодекс Российской Федерации;
- Федеральный закон «О землеустройстве» от 6.07.2001 г. № 2582-ФЗ;
- Приказ Росземкадастра от 02.10.2002 г. № П/327 «Об утверждении требований к оформлению документов о межевании, предоставляемых для постановки земельных участков на кадастровый учет»;
- Инструкция по межеванию земельных участков ЕСДЗем 04-06-02;
- Федеральный закон РФ «Об обороте земель сельскохозяйственного назначения» ФЗ РФ №3018-ФЗ от 10.07.2002 г.
- Федеральный закон «О крестьянском (фермерском) хозяйстве» № 74-ФЗ от 11.07.2000 г.;
- Федеральный закон «О государственном земельном кадастре» №28-ФЗ от 02.01.2000 г.;
- Федеральный закон от 21.07.1997 №122-ФЗ «О государственной регистрации прав на недвижимое имущество и сделок с ним»
- Методические рекомендации по проведению землеустройства при образовании новых и упорядочении существующих объектов землеустройства;
- Методические рекомендации по проведению межевания объектов землеустройства.

При межевании должны быть учтены данные государственного земельного кадастра, правоустанавливающих документов, а также других документов, связанных с использованием, охраной и перераспределением земель.

## 1.3 Подготовительные работы при межевании земель

Работы по межеванию земельного участка выполняют на основании задания, утвержденного заказчиком, в котором указывают:

- месторасположение (адрес) земельного участка и его площадь;
- основания проведения межевания;
- перечень нормативно-технических документов, регламентирующих выполнение работ;
- особые и дополнительные требования к производству работ и отчетным материалам, в том числе, необходимость разработки технического проекта на межевание земельных участков и др.

Составление задания должно основываться на результатах, полученных при проведении подготовительных работ.

***Подготовительные работы*** при межевании земель включают сбор и

анализ исходных материалов:

- сведений государственного земельного кадастра, землеустроительных дел, схем и проектов землеустройства и т. п.;
- данных о фактическом использовании земель;
- имеющихся документов на право собственности, владения и пользования объектами недвижимости, находящимися на территории размежевываемого (разделяемого) участка;
- решений судебных органов;
- генеральных планов объектов строительства и другой градостроительной документации;
- каталогов координат ранее установленных межевых знаков, каталогов координат пунктов опорной межевой сети (ОМС) и т.п.

В подготовительный период составляют проект деления земельного участка на отдельные части.

***Межевание начинают с уведомления собственников, владельцев и пользователей о межевании земельного участка.*** Для этого собственники, владельцы и пользователи разделяемого земельного участка и смежных с ним земельных участков заблаговременно, не позднее, чем за семь календарных дней до начала работ, извещают о времени и месте проведения межевания.

Извещение передают лично под расписку (два экземпляра, один из которых приобщают к землеустроительному делу) заинтересованным лицам или иным способом, подтверждающим факт и дату его получения (например, регистрируемое почтовое отправление с отметкой «Вручить лично» с заказными уведомлениями о вручении непосредственно адресатам). Если размежевываемый земельный участок находится на землях государственной или муниципальной собственности или имеет общую границу с перечисленными землями, о времени и месте выполнения межевых работ извещают соответствующие органы по управлению земельными ресурсами и заинтересованные правообладатели.

#### **1.4 Определение границ объекта землеустройства на местности, их согласование и закрепление межевыми знаками**

Определяют и согласовывают границы земельного участка на местности в присутствии собственников (владельцев, пользователей) земельных участков, затрагиваемых межеванием, или уполномоченных ими на то лиц при наличии у них надлежащим образом оформленных доверенностей и, как правило, уполномоченного представителя органа местного самоуправления (органа управления садоводческим, огородническим или дачным некоммерческим объединением). Если один из упомянутых участников межевания не явился на процедуру установления и согласования границ кого-либо из собственников (владельцев,

пользователей) земельных участков, затрагиваемых межеванием, или уполномоченных ими представителей, в акте установления и согласования границ земельного участка фиксируют факт их отсутствия, а по границе земельного участка проводят предварительное межевание. При этом не явившемуся лицу направляют повторное уведомление с указанием срока явки в течение 30 суток для согласования (или мотивированного отказа в согласовании) его границ по результатам предварительного межевания, а в случае неявки в течение и этого срока, границы земельного участка считают установленными. Возникающие в связи с этим споры рассматривают в порядке, установленном законодательством Российской Федерации.

При межевании земельного участка поворотные точки его границы должны быть закреплены на местности межевыми знаками с обязательным последующим определением координат их центров в принятой местной системе плоских прямоугольных координат. В случае совпадения границы с естественными и искусственными рубежами (реками, ручьями, каналами, лесополосами, дорогами, дорожными сооружениями, заборами, изгородями и другими линейными сооружениями и рубежами) допускается временное закрепление поворотных точек такой границы.

Если в процессе определения границы возникает спор о её местоположении, то межевание земельного участка приостанавливают до решения спора в судебном порядке. Однако, если месторасположение границы (границ) соответствует решению суда, а также требованиям действующих инструктивно-нормативных документов, то отказ одной из сторон от согласования местоположения границы считают необоснованным и это не может являться основанием для приостановления межевания земельного участка.

По окончании определения и согласования границ на местности их результаты оформляют актом. Акт согласования границ земельного участка подписывают исполнитель работ, правообладатель или их представитель. К нему прикладывают схему границ земельного участка, на которой описаны смежные с ним земельные участки. В случае необоснованного отказа участника (участников) процедуры определения и согласования границ от подписи в акте, об этом делает отметку уполномоченный представитель органа местного самоуправления.

Процедура согласования границ не обязательна, если они были ранее установлены и соответствуют требованиям действующих инструктивно нормативным документам.

В этом случае для подтверждения соответствующих данных и проверки правильности опознания и месторасположения межевых знаков исполнитель работ проводит контрольные измерения. Утерянные межевые знаки восстанавливают в соответствии с данными ЕГРН. По результатам проверки в акте согласования границ земельного участка делают запись о согласовании границы при ранее проведенном межевании.

Определив и согласовав границы ЗУ, поворотные точки границы земельного участка на местности, по требованию заказчика работ закрепляют долговременными (постоянными) межевыми знаками. Последние представляют собой вкопанные (забитые) в землю на глубину 0,8-1,0 м деревянные столбы с центром в виде гвоздя или металлические трубы с закрепленной на торце маркой; костыли, дюбели-гвозди, штыри из обрезков арматуры и т. п. с фиксированным на их торце просверленным отверстием, пропиленным крестом. С согласия заказчика межевания допускается закреплять границы земельного участка временными межевыми знаками, обеспечивающими их сохранность лишь на период проведения полевых работ.

На практике часто встречаются случаи, когда граница проходит по контуру расположенных на местности долговременных сооружений (здания и сооружения, кирпичные, металлические или железобетонные ограждения и т.п.). В этом случае граничные точки на местности закрепляют в виде меток на отдельных конструктивных элементах данных сооружений с обязательным последующим описанием их положения (например, по оси, по центру, по стыку и т.п.). Для обеспечения возможности восстановления постоянных межевых знаков при их разрушении или потери, на каждый из них составляют абрис, на котором указывают значения измеренных расстояний с округлением до 0,1 м не менее чем до трех ориентиров — чётких контуров и объектов местности (углы построек, колодцы подземных коммуникаций, столбы электролиний, перекрестки улучшенных грунтовых дорог и т.п.).

### **1.5 Определение местоположения и координат межевых знаков и характерных точек границ земельного участка**

Закрепив на местности положение поворотных точек границы земельного участка межевыми знаками, приступают к определению плоских прямоугольных координат их центров.

Для их определения используют различные методы: спутниковые, геодезические, картометрические, основанные на цифровании карт и планов, фотограмметрические.

При определении местоположения межевых знаков с помощью ГНСС в реальном масштабе времени используют различные способы спутниковых наблюдений. Наиболее точные из них, применяемые при развитии геодезических сетей — способы статики, быстрой статики и реокупации.

Практическая реализация статического способа заключается в одновременном приёме в течение некоторого времени (около 1 ч) сигналов одних и тех же НИСЗ (не менее четырёх) двумя неподвижными спутниковыми приёмниками, установленными на концах базовой линии.

Способы быстрой статики и реокупации являются модификациями статического способа, но в отличие от него менее точные. При использовании режима быстрой статики снижается продолжительность сеанса наблюдений (например: при одновременно «видимых» пяти НИСЗ 15-20 мин, а при шести НИСЗ — не более 10 мин).

Режим реокупации предусматривает выполнение непрерывных в течение всего сеанса спутниковых наблюдений на одном пункте с известными координатами — базовой станции. Второй приёмник сначала устанавливают на другом исходном пункте с известными координатами, на котором выполняют спутниковые наблюдения в течение 10 мин. Затем этот спутниковый приёмник переносят на другие определяемые точки. По истечении 1 ч второй приёмник возвращают на соответствующий исходный пункт и продолжают на нём спутниковые наблюдения. Таким образом, непрерывность измерений на базовой станции сохраняется, а на подвижном приёмнике (ровере) они фиксируются только в начале и в конце часового интервала.

Кроме способа статика используют кинематические способы спутниковых наблюдений: непрерывный, «стой и иди», реального времени.

Непрерывный кинематический режим используют обычно при межевой съёмке, а также определении плоских прямоугольных координат межевых знаков. Он предусматривает установку на базовой станции неподвижного в данном сеансе наблюдений одного приёмника спутниковых сигналов. В это время второй приёмник (ровер) непрерывно перемещается (не прерывая приём сигналов не менее четырёх НИСЗ) по маршруту, включающему определяемые точки.

В отличие от непрерывного кинематического способа, в режиме «стой и иди» делается кратковременная остановка (несколько минут) на определяемом пункте для спутниковых наблюдений

В режиме реального времени после установки спутникового приёмника (ровера) на определяемой точке необходимо его включить (настройка приёмника выполнена заранее). После включения аппаратуры автоматически по каналу GSM войдёт в связь с вычислительным центром ССМЗ, который в свою очередь передаст обратно координаты определяемой точки с указанием средней квадратической погрешности их определения. При достижении нормативной точности определения местоположения исполнитель фиксирует результат. В этот момент в память приёмника спутниковых сигналов записываются полученные результаты. После этого передвигаются на следующую определяемую точку.

Использование геодезического метода предусматривает выполнение двух видов работ. На первой стадии определяют положение (координат) пунктов межевой съёмочной сети, располагаемых вблизи объекта

землеустройства (рисунок 1).

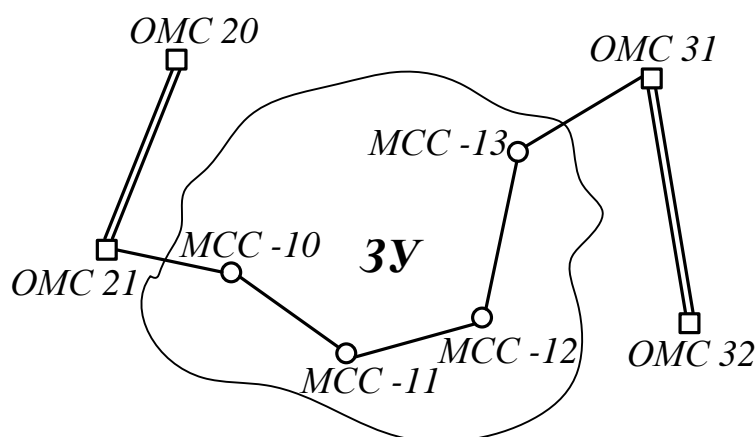


Рисунок 1 — Схема геодезических построений при создании межевой съёмочной сети

Исходной геодезической основой для этого служат пункты опорной межевой сети ОМС1 и ОМС2, а также геодезические пункты государственных, городских и иных геодезических сетей, если их использование при проведении работ обеспечивает нормативную точность межевания земельных участков для различного целевого назначения использования.

На второй стадии, используя пункты межевой съёмочной сети в качестве исходной геодезической основы, определяют обычно полярным способом положение (координаты) межевых знаков, измеряя соответствующие полярные углы  $\beta$  и горизонтальные проложения  $S$  (рисунок 2). Не исключено также применение других методов: прямых угловых засечек, промеров по створу и т.д.

Точность положения пунктов межевых съёмочных сетей характеризуется средними квадратическими погрешностями относительно ближайших пунктов исходной геодезической основы, а точность положения межевых знаков и характерных точек объектов землеустройства — относительно ближайшего пункта межевой съёмочной сети (таблица 1). Эти погрешности нужно учитывать при планировании выполнения геодезических работ при определении плоских прямоугольных координат, как межевых знаков, так и характерных точек объектов землеустройства.



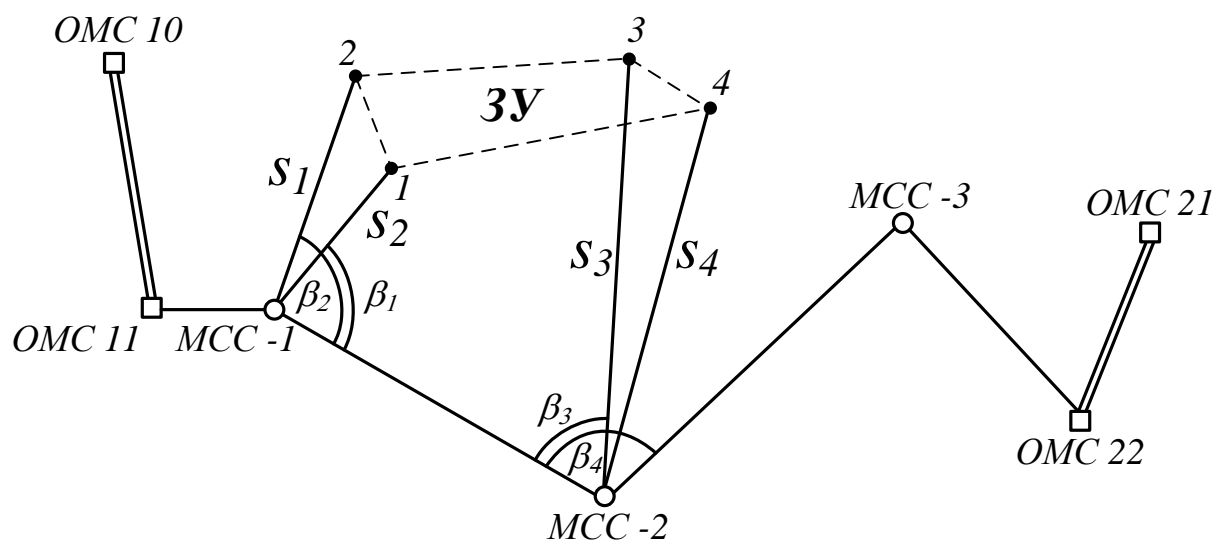


Рисунок 2 — Схема определения положения межевых знаков полярным способом

Таблица 1

Категории земель	Средняя квадратическая погрешность $M_c$ положения пункта межевой съёмочной сети (МСС) относительно ближайшего пункта опорной межевой сети (ОМС) не более, м	Средняя квадратическая погрешность $M_z$ положения межевого знака относительно ближайшего пункта ММС не более, м
Земли поселений (города)	0,10	0,03
Земли поселений (посёлки, сельские населённые пункты), земли, предоставленные для ведения личного подсобного хозяйства, садоводства, огородничества, дачного и индивидуального жилищного строительства	0,20	0,07
Земли промышленности и иного специального назначения	0,50	0,15
Земли сельскохозяйственного назначения; земли особо охраняемых территорий	2,5	0,8
Земли лесного фонда; земли водного фонда, земли запаса	5,0	1,5

## 1.6 Определение площади земельного участка

Площадь земельного участка вычисляют аналитическим способом по плоским прямоугольным координатам межевых знаков, установленным в поворотных точках его границы, полученным в результате соответствующих полевых измерений и вычислительных работ. Для этого используют формулу Гаусса-Крюгера.

Вычисленную площадь земельного участка  $P_{выч}$  сопоставляют с площадью  $P_{док}$ , указанной в документе, удостоверяющем права на землю, или правоустанавливающим документе, и устанавливают значение абсолютного расхождения  $|\Delta P| = |P_{выч} - P_{лок}|$ , которое сравнивают с допустимым расхождением,  $м^2$ .

$$P_{доп} = 3,5 M_t \sqrt{P_{док}} \quad (1)$$

где  $M$  — нормированная средняя квадратическая погрешность положения межевого знака (пункта межевой съёмочной сети) или ее значение, полученное при уравнивании межевой съёмочной сети, м;

$P_{аж}$  — площадь земельного участка, выраженная в квадратных метрах.

Если  $|\Delta P| > \Delta P_{доп}$ , то нужно выполнить анализ причин, которые привели к образованию выявленных расхождений, и представить их в письменной форме в виде заключения заказчику работ по межеванию объекта землеустройства. Это заключение наряду с другими материалами межевания передают заказчику для принятия им решения о дальнейшем продолжении землеустроительных работ.

При  $|\Delta P| < \Delta P_{доп}$  за окончательное значение площади объекта землеустройства принимают вычисленную площадь  $P_{выч}$  с указанием допустимого расхождения  $\Delta P_{доп}$ . Вычисленную площадь  $P_{выч}$  записывают в квадратных метрах, округляя до  $1 м^2$  для земельных участков, расположенных на землях поселений. Для объектов землеустройства, расположенных на других землях, эту площадь можно записывать в гектарах с округлением до 0,01 или 0,1 га. Площадь муниципального образования или другого административно-территориального образования вычисляют по координатам поворотных точек его границ в случае, если это предусмотрено заданием на выполнение работ. В соответствии с ним определяют и оценивают точность вычисления этой площади. Площадь земельного участка, границы которого описаны путём ссылок на соответствующие географические объекты, находят по координатам поворотных точек границы, измеренных графически с точностью, соответствующей данным используемой при этом топографической карты (плана). Соответствующую вычисленную площадь отражают на плане границ или на карте (плане) объекта землеустройства.

## 1.7 Контроль межевания земельного участка

Контроль межевания объектов землеустройства проводят с целью проверки его соответствия принятым и действующим на момент землеустроительных работ техническим условиям и требованиям. При межевании объектов землеустройства контролируют: результаты полевых и камеральных работ и материалы межевания объектов землеустройства. Результаты контроля оформляют соответствующим актом.

В процессе контроля осматривают в натуре межевые знаки и выполняют контрольные измерения. Контроль может быть осуществлён:

— сравнением горизонтального проложения  $S_M$  линии между установленными на местности несмежными межевыми знаками с её горизонтальным проложением  $S_K$ , вычисленным по значениям плоских координат этих же межевых знаков;

— выборочно независимым повторным определением положения установленных на местности межевых знаков геодезическими методами с ближайших пунктов ОМС и положением контрольных полигонометрических (теодолитного) ходов с точностью, обеспечивающей определения положения контролируемых межевых знаков со средней квадратической ошибкой  $M_c$  не ниже нормативной (таблица 1).

По результатам контроля вычисляют:

— абсолютное расхождение в длине контролируемой линии:

$$|\Delta S| = |S_M - S_K| \quad (2)$$

— разности:

$$\delta X = X_M - X_K \text{ и } \delta Y = Y_M - Y_K, \quad (3)$$

где  $X_M$ ,  $X_K$ ,  $Y_M$ ,  $Y_K$  — соответственно плоские прямоугольные координаты, вычисленные при контроле и выписанные из каталога контролируемых межевых знаков.

— абсолютное расхождение в положении контролируемого межевого знака:

$$f = \sqrt{\delta X^2 + \delta Y^2} \quad (4)$$

Контроль заключается в сравнении вычисленных значений  $|\Delta S|$  и  $f$  с их допустимыми значениями, соответственно равными  $|\Delta S|_{\text{дон}} = 2M_c$  и  $F_{\text{дон}} = 2,5 M_c$  (таблицы 1). Если значение  $M_c$  заранее известно, то его принимают по результатам уравнивания. Если вычисленные значения  $|\Delta S|$  и  $f$  не превышают допустимых, то можно считать, что местоположение межевых знаков соответствует нормам точности межевания.

## 1.8 Документальное оформление межевания при формировании объектов землепользования и землеустройства

После проведения землеустроительных работ по межеванию земельного участка составляют землеустроительное дело (межевой план).

**Межевой план** — это документ, который составлен на основе кадастрового плана соответствующей территории, или кадастровой выписки о соответствующем земельном участке, (в нём воспроизведены определенные внесённые в государственный кадастр недвижимости сведения и указаны сведения об образуемых земельных участках).

В межевом плане должны указываться сведения об образуемых одним или нескольких земельных участках в случае выполнения кадастровых работ, в результате которых обеспечивается подготовка документов для представления в орган кадастрового учета заявления о постановке на учет земельного участка или земельных участков, сведения о части или частях земельного участка в случае выполнения кадастровых работ, в результате которых обеспечивается подготовка документов для представления в орган кадастрового учёта заявления об учёте одной части или нескольких частей земельного участка, новые необходимые для внесения в государственный кадастр недвижимости сведения о земельном участке или земельных участках в случае выполнения кадастровых работ, в результате которых обеспечивается подготовка документов для представления в орган кадастрового учета заявления об учёте изменений земельного участка или земельных участков.

Если местоположение границ земельных участков подлежит обязательному согласованию, межевой план должен содержать сведения о проведении такого согласования.

Межевой план состоит из двух основных по значимости частей: текстовой и графической.

В текстовой части межевого плана отражают необходимые для внесения в государственный кадастр недвижимости сведения об одном, либо нескольких земельных участках в объёме, установленном органом нормативно-правового регулирования в сфере кадастровых отношений, а также в случае сведения о согласовании местоположения границ земельных участков в форме акта согласования местоположения таких границ.

В графической части межевого плана воспроизводятся сведения кадастрового плана соответствующей территории или кадастровой выписки о соответствующем земельном участке. Также указываются местоположение границ образуемых земельного участка или земельных участков, либо границ части или частей земельного участка, уточняемых границ земельных участков, доступ к образуемым земельным участкам (проход или проезд от земельных участков общего пользования), в том числе путём установления сервитута.

Как правило, Межевой план оформляется на бумажном носителе в количестве не менее двух экземпляров, один из которых предназначен для представления в орган кадастрового учета вместе с соответствующим заявлением, а второй и последующие экземпляры в соответствии с договором

о выполнении кадастровых работ — для передачи заказчику кадастровых работ.

Он оформляется на листах формата А4. Разделы «Схема геодезических построений», «Схема расположения земельных участков» и «Чертёж земельных участков» могут оформляться на листах больших форматов.

Межевой план на бумажном носителе должен быть прошит и скреплен подписью и оттиском печати кадастрового инженера.

Подпись и оттиск печати кадастрового инженера проставляются на титульном листе межевого плана, на обороте последнего листа межевого плана, а также в акте согласования местоположения границы земельного участка.

На титульном листе указывается дата подготовки окончательной редакции межевого плана кадастровым инженером (дата завершения кадастровых работ).

Отметка о поступлении в орган кадастрового учёта межевого плана, оформленного на бумажном носителе, заполняется на титульном листе межевого плана специалистом органа кадастрового учёта при регистрации заявления и необходимых для кадастрового учёта документов.

Представление Межевого плана в орган кадастрового учёта может быть оформлено на электронном носителе в виде электронного документа, заверенного электронной цифровой подписью кадастрового инженера. Представление в орган кадастрового учёта межевого плана на бумажном носителе в указанном случае не требуется.

Форма межевого плана и требования к его подготовке устанавливаются органом нормативно-правового регулирования в сфере кадастровых отношений.

## **2 ПЕРЕНЕСЕНИЕ ПРОЕКТА В НАТУРУ**

### **2.1 Способы перенесения проекта в натуру**

Перенесение проекта землеустройства в натуру заключается в закреплении на местности границ хозяйств, участков, севооборотов, дорог, лесных полос, каналов, различных гидромелиоративных, агролесомелиоративных, противозрозионных и других объектов.

Технически перенесение в натуру представляет действие, обратное съёмке, т.е. при перенесении проекта в натуру границы участков с плана переносят на местность. Следовательно, точность перенесения проекта в натуру можно приравнять к точности съёмки.

От перенесения проекта в натуру как завершающей стадии землеустроительных работ в большой степени зависит точность расположения на местности участков, параллельность или перпендикулярность их сторон, расхождение действительных площадей участков на местности с площадями, указанными в экспликациях. Вместе с

тем правильно выбранным методом перенесения проекта в натуру не исправить геодезически не точно составленного землеустроительного проекта, зато неправильно выбранным методом перенесения землеустроительного проекта в натуру можно свести на нет точность, полученную в процессе проектирования.

Перенесение проектных точек в натуру осуществляется путём геодезических построений на местности, выполняемых с помощью мерной ленты (рулетки), теодолита, тахеометра, светодальномера и других технических средств измерений.

Выбор приборов и методов геодезических построений зависит от формы объекта, наличия исходных пунктов геодезической опоры, а также от требуемой точности взаимного положения проектных точек.

Перенесение проекта в натуру производится следующими методами:

- промеров – мерным прибором (лентой, рулеткой, светодальномером)

- угломерным – теодолитом, тахеометром с мерным прибором;

- графическим – мензулой.

Применение этих методов возможно для любого землеустроительного проекта и на материале любого вида съёмки, однако целесообразность применения того или иного метода зависит от следующих факторов:

- технических требований к параллельности и перпендикулярности сторон проектируемых участков;

- способа проектирования, который применяется при составлении проекта землеустройства;

- топографических условий местности;

- вида проектных линий;

- вида планово-картографического материала, использованного при проектировании.

В пределах одного землепользования перенесения проекта в натуру может быть произведено различными методами.

## **2.2 Подготовка геодезических данных для перенесения проекта в натуру**

При выборе порядка действий по перенесению проекту в натуру стремятся к тому, чтобы исполнение их отличалось наибольшей простотой, достаточной технической точностью. Поэтому, перед перенесением проекта в натуру производят подготовительные работы.

Подготовительные работы при перенесении проекта в натуру состоят из следующих этапов:

- осмотр местности;

- установление методов перенесения проекта в натуру;

- сгущение пунктов геодезического обоснования;

- определение величины промеров (проектных отрезков) и углов и

подписывания их на проектном (рабочем) плане;

— составление разбивочного чертежа переноса проекта.

При подготовке данных для перенесения проекта в натуру надо помнить, что длины линий, полученные в процессе проектирования или взятые с плана графически, представляют собой горизонтальные проложения.

Для перемещения этих линий на наклонной местности к горизонтальным проложениям вычисляют поправки за наклон по формуле:

$$\Delta S = \frac{h}{2d}, \quad (5)$$

где  $h$  — превышение между крайними точками линии, взятыми по горизонталям плана;

$d$  — горизонтальные проложения линии.

Если проектирование выполнялось графическим способом или механическим способом и не производились вычисления для соблюдения строгой параллельности сторон участков, то поправку за наклон вводят при углах наклона более  $5^\circ$ , а при аналитическом способе проектирования — более  $1,5^\circ$ .

При подготовке данных перенесения проектных решений методом промеров на плане измеряют все необходимые для перенесения проекта в натуру длины линий от твердых или контурных точек до проектных точек. Длины измеряемых отрезков увязывают с общей длиной линии, по которой определялись эти отрезки.

Допустимые расхождения в сумме измеренных отрезков рассчитывают в зависимости от того, как определена длина всей линии.

Если длина всей линии была измерена по плану графически или на местности, то допустимую невязку определяют по формуле:

$$f_L^{\text{дон}} = (0,16\sqrt{n+1}) \text{ мм}, \quad (6)$$

где  $n$  — число отрезков.

Если длина всей линии была получена вычислением по координатам, то допустимая невязка определяется по формуле:

$$f_L^{\text{дон}} = (0,16\sqrt{n+5}) \text{ мм}, \quad (7)$$

где  $n$  — число отрезков.

Если невязка в сумме отрезков допустима, то её распределяют с обратным знаком на каждый отрезок прямо пропорционально их длине.

Все проектные отрезки исправляют поправками за наклон, вычисленными по формуле (38).

С помощью угломерного метода переносят в натуру проектируемые границы полей и рабочих участков, представленные ломаными линиями. Для этого проектируют разомкнутый теодолитный ход между твердыми точками.

Если проектирование производилось аналитическим способом, то все геодезические данные (углы и линии), необходимые для перенесения в натуру, вычисляют в процессе проектирования.

При графическом или механическом способе проектирования существуют два способа графического определения геодезических данных для проложения проектного теодолитного хода.

При первом способе углы измеряются транспортиром, линии — измерителем. В этом случае углы увязывают между исходными дирекционными углами — конечной и начальной точками хода. Для повышения точности проложения хода, транспортиром измеряют дирекционные углы сторон хода, а по ним вычисляют углы между сторонами, при этом исходные дирекционные углы не измеряют, а принимают их аналитические значения (из ведомостей, каталогов и др.). В этом случае не возникает необходимости увязывать углы, так как угловая невязка окажется равной нулю. Однако этот способ вследствие его малой точности применяют редко.

При втором способе углы и расстояния рассчитывают по аналитическим координатам исходных точек и графическим координатам проектных точек, решая обратные геодезические задачи.

Длины и дирекционные углы линий проектного хода находят, используя формулы:

$$tg = \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i}, \quad (8)$$

$$S = \frac{y_{i+1} - y_i}{\sin \alpha} = \frac{x_{i+1} - x_i}{\cos \alpha}, \quad (9)$$

где  $x_i, y_i$  — координаты предыдущей точки хода;

$x_{i+1}, y_{i+1}$  — координаты последующей точки хода;

$\alpha$  — дирекционный угол.

По найденным дирекционным углам вычисляют горизонтальные углы (правые) проектного хода. Длины линий вычисляют дважды, за основу берут длину, полученную по большей разности координат. Вычисленные длины линий исправляют поправками за наклон.

При проектировании границ земельных участков, встречаются случаи, при которых граница на определенном участке не прямолинейна. При этом кривые будут иметь различную форму, но обычно их проектируют как круговые кривые, т.е. части окружности постоянного радиуса.

Подготовку данных для выноса круговой кривой производят в два этапа. На первом этапе определяют на местности положение главных точек кривой: начала кривой (НК), середины кривой (СК) и конца кривой (КК). Для этого по проектному углу поворота  $\varphi_1$  или  $\varphi_2$  и проектному радиусу  $R_1$  или  $R_2$  вычисляют значение тангенса соответствующей кривой  $T$ , равного отрезкам  $AO$  и  $OC$ , длину кривой  $K$ , длин дуги  $ABC$  и биссектрисы кривой  $B = OB$  (рисунок 3).



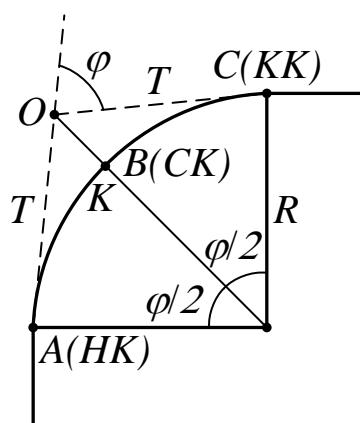


Рисунок 3 — Разбивка кривой в главных точках

Вычисления проводят по формулам:

$$T = R \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}, \quad (10)$$

$$B = R(\sec \frac{\varphi}{2} - 1), \quad (11)$$

$$K = \pi R \frac{\varphi}{180^\circ} \quad (12)$$

Однако точек  $A$ ,  $B$  и  $C$  недостаточно для обозначения кривой на местности. Поэтому на втором этапе делают детальную разбивку кривой, для чего используют различные способы, например способ прямоугольных координат (рисунок 4).

Для этого необходимо определить положение промежуточных точек  $1, 2, \dots, n$ , которые разбивают всю кривую  $K$  на дуги  $k$  одинаковой длины. Размер дуги  $k$  принимают в зависимости от радиуса кривой  $R$ : чем больше радиус, тем больше может быть значение  $k$  (обычно от 1 до 20 м). По значению кривой  $k$  определяют плоские прямоугольные координаты  $X$  и  $Y$  точек  $1, 2, \dots, n$ . Начало координат совмещают с началом или концом кривой, а за координатные оси принимают линии касательных и перпендикуляры к ним. Прямоугольные координаты промежуточных точек кривой определяют по формулам:

$$X_1 = R \sin \gamma, \quad Y_1 = 2R \sin^2 \frac{\gamma}{2}, \quad (13)$$

$$X_2 = R \sin 2\gamma, \quad Y_2 = R \sin^2 \gamma \text{ и т.д.} \quad (14),$$

где  $\gamma = 180^\circ \frac{k}{\pi R}$ .

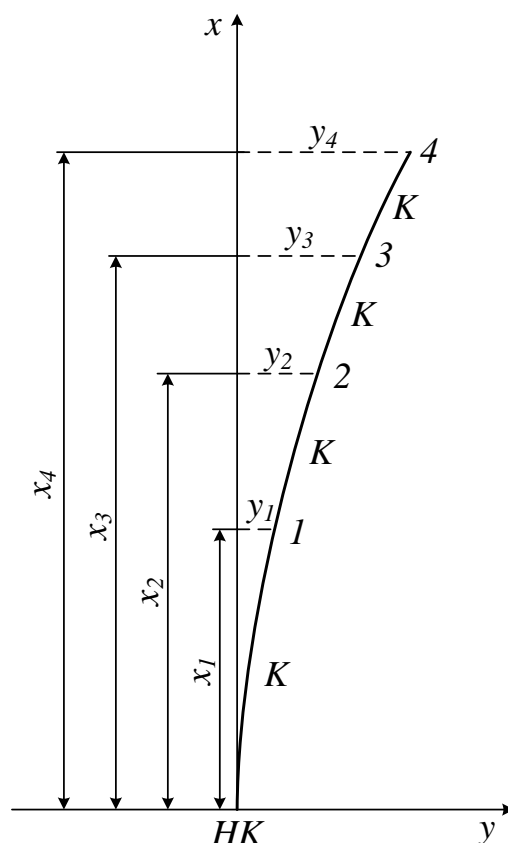


Рисунок 4 — Разбивка кривой способом прямоугольных координат

### 2.3 Составление разбивочного чертежа для перенесения проекта в натуру

После перенесения на проектный план всех запроектированных объектов выписывают результаты измерений и вычислений, выбирают наиболее подходящие методы перенесения проектных точек на местность и составляют разбивочный (рабочий) чертёж, который является цифровой моделью запроектированных объектов.

Разбивочный чертёж является техническим документом и прикладывается к техническому делопроизводству.

Разбивочные чертежи составляют в масштабе проектного плана, только на те части землепользования, на которые проект будет переноситься в течение одного-трёх рабочих дней.

На разбивочный (рабочий) чертёж наносят: проектные границы, величины проектных углов и линий; исходные пункты геодезической основы; контуры ситуации, облегчающие нахождение на местности точек геодезического обоснования; номера полей и севооборотов, гуртовых участков и загонов очередного стравливания, кварталов садов и виноградников и др.

На разбивочном (рабочем) чертеже чёрным цветом принято изображать существующие на местности границы, контуры угодий и относящиеся к существующим границам надписи геодезических данных (румбы, длины

линий), а красным цветом — все проектируемое: границы, номера участков, геодезические данные. При этом новые проектируемые теодолитные ходы, вспомогательные магистральные линии и относящиеся к ним геодезические данные лучше показывать другим цветом (синим, фиолетовым).

В хорошо продуманных чертежах соблюдается определенный порядок в расположении надписей. Если в створе опорной линии находится несколько проектных точек, то расстояния до них выписывают на разбивочном чертеже по направлению выбранного хода методом накопления длины от начального исходного пункта до конечного.

Для перенесения в натуру границ приусадебных и садово-огороднических земельных участков длину проектных отрезков вычисляют и выписывают на разбивочный (рабочий) чертёж с точностью до 0,01 м. Для проектных точек границ фермерских (крестьянских) хозяйств, сельских населенных пунктов и других объектов, спроектированных по результатам измерений на местности, значения отрезков линий округляют до 0,1 м, а для перенесения границ полей севооборотов, кормовых угодий и других земельных участков, спроектированных на плане, эти данные округляют до целых метров.

## 2.4 Основные способы выноса в натуру планового положения проектных точек

*Способ промеров по створу* применяют, когда проектные точки  $P_1, P_2, \dots, P_n$ , которые получаются при проектировании находятся в створе опорной линии 1-2 (рисунок 5).

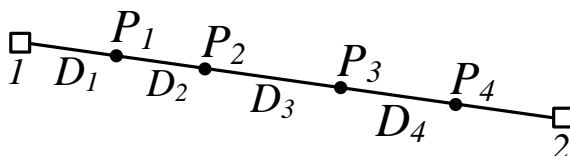


Рисунок 5 — Схема перенесения точек на местность способом промеров

В камеральных условиях аналитически или по данным проекта определяют отрезки  $S_1, S_2, \dots, S_n$ . В полевых условиях инструментально провешивают исходную линию и откладывают в её створе отрезки  $D_1, D_2, \dots, D_n$ .

При использовании мерной ленты ожидаемую придельную невязку ожидают в конце хода можно рассчитать по формуле:

$$f_L^{\text{дон}} = 2\sqrt{N \times m_D^2 + m_L^2}, \quad (15)$$

где  $D$  — средняя длина отрезка на местности;

$N$  — число отрезков от точки  $A$  до  $B$ ;

$L$  — общая длина опорной линии АВ на местности;

$m_D$  — средняя квадратическая погрешность взаимного расположения опорных пунктов 1 и 2 на местности.

Если полученная невязка  $f_L \leq f_L^{don}$ , то предварительно установленные точки перемещают пропорционально расстояниям от начального опорного пункта на величину  $\delta_{P_k} = -\sum_{i=1}^{l_1} D_i \frac{f_L}{L}$ , после чего окончательно закрепляют на местности строго по створу опорной линии. Тогда средняя квадратическая погрешность положения проектной точки  $P_{cp}$ , расположенной в середине хода, приближенно соответствует величине:

$$m_{P_{cp}} = \sqrt{\frac{N \times m_D^2}{4} + m_\phi^2}, \quad (16)$$

где  $m_\phi$  — средняя квадратическая погрешность фиксированной точки  $P_{cp}$  при её закреплении.

**Способ перпендикуляров** используют, когда проектные точки  $P_1, P_2, \dots, P_n$  могут быть определены от опорной линии 1-2 с помощью двух отрезков (рисунок 6), один из которых откладывают по направлению линии, а другой перпендикулярно ей. В зависимости от требуемой точности при построении прямого угла можно применять мерную ленту ( $D_2 < 5$  м), экер ( $5 \text{ м} \leq D_2 \leq 25$  м), теодолит ( $D_2 > 25$  м).

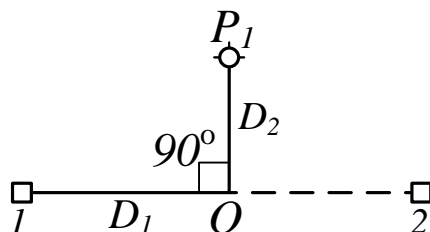


Рисунок 6 — Схема перенесения точек на местность способом перпендикуляров

Полевые работы при реализации этого способа сводятся к следующему: от исходной точки в створе направления линии 1-2 откладывают отрезок  $D_1$  и намечают исходную точку  $O$ . В этой точке строят прямой угол и по полученному направлению откладывают отрезок  $D_2$ , конец которого закрепляют знаком. В результате на местности получают проектную точку  $P$ .

Среднюю квадратическую погрешность положения любой проектной точки  $P$  относительно исходного линии можно рассчитать по формуле:

$$m_{P_\rho}^2 = m_{D_1}^2 + m_{D_2}^2 \left( m_\beta / \rho \right)^2 D_2^2 + m_\phi^2 \quad (17)$$

**Способ полярных координат** применяют при перенесении в натуру проектных точек  $P_1, P_2, \dots, P_n$  построением проектного горизонтального угла и откладывании по полученному направлению проектных расстояний  $D_1, D_2, \dots, D_n$  с помощью теодолита, мерной ленты или других приборов, позволяющих выполнить указанные построения (рисунок 7).

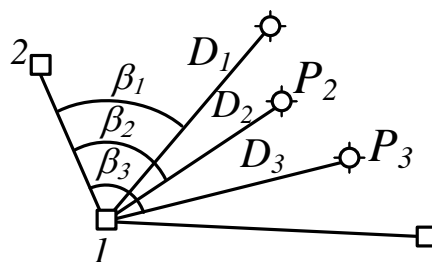


Рисунок 7 — Схема перенесения точек на местность способом полярных координат

Среднюю квадратическую погрешность положения любой проектной точки  $P$  относительно исходного пункта  $I$  (полюса) можно рассчитать по формуле:

$$m_p = \sqrt{m_D^2} + \left( \frac{m_\beta}{P} \times D \right)^2 + m_\phi^2, \quad (18)$$

где  $m_\beta$  — средняя квадратическая погрешность построения углов  $\beta$ , либо дирекционного угла  $\alpha_{AP}$ , если полярная ось АВ проходит через пункты съемочной сети.

**Способ проектного теодолитного хода** применяют при перенесении в натуру границ, представленных ломанными линиями и в натуру переносятся вершины углов поворотов границ (рисунок 8).

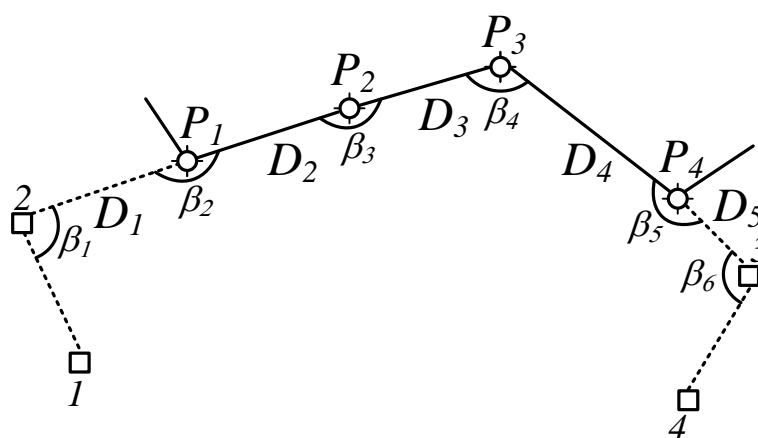


Рисунок 8 — Схема перенесения точек на местность способом проектного теодолитного хода

Исходными данными при выносе в натуру проектных точек  $P_1, P_2, \dots, P_n$  служат их проектные координаты. Камеральные работы по подготовке исходных данных заключаются в решении обратных геодезических задач и вычислении правых (левых) по ходу лежащих горизонтальных проектных углов.

Перенесение на местность проектного теодолитного хода начинают с исходного пункта, положение которого на местности известно.

В точке 2 устанавливают теодолит (тахеометр), а в точке 1 — веху. Теодолит (тахеометр) приводят в рабочее положение и строят правый по ходу горизонтальный угол  $\beta_1$ . При этом устанавливают отсчёт по горизонтальному

кругу теодолита, равный вершине угла  $\beta_1$ , и закрепляют алидаду, вращая лимб вместе с алидадой, зрительную трубу наводят на веху в точке  $I$  и закрепляют лимб. Открепив алидаду и вращая её, ставят отсчёт по горизонтальному кругу, равный  $0^\circ$ . При этом положении зрительная труба укажет на проектную точку  $P_1$ . В полученном направлении, несколько больше, чем длина линии  $S_{2-P_1}$  ставят по теодолиту веху.

Далее строят левый угол  $\lambda$  ( $\lambda = 360^\circ - \beta_{23}$ ). Ставят отсчёт по горизонтальному кругу теодолита, равный  $0^\circ$ , и закрепляют алидаду. Вращая лимб (вместе с алидадой), наводят зрительную трубу на веху в точке  $I$  и закрепляют лимб. Затем открепляют алидаду и вращают её до получения отсчета по горизонтальному кругу, равному углу  $\lambda_1$ . При этом положении зрительная труба укажет на проектную точку  $P_1$ . В этом направлении устанавливают вторую веху. Из двух положений вех устанавливают среднее. После этого от точки 2 отмеряют расстояние  $S_{2-P_1}$  и в конце его забивают колышек. Отмеренное расстояние контролируют повторным измерением.

Подобным образом переносят в натуру все остальные точки проектного теодолитного хода.

В результате накопления погрешностей при проложении проектного хода в натуре получается линейная невязка у исходной точки.

Приближенно вычисляют величину допустимой невязки, при этом относительная линейная невязка должна быть не более  $1/700$ , в коротких ходах  $1/600$ . Допустимую невязку распределяют в натуре по способу параллельных линий. Направление невязки в конечной точке хода и поправок в положение проектных точек определяют по буссоли, а линейную невязку и поправки вводят в положение точек с помощью рулетки.

Окончательное положение проектных точек закрепляют знаками (колышками).

Точность положения проектных точек на местности зависит от точности построения углов и отложения длины проектных линий. Наибольшую ошибку следует ожидать в середине теодолитного хода. Среднюю квадратическую погрешность в положении точки, находящейся в середине вытянутого проектного теодолитного хода с равными сторонами и увязанного на местности по способу параллельных линий, можно вычислить по формуле:

$$m_p^2 = \frac{N}{4} m_D^2 + \frac{(N^2 + 2)}{48N} \frac{m_\beta^2}{\rho^2} (\sum D)^2 + m_\phi^2, \quad (19)$$

где  $N$  — число сторон проектного теодолитного хода;

$m_D$  — средняя квадратическая погрешность отклонения сторон проектного теодолитного хода;

$m_\beta$  — средняя квадратическая ошибка построения проектного горизонтального угла;

$\sum D$  — длина проектного теодолитного хода.

**Способ прямой угловой засечки** применяют, когда на местности

имеется густая сеть исходных пунктов или невозможно провести соответствующие линейные измерения (рисунок 9).

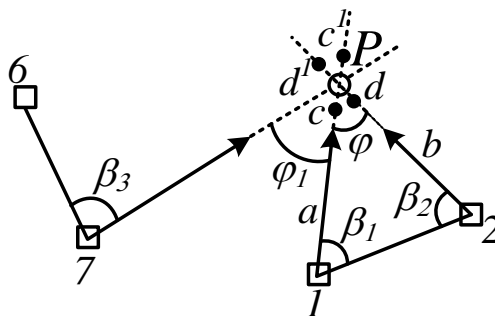


Рисунок 9 — Схема перенесения точек на местность способом прямой угловой засечки

Подготовка исходных данных для перенесения в натуру заключается в вычислении проектных углов  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$  по дирекционным углам соответствующих направлений. Проектный угол  $\beta_3$  необходим для контроля полевых измерений.

Построение проектных углов на местности выполняют одним или двумя теодолитами. Для этого в каждом из пунктов 1 и 2 строят при двух положениях вертикального круга соответственно проектные углы  $\beta_1$  и  $\beta_2$ . Положение проектной точки  $P$  получают на пересечении направлений 1- $P$  и 2- $P$ . Для этого в месте примерного пересечения лучей на каждом из направлений намечают по две точки  $c$  и  $c'$ ,  $d$  и  $d'$ . Затем натягивают шпагат соответственно между точками  $c$  и  $c'$ ,  $d$  и  $d'$  и в пересечении отмечают на местности положение точки  $P$ .

Точность перенесения точки  $P$  на местность зависит от точности построения проектных углов, значения угла  $\varphi$  при выносимой точке  $P$  и расстояний  $a$  и  $b$  от исходных пунктов до определяемой точки.

Среднюю квадратическую погрешность в положении проектной точки относительно исходных пунктов можно вычислить по формуле:

$$m_P = \frac{m_\beta}{\rho \sin \varphi} \sqrt{a^2 + b^2}, \quad (20)$$

где  $m_\beta$  — средняя квадратическая ошибка построения проектного горизонтального угла;

$$\rho = 206265''.$$

При выборе исходных пунктов для перенесения на местность точки  $P$  необходимо стремиться, чтобы угол был не менее  $40^\circ$  и не более  $140^\circ$ . Наилучшим вариантом в отношении точности определения положения проектной точки будут тот, при котором стороны  $a$  и  $b$  будут примерно равными между собой, а угол  $\varphi = 109,5^\circ$ .

**Способ линейной засечки** применяют, когда на местности имеется достаточно плотная сеть исходных геодезических пунктов и расстояния от них до проектных точек не превышают 10-20 м (рисунок 10).

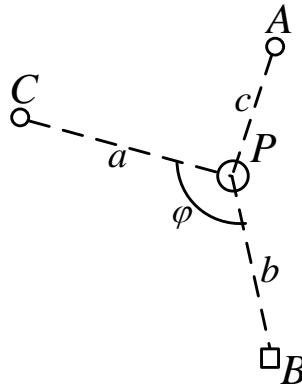


Рисунок 10 — Схема перенесения точек на местность способом линейной засечки

Подготовка исходных данных для перенесения в натуру заключается в вычислении расстояний  $a$  и  $b$ , решая обратные геодезические задачи.

На местности от исходных пунктов  $A$  и  $B$  с помощью рулетки радиусами, равными отрезкам  $a$  и  $b$ , описывают дуги, в месте пересечения которых будет находиться проектная точка  $P$ , её положение на местности закрепляют геодезическим знаком. Для повышения точности определения местоположения точки  $P$  необходимо, чтобы угол  $\varphi$  был не менее  $40^\circ$  и не более  $140^\circ$ . Наилучшим вариантом, будет тот, при котором угол  $\varphi = 90^\circ$ . Для контроля выноса в натуру проектной точки необходимо иметь ещё одну дополнительную исходную точку  $C$  и от неё измерить расстояние до проектной точки  $P$ .

Точность перенесения точки  $P$  на местность зависит от точки отложения длины отрезков  $a$  и  $b$  и значения угла  $\varphi$  при этой точке. Среднюю квадратическую погрешность положения проектной точки на местности относительно исходных пунктов можно вычислить по формуле:

$$m_H^2 = (m_a^2 + m_b^2) / \sin^2 \varphi + m_\varphi^2, \quad (21)$$

где  $m_a$  и  $m_b$  — средние квадратические погрешности отложения соответствующих отрезков.

При равенстве этих погрешностей, когда  $m_a = m_b = m_s$  и при  $m_\varphi = 0$ , формула (54) приобретает следующий вид:

$$m_P = m_s \sqrt{2} / \sin \varphi \quad (22)$$

**Перенесения в натуру круговых кривых.** Для этого на местности от точки  $O$  по касательным откладывают значение тангенса кривой  $T$  и получают точки  $A$  и  $C$ . В отношении линии  $OA$  строят, используя теодолит (тахеометр) при точке  $O$  угол, равный  $90^\circ - (\varphi/2)$ , и по полученному направлению откладывают биссектрису кривой  $B = OB$ . Детальную разбивку кривой начинают с откладывания от начала кривой абсциссы  $X_1$  (рисунок 10). В полученной точке  $1'$  строят прямой угол и по полученному направлению откладывают отрезок  $Y_1$ . Аналогично получают на местности все другие промежуточные точки. Разбивают кривую от ее начала до ее середины, а затем от конца кривой до середины. Промежуточные точки



закрепляют на кривой.

## **2.5 Характеристика точности площадей участков, перенесенных в натуру**

Учесть влияние погрешностей перенесения проекта в натуру на точность площадей участков очень сложно, так как часть границ участка, перенесенных в натуру, может опираться на ранее проложенные теодолитные ходы, часть — на точки контуров ситуации, одни границы участка переносятся в натуру одним способом, другие — другим, определение положения одних точек зависит от других и т.д.

Если говорить о приближенных способах учёта погрешностей перенесения проекта в натуру, то точность перенесения проекта в натуру зависит от двух основных этапов: камерального определения геодезических данных для перенесения проектам в натуру и полевых измерений при перенесении проекта.

Рассмотрим пять случаев определения суммарной погрешности площадей проектных участков.

1. Если проектирование участков произведено аналитическим способом. Погрешность площади участка будет зависеть только от погрешностей измерений на местности при съёмке и при перенесении проекта в натуру и выразиться приближённой формулой:

$$m_p = P / 2000, \quad (23)$$

если принять среднюю квадратическую погрешность измерения линии мерным прибором равной 1:2000.

2. Если проектирование произведено графическим способом и опорными при проектировании служили нанесённые на план пункты теодолитных ходов. Перенесение в натуру выполнено методом промеров или угломерным. На погрешность площади будут влиять погрешность измерений углов и линий на местности; погрешности нанесения точек теодолитного хода на план по координатам; погрешности, свойственные графическому способу проектирования, а так же погрешности определения промеров по плану, и их влияние на погрешность площади выразиться формулой:

$$m_{P(за)} = 0,01 \frac{M}{10000} \sqrt{P_{(за)}}, \quad (24)$$

где М — знаменатель численного масштаба плана.

Если промеры, вычисленные в процессе проектирования, не определялись вновь для перенесения в натуру, их учитывать не следует.

Погрешности перенесения проекта в натуру и погрешности съёмки следует учитывать совместно, т.к. одна часть границ участка получена при съёмке и нанесена на план по координатам, а другая часть, взята с плана по координатам её концов с теми же погрешностями, с которыми точки наносятся на план. Поэтому эта часть границ переносится в натуру с такими же погрешностями, с которыми производится съёмка.

3. Если проектирование участков произведено графическим способом,

и опорными для перенесения проекта в натуру служили точки контуров ситуации, то учитывают погрешность положения точек контуров ситуации на плане; погрешности, свойственные графическому способу проектирования; погрешности графического определения промеров на плане, влияние которых на площадь участка выразится формулой (24). Погрешностями измерения линий мерным прибором в процессе перенесения проекта в натуру можно пренебречь, т.к. они малы по сравнению с другими погрешностями.

4. Если проектирование участка произведено планиметром и опорными для перенесения проекта в натуру служат нанесённые на план пункты теодолитных ходов, а перенесение проекта произведено методом промеров или угломерным методом, то учитывают погрешности нанесения точек теодолитного хода на план по координатам; погрешности, свойственные графическому способу проектирования, погрешности, свойственные механическому способу проектирования; погрешности графического определения промеров на плане, влияние которых на площадь участка выразится формулой (24).

5. Если проектирование участка произведено планиметром и опорными служили точки контуров ситуации, перенесение проекта выполнено методом промером, то учитывают положения точек контуров ситуации на плане; погрешности, свойственные механическому способу проектирования; погрешности графического определения промеров на плане, влияние которых на площадь участка выразится формулой (24).

При применении графоаналитического способа проектирования погрешности площадей становятся значительно меньше, чем при графическом способе и приближаются к результатам, получаемым аналитическим способом. Проектирование набором контуров можно отнести к пятому случаю, комбинирование механического способа с графическим — к четвёртому или пятому случаю, в зависимости от вида геодезического обоснования, используемого при перенесении проекта в натуру.