

Основы проектирования железных дорог

Практические занятия № 11, 12, 13

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОДОЛЬНОГО ПРОФИЛЯ ТРАССЫ. Часть II

1. Общие положения.
2. Методика построения продольного профиля трассы.
3. Анализ и корректировка положения проектной линии.
4. Взаимное расположение элементов плана и продольного профиля.

3. Анализ и корректировка положения проектной

ЛИНИИ

После определения положения проектной линии на отдельных участках трассы, как на вольных, так и на напряженных ходах, необходимо проверить ее на соответствие всем нормативным требованиям. Соблюдение этих требований обеспечивает безопасность, плавность и бесперебойность движения поездов.

Для обеспечения условия бесперебойности общее сопротивление движению поезда не должно превышать расчетной величины.

Необходимо проверить, чтобы получившиеся значения уклонов элементов продольного профиля не превышали величины ограничивающего уклона:

- ✓ руководящего уклона i_p на прямых участках трассы;
- ✓ уклона трассирования $i_{тр} = i_p - i_{эк}$ на участках трассы с кривыми.

Анализ и корректировка положения проектной линии

Другое важное условие обеспечения бесперебойности движения – предупреждение снежных и песчаных заносов.

Бровка земляного полотна в снегозаносимых районах должна возвышаться над уровнем расчетной толщины снежного покрова не менее, чем на 0,7 м на однопутных и на 1,0 м на двухпутных линиях.

Высота насыпи может быть больше или меньше указанных значений, как правило, на напряженных ходах, где с целью сокращения объемов земляных работ, земляное полотно частично проектируется в форме выемок.

В углублениях продольного профиля высота насыпи должна быть достаточной для размещения **водопрпускных сооружений**.

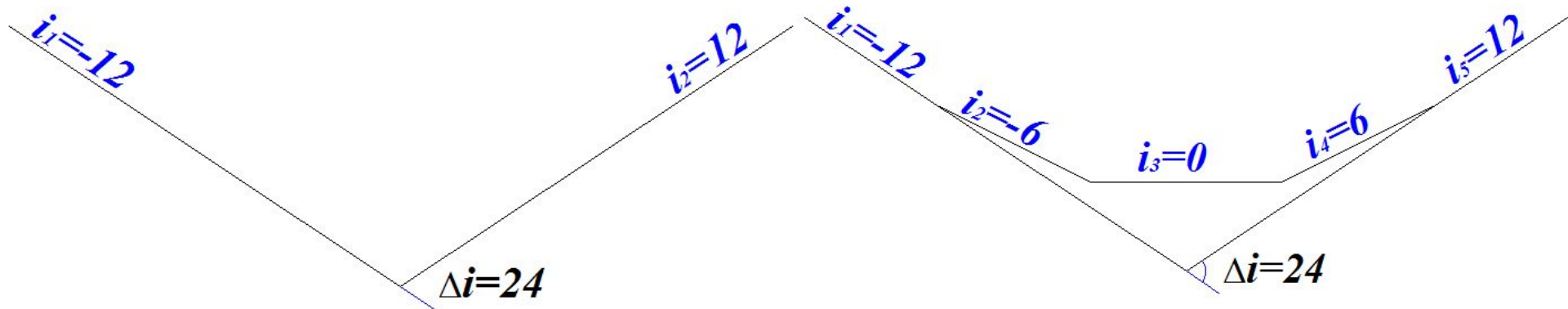
В целом при проектировании продольного профиля высота насыпи и глубина выемки не должна превышать 6 м, что позволяет использовать **типовые поперечные профили земляного полотна**.

Анализ и корректировка положения проектной линии

- После построения проектной линии и определения ее уклонов определяется алгебраическая разность сопрягаемых уклонов Δi во всех точках перелома профиля.

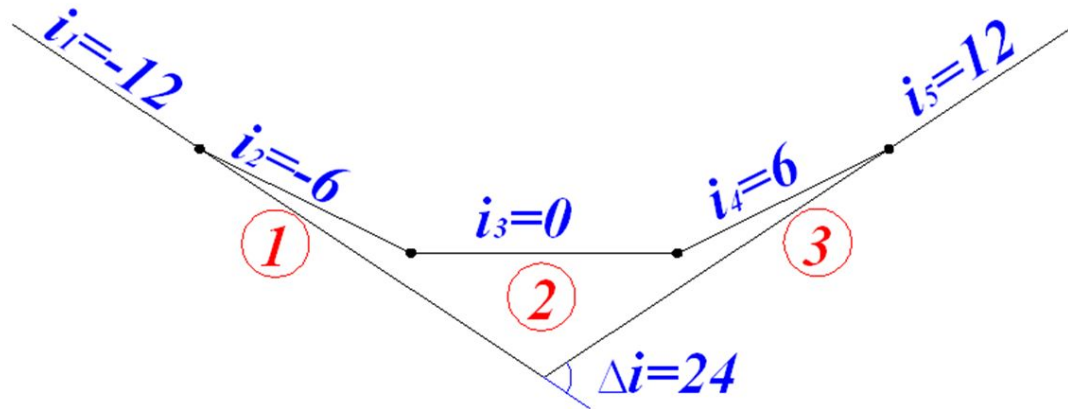
С целью обеспечения безопасности и плавности движения поездов алгебраическая разность сопрягаемых уклонов двух смежных элементов не должна превышать допустимые значения, приведенные в числителе таблицы 3 СП 237.1326000.2015.

В противном случае производится сопряжение (сглаживание) профиля.



Анализ и корректировка положения проектной линии

Сопряжение (сглаживание) профиля выполняется с помощью элементов переходной крутизны и разделительных площадок, минимальные длины которых даны в знаменателе таблицы 3 СП 237.1326000.2015.



Анализ и корректировка положения проектной линии

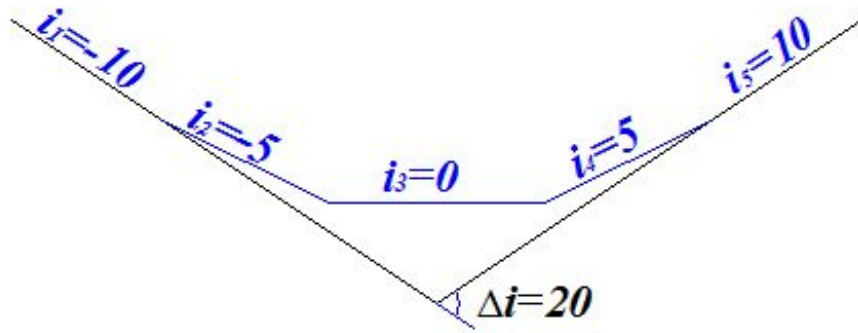
В один и тот же глобальный перелом профиля могут быть вписаны различные элементы переходной крутизны и с разделительной площадкой, и без нее. При сопряжении элементов профиля необходимо руководствоваться следующими правилами:

- ✓ принимать элементы возможно большей длины при наименьшей величине Δi между ними;
- ✓ стараться пройти «ближе к земле», т.е. выполнять сопряжение, ориентируясь на профиль земной поверхности по трассе.

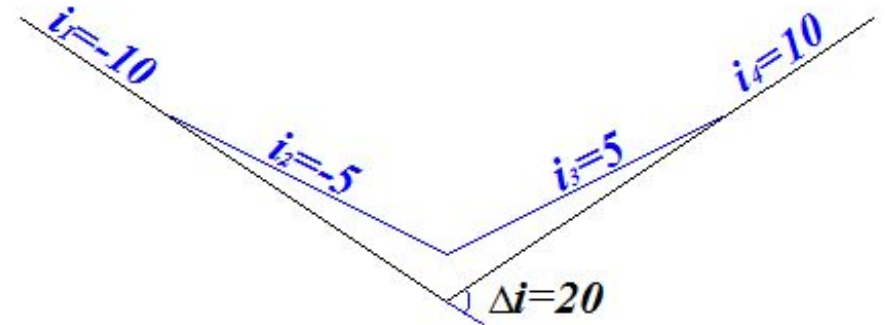
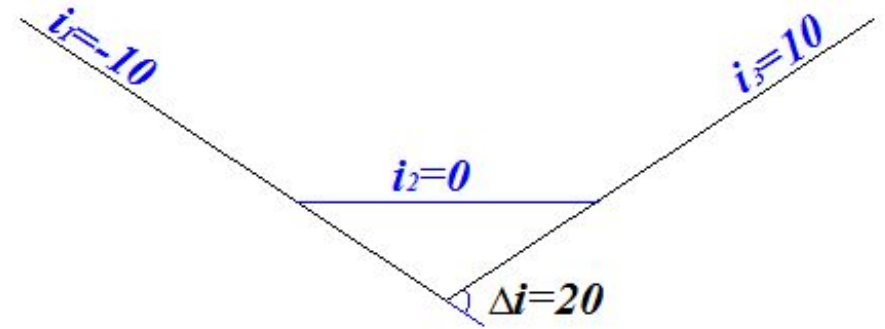
Анализ и корректировка положения проектной линии

Примеры сопряжения элементов продольного профиля при нормативном значении $\Delta i = 5 \%$

правильно



неправильно

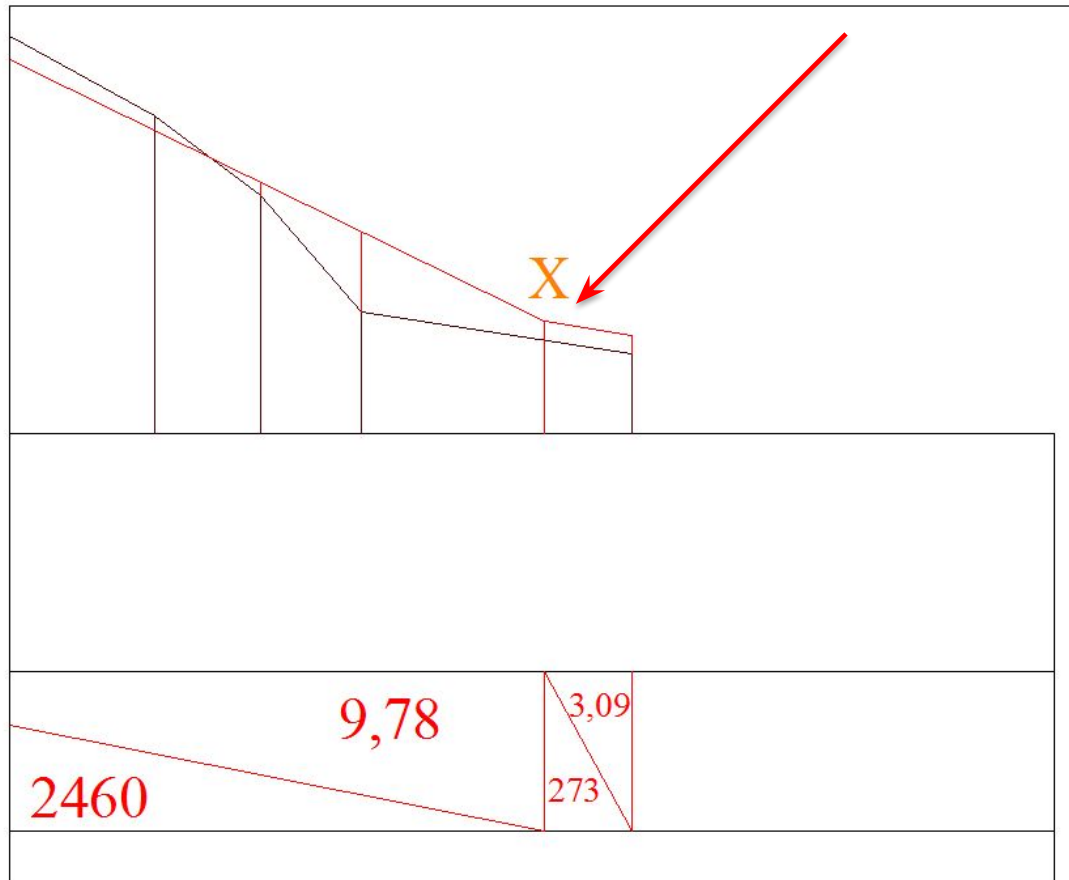


Анализ и корректировка положения проектной линии

- **Пример.** Сопряжение (сглаживание) профиля необходимо выполнить для точки X. Алгебраическая разность сопрягаемых уклонов смежных элементов равна:

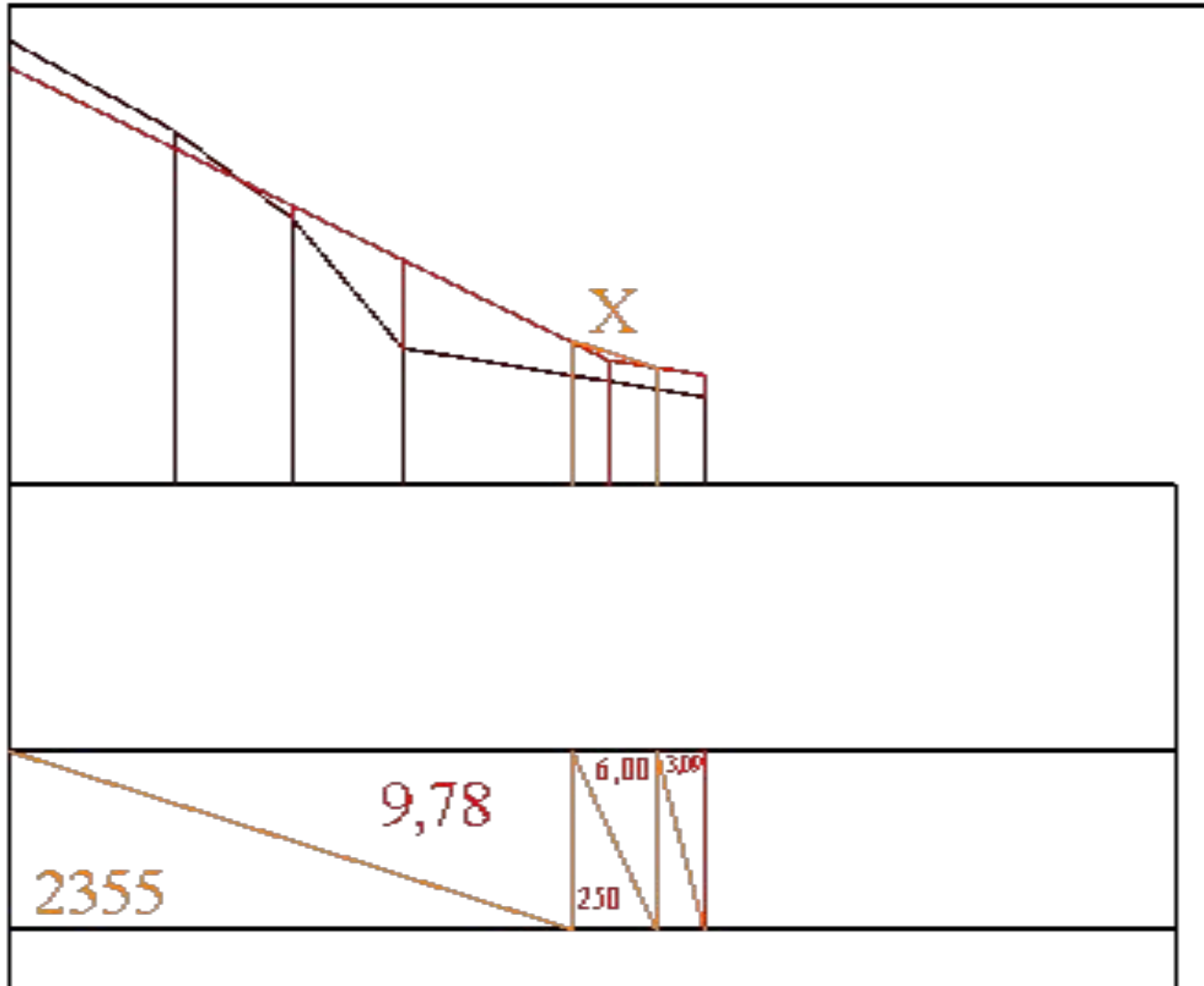
$$\Delta i = 9,78 - 3,09 = 6,69 \text{ ‰}.$$

Полученное значение $\Delta i = 6,69 \text{ ‰}$ превышает допустимое



Анализ и корректировка положения проектной линии

- **Пример.** Сопряжение выполняется с помощью элемента переходной крутизны с уклоном $i = 6 \text{ ‰}$, длиной $l = 250 \text{ м}$.



Анализ и корректировка положения проектной линии

После корректировки положения проектной линии вносятся изменения в графу «Проектные уклоны» и определяются проектные отметки во всех точках перелома продольного профиля, а также во всех остальных характерных точках.



4. Взаимное расположение элементов плана и продольного профиля

При проектировании продольного профиля прямолинейными элементами, смежные уклоны сопрягаются в вертикальной плоскости вертикальными кривыми. В пределах вертикальной кривой постепенно изменяется уклон рельсовой нити от i_1 до i_2 . В плане круговая кривая сопрягается с прямыми подходами переходными кривыми, в пределах которых постепенно осуществляется отвод возвышения наружного рельса от 0 до h , мм. При проектировании нельзя допускать совмещения зоны вертикальной кривой с зоной переходной кривой.

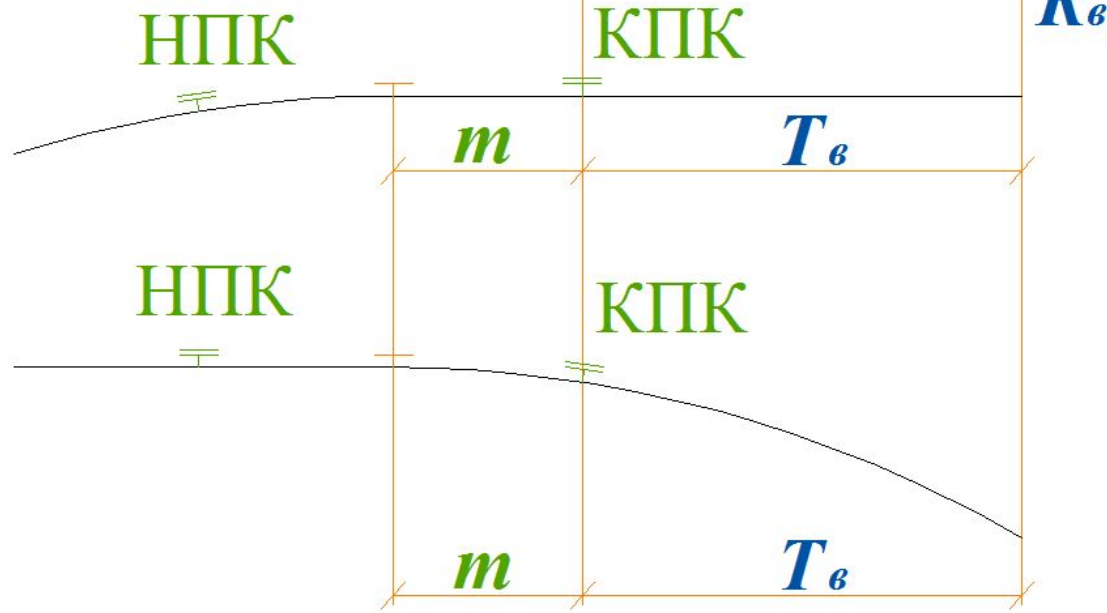
Взаимное расположение элементов плана и продольного профиля

Вертикальная кривая может располагаться только на прямой в плане или на «чистой» круговой кривой.

а) профиль

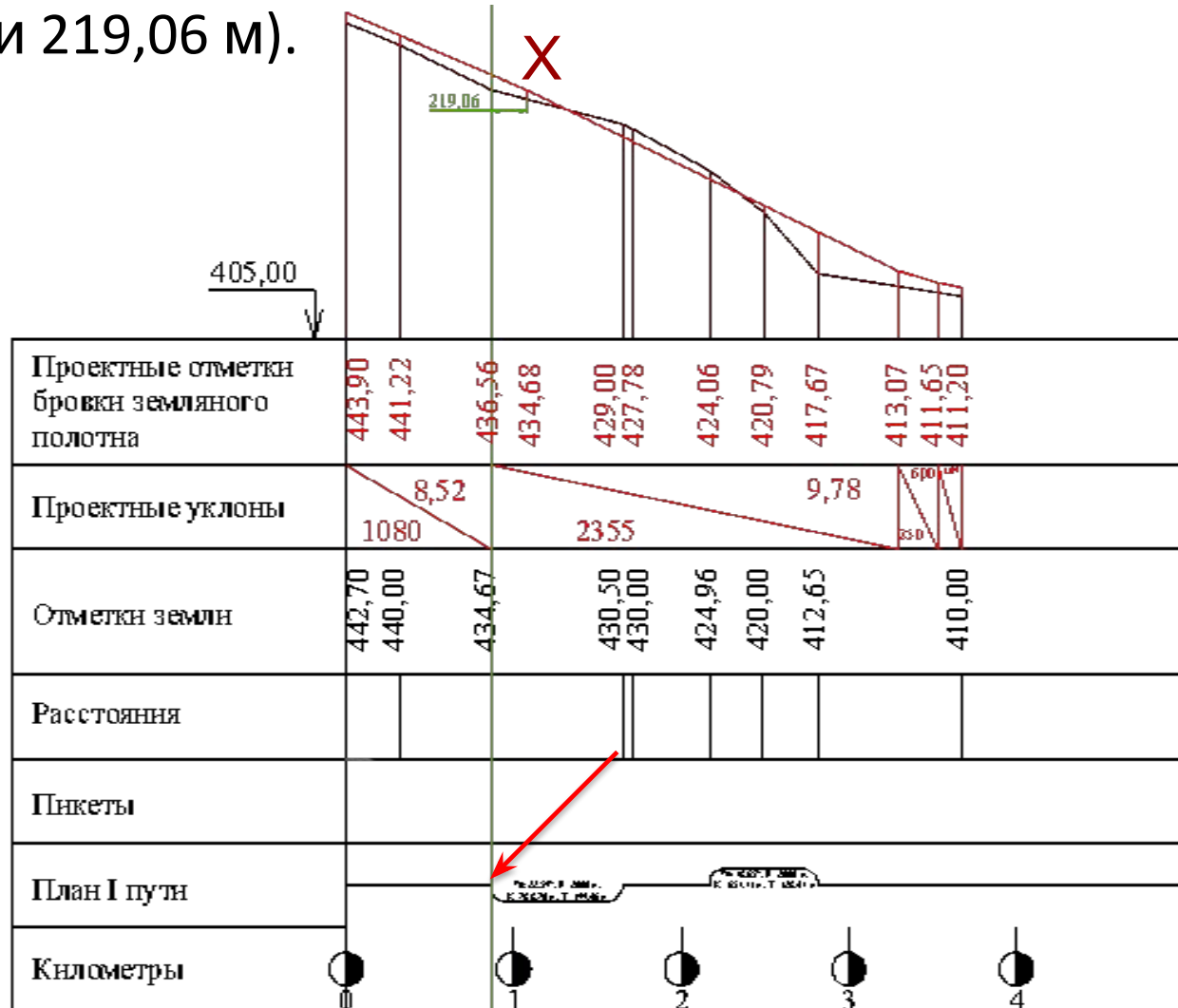
ВУВ

б) план



Взаимное расположение элементов плана и продольного профиля

Пример. Ближе всего к точке перелома профиля X расположена переходная кривая в начале круговой первой кривой (на расстоянии 219,06 м).



Взаимное расположение элементов плана и продольного профиля

Пример. Длина переходной кривой в этом месте составляет $l_{\text{п}} = 80$ м (принимается по СП 237.1326000.2015 для линии II категории, радиуса круговой кривой $R=2000$ м и второй зоны скоростей).

Тангенс вертикальной кривой:

$$T_{\text{в}} = R_{\text{в}} \cdot \frac{\Delta i}{2} = 15 \cdot \frac{9,78 - 8,52}{2} = 9,45 \text{ м.}$$

Величина $m + T_{\text{в}} = 40 + 9,45 = 49,45$ м.

$$219,06 > 49,45$$

Следовательно, требования к взаимному расположению элементов плана и продольного профиля соблюдаются, переходная кривая располагается вне пределов вертикальной кривой.

Методика построения продольного профиля трассы

- После корректировки положения проектной линии, а также проектных отметок бровок земляного полотна, определяются **рабочие отметки** h_p , м, по формуле:

$$h_p = N_{\text{пр}} - H_з,$$

где $N_{\text{пр}}$ – проектная отметка точки, в которой определяется рабочая отметка, м;

$H_з$ – отметка земли в точке, в которой определяется рабочая отметка, м.

На продольном профиле рабочие отметки выписывают над проектной линией для насыпей и под проектной линией для выемок.

Порядок действий при проектировании схематического продольного профиля трассы

1. Начертить стандартную сетку продольного профиля.
2. Определить и обозначить характерные точки рельефа по трассе.
3. Для характерных точек необходимо определить: расстояние от оси станции A и отметку земли методом интерполяции между горизонталями.
4. По полученным отметкам вычерчивается продольный профиль поверхности земли.
5. Вычертить план трассы с указанием круговых кривых.
6. Подобрать положение проектной линии на напряженных и вольных ходах.
7. Рассчитать проектные уклоны и проектные отметки бровок земляного полотна.

Порядок действий при проектировании схематического продольного профиля трассы

8. Проверить значения уклонов, длин элементов профиля, алгебраической разности сопрягаемых уклонов на соответствие нормативам. При необходимости запроектировать элементы переходной крутизны и разделительные площадки.
9. Проверить правильность взаимного размещения элементов плана и продольного профиля. При необходимости перенести точки перелома профиля.
10. Рассчитать проектные и рабочие отметки в характерных точках.

В целом, продольный профиль стараются проектировать «обертывающей» линией (проектная линия должна повторять профиль земной поверхности), используя насыпи высотой до 3-х метров, минимально применяя выемки, которые значительно усложняют последующую эксплуатацию железной дороги.