

Задачи инженерной геодезии в строительстве

Геодезические работы в строительстве регламентируются следующими основными документами:

1. СП 126.13330.2012 Геодезические работы в строительстве. Актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84. В этом нормативном документе содержатся требования к геодезической разбивочной основе, разбивочным работам, контролю точности выполнения строительного-монтажных работ и определяются условия обеспечения точности геодезических измерений.

2. СНиП 11-02-96 Инженерные изыскания для строительства.

3. СП 11-104-97 Инженерно-геодезические изыскания для строительства.

4. СНиП 3.03.01-87 Несущие и ограждающие конструкции. Содержит сведения о точности выноса в натуру и установки в проектное положение несущих конструкций объектов.

5. СНиП 3.02.01-87 Земляные сооружения. Основания и фундаменты.

6. ГОСТ 24846-2012 Грунты. Методы измерения деформаций оснований зданий и сооружений.

В них содержатся сведения о требованиях, предъявляемых к инженерно-геодезическим изысканиям: плотность пунктов геодезической основы, методы ее создания, требования к точности измерений и т.д.

Кроме того, в практике производства геодезических работ в строительстве используются нормативные документы, ГОСТы, связанные с применением геодезических приборов, терминологии, технологией измерений.

Промышленное и жилищное строительство, реконструкция и благоустройство промышленных предприятий и населенных мест осуществляется по следующим стадиям:

1. Изыскания.

2. Проектирование.

3. Строительство.

4. Эксплуатация сооружения.

На стадии изысканий геодезические работы заключаются в получении планов или карт территории строительства путем топографических съемок местности различными способами. Задача – дать качественную топографическую основу для проектирования строительства.

Геодезическими работами на стадии проектирования являются: вертикальная планировка территории горизонтальной или вертикальной плоскостями под строительство какого-либо сооружения, построение продольного профиля трассы и поперечных профилей при проектировании сооружений линейного

типа, подготовка разбивочных данных для выноса проекта сооружения на местность и т.д. Все материалы проекта планировки оформляются графически на топографической основе в масштабах 1:5 000 – 1:10 000. К проекту прилагается пояснительная записка.

При строительстве крупных и сложных объектов составляются генеральные планы на каждый отдельный элемент: генеральный план благоустройства, генеральный план подземных сооружений и т.д. Генеральным планом строительного объекта называют основной чертеж (масштаб 1:500, 1: 2 000), представляющий собой изображение на бумаге границ объекта, всех зданий, подземных, наземных и воздушных сооружений и устройств, составляющих комплекс проектируемого объекта, проектируемого озеленения и сохраняющейся существующей растительности, проектируемого вновь и сохраняющегося естественного рельефа. Он является неотъемлемой частью стадий проектирования и строительства, отражает сущность проекта и является основой для воплощения последнего в натуре.

При составлении генеральных планов производится увязка существующих и проектируемых объектов в смысле их правильного размещения в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Все работы, связанные с выявлением наиболее рационального расположения проектируемых объектов, их взаимной ориентировкой в горизонтальной плоскости, отвода под застройку участка определенных размеров, называют горизонтальной планировкой. Следует отметить, что работы, связанные с получением на местности точек, углов и линий в горизонтальной плоскости, называют работами по переносу в натуру проекта горизонтальной планировки. Все необходимые данные для расчетов и выноса берут с генерального плана.

В отличие от нее вертикальная планировка есть размещение элементов строительного объекта по высоте. Горизонтальная планировка всегда предшествует вертикальной, но неразрывно связана с ней. Расчет горизонтальной планировки может вестись либо графоаналитическим способом (при отсутствии существующих капитальных сооружений), либо аналитическим. В последнем случае относительно зданий и сооружений, положение которых в процессе планировки площадки не изменяется, аналитически рассчитывается положение красных линий. Красной линией застройки называется граница между улицей и кварталом. Параллельно красной линии на расстоянии 6 метров – для магистральных улиц и 3 метров для жилых улиц, располагается линия регулирования застройки, за пределы которой не должны выступать здания и сооружения. Промежуток между красной линией и линией регулирования застройки используется для озеленения и прокладки подземных инженерных сетей. В стесненных условиях эти линии совмещают.

В натуре красные линии закрепляются знаками, на которые передаются координаты и абсолютная отметка. Впоследствии эти знаки используются для выноса сооружения в натуру.

Все здания и сооружения на генеральном плане, а затем и в натуре, задаются характерными линиями, называемыми осями. Различают три вида осей: главные, основные и дополнительные (рис. 83).

Главные оси – это взаимно перпендикулярные прямые линии, относительно которых здание или сооружение располагается в основном симметрично.

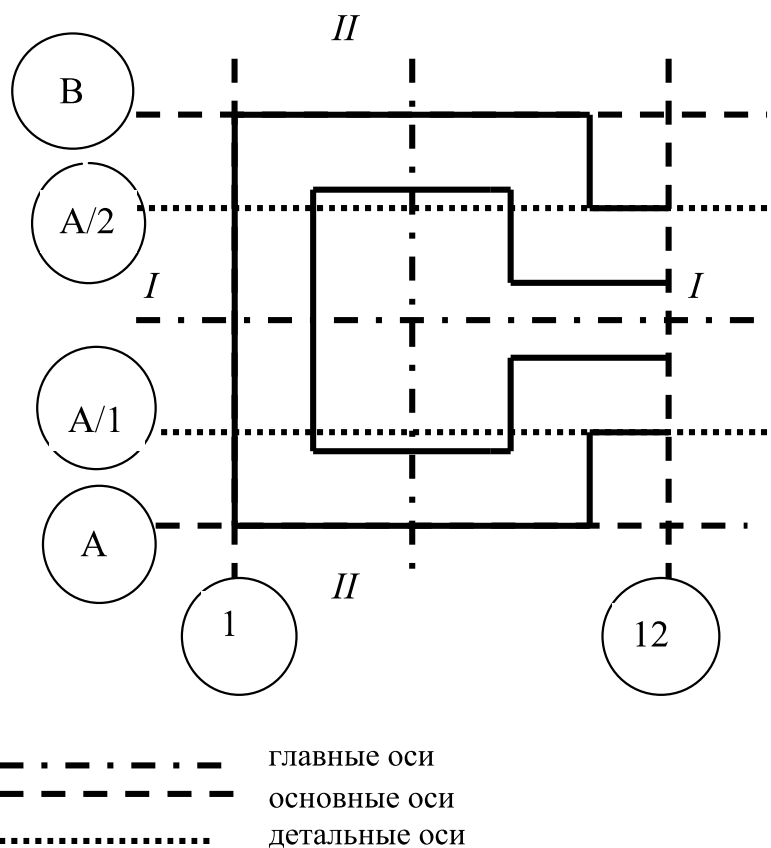


Рис. 83. Схема осей зданий и сооружений

Основные оси – это прямые линии, образующие внешний контур здания или сооружения в плане. Это самый распространенный в строительстве вид осей. Взаимное расположение главных и основных осей должно быть определено с высокой точностью, так как они служат основой детальной разбивки всего сооружения. *Детальные оси* – это прямые линии, образующие очертания частей и элементов зданий и сооружений, оси фундаментов технологического оборудования и др.

При выносе осей в натуре соблюдается основной принцип геодезических работ – *переход от общего к частному*. Разбиваются сначала главные и основные оси, затем детальные, и только потом разбивается запроектированное здание или сооружение.

Подготовка разбивочных данных для выноса проекта сооружения в натуре может быть выполнена одним из трех способов: аналитическим, графическим и графо-аналитическим. Рассмотрим графо-аналитический способ.

Пусть требуется подготовить разбивочные данные для выноса в натуру точки А проектного сооружения (рис. 84). Вначале определяют графически на генеральном плане координаты точки А с учетом деформации бумаги.

Измеряют в сантиметрах расстояния a , b , c , e – от точки до линий сетки, затем выражают их в метрах в масштабе плана и подставляют в формулы:

$$X_A = Xi + a \frac{x_{i+1} - x_i}{a + b}; \quad Y_A = Y_i + c \frac{y_{i+1} - y_i}{c + e}.$$

Координаты двух пунктов M и N строительной сетки² берут в качестве исходных и решают обратные геодезические задачи для направлений MA , NA , MN . В результате решения получают длины (горизонтальные проложения этих направлений) и их дирекционные углы – α . Затем по разностям дирекционных углов вычисляют разбивочные углы β_M и β_N .

$$\beta_M = \alpha_{MN} - \alpha_{MA};$$

$$\beta_N = \alpha_{NA} - \alpha_{NM}.$$

Составляют разбивочный чертеж в масштабе плана. На нем подписывают все значения линейных и угловых разбивочных данных для вынесения проекта на местность разными способами: прямоугольных координат, линейных и угловых засечек, полярных координат.

Подготовка разбивочных данных аналитическим способом аналогична предыдущему, отличается тем, что все исходные данные (в том числе проектные координаты) имеются в проекте. При подготовке графическим способом все разбивочные данные получают графически с плана. Погрешность линейных измерений составляет при этом 0,2 мм в масштабе плана, а угловых 20'.

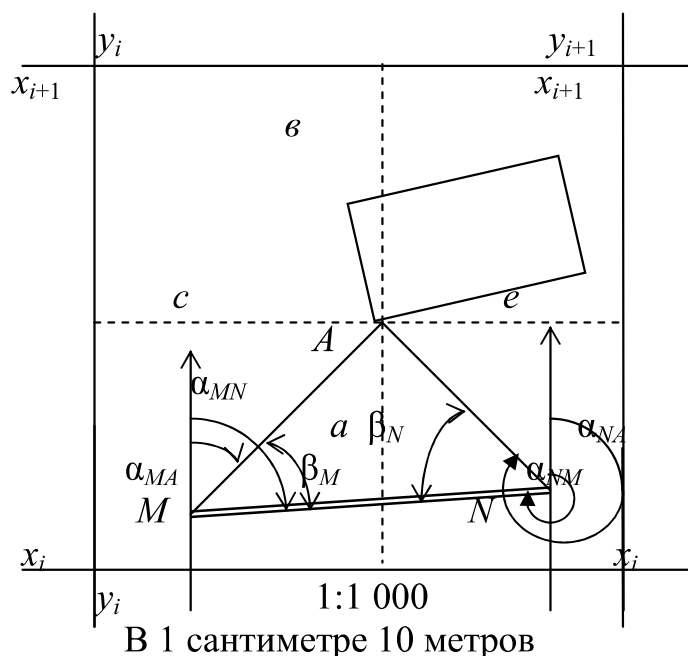


Рис. 84. Фрагмент генерального плана

² Более детально вопрос о строительной сетке рассмотрен в следующих разделах.

Стадия строительства включает:

1. Подготовительный период – геодезические работы обеспечивают правильное расположение на территории строительства мест складирования стройматериалов и элементов конструкций, временных сетей водопровода, освещения и т.д.

2. Начальный период (нулевой цикл) заключается в перенесении осей сооружения в натуру, контроль за возведением подземной части.

3. Период строительства – контроль за соблюдением геометрических форм сооружения, предусмотренных проектом.

4. Завершающий период – исполнительные съемки.

Геодезические работы начинают с выноса проекта сооружения в натуру, то есть на местность. Такие работы называют разбивочными.

Способы перенесения проектных углов, точек, линий и плоскостей с плана на местность

Всякое строящееся здание или сооружение характеризуется определенными углами, точками, линиями и плоскостями, которые должны занимать в пространстве строго определенное положение. Определить положение этих элементов можно путем обозначения их на местности. Поэтому знание способов переноса проектных элементов в натуру весьма важно.

Построение на местности угла заданной величины

Построение угла заданной величины производится относительно линии между пунктами геодезической сети (строительной сетки) или съемочного обоснования, например A и B на рис. 85. В практике встречаются два случая: когда точность построения угла не превышает точности отсчетного устройства угломерного прибора и когда требуется построить на местности угол с точностью, превышающей точность отсчитывания.

В первом случае работы производятся в следующем порядке:

1. Устанавливают теодолит над точкой, которая является вершиной угла, и приводят его в рабочее положение.

2. При закрепленном лимбе горизонтального круга вращением алидады наводят зрительную трубу теодолита на вторую исходную точку (B) (при построении угла против часовой стрелки) или на точку (A) (при построении против часовой стрелки). Берут отсчет по лимбу горизонтального круга.

3. Вычисляют отсчет: складывают взятый отсчет со значением проектного угла, если угол строят по ходу часовой стрелки; вычитают проектный угол из взятого отсчета, если строят последний против хода часовой стрелки.

4. Устанавливают вычисленный отсчет на лимбе горизонтального круга вначале при одном положении вертикального круга, затем при другом, каждый раз фиксируя кольшком на земле перекрестие сетки нитей $C_{кл}$ и $C_{кп}$.

5. Окончательное направление закрепляют кольшком, забивая его посередине между двумя полученными точками.

6. Измеряют построенный угол, чтобы убедиться в правильности построения.

Если на местности необходимо построить угол с повышенной точностью (рис. 86), то поступают следующим образом.

1. При любом положении зрительной трубы откладывают проектный угол одним полуприемом и закрепляют точку C' . Полученный угол β' не точен, так как при его построении не учтена коллимационная ошибка и точность его построения соответствует точности отсчетного устройства применяемого теодолита.

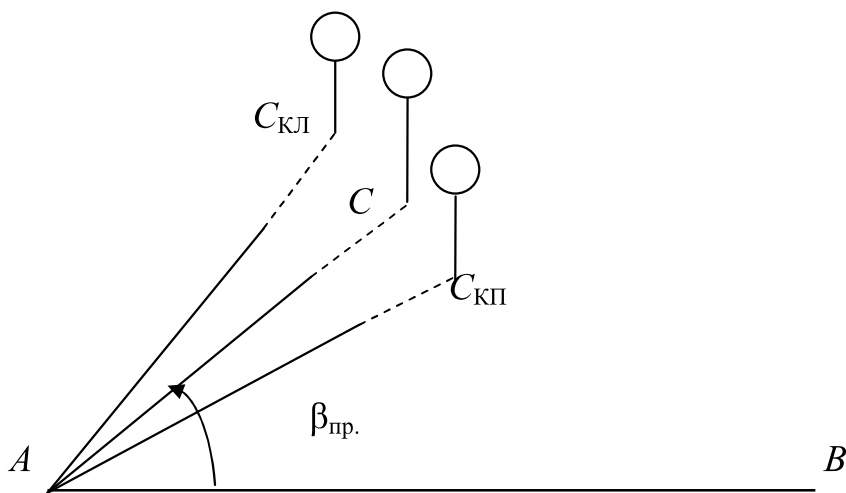


Рис. 85. Построение на местности проектного угла

2. Полученный угол BAC' измеряют с повышенной (заданной) точностью несколькими приемами. Число приемов n рассчитывается, исходя из требуемой точности построения угла β и точности отсчитывания t угломерного прибора. Если принять среднюю квадратическую ошибку измерения угла одним полным приемом равной t , то средняя квадратическая ошибка угла, измеренного n приемами, будет:

$$M = \pm \frac{t}{\sqrt{n}} \text{ откуда } n = \frac{t^2}{M^2}.$$

3. Находят разность $\Delta\beta = \beta' - \beta_{пр.}$ между n раз измеренным и проектным углами.

4. Вычисляют величину смещения $C'C = AC' \cdot \Delta\beta$.

5. На перпендикуляре к AC' откладывают вычисленный отрезок CC' и получают искомую точку C , а следовательно, и угол с требуемой точностью.

6. Построенный угол измеряют для контроля построения.

Для повышения точности построения углов в любом случае необходимо стремиться выбирать, возможно, более длинные расстояния AB и AC , а визирование осуществлять на шпильки или гвозди, вбиваемые в колышки.

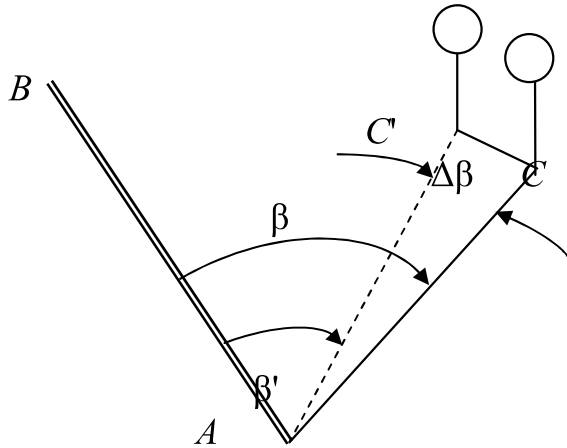


Рис. 86. Построение проектного угла с повышенной точностью

Перенесение в натуру линии заданной длины

На топографических планах все линии представляют собой проекцию на горизонтальную плоскость. Следовательно, любая проектная длина на генеральном плане выражается ее горизонтальным проложением. Местность, на которую переносят линию проектной длины, в подавляющем большинстве случаев наклонна. Кроме того, на точность работ влияют погрешности мерного прибора и условия измерений. Поэтому перенос линий заданной длины в натуру осуществляется с учетом указанных факторов.

От начальной точки A (рис. 87) в направлении точки B откладывают компарированной лентой или рулеткой проектное расстояние и отмечают его точкой B' . После этого измеряют температуру воздуха, угол наклона линии AB' или превышение между точками A и B' и вычисляют поправки в длину.

Поправка за компарирование³ вычисляется по формуле:

$$\Delta_K = n\delta_K,$$

n – число лент, уложенных в данной длине,

δ_K – поправка за компарирование в одну ленту, то есть разница между длиной ленты и эталоном.

Обычно для каждого мерного прибора записывают его уравнение. Например, для двадцатиметровой ленты ($20 - 0,006$) м поправка будет $\delta_K = 0,006$ м. Если лента короче эталона, то поправка вводится со знаком «минус», если длиннее – со знаком «плюс». При $\Delta_K \leq 3$ мм она не вводится.

Поправка за температуру вводится в том случае, если температура воздуха во время измерений отличается более чем на 8° от температуры, при которой производилось компарирование. Вычисляется она по формуле:

$$\Delta_T = \alpha \cdot d \cdot (t_{\text{возд.}} - t_{\text{комп.}}),$$

где α – коэффициент линейного расширения материала, из которого сделан мерный прибор.

Поправку за наклон местности целесообразно вводить при углах наклона ее больших 2° . Если измерен угол наклона линии AB' , то поправку вычисляют по формуле:

$$\Delta_v = D - D \cos v = 2D \sin^2 \frac{v}{2}.$$

Если измерено превышение h между точками A и B' , то применяют формулы:

$$\Delta_v = \frac{h^2}{2D} \text{ для } h \leq 1,5 \text{ м,}$$

$$\Delta_v = \frac{h^2}{2D} + \frac{h^4}{8D^3} \text{ для } h > 1,5 \text{ м.}$$

В обоих случаях принимают $D \approx d$. Поправка за наклон вводится последней и всегда со знаком «плюс», так как наклонная длина всегда больше всего горизонтального проложения.

Таким образом, с учетом всех поправок на местности будет отложена линия длиной (рис. 87)

$$D = d \pm \Delta_K \pm \Delta_t + \Delta_v,$$

горизонтальное проложение которой будет равно проектной длине d , полученной по генеральному плану.

$$D = \sum (\Delta_K + \Delta_t + \Delta_v)$$

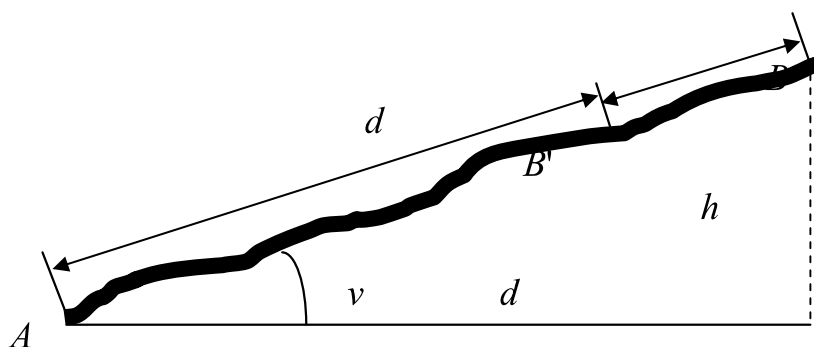


Рис. 87. Схема перенесения в натуру линии заданной длины

Перенесение в натуру проектных точек в плане

Для решения этой задачи существует несколько способов, применяемых в зависимости от требуемой точности и местных условий.

Способ перпендикуляров относительно сторон строительной сетки основан на том, что, имея координаты проектной точки (например, A или B на рис. 88) в системе строительной сетки, вычисляют, а затем откладывают на местности отрезки Δx_A , Δy_A или Δx_B , Δy_B , получая тем самым положение проектных точек A или B (рис. 89). При выносе проектных длин отрезков учитываются все поправки, рассмотренные выше.

При значительном удалении проектных точек от точек геодезической опоры или строительной сетки применяется способ угловых засечек. Для этого на плане и на местности необходимо иметь как минимум две опорные точки, с которых известны направления на определяемую точку. На рисунке видно, что

для получения проектной точки C в натуре использованы горизонтальные углы β_1 и β_2 соответственно при опорных точках A и B . Порядок построения этих углов уже был рассмотрен. Положение искомой точки получают в пересечении бечевки или тросиков, протянутых по направлениям, полученным в результате откладывания углов. Для повышения точности разбивки необходимо определять положение точки тремя и более засечками.

Способ линейных засечек применяется при коротких расстояниях, не превышающих длину мерного прибора, между проектными и опорными точками. В этом случае два исполнителя удерживают концы двух лент или рулеток нулевыми делениями над точками A и B , а третий, отложив на одной ленте проектный отрезок a , на другой b , соединяет концы этих отрезков вместе, хорошо натягивает ленты и отмечает на местности искомую точку C . Для повышения точности используют линейную засечку с трех и более опорных пунктов.

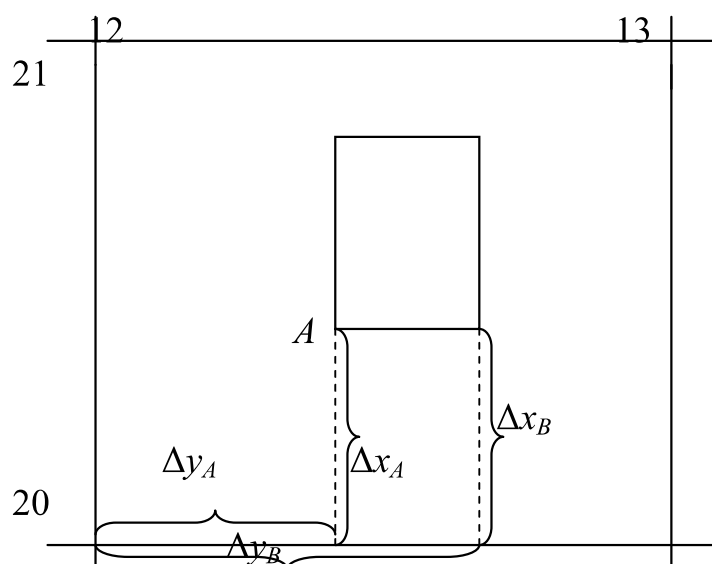
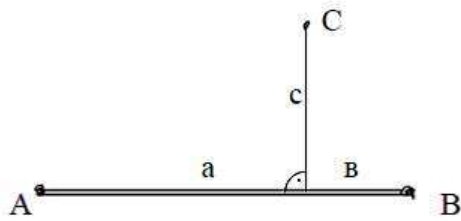


Рис. 88. Способ прямоугольных координат (перпендикуляров)

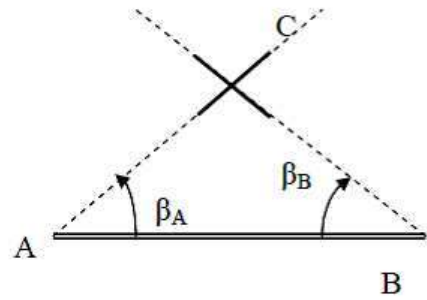
Полярный способ (рис. 89) выноса точек в натуре является наиболее маневренным и потому наиболее используемым.

Проектная точка получается на местности после построения горизонтального угла β относительно известной линии AB и откладывания проектной длины a вдоль полученного направления.

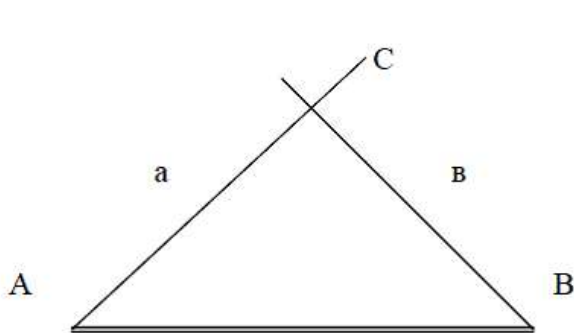
В случае большой застроенности участка и невозможности использования геодезической опоры применяют способ перпендикуляров от постоянных предметов и капитальных сооружений на местности, имеющих также на генеральном плане (рис. 90). Этот способ отличается простотой и быстротой, но недостаточно точен.



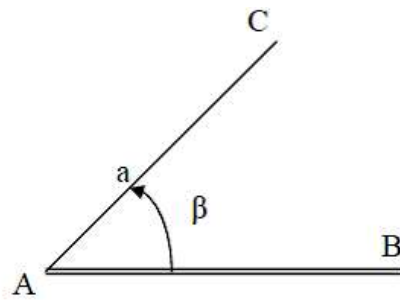
прямоугольных координат



угловых засечек



линейных засечек



полярных координат

Рис. 89. Способы разбивки проектных точек в плане

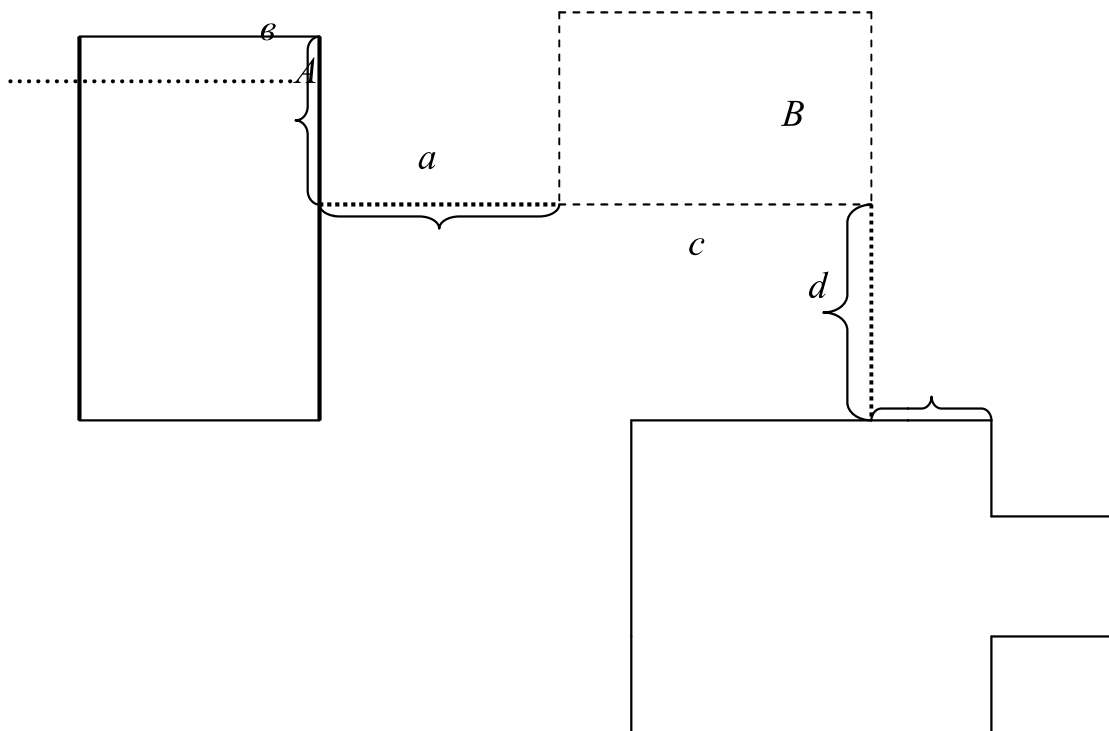


Рис. 90. Применение способа перпендикуляров на застроенной территории