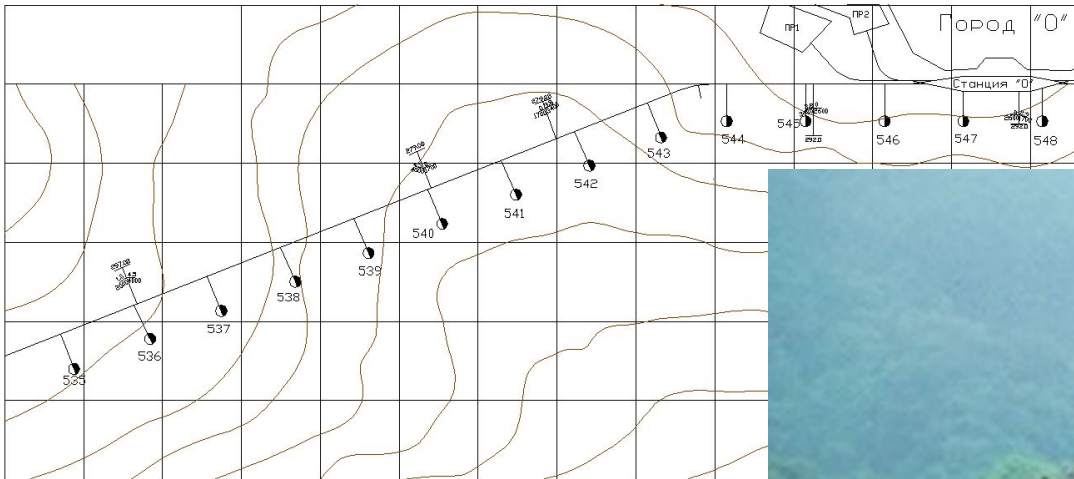


Дисциплина «Зарубежные ВСМ и пассажирские станции»

Практическое занятие 4

ТЕМА: «СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ОРГАНИЗАЦИИ СКОРОСТНОГО ДВИЖЕНИЯ»



Варианты организации скоростного движения



```
graph TD; A[Варианты организации скоростного движения] --> B[Масштабная реконструкция линии с изменением трассы (укладка круговых кривых больших радиусов) + новый подвижной состав]; A --> C[Частичная реконструкция линии + новый подвижной состав с наклонным кузовом];
```

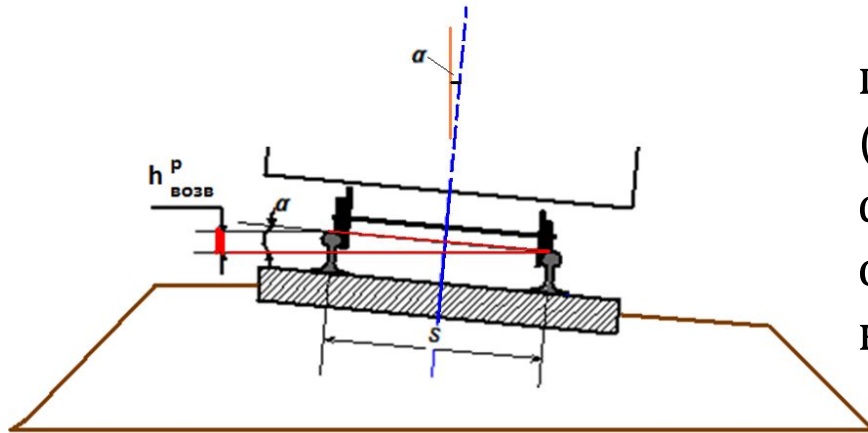
Масштабная реконструкция линии с изменением трассы (укладка круговых кривых больших радиусов) + новый подвижной состав

Частичная реконструкция линии + новый подвижной состав с наклонным кузовом

1. Определить возможную максимальную скорость $V_{\max}$ прохождения круговых кривых существующего радиуса R_c .
2. Сравнить варианты организации скоростного движения на существующей линии по объему инвестиций.

Конструкция обычного подвижного состава.

Снижение центробежных сил происходит за счет подъема (возвышения) наружного рельса в круговой кривой h_{6036}^p



где S - расстояние между осями рельсов (1600 мм для колеи 1520 мм);
 α – угол наклона подвижного состава, обусловленный возвышением наружного рельса

1. Рассчитать угол наклона подвижного состава α при максимальном допустимом возвышении наружного рельса, равном 150 мм

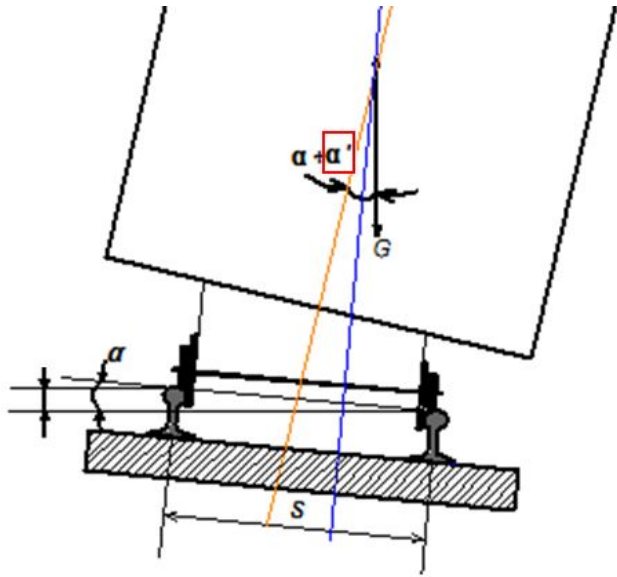


$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{h_{6036}^p}{S}$$

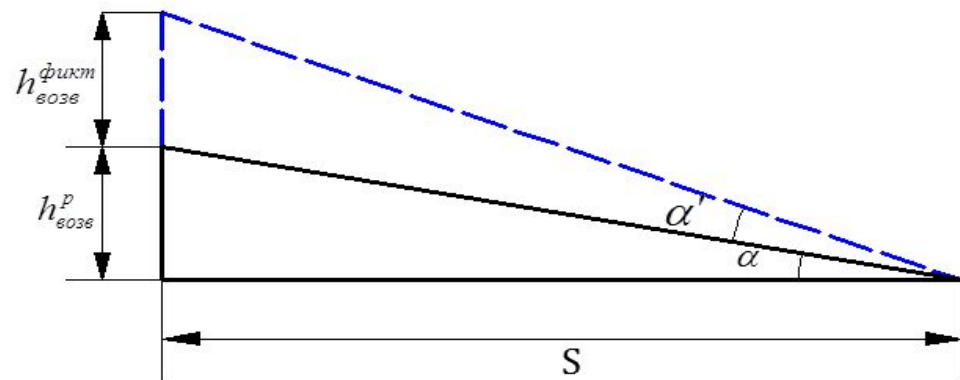
При расчете **arctg** посредством Excel: **arctg** = ГРАДУСЫ (ATAN(X))

Конструкция подвижного состава с «Tilting»-system

Позволяет наклонять кузов подвижного состава на дополнительный угол α' при прохождении круговых кривых во внутрь кривой. За счет этого происходит снижение центробежных сил. Величина дополнительного угла наклона может варьироваться от 6 до 10 градусов.



Таким образом, наклон кузова в кривой с точки зрения погашения центробежных сил эквивалентен дополнительному возвышению наружного рельса. Эффект от наклона кузова можно оценить при помощи расчета *фиктивного* возвышения наружного рельса $h_{\text{фикт}}^{\text{бозв}}$ в соответствии с приведенной схемой



$$h = h_{\text{бозв}}^{\text{фикт}} + h_{\text{бозв}}^p = S \cdot \operatorname{tg}(\alpha' + \alpha)$$

Для оценки эффективности применения подвижного состава с наклонным кузовом необходимо:

1) Определить возвышение наружного рельса для реализации перспективной скорости движения по существующей кривой.

Возвышение наружного рельса и максимальная скорость движения в кривой с точки зрения обеспечения комфортности пассажиров связаны эмпирической формулой.

$$h = 12,5 \frac{v_{\max}^2}{R} - 163\alpha_{\text{дон}}$$

где $V_{\max}$ – максимальная скорость движения, км/ч; R – радиус кривой, м. $\alpha_{\text{дон}} = 0,7$

Определить значение фиктивного возвышения наружного рельса:

$$h = h_{\text{возв}}^{\text{фикт}} + h_{\text{возв}}^p = S \cdot \text{tg}(\alpha' + \alpha)$$

Определить угол наклона подвижного состава и сравнить с существующими параметрами подвижного состава

2. Сравнение вариантов организации скоростного движения на существующей линии по объему инвестиций

Необходимые инвестиции в организацию скоростного движения по вариантам складываются из капитальных затрат на реконструкцию существующей линии $K_{рл}$ и затрат на приобретение подвижного состава $K_{пс}^*$:

$$K_{сум} = K_{рл} + K_{пс} + K_{ди}$$

$K_{пс}^*$ - затраты на приобретение подвижного состава учитываются по двум вариантам, так как осуществляется организации высокоскоростного движения с «нуля»

$K_{ди}$ – дополнительные затраты на создание инфраструктуры для технического обслуживания и ремонта используемого подвижного состава

Расчет **всех** капитальных затрат делается по двум вариантам:

- 1) для поездов с наклонным кузовом;
- 2) Для поездов с обычным кузовом

Затраты на приобретение ***n*** единиц* подвижного состава можно определить по формуле:

$$K_{\text{пс}} = n * C_{\text{пс}}$$

где $C_{\text{пс}}$ – стоимость одной единицы подвижного состава (1 скоростного поезда)

Ориентировочная стоимость 1 единицы подвижного состава (поезда):

- с системой наклона кузова: $C_{\text{пс}} = 15$ млн. евро;
- без системы наклона кузова: $C_{\text{пс}} = 12$ млн. евро.

Укрупненная стоимость депо для обслуживания скоростных поездов,
 $K_{\text{ди}}$, млн. евро

Тип конструкции поезда	Кол-во обслуживаемых поездов в сутки , <i>n</i>	
	5-10 (нечетный вариант)	11-20 (четный вариант)
С «tilting» системой	30 млн. евро	56 млн. евро
С обычным кузовом	25 млн. евро	45 млн. евро

Величина дополнительных затрат $K_{\text{ди}}$ на создание инфраструктуры для технического обслуживания и ремонта подвижного состава (сооружение депо) зависит от количества обслуживаемых поездов ***n***.

* Количество единиц подвижного состава ***n*** (потребный парк скоростных поездов) зависит от вместимости подвижного состава и графика его оборота, т.е. связано с объемом и интенсивностью пассажиропотока и графиком движения поездов

Капитальные затраты на реконструкцию линии под скоростное движение $K_{рл}$ зависят от следующих основных факторов:

- 1) протяженности линии;
- 2) количества и протяженности круговых кривых, для которых требуется переустройство с увеличением радиуса;
- 3) объема переустройства отдельных пунктов (замена стрелочных переводов; реконструкция пассажирских устройств и т.д.);
- 4) объема необходимой реконструкции искусственных сооружений.

P_1 , 3 и 4 не зависят от наличия у скоростного поезда системы наклона поезда и будут одинаковыми при применении разных типов скоростных поездов), при сравнении вариантов организации скоростного движения учитываются капитальные затраты на переустройство круговых кривых $K_{кр}$.

1) Капитальные затраты на линию с укладкой новой круговой кривой

$$K_{рл} = V_{зем}C_{зем} + L_{уч}C_{всп} + L_{уч}C_{кс} + L_{уч}C_{сцб},$$

2) Капитальные затраты для существующей круговой кривой

$$K_{рл} = L_{уч}C_{всп} + L_{уч}C_{кс} + L_{уч}C_{сцб},$$

где $V_{зем}$ – объем земляных работ, m^3 ;

$C_{зем}$ – стоимость 1 m^3 земляных работ, $C_{зем} = 1200$ руб./ m^3 ;

$L_{уч}$ – длина участка линии, км;

$C_{всп}$ – стоимость укладки 1 км верхнего строения пути, $C_{всп} = 10$ млн. руб./км;

$C_{кс}$ – стоимость 1 км контактной сети, $C_{кс} = 15$ млн.руб./км;

$C_{сцб}$ – стоимость установки средств СЦБ на 1 км пути, $C_{сцб} = 2$ млн.руб./км.

Сравнение вариантов организации скоростного движения на существующей линии по объему инвестиций:

1) Определить величину суммарных капитальных затрат для варианта подвижного состава без наклона кузова, т.е. с учетом реконструкции круговых кривых (первый вариант)

$$K_{\text{сум}} = K_{\text{рл}} + K_{\text{пс}} + K_{\text{ди}}$$

2) Определить величину суммарных капитальных затрат для варианта с подвижным составом с наклоном кузова т.е. с частичной реконструкции круговых кривых, (второй вариант)

$$K_{\text{сум}} = K_{\text{рл}} + K_{\text{пс}} + K_{\text{ди}}$$

3) Сравнив суммарные капитальные затраты по двум вариантам сделать вывод о том, дает ли экономию кап. затрат использование подвижного состава с наклонным кузовом.