

## Практическая работа №5

### Координирование элементов станции. Технические требования к расположению станционных путей в плане и в профиле. Проектирование продольного профиля.

**Цель работы:** Произвести расчет координат основных элементов проектируемой станции.

**Задачи работы:**

1. Выбрать систему координат и определить порядок расчета
2. Произвести координирование основных элементов станции в пояснительной записке
3. Внести полученные значения в координатную сетку на масштабном плане станции

#### 1. Выбор системы координат и определение порядка расчета

Для уточнения и корректировки масштабного плана станции, а также определения на местности основных ее элементов выполняется расчет координат. За начало системы координат принимается центр первого стрелочного перевода, ведущего на главный путь с четного направления. В качестве осей координат: по оси  $X$  – ось главного пути (на двухпутной линии – ось второго главного пути), по оси  $Y$  - перпендикуляр, проведенный к первому ЦСП. Абсцисса элементов станции (координата  $X$ ) определяется суммой или разностью рассчитанных ранее для масштабной укладки расстояний с известными уже точками. Ордината элементов (координата  $Y$ ) от оси выбранного главного пути до координируемых элементов станции вычисляется путем суммирования междупутных расстояний. Для предельных столбиков и сигналов эти расстояния получают прибавлением или вычитанием соответствующих габаритных расстояний до оси пути.

Для того чтобы определиться со знаками «+» и «-», надо представить координатную сетку и разобраться в какой четверти значения  $X$  и  $Y$  положительные, а в какой – отрицательные (Рисунок 6.1). Точность расчетов определяется двумя знаками после запятой.

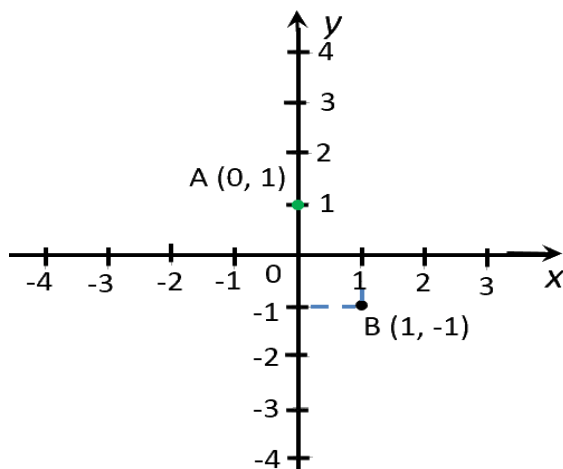


Рисунок 6.1 - Система координат

Для данного примера согласно масштабного плана станции за ось  $X$  принимается второй главный путь, за ось  $Y$  - перпендикуляр, проведенный к ЦСП№4 (первый стрелочный перевод, ведущий на второй главный путь).

#### 2. Координирование основных элементов станции

В проекте промежуточной станции требуется определить координаты:

- центров стрелочных переводов (кроме грузового двора);
- входных и выходных светофоров;
- знаков «Граница станции»;
- вершин углов поворота.

Координаты точек рассчитывают по формулам:

$$X_{\text{раст}} = X_{\text{связ}} \pm \Delta X,$$

$$Y_{\text{раст}} = Y_{\text{связ}} + \Delta Y,$$

где  $X_{\text{связ}}, Y_{\text{связ}}$  – известные координаты какого-либо элемента (связывающая точка), м;  
 $\Delta X, \Delta Y$  – приращение координат искомой точки по отношению к связывающей, м.

Для данного примера согласно масштабного плана станции проводится расчет координат

1. Координаты ЦСП№4 являются началом координат и имеют значения

$$X_{\text{ЦСП4}} = 0 \text{ м};$$

$$Y_{\text{ЦСП4}} = 0 \text{ м},$$

ЦСП№4 (0; 0)

2. Координаты ЦСП№2 определяются

$$X_{\text{ЦСП2}} = X_{\text{ЦСП4}} - L_{\text{съезд2-4}} = 0 - 58,3 \text{ м} = -58,3 \text{ м},$$

где  $L_{\text{съезда 2-4}}$  - проекция съезда 2-4 (для марки 1/11 и ширины междупутья 5,3 м) равна 58,3 м

$$Y_{\text{ЦСП2}} = Y_{\text{ЦСП4}} + e = 0 + 5,3 = 5,3 \text{ м},$$

где  $e$  – ширина междупутья между главными путями 5.3 м.

ЦСП№2 (-58,3; 5,3)

3. Координаты знака «Граница станции»

$$X_{\text{граница}} = X_{\text{ЦСП2}} - a - L_{\text{граница}} = -58,3 - 14,07 - 50 = -122,37 \text{ м},$$

где  $a$  – расстояние от стыка рамных рельсов до центра перевода (для марки крестовины 1/11 и типа рельса Р65) равно 14,07 м;

$L_{\text{граница}}$  - расстояние от стыка рамных рельсов до знака «Граница станции» равно 50 м.

$$Y_{\text{граница}} = Y_{\text{ЦСП2}} + L_{\text{габар}} = 5,3 + 3,1 = 8,4 \text{ м}$$

где  $L_{\text{габар}}$  – габаритное расстояние приближения строений от оси пути (3,1 м)

Знак «Граница станции» с четного направления (-122; 8,4)

4. Координаты входного светофора Ч:

$$X_{\text{ч}} = X_{\text{ЦСП4}} - l_{\text{пр}} - l_{\text{тяги}} = 0 - 46,81 - 300 = -346,81 \text{ м},$$

где  $L_{\text{тяги}}$  – табличное расстояние от ЦСП4 до предельного столбика 46,81 м (для междупутья 5,3, марки 1/11 и радиуса закрестовинной кривой 300 м)

$L_{\text{тяги}}$  – расстояние от светофора до предельного столбика в зависимости от тяги (300 м – электровоз, 50 м – тепловоз)

$$Y_{\text{ч}} = Y_{\text{ЦСП4}} - L_{\text{габар}} = 0 - 3,1 = -3,1 \text{ м}$$

Ч (-346,81; -3.1)

5. Координаты ЦСП№10 определяются

$$X_{\text{ЦСП10}} = X_{\text{ЦСП4}} + L_{\text{укл}} = 0 + 41,8 \text{ м} = 41,8 \text{ м},$$

где  $L_{\text{укл}}$  – табличное расстояние от ЦСП4 до ЦСП10 при встречной укладке равно 41,8 м (для марок 1/11-1/9 и прямой вставки  $d=12,5$  м)

$$Y_{\text{ЦСП10}} = Y_{\text{ЦСП4}} = 0$$

ЦСП№10 (41,8; 0)

#### 6. Координаты ЦСП12

$$X_{\text{ЦСП12}} = X_{\text{ЦСП10}} + \frac{\sum e}{\tan \alpha} = 41,8 + \frac{7,5}{0,090900} = 124,3 \text{ м}$$

где  $e$  - сумма ширины междупутий, м  
 $\tan \alpha$  – тангенс угла, соответствующий марке крестовины

$$Y_{\text{ЦСП12}} = Y_{\text{ЦСП10}} + e = 0 - 7,5 = -7,5$$

ЦСП№12 (124,3; -7,5)

#### 7. Координаты выходного светофора с пути №4 – Н4

$$X_{\text{Н4}} = X_{\text{ЦСП12}} + l_{\text{пр}} + 3,5 = 124,3 + 46,81 + 3,5 = 174,61 \text{ м},$$

$$Y_{\text{Н4}} = Y_{\text{ЦСП12}} - L_{\text{габар}} = -7,5 - 3,1 = -10,6 \text{ м}$$

Н4 (174,61; -10,6)

#### 8. Координаты ЦСП14

$$X_{\text{ЦСП14}} = X_{\text{ЦСП12}} + \frac{\sum e}{\tan \alpha} = 124,3 + \frac{5,3}{0,090900} = 182,6 \text{ м}$$

$$Y_{\text{ЦСП14}} = Y_{\text{ЦСП12}} + e = -7,5 - 5,3 = -12,8 \text{ м}$$

ЦСП№14 (182,6; -12,8)

#### 9. Координаты выходного светофора с пути №6 – Н6

$$X_{\text{Н6}} = X_{\text{ЦСП14}} + l_{\text{пр}} + 3,5 = 182,6 + 46,81 + 3,5 = 232,91 \text{ м},$$

$$Y_{\text{Н6}} = Y_{\text{ЦСП14}} - L_{\text{габар}} = -12,8 + 3,1 = -9,7 \text{ м}$$

Н6 (232,91; -9,7)

#### 10. Координаты вершины угла поворота (ВУ1) на пути №8

$$X_{\text{ВУ1}} = X_{\text{ЦСП14}} + \frac{\sum e}{\tan \alpha} = 182,6 + \frac{5,3}{0,090900} = 323,4 \text{ м}$$

$$Y_{\text{ВУ1}} = Y_{\text{ЦСП14}} + e = -12,8 - 5,3 = -18,1 \text{ м}$$

ВУ1 (323,4; -18,1)

Остальные координаты находятся последовательно и подобно.

Расчет координат приводится в пояснительной записке. Для удобства полученные значения координат заносятся в таблицу (табл. 6.1)

**Таблица 6.1 – Значения координат основных элементов проектируемой станции**

Наименование точки	Координата X	Координата Y
--------------------	--------------	--------------

ЦСП№4	0	0
ЦСП№2	- 58,3	5,3
Знак «Граница станции» с четного направления	-122	8,4
Ч	-346,81	-3.1
ЦСП№10	41,8	0
И т.д.		

### 3 Внесение полученных значений в координатную сетку на масштабном плане станции

Результаты расчета выносят на чертеж. На масштабном плане станции от основных элементов станции проводится перпендикуляр на координатную сетку. Пример заполнения координатной сетки приведен на рис. 6.2.

У	-3,1	8,4	5,3	0	0	
X	-346,81	-122,37	-58,3	0	41,8	
Наименование точки	Ч	Знак «Граница станции»	ЦСП№2	ЦСП№4	ЦСП№10	И т.д.

Рис. 6.2. Пример заполнения координатной сетки

### ЗАДАНИЕ

1. Произвести расчет координат:

- центров стрелочных переводов (кроме грузового двора);
- входных и выходных светофоров;
- знаков «Граница станции»;
- вершин углов поворота.

2. Заполнить координатную сетку на чертеже

## Проектирование продольного профиля

**Цель работы:** Произвести проектирование продольного профиля станции

**Задачи работы:**

1. Установить уклоноуказатели на масштабный план станции
2. Разбить пикетаж и нанести горизонтали на масштабный план станции
3. Произвести проектирование продольного профиля в определенном порядке

### 1. Установка уклоноуказателей на масштабный план станции

При проектировании станции необходимо определить объем земляных работ. Для этого требуется знать особенности местности.

В задании на курсовую работу указывается номер плана местности, который надо перенести на масштабный план путевого развития станции. На плане местности указаны уклоноуказатели, горизонтали и пикеты.

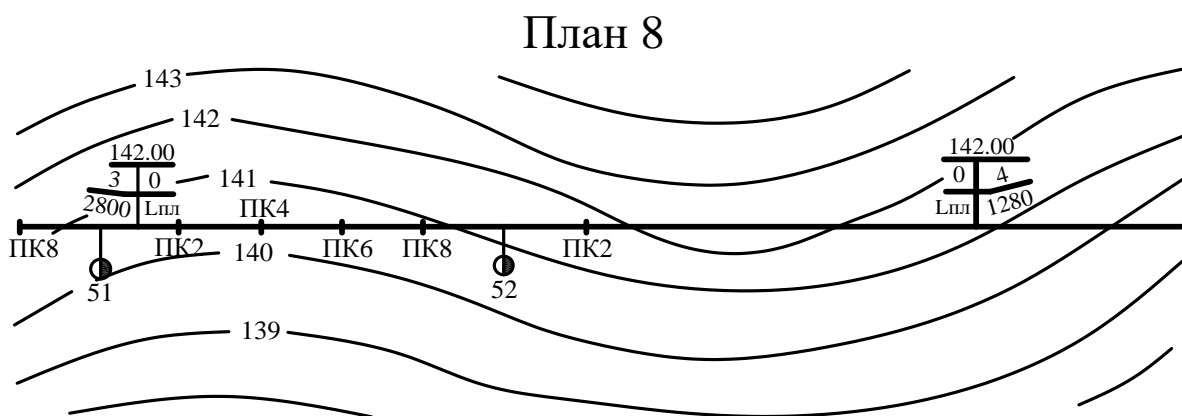


Рисунок 1 План местности

Сначала к плану промежуточной станции привязывают уклоноуказатели.

На уклоноуказателе сверху указана проектная отметка земли – нулевой уровень, та отметка на которой будет проектироваться станция. В данном примере проектная отметка земли на уклоноуказателе равна – 142 (рис. 1). Кроме того на уклоноуказателе указаны: крутизна уклонов ( $i$ ) (в данном примере с четной стороны  $i_n=3$ , с нечетной  $i_c=4$ ); расстояние, которое соответствует данному уклону (с четной стороны – 2800 м, с нечетной – 1280 м), а также крутизна уклона станционной площадки ( $i=0$ ) и длина площадки между точками перелома профиля ( $L_{пл}$ ).

Станционные пути в профиле во избежание самопроизвольного ухода подвижного состава следует размещать, как правило, на горизонтальной площадке. Поэтому необходимо найти точки перелома профиля (в данном случае место перехода уклона профиля в горизонтальную площадку) и в этих точках установить уклоноуказатели с обеих сторон станции.

Зная, что стрелочные переводы на главном пути следует укладывать за пределами вертикальных кривых, уклоноуказатели ставят на расстоянии тангенса вертикальной кривой, который определяется по формуле:

$$T_B = 7,5 \cdot \Delta i, \quad (1)$$

где  $\Delta i$  – алгебраическая разность сопрягаемых уклонов в ‰ (определяется на основании заданного профиля подходов и уклона станционной площадки).

Зная величину тангенсов вертикальных кривых, определяют длину площадки между точками перелома профиля:

$$L_{пл} = L_{ст} + (T'_B + T''_B), \quad (2)$$

$L_{ст}$  – длина станционной площадки между тангенсами вертикальных кривых (из задания), м;

Станционная площадка в профиле, как известно, может располагаться на «горбе», на «уступе» и в «яме» в зависимости от направления уклона (к станции или от станции).

На данном плане (рисунок 1) станционная площадка находится в «яме», так как уклоны ( $i$ ) на уклоноуказателях направлены к станции с обеих сторон (рис 2).

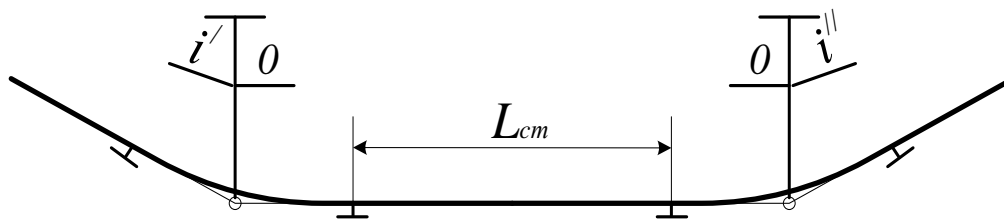


Рисунок 2 Размещение станционной площадки в профиле: – в «яме»

Для данного примера:  $L_{ст} = 1050$  м,  $i_n = 3\%$  (с четной стороны),  $i_v = 4\%$  (с нечетной стороны), тогда тангенсы вертикальных кривых с четной и нечетной сторон определяются

$$T_B = 7,5 \cdot \Delta i,$$

$$\Delta i = |i_n - i_v| = |3 - 4| = 1$$

$$T_B = 7,5 \cdot 1 = 7,5 \text{ м}$$

Длина площадки между точками перелома профиля определяется

$$L_{пл} = L_{ст} + (T'_B + T''_B) = 2300 + (7,5 + 7,5) = 2315 \text{ м}$$

Таким образом, уклоноуказатель с четной стороны устанавливается на расстоянии 7,5 м (4 мм) от ЦСП2, а с нечетной стороны на расстоянии 7,5 м от ЦСП1.

## 2. Разбивка пикетажа и нанесение горизонталей на масштабном плане станции

С четной стороны станции от уклоноуказателя по главному пути, выбранному за ось X, устанавливается километровый столбик (пикет - ПК). Необходимо учитывать какой номер пикета является ближайшим к уклоноуказателю. В данном примере (рис.1) ПК2 является ближайшим, значит ПК1 совпадает с уклоноуказателем. Километровые столбики размещаются друг от друга на расстоянии 100 м (на чертеже в масштабе расстояние между пикетами 5 см). Пикетаж разбивается по всей длине станционной площадки, включая входные сигналы и знаки «Граница станции». Каждые 10 пикетов, на плане указывают километровый знак, например, 51-й километр, 52-й километр (рис.3).

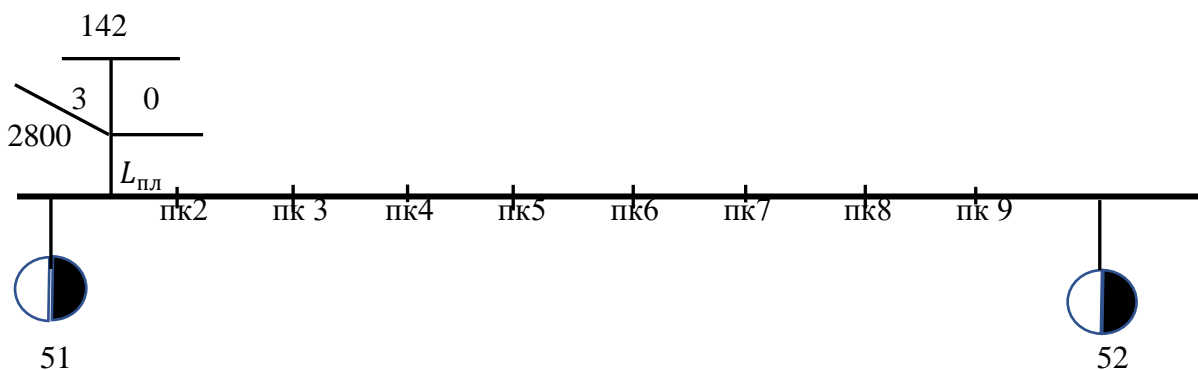


Рисунок 3 Разбивка пикетажа на масштабном плане станции

Кроме уклоуказателей и пикетов, на масштабный план станции переносят горизонталей, на которых указаны отметки земли. Для нанесения горизонталей необходимо проанализировать

заданный план, определить, какие горизонтали пересекают пикеты, и нанести характерную горизонталь и соседнюю с ней. Расстояние между последующими горизонталями примерно такое же, как и между двумя первыми.

Например, горизонталь 141 пересекает ось главного пути в двух местах: с четной стороны в ПК8 и до 52 км в ПК9 (рис.1). Эта горизонталь переносится на план первой. Рядом с ней проходит горизонталь 142, которая пересекает ось после 52 км в ПК 3 и т.д.

### 3. Порядок проектирования продольного профиля

Продольный профиль проектируется в нижней части основного чертежа под планом путевого развития в масштабах: вертикальном 1 : 200, горизонтальном 1 : 2000, т. е. вдоль всей станционной площадки.

Сначала производится построение существующего продольного профиля. Для этого выбирается условный ноль (базовая отметка), т. е. верхняя линия сетки профиля будет иметь отметку равную значению наименьшей горизонтали минус число 5. Это делается для удобства построения и вместимости профиля на чертеже, чтобы линия земли не выходила за пределы таблицы профиля. Например, значение наименьшей горизонтали на плане составляет 138 (рис.1), тогда условный ноль будет 133 (рис 4).



Рисунок 4 Верхняя линия сетки профиля – условный ноль

На расстоянии 5 см от верхней линии сетки (условный ноль) от крайних точек проекта (от одного уклоноуказателя до другого или от входного светофора Н до входного светофора Ч) провести горизонтальную линию красного цвета – проектируемый профиль станции.

Разработка профиля начинается с определения отметок земли на каждом пикете. Если пикет пересекает горизонталь, то значение отметки земли совпадает со значением горизонтали. Например, 141 горизонталь пересекает с четной стороны в ПК8 и до 52 км в ПК9, значит отметки земли в этих пикетах будут иметь значение 141. Если пикеты не пересекают горизонталей, то отметки земли для каждого пикета рассчитываются методом интерполяции (рис. 5). Полученные значения вписываются в графу «Существующие отметки земляного полотна» таблицы продольного профиля на чертеже с точностью до двух знаков после запятой.

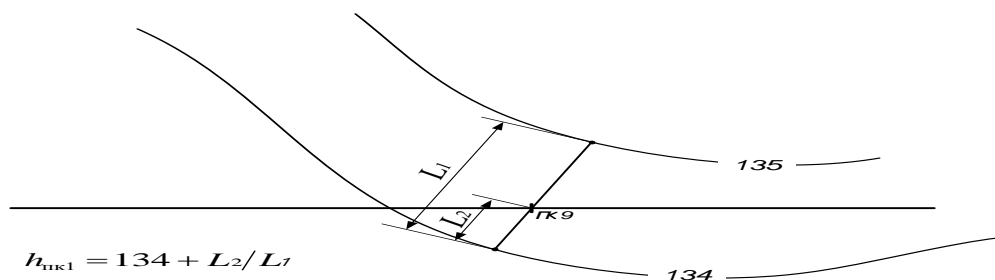


Рисунок 5. Определение отметок земли

В графе «Существующие расстояния» указывают расстояние между каждым пикетом в километрах. Например, после 51-го километра, ПК1 будет иметь значение 51,1 км, ПК2 - 51,2 км, ....., ПК9-51,9, далее 52 км и т.д.

В графе «Проектные отметки земляного полотна» указывают проектную отметку земли соответствующую на уклоноуказателе. В данном примере – 142.

В графе «Проектные уклоны и расстояния» вносят проектные уклоны и длины элементов профиля. Например, до уклоноуказателя с четной стороны станции уклон -3‰, расстояние 2800, от первого уклоноуказателя до второго уклоноуказателя – нулевой уклон на расстоянии длины площадки между точками перелома профиля (в данном примере 2315 м), с нечетной стороны станции до уклоноуказателя – уклон 4‰, расстояние 1280 м (рис.1).

В завершении работы, над продольным профилем (красная горизонтальная линия) наносятся рабочие отметки, которые определяются как разность проектной отметки и отметки земли по каждому пикету. Для насыпи они записываются под, а для выемки – над проектной линией профиля. Полученные точки соединяют.

### **ЗАДАНИЕ**

1. Установить уклоноуказатели на масштабный план станции
2. Разбить пикетаж и нанести горизонтали на масштабный план станции
3. Произвести проектирование продольного профиля в определенном порядке