

# **ГЕОДЕЗИЧЕСКАЯ ОСНОВА ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА**

Лекция № 2

# План

1. Состав сетей геодезической основы для строительства
2. Государственная и опорная геодезические сети
3. Разбивочные геодезические сети
4. Геодезическая строительная сетка
5. Другие виды сетей



## **1. Состав сетей геодезической основы для строительства**

- пункты государственных геодезических сетей

- пункты опорной геодезической сети

**Геодезическая основа для строительства**

- пункты геодезической разбивочной основы

- точки (пункты) планово-высотной съёмочной геодезической сети

«Свод правил...» [СП 11-104-97] определяет *геодезическую основу для строительства* как совокупность пунктов (точек) геодезических сетей на территории изысканий, используемых при осуществлении строительной деятельности и включающей государственные, опорные и съёмочные геодезические сети, а также пункты геодезической разбивочной основы.



## **2. Государственные и опорные геодезические сети**

# Государственная геодезическая сеть

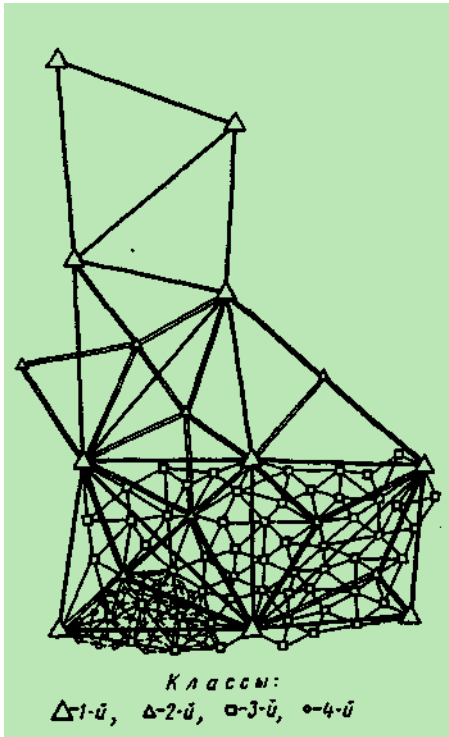
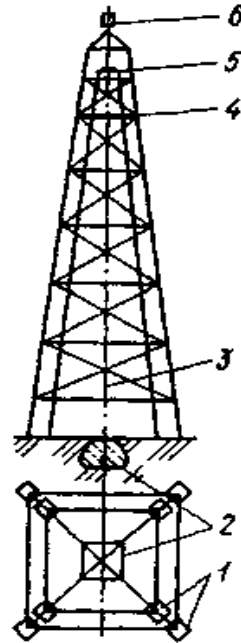
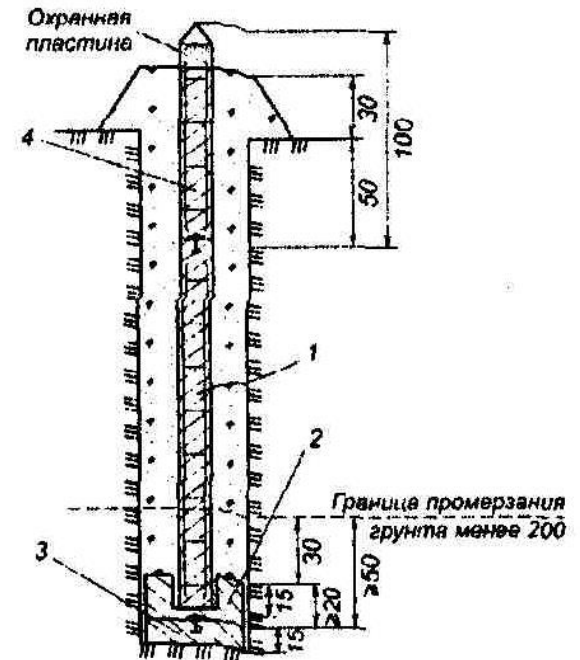


Схема построения государственных плановых геодезических сетей 1, 2, 3 и 4-го классов методом триангуляции



Наружный металлический сигнал над подземным центром плановой сети:  
1- фундаменты. 2 - центр, 3 - сигнал, 4 - настил, 5 - столик, 6- визирная цель



Центр пункта государственной геодезической сети

# Опорная геодезическая сеть

Опорные сети (сети сгущения) строят для дальнейшего увеличения плотности (числа пунктов, приходящихся на единицу площади) государственных сетей.

- Плотность пунктов опорной геодезической сети при производстве инженерно-геодезических изысканий следует устанавливать в программе изысканий из расчета:
- не менее четырех пунктов на  $1 \text{ км}^2$  на застроенных территориях;
- один пункт на  $1 \text{ км}^2$  на незастроенных территориях.

Плановое положение пунктов опорной геодезической сети при инженерно-геодезических изысканиях для строительства следует определять методами триангуляции, полигонометрии, трилатерации, построения линейно-угловых сетей, а также на основе использования спутниковой геодезической аппаратуры (приемники GPS и др.) и их сочетанием.



# Полигонометрическая сеть

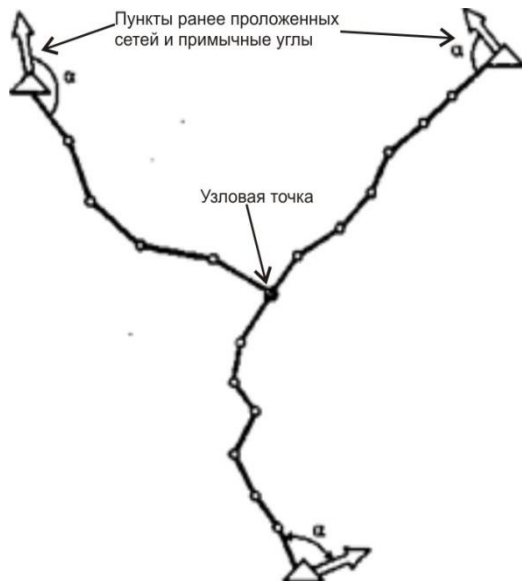


Схема сети полигонометрии

## Технические характеристики полигонометрических ходов

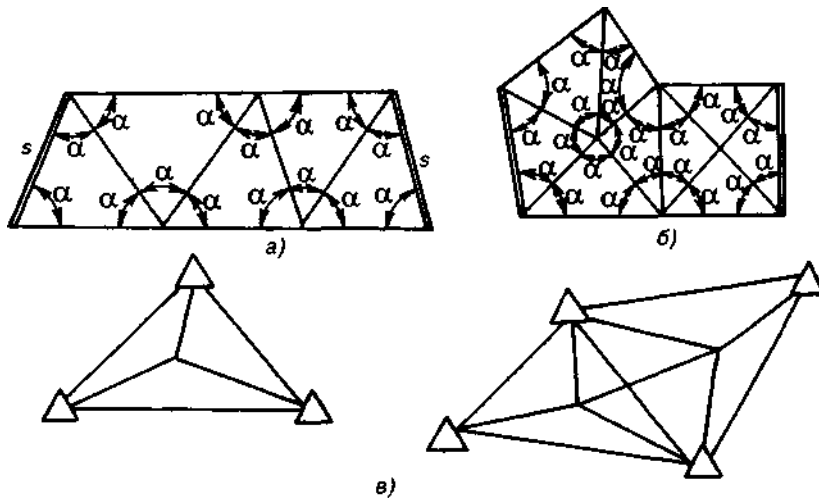
Показатель	4-й класс	1-й разряд	2-й разряд
Предельные длины ходов, км....	15	5	3
Периметры полигонов, образованные полигонометрическими ходами в свободных сетях, км, не более	30	15	9
Длины сторон хода, км	0,25.. .2,0*	0,12.. .0,8	0,08.. .0,35
Длина хода от узловой точки до пункта высшего класса или разряда, км, не более	7	3	2
Число сторон в ходе, не более	15	15	15
Относительная невязка хода, не более	1:25000	1:10000	1:5000
Средняя квадратическая погрешность измеренного угла (по невязкам в полигонах), не более	3"	5"	10"
Угловая невязка хода или полигона	$5\sqrt{n}$	$\sqrt{10}$	$20\sqrt{n}$

\*Первые значения соответствуют открытой, равнинной местности, а вторые – залесённой, горной



# Сети триангуляции

## Технические характеристики триангуляции



Схемы триангуляции при строительстве:  
 а - линейно-протяженных объектов, б - городских и промышленных объектов, в - вставки пунктов в ранее созданные сети

Показатель	4-класс	1-й разряд	2-й разряд
Длина стороны треугольника, км	1...5	0,5.. .5	0,25.. .3
Относительная средняя квадратическая погрешность: базисной (выходной) стороны, не более определяемой стороны сети в наиболее слабом месте, не более	1:100000 1:50000	1:50000 1:20000	1:20000 1:10000
Наименьшее значение угла треугольника между направлениями данного класса (разряда)	20°	20°	20°
Предельная невязка в треугольнике, не более	8"	20"	40"
Средняя квадратическая погрешность измеренного угла (вычисленная по невязкам треугольников), не более	2"	5"	10"
Предельная длина цепи треугольников, км	10	5	3

# Сети трилатерации

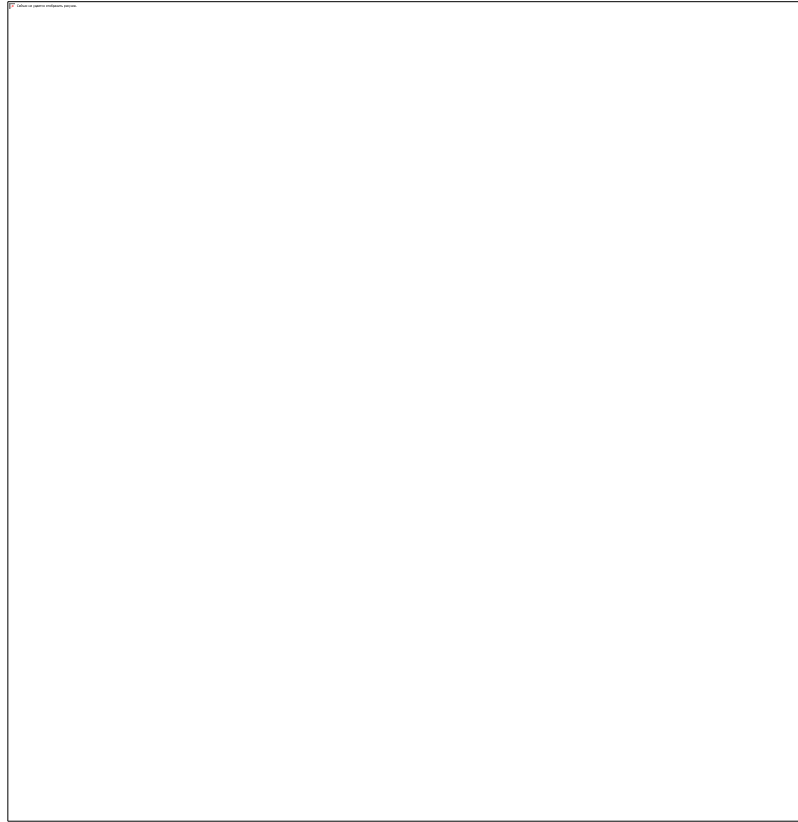


*Схема цепочки  
треугольников сети  
трилатерации*

## *Технические характеристики трилатерации*

Показатель	4-й класс	1-й разряд	2-й разряд
Длина стороны треугольника, км	1...5	0,5.. .5	0,25.. .3
Относительная средняя квадратическая погрешность измерения сторон (по внутренней сходимости), не более	1:100000	1:50000	1:20000
Наименьшее значение угла треугольника	20"	20"	20"
Предельная длина цепи треугольников, км.	10	5	3

# Линейно-угловые сети



*Схема линейно-угловой сети в виде  
четырехугольника без измеряемых  
диагоналей*

# Высотные сети

Основные показатели	Классы нивелирования		
	II	III	IV
Средняя квадратическая ошибка нивелирования на 1 км хода, мм	2	5	10
Допустимые невязки и расхождения сумм превышений прямого и обратного ходов, мм	5	10	20
Максимальная длина хода, км:			
замкнутого	40	25	10
между пунктами высшего класса	—	15	5
между узловыми точками	10	5	3
Наибольшее расстояние от нивелира до рейки, м	75	75	100
Наименьшая высота визирного луча, м	0,5	0,3	0,2



### 3. Разбивочные геодезические сети

Геодезические разбивочные сети создаются в районах строительства в виде сети закреплённых знаками пунктов, привязанных к пунктам государственной геодезической сети.

**Основа для производства топографических съёмок при изысканиях**

**Для выполнения разбивочных работ при строительстве зданий и сооружений**

**Для составления исполнительной документации**

**Для наблюдений за осадками и деформациями оснований сооружений и самих сооружений**

# Назначение

**Сведения,  
относящиеся к ГГС**



составляют схему  
расположения пунктов ранее  
выполненных опорных  
геодезических сетей всех  
классов и разрядов в  
пределах территории  
предстоящих работ.



**Проектируют сеть  
(ППГР)**



данные о точности  
построения разбивочной  
сети с учетом существующих  
пунктов геодезической сети  
и требований строительных  
норм и правил,  
государственных стандартов;



**К нему  
прилагаются:**



Чертеж разбивочной  
сети строительной  
площадки составляется  
в масштабе  
генерального плана.



**описание типов  
центров  
геодезических  
пунктов и методики  
их заложения.**



# Инженерно-геодезические разбивочные сети обладают рядом характерных особенностей:

- сети часто создаются в условной системе координат;
- форма сети определяется обслуживаемой территорией или формой объектов, группы объектов;
- сети имеют ограниченные размеры, часто с незначительным числом фигур или полигонов;
- длины сторон, как правило, короткие;
- к пунктам сети предъявляются повышенные требования по стабильности положения в сложных условиях их эксплуатации;
- условия наблюдений, как правило, неблагоприятные.

# Геодезическая разбивочная основа для строительства

## Разбивочная сеть строительной площадки

- для выноса в натуру основных или главных осей зданий и сооружений, производства исполнительных съёмок

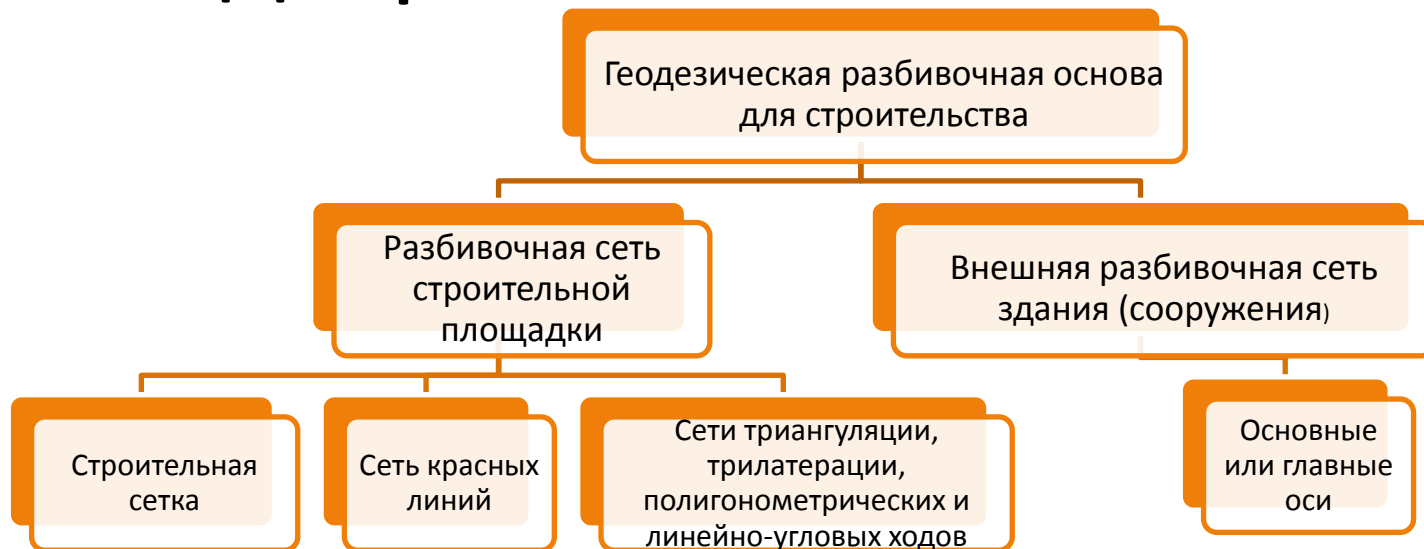
## Внешняя разбивочная сеть здания (сооружения)

- для перенесения в натуру и закрепления проектных параметров здания (сооружения), производства детальных разбивочных работ и исполнительных съёмок

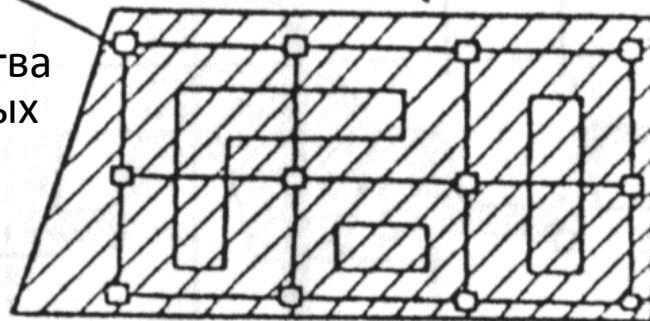
# Выбор вида построения зависит от :

- типа объекта, его формы и занимаемой площади;
- назначения сети;
- физико-географических условий;
- требуемой точности;
- наличия измерительных средств у исполнителя работ.

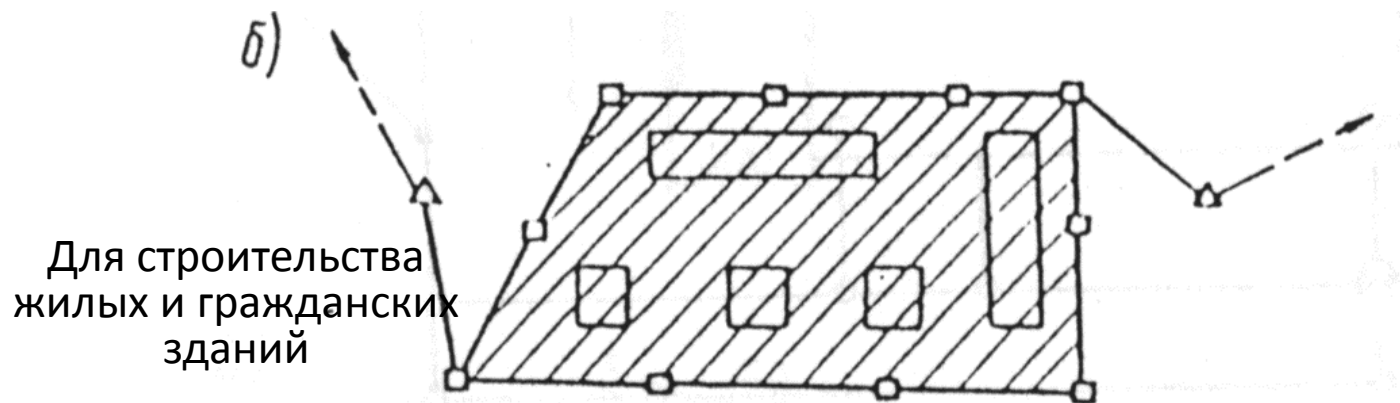
# Виды разбивочных сетей



Дл строительства промышленных комплексов



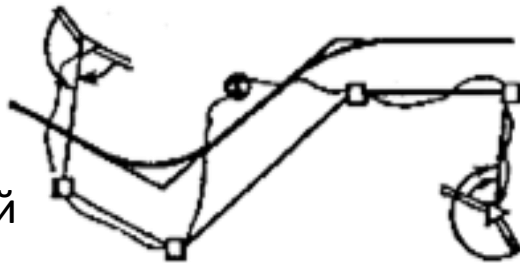
# Виды разбивочной основы



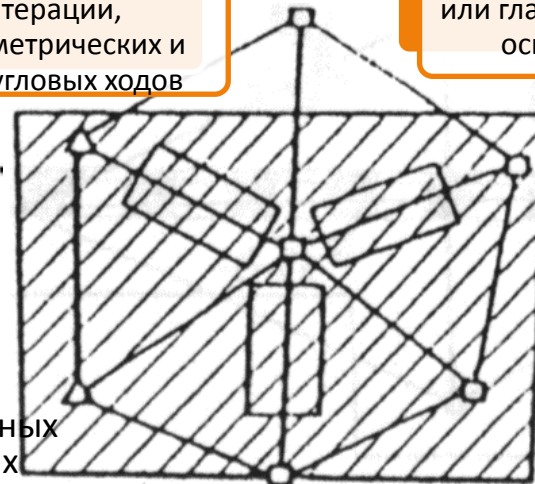
# Виды разбивочной основы

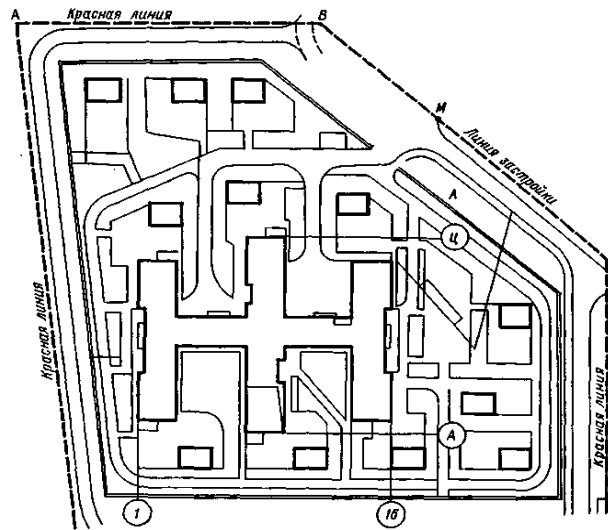
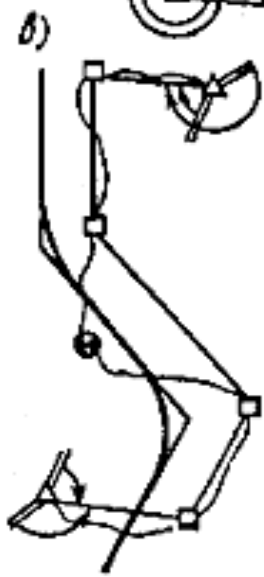
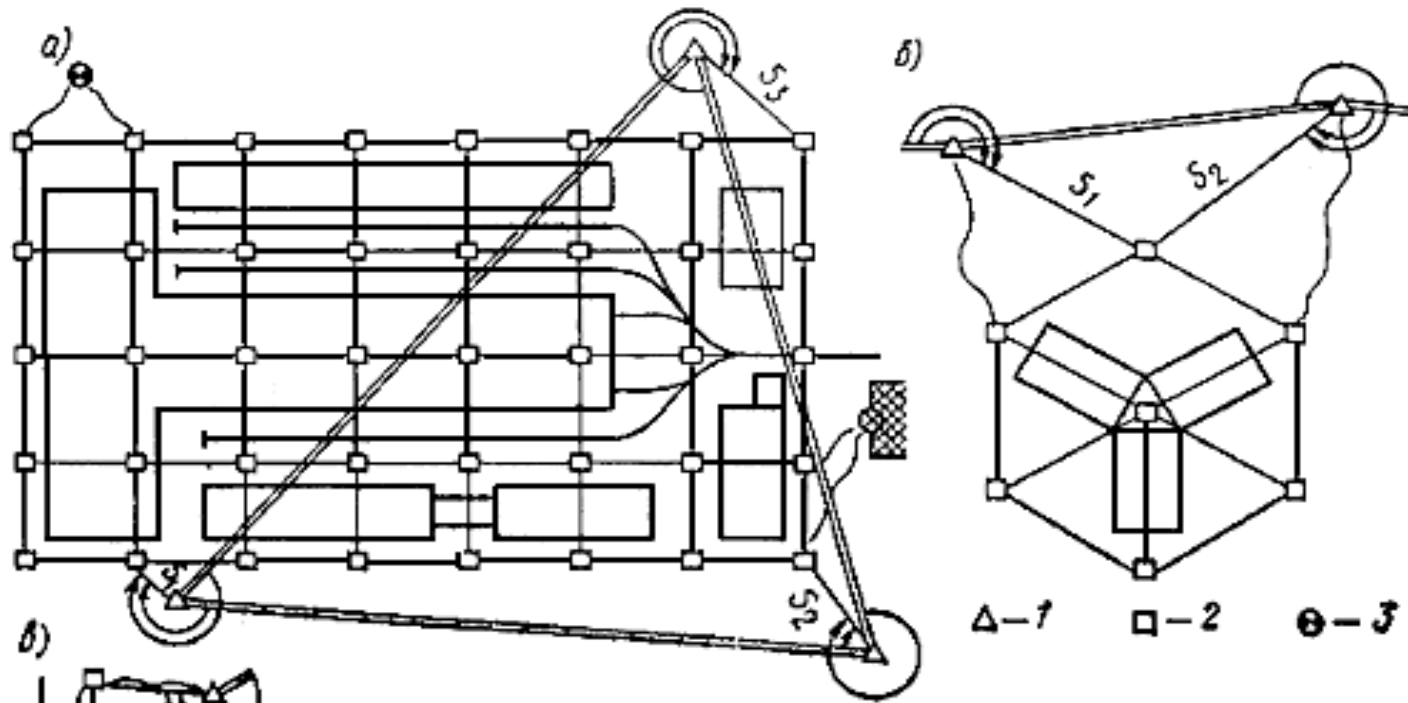


Для строительства подземных инженерных сетей

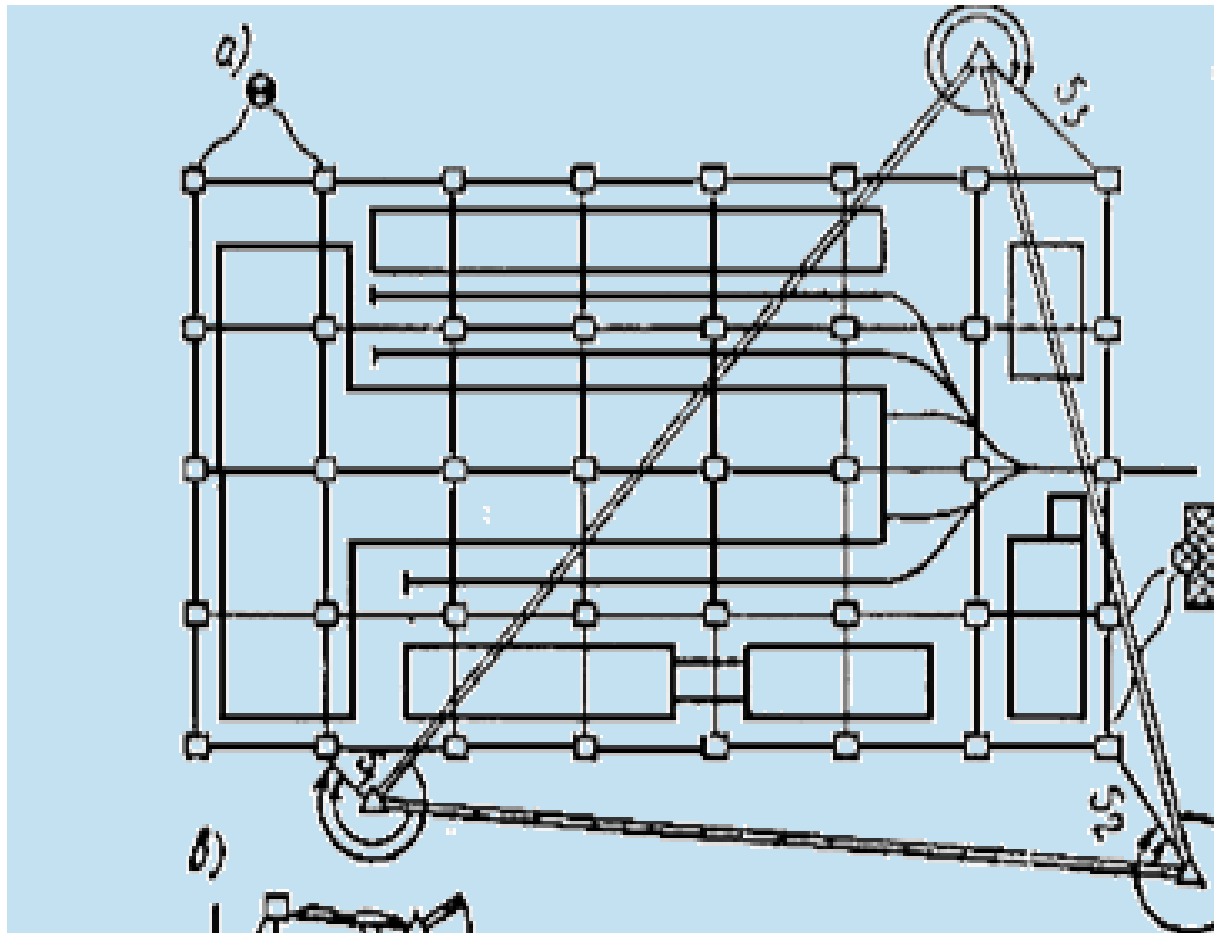


Для строительства уникальных сооружений, требующих высокой точности разбивки









4. Геодзическая строительная сетка

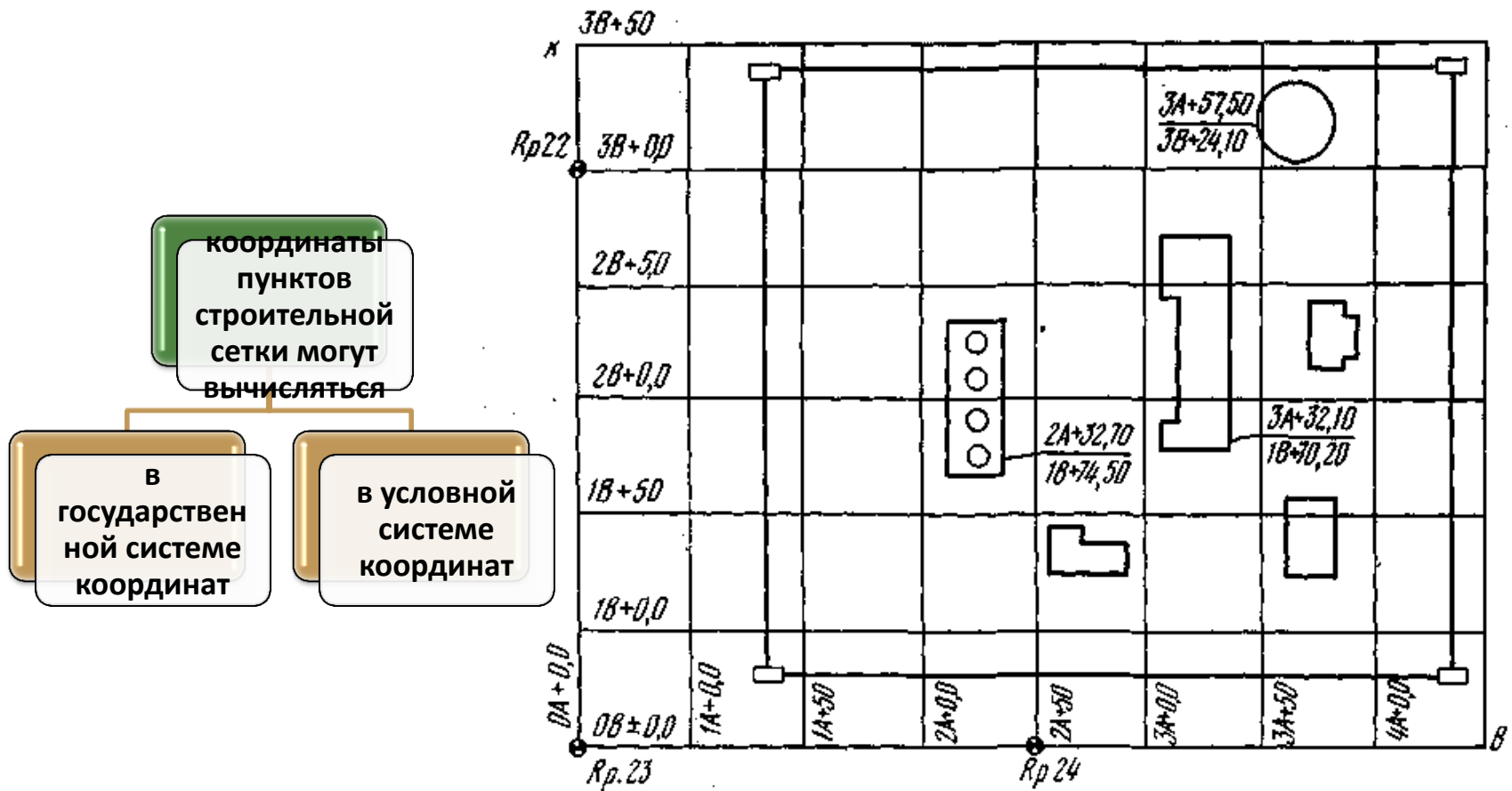
# Общее

- Она представляет собой систему квадратов или прямоугольников, покрывающих строительную площадку.
- Длины сторон основных фигур составляют 50, 100, 200 и 400 м.
- Проектирование выполняют на генеральном плане будущего сооружения.

# Принципы расположения их следующие:

- Линии сетки располагают параллельно главным осям сооружений;
- Линии сетки располагаются вблизи контуров объектов;
- Возводимое сооружение не должно закрывать видимость между линиями сетки;
- Места расположения пунктов строительной сетки намечают таким образом, чтобы обеспечить сохранность наибольшего их числа в процессе производства строительных работ на площадке.

# Обозначение пунктов сетки



Координатные оси в большинстве случаев обозначают буквами А и В. Для обозначения номера пункта к буквам добавляют индекс, указывающий число сотен метров по оси абсцисс или ординат.

# Обозначение пунктов сетки

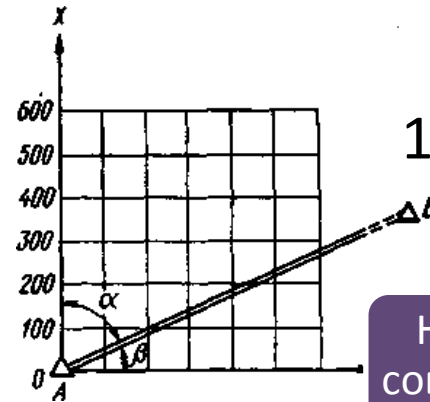
- Так, например, номер пункта, обозначенный А3/В5, будет указывать, что этот пункт имеет координаты:  $X=300$  м,  $Y=500$  м. Для точек, координаты которых не кратны 100 м, запись их обозначений производят подобно пикетажным; например, запись А2+32,70/В1+74,50 будет означать, что точка имеет координаты  $X=232,7$  м,  $Y=174,50$  м.

# Точность построения сетки

Характеристика объектов строительства	Угловые измерения, с	Линейные измерения	Определение превышения на хода, мм
Предприятия и группы зданий (сооружений) на участках площадью более 1 км <sup>2</sup> ; отдельно стоящие здания (сооружения) с площадью застройки более 100 тыс. м <sup>2</sup>	3	1____ 25 000	4
Предприятия и группы зданий (сооружений) на участках площадью менее 1 км <sup>2</sup> ; отдельно стоящие здания (сооружения) с площадью застройки от 10 до 100 тыс. м <sup>2</sup>	5	1____ 10 000	6
Отдельно стоящие здания (сооружения) с площадью застройки менее 10 тыс. м <sup>2</sup> ; дороги, инженерные сети в пределах застраиваемых территорий	10	1____ 5 000	10
Дороги, инженерные сети внезастраиваемых территорий; земляные сооружения, в том числе вертикальная планировка	30	1____ 2 000	15

- в большинстве случаев для выполнения основных разбивочных работ и исполнительных топографических съемок в масштабе 1: 500 ошибки во взаимном положении смежных пунктов строительной сетки в среднем должны составлять 1:10000 или 2 см для расстояний между ними в 200 м. Прямые углы сетки должны быть построены со средней квадратической ошибкой 20"

# Построение сетки



1 случай

Начало координат совмещено с пунктом государственной геодезической сети

Начало координат не совпадает с пунктом государственной геодезической сети

Перенесение проекта строительной сетки на местность

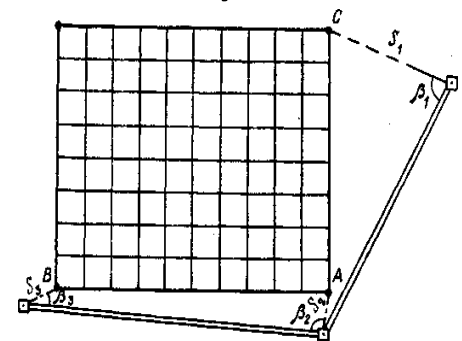
Вынос исходных направлений

детальная разбивка

Осевой способ

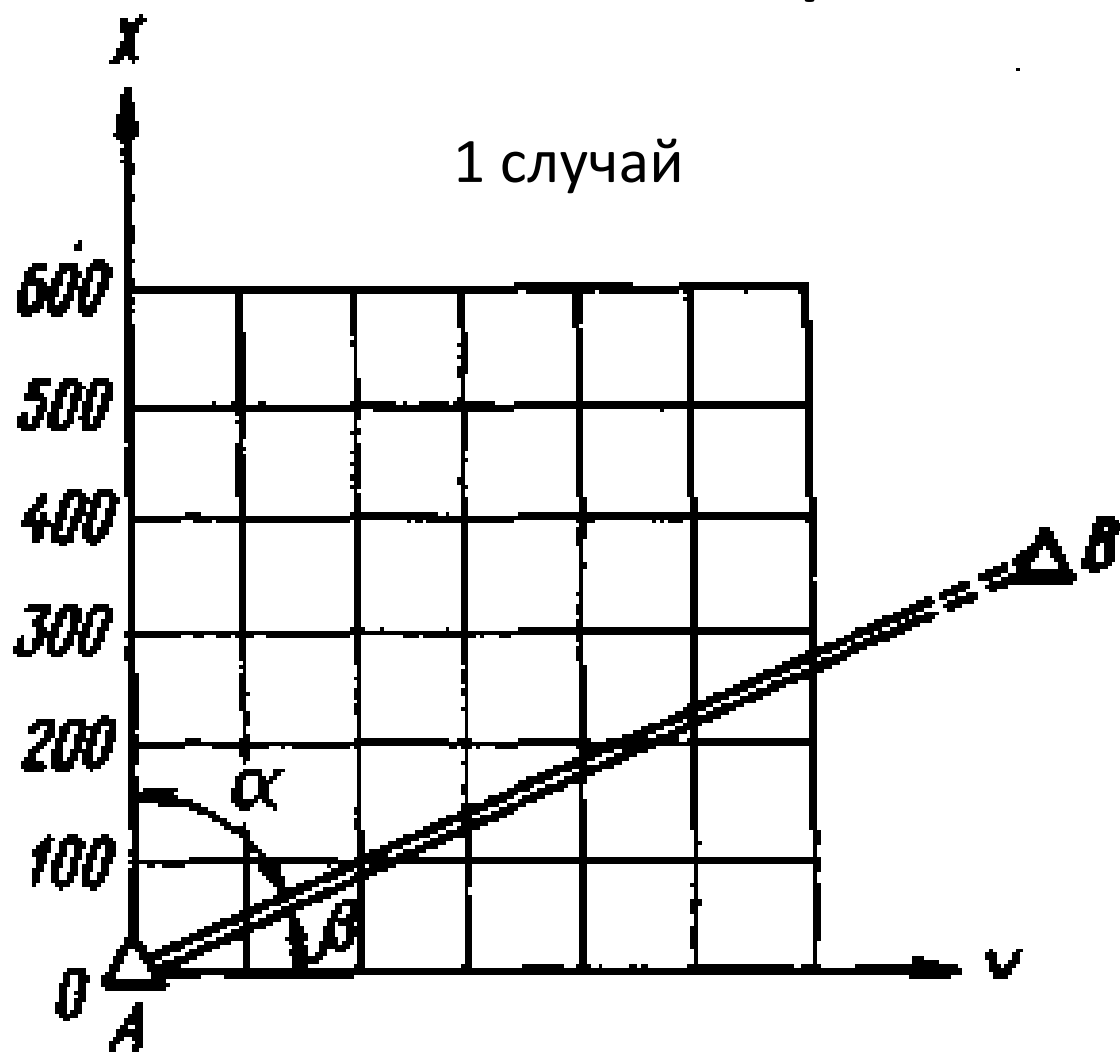
Способ редуцирования

2 случай





# Вынос исходных направлений



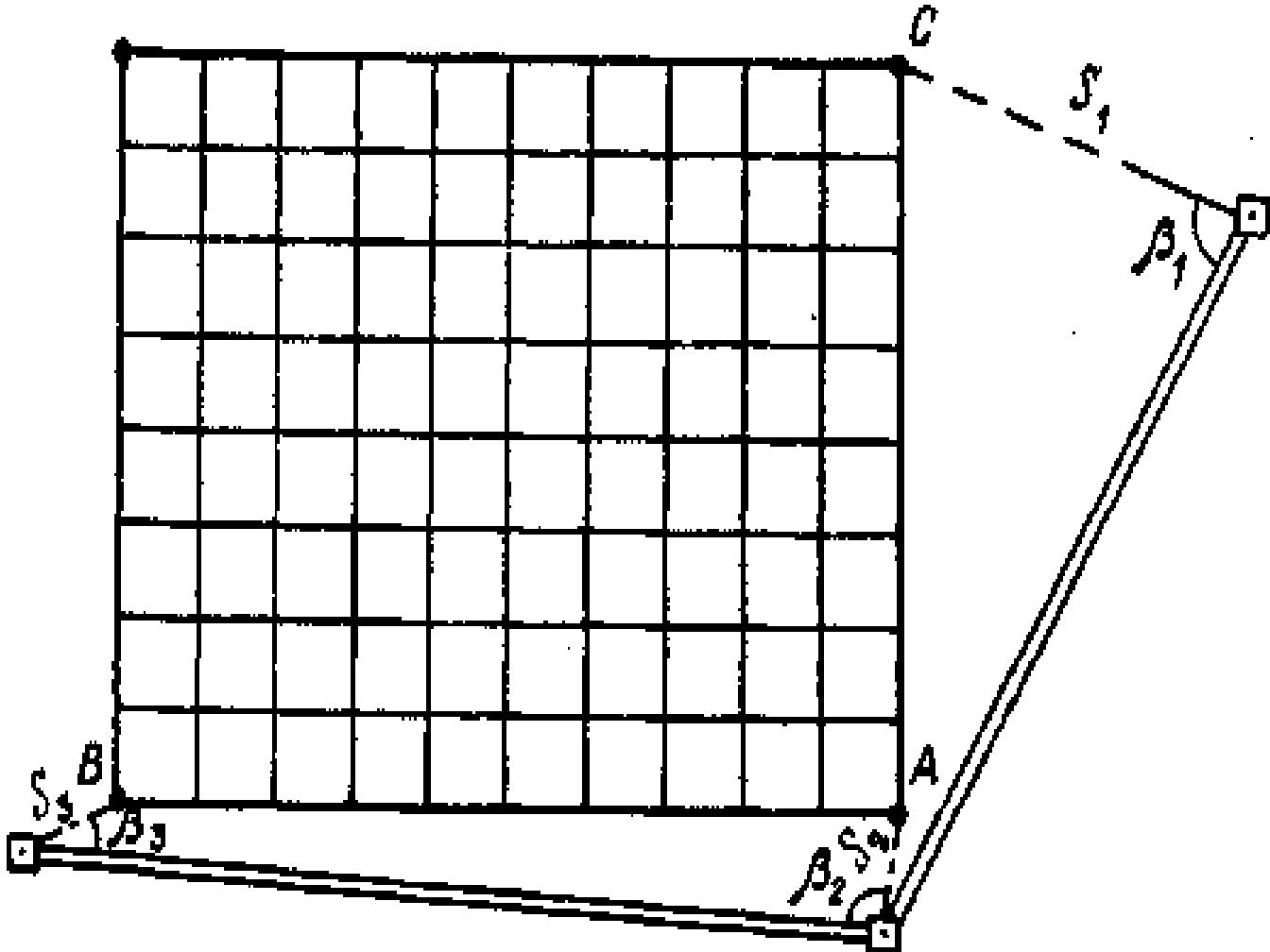
# Начало координат совмещено с пунктом ГГС

- По генеральному плану, на котором нанесен проект строительной сетки, графически определяют координаты пунктов сетки, задающих исходные направления.
- По координатам пунктов сетки и геодезических пунктов основы путем решения обратной задачи вычисляют углы
- Строят углы в натуре
- Точки исходного направления закрепляют деревянными или бетонными знаками

## Вынос исходных направлений

# Начало координат не совпадает с пунктом ГГС

2 случай



Вынос исходных направлений

Так как координаты точек  $A$ ,  $B$ ,  $C$  определялись по генплану графически, то точность их выноса в натуру составит около  $0,2 - 0,3$  мм на плане. Но это не играет существенной роли, так как на эту величину сместится весь комплекс проектируемых сооружений

## Порядок работ

- Используя координаты пунктов плановой основы, как правило имеющихся в районе строительства, решают обратные геодезические задачи и вычисляют полярные координаты  $S_1$  и  $S_2$ ,  $\beta_1$  и  $\beta_2$ .
- Для исключения грубых ошибок целесообразно вынести в натуру третью точку  $B$  по элементам  $S_3$ ,  $\beta_3$
- После закрепления точек  $A$ ,  $B$  и  $C$  на местности измеряют угол  $BAC$ , по отклонению которого от  $90^\circ$  можно судить о точности выполненных работ
- Точки исходного направления закрепляют деревянными или бетонными знаками

## Вынос исходных направлений

# Осевой способ детальной разбивки

применять осевой способ  
целесообразно на  
небольших  
площадках или там,  
где точность  
разбивочных работ  
невелика

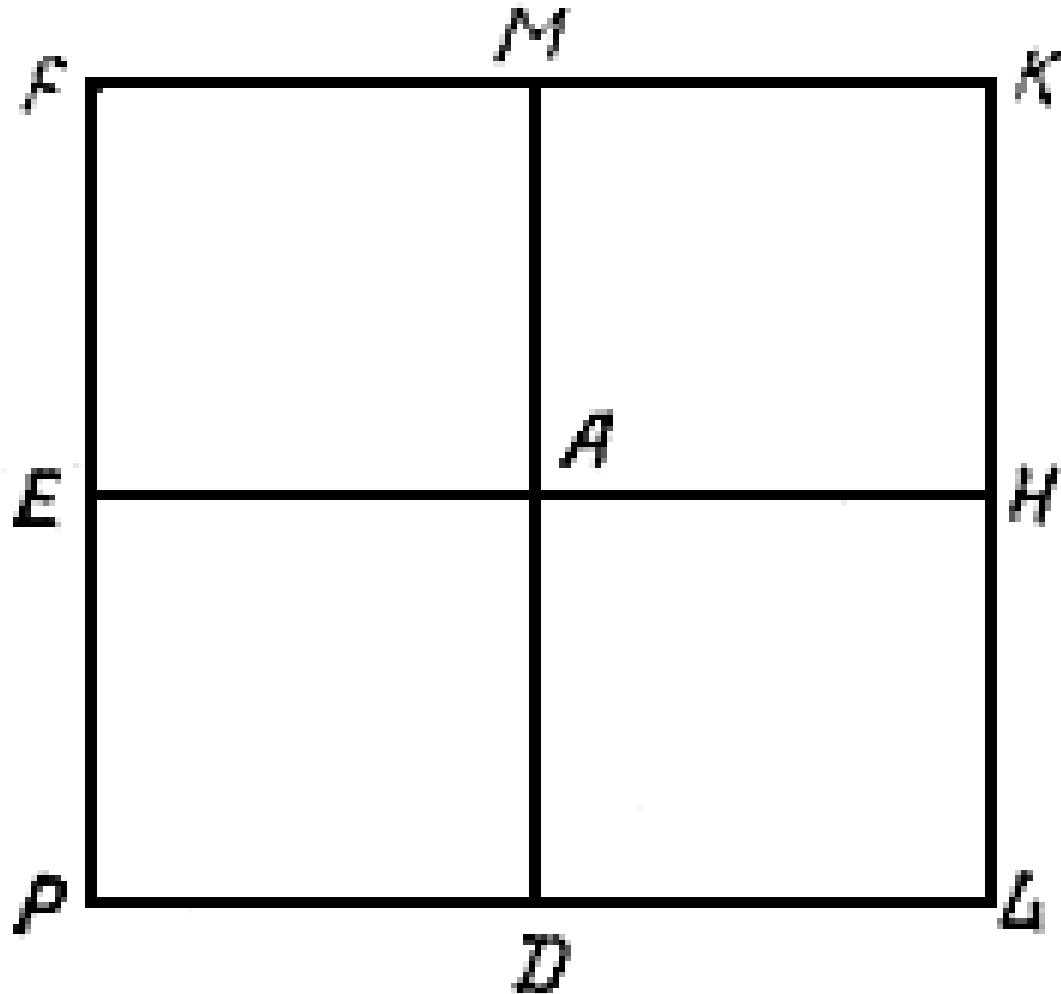
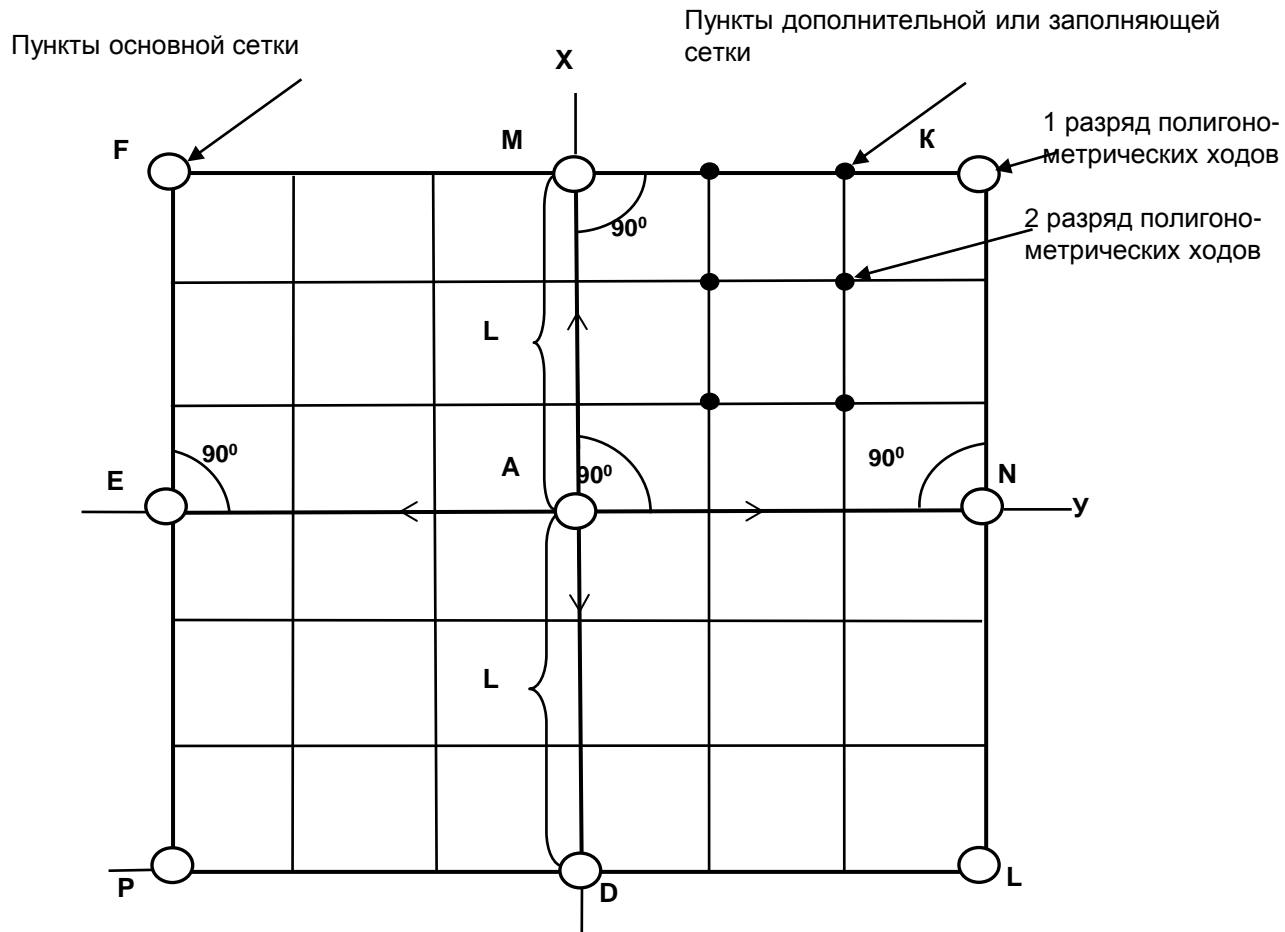


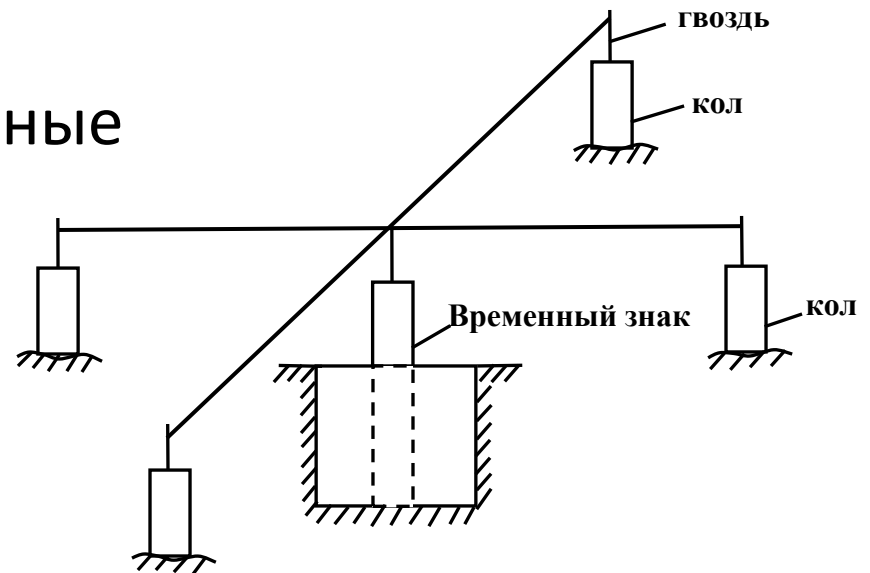
Схема строительной сетки

# Осевой способ детальной разбивки



# Осевой способ детальной разбивки

- на местности в точке А строят две перпендикулярные оси
- По ним в створе линии откладывают отрезки, равные сторонам сетки.
- В точках М, Н, D, Е строят прямые углы и вдоль полученных направлений разбивают точки сетки.
- Вершины углов сетки закрепляют постоянными знаками .



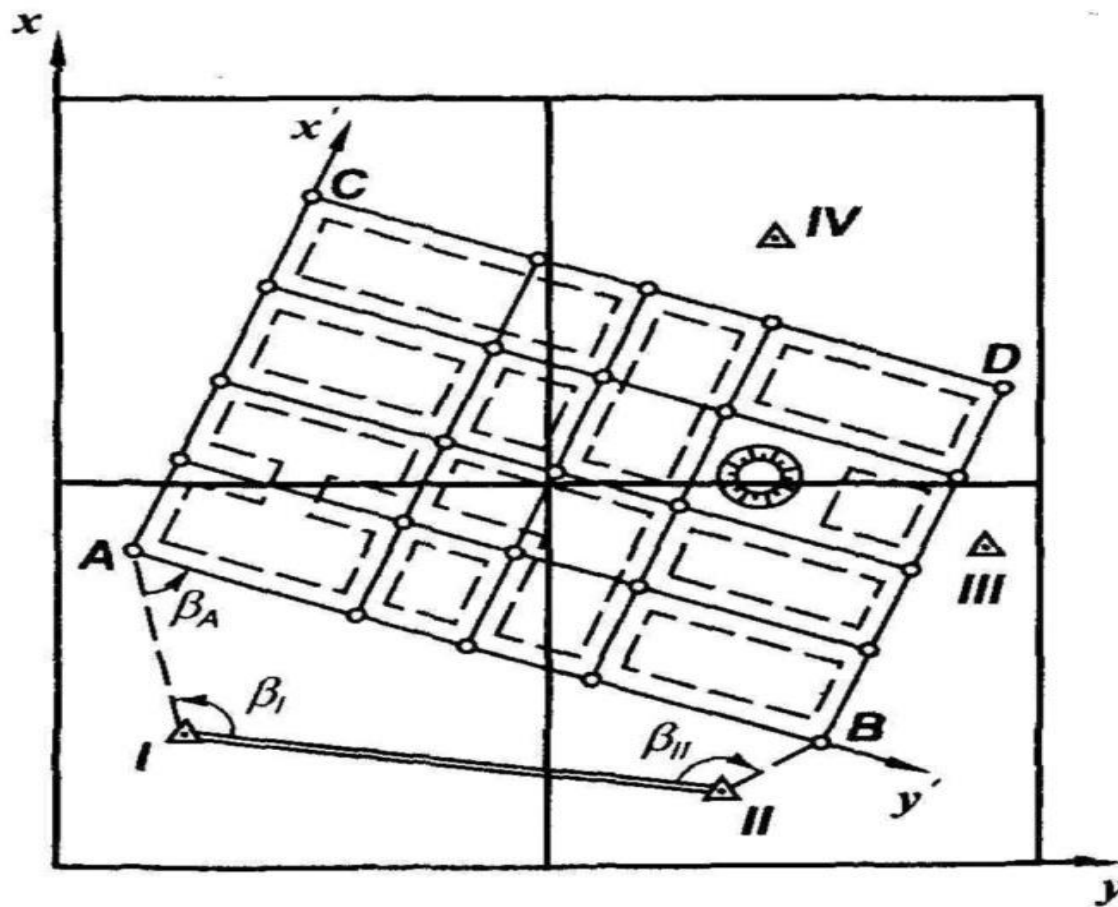


# Осевой способ детальной разбивки

- Временные знаки заменяют постоянными железобетонными и по ним прокладывают полигонометрические ходы, вычисляют окончательные координаты точек.
- Между соответствующими пунктами основных полигонов разбивают заполняющие пункты сети, по которым прокладывают полигонометрические ходы второго порядка.

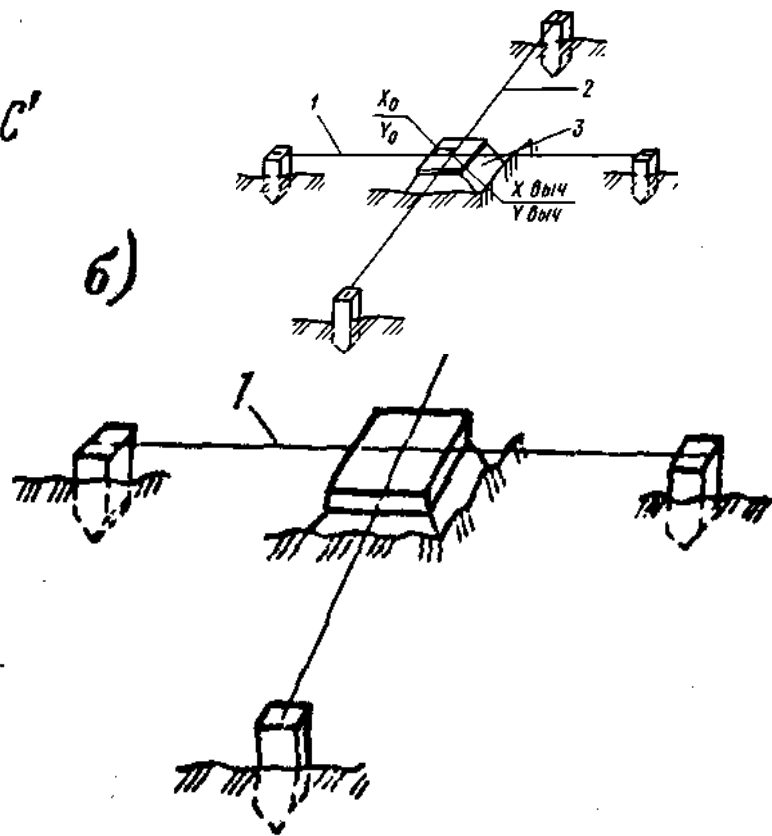
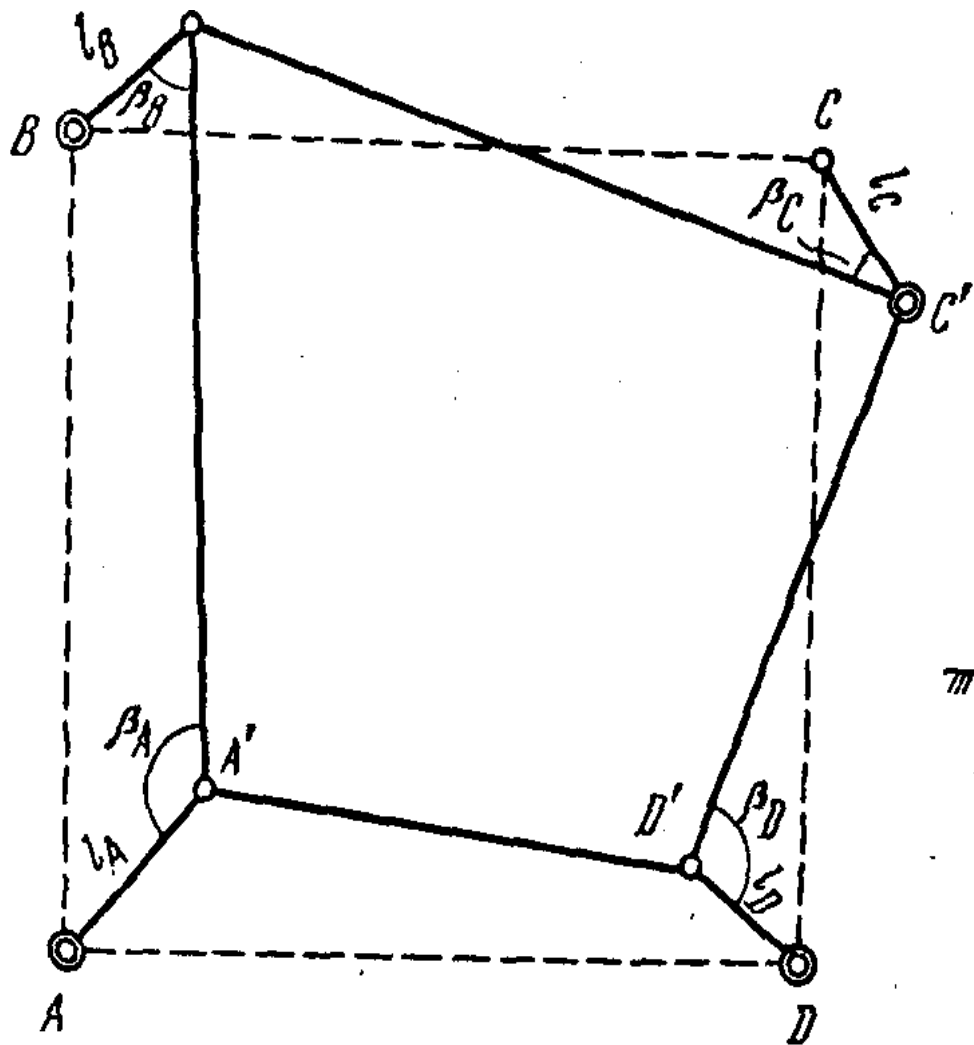


# Способ редуцирования: предварительная разбивка и редуцирование



# 1: 1000 – 1:2000 согласно проекту

- Последовательно устанавливая теодолит в точках  $A$  и  $B$ , восстанавливают перпендикуляры  $AC$  и  $BD$  и определяют положение угловых точек  $C$  и  $D$ .
- По периметру  $ABDCA$  шкаловыми мерными приборами откладывают длины сторон квадратов (прямоугольников) и колышками отмечают положение пунктов сетки по внешнему контуру.
- Определяют положение заполняющих пунктов сетки способом створов с пунктов внешнего контура.
- Прокладывают полигонометрические ходы 1-го разряда, связывающие точки сетки с пунктами геодезической основы. В результате вычислений получают так называемые *исполнительные координаты точек* ( $x'_{исп}$ ,  $y'_{исп}$ ) в системе координат сетки.



Чтобы найти на местности проектное положение пунктов, выполняют редуцирование

- По фактическим и проектным координатам путем решения обратных геодезических задач определяют угловые и линейные элементы редуциций и откладывают их от временных знаков.
- Для редуцирования составляют разбивочный чертеж, на который выписывают дирекционные углы всех направлений и элементы редуциций.

- После закрепления сетки постоянными знаками необходимо выполнить контрольные измерения. Линейные измерения производят выборочно. Обычно проверяют длину отдельных сторон сетки в наиболее слабых местах (между ходами второго порядка). Контрольные угловые измерения выполняют на пунктах, расположенных в шахматном порядке, с таким расчетом, чтобы охватить все стороны сетки.
- Под влиянием неизбежных ошибок измерений контрольные промеры будут отличаться от теоретических. Расхождения в длинах сторон не должны превышать 10-15 мм, а в значениях углов 10-15".

# Достоинства и недостатки

- простота и удобство вычислений при выполнении разбивочных работ и их контроля;
- обеспечение равномерной точности разбивок по всей территории стройплощадки;
- возможность использования пунктов в качестве геодезического обоснования съемок в процессе строительства и эксплуатации, для наблюдений за деформациями сооружений.

- большое количество трудоёмких линейных и угловых измерений,
- сложность уравнивательных вычислений
- привлечение специалистов высокой квалификации.

## строительной сетки



# другие решения

- Для разбивки небольшого количества объектов целесообразно создавать основу в виде одной - двух сторон квадрата.
- Отдельные здания можно вынести в натуру непосредственно от пунктов государственной плановой геодезической сети и сетей местного значения, если получено на это разрешение (рассмотрим позже).
- От пунктов съёмочного обоснования, которыми часто служат точки теодолитного хода, разбивку можно производить без согласования, так как эта сеть создана проектной организацией

# Закрепление пунктов разбивочной ОСНОВЫ

Постоянные

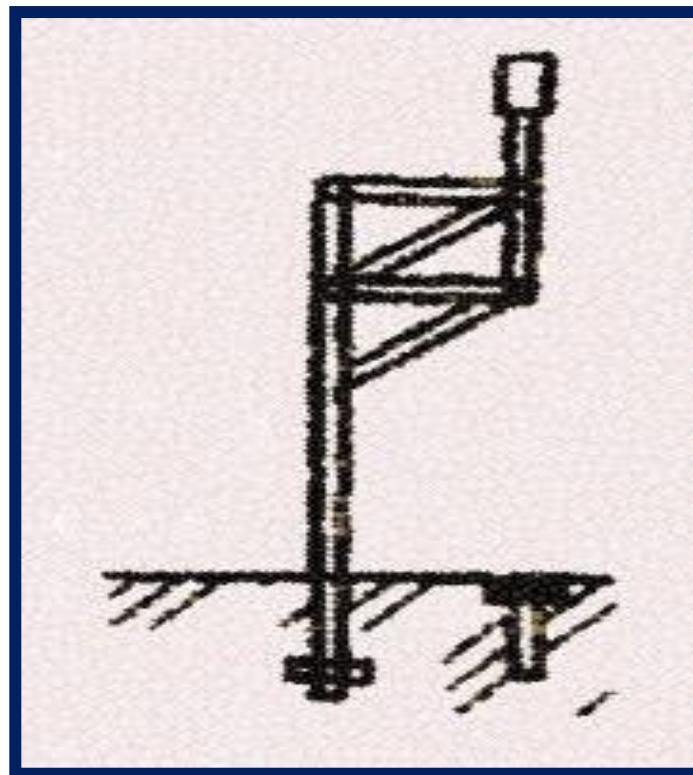


Долговременные



Временные

Как правило, пункты плановых разбивочных сетей и сетей сгущения закрепляют подземными центрами, такими же как и пункты государственных сетей. Так как расстояния между этими пунктами сравнительно небольшие, оформления их наружными знаками не требуется.



Наружная Г-образная веха над подземным центром плановой сети

## При рекогносцировке мест закладки знаков соблюдают следующие условия:

- избегают закладывать знаки на участках, где на положение знаков может влиять вибрация от промышленных предприятий и других сооружений;
- между двумя смежными знаками должна обеспечиваться хорошая видимость, при этом визирный луч при измерении направлений или углов должен проходить не ближе 0,5 м от поверхности земли (или ее покрытий) и местных предметов.

Все виды сетей проектируют на картах и планах масштаба 1:50000...1:2000.

Места, выбранные для установки знаков, должны гарантировать их наибольшую сохранность:

- не устанавливают грунтовые знаки на свеженасыпанном грунте, болотах, оползнях, осыпях и т.п.;
- на незастроенных территориях знаки устанавливают по возможности на бровках дорог;
- не рекомендуют устанавливать знаки на площадях, занятых сельскохозяйственными культурами;
- пункты полигонометрии, где это возможно, закрепляют стенными знаками;
- места установки знаков выбирают с учетом возможности передачи дирекционных углов с пунктов опорных геодезических сетей.

# Пункты долговременного закрепления

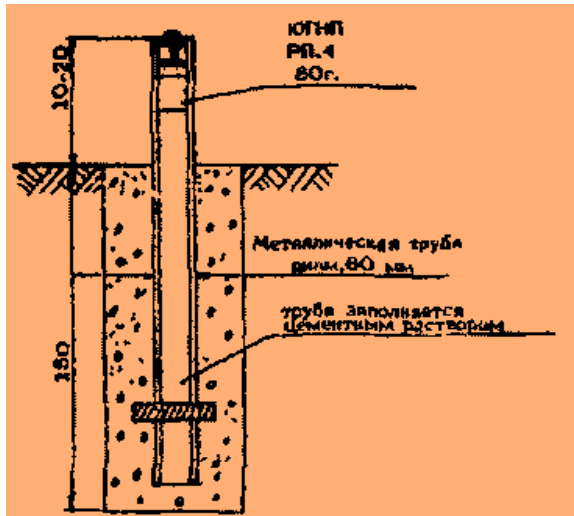


Рис. 13. Тип грунтового репера заложен в буровую скважину

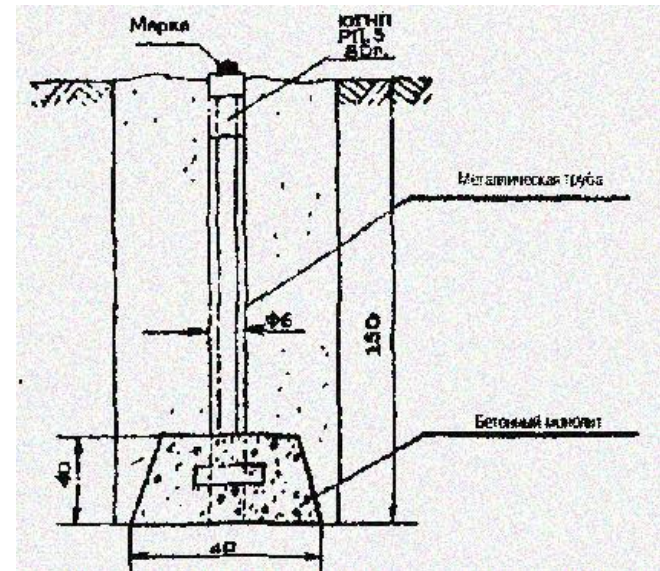


Рис. 12. Тип грунтового репера для открытой местности

Постоянные



Долговременные



Временные