

Лекция 2 Расчет мгновенных схем
на однопутных участках
постоянного тока при
двустороннем питании

План лекции

1. Расчет мгновенных схем при двустороннем питании при равных напряжениях на шинах смежных тяговых подстанций.

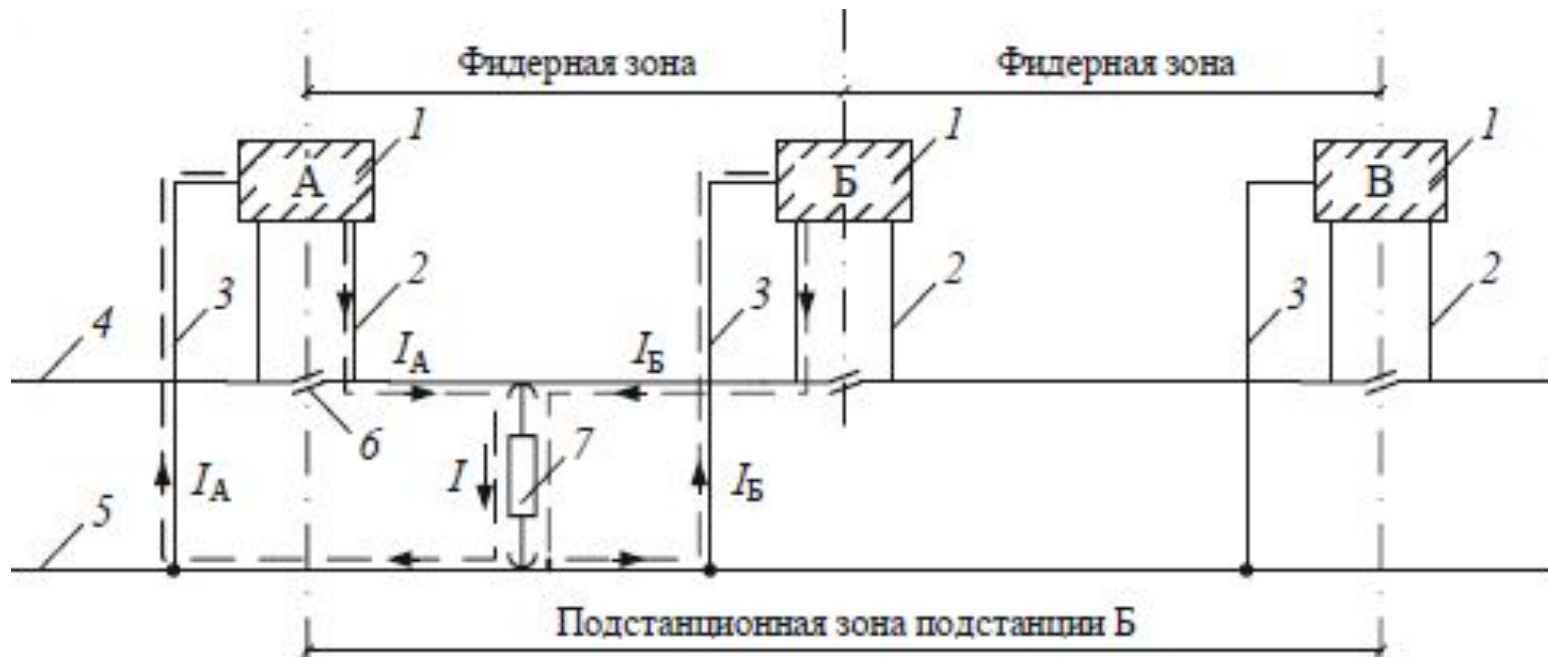
- a) Особенности совместной работы тяговых подстанций на тяговую сеть на участках постоянного тока.
- b) Определение токов тяговых подстанций. Построение диаграммы токов.
- c) Определение потерь напряжения в тяговой сети. Построение диаграммы напряжений.
- d) Определение потерь мощности в тяговой сети.

2. Расчет мгновенных схем при двустороннем питании при неравных напряжениях на шинах смежных тяговых подстанций.

- a) Причины неравенства напряжений тяговых подстанций.
- b) Определение токов тяговых подстанций. Построение диаграммы токов.
- c) Определение потерь напряжения в тяговой сети. Построение диаграммы напряжений.
- d) Определение потерь мощности в тяговой сети.

1. Расчет мгновенных схем при двустороннем питании при равных напряжениях на шинах смежных тяговых подстанций.

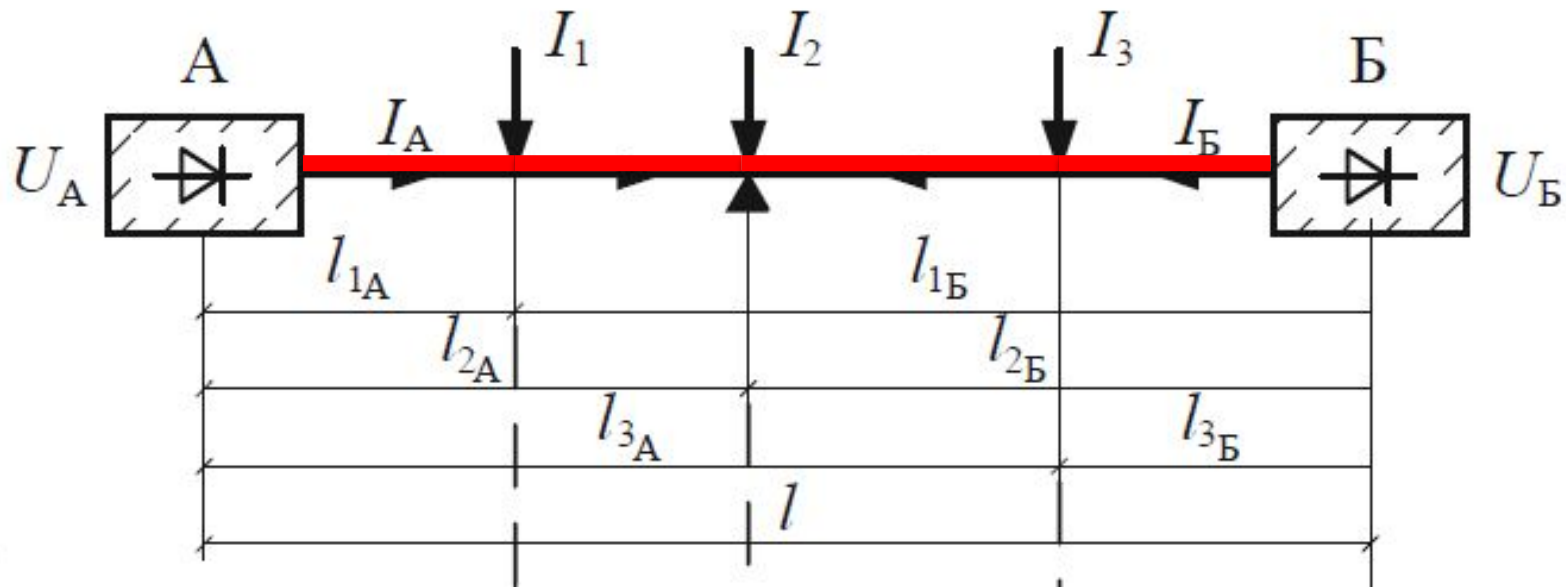
а) Особенности совместной работы тяговых подстанций на тяговую сеть на участках постоянного тока.



Достоинства: более равномерную загрузку тяговых подстанций и контактной сети во времени; меньшие токи в контактной сети; высокую надежность обеспечения питания тяговых нагрузок; снижение влияния на линии связи и на электрокоррозию подземных металлических сооружений.

1. Расчет мгновенных схем при двустороннем питании при равных напряжениях на шинах смежных тяговых подстанций.

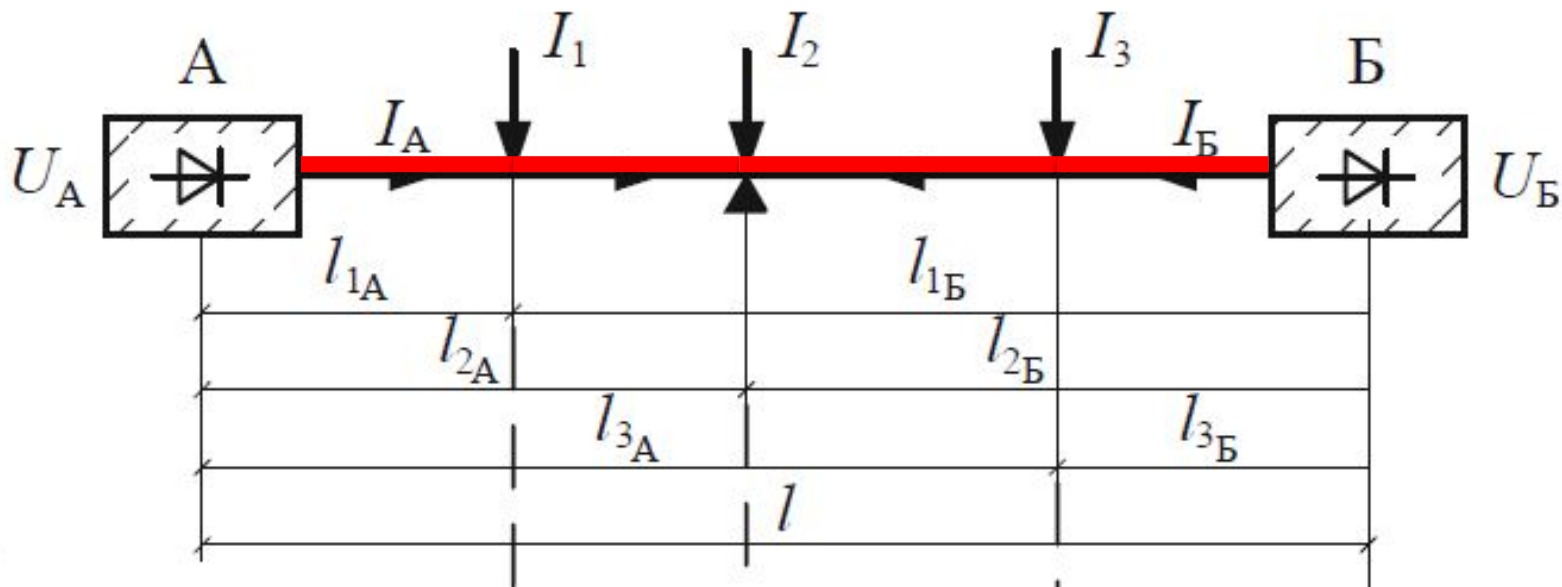
b) Определение токов тяговых подстанций. Построение диаграммы токов.



$$I_A I_A - II_A - II_A - I_2 - I_2 - I_3$$

1. Расчет мгновенных схем при двустороннем питании при равных напряжениях на шинах смежных тяговых подстанций.

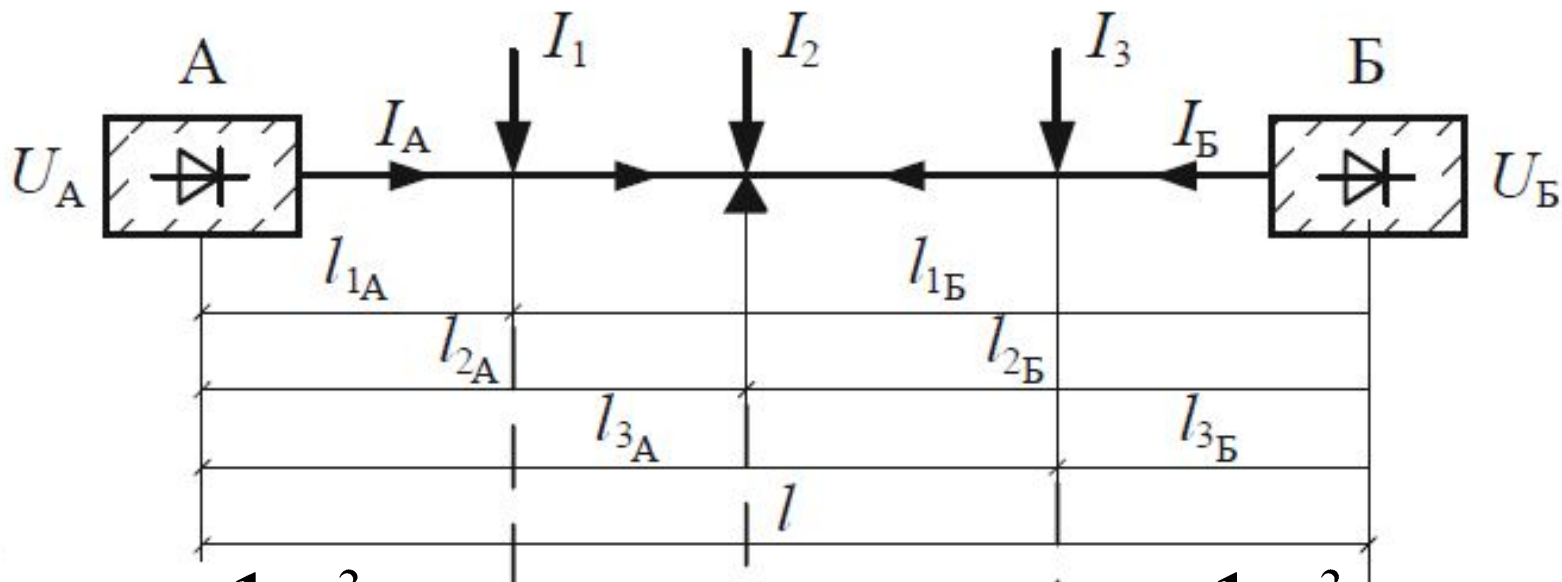
б) Определение токов тяговых подстанций. Построение диаграммы токов.



$$\begin{aligned}
 & I_A \cdot r \cdot (l - l_B) + (I_A - I_1) \cdot r \cdot (l_{1B} - l_{2B}) + \\
 & I_A \cdot r \cdot (l_{1A} - l_{1B}) + (I_A - I_1 - I_2) \cdot r \cdot (l_{2B} - l_{3B}) + \\
 & + (I_A - I_1 - I_2 - I_3) \cdot r \cdot l_{3B} = 0
 \end{aligned}$$

1. Расчет мгновенных схем при двустороннем питании при равных напряжениях на шинах смежных тяговых подстанций.

b) Определение токов тяговых подстанций. Построение диаграммы токов.



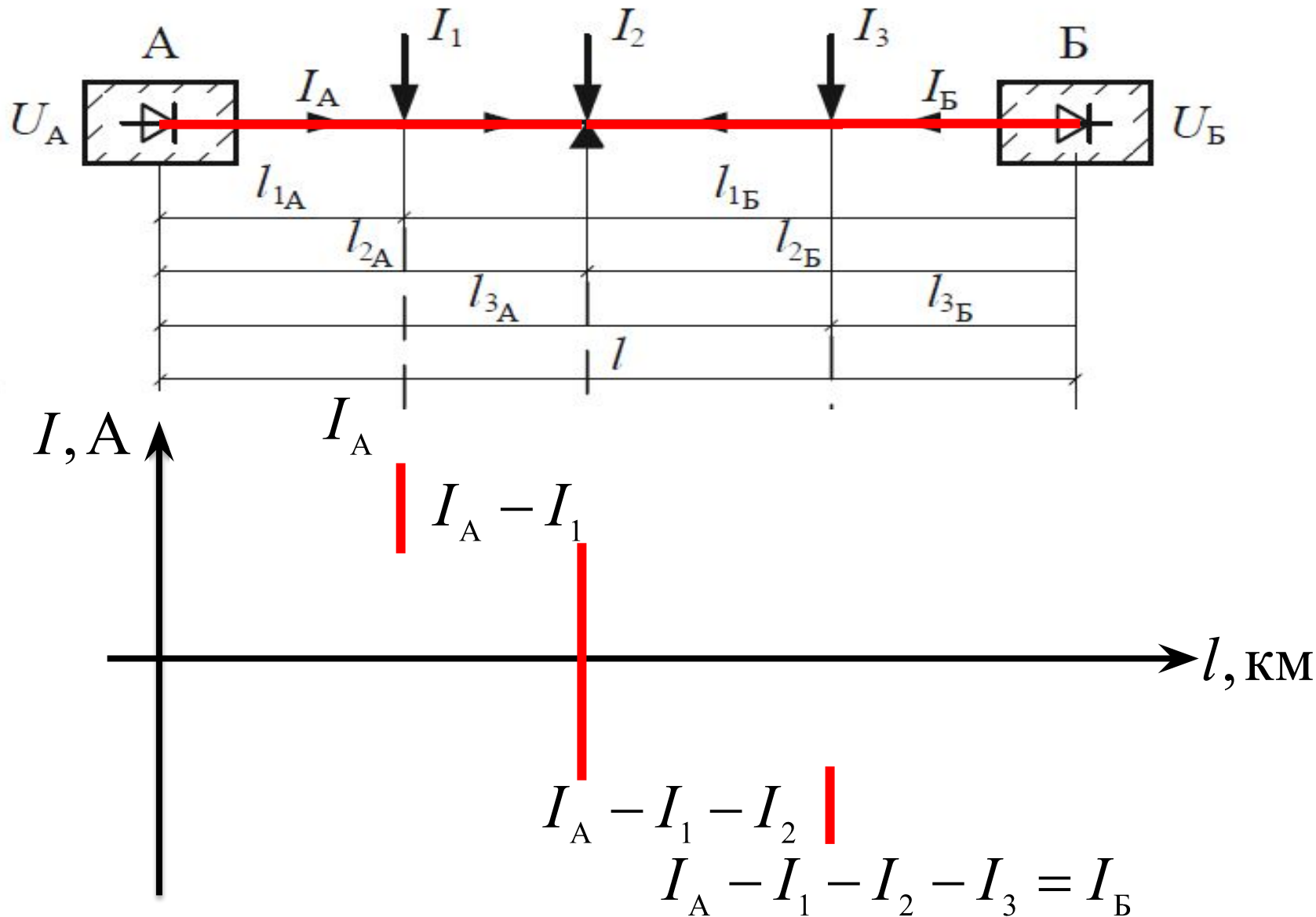
$$I_A = \frac{1}{r} \left(\sum_{i=1}^3 I_{iB} l_{iB} \right) + (I_A - I_1) I_B = \left(l_{1B} \sum_{i=1}^3 l_{2B}^i \right) I_{iA}$$

$$I_A \cdot r + l \left(\sum_{i=1}^3 I_{iB} r - (I_1 - I_2) \right) + r \cdot \left(l_{2B} + \sum_{i=2}^3 l_{3B}^i \right) I_{iA} = 0$$

$$+ (I_A - I_1) I_2 = I \sum_{i=1}^3 I_i \cdot l_{3B} = 0$$

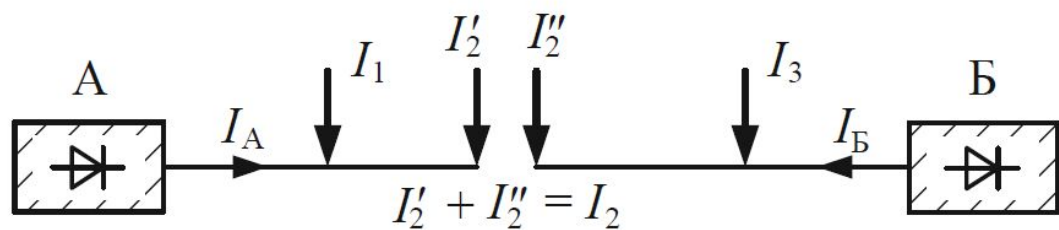
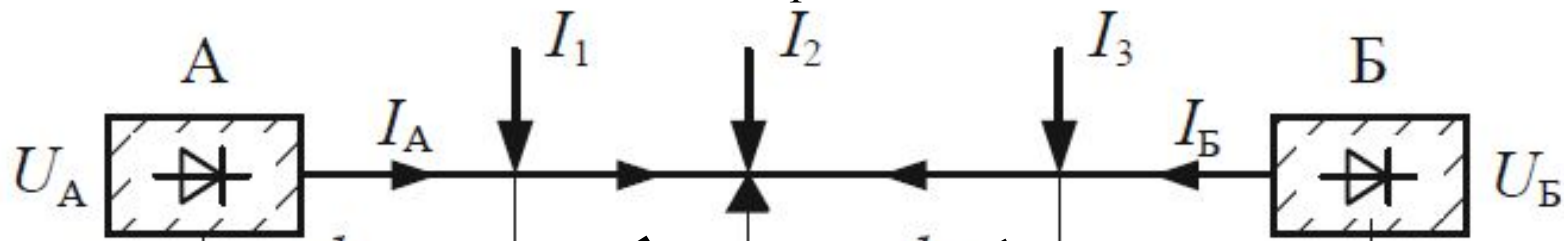
1. Расчет мгновенных схем при двустороннем питании при равных напряжениях на шинах смежных тяговых подстанций.

б) Определение токов тяговых подстанций. Построение диаграммы токов.



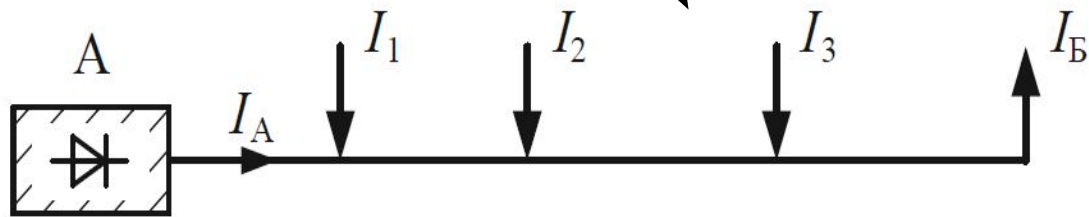
1. Расчет мгновенных схем при двустороннем питании при равных напряжениях на шинах смежных тяговых подстанций.

с) Определение потерь напряжения в тяговой сети. Построение диаграммы напряжений.



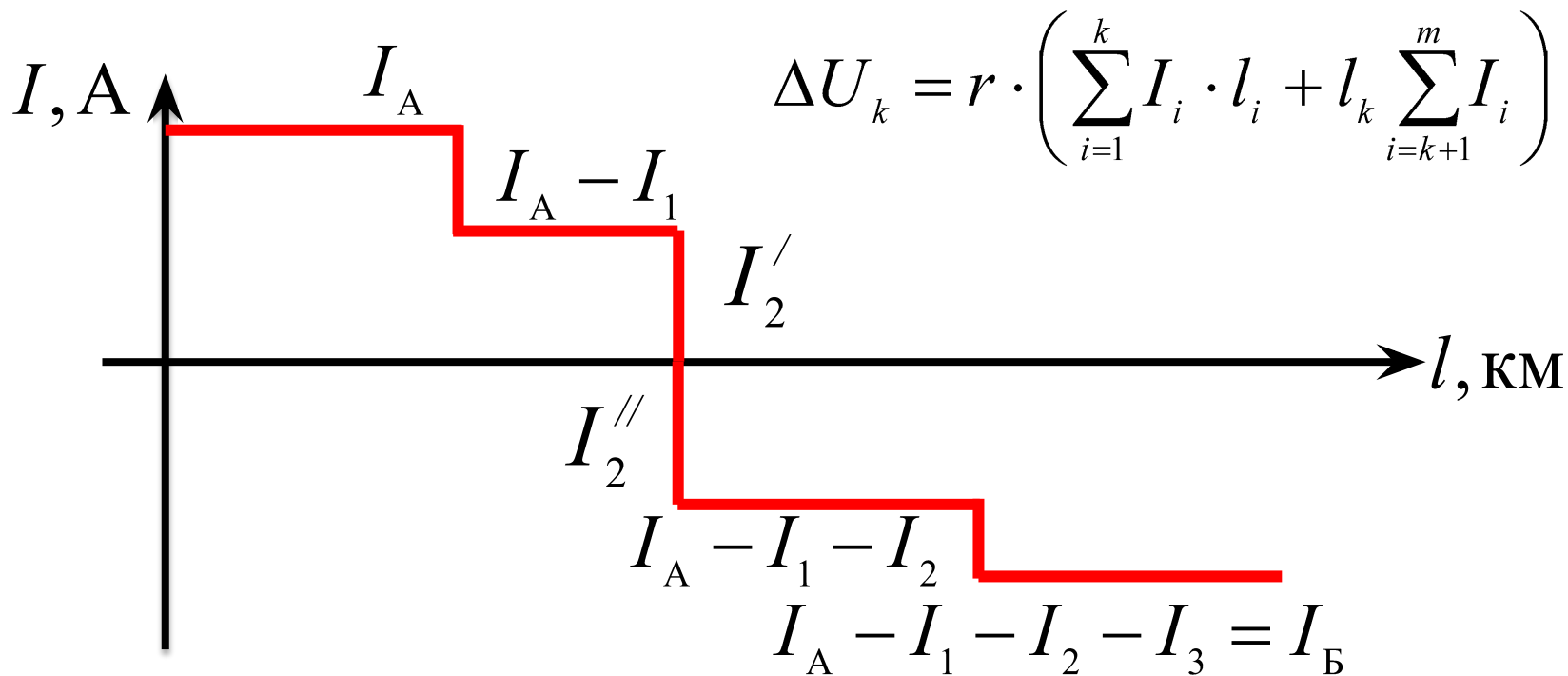
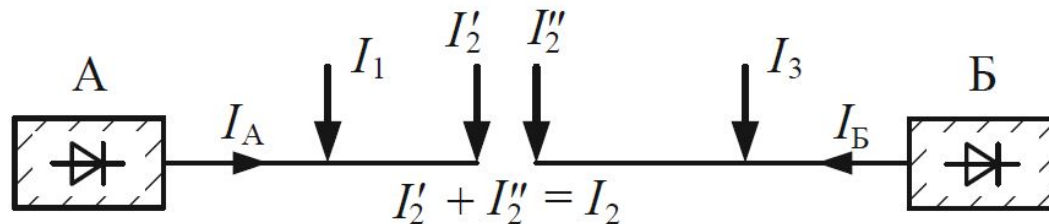
1) Две схемы одностороннего питания

2) Одна схема одностороннего питания



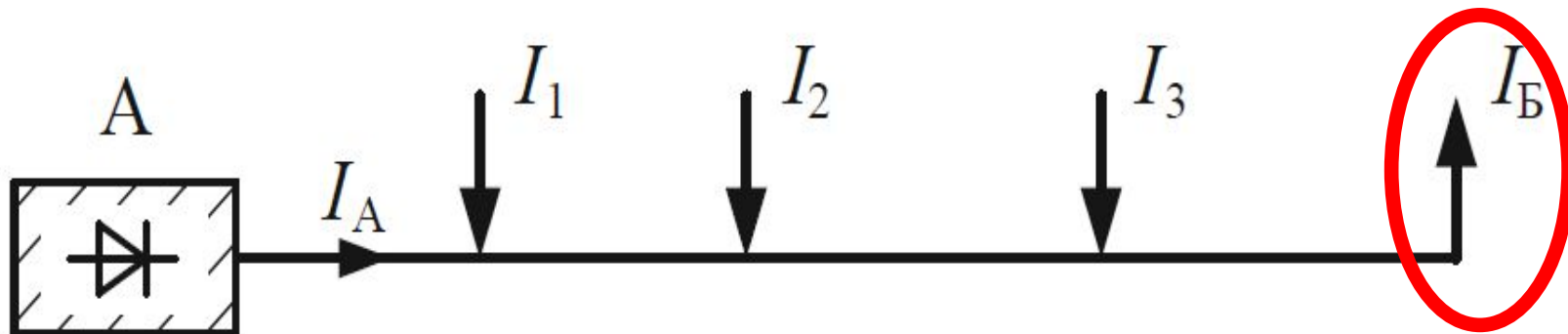
1. Расчет мгновенных схем при двустороннем питании при равных напряжениях на шинах смежных тяговых подстанций.

с) Определение потерь напряжения в тяговой сети. Построение диаграммы напряжений.



1. Расчет мгновенных схем при двустороннем питании при равных напряжениях на шинах смежных тяговых подстанций.

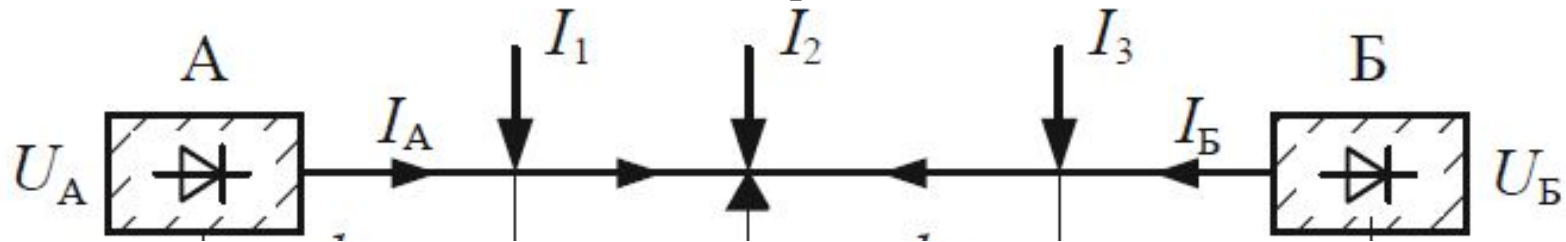
с) Определение потерь напряжения в тяговой сети. Построение диаграммы напряжений.



$$\Delta U_{kA} = r \cdot \left(\sum_{i=1}^k I_i \cdot l_{iA} + l_{kA} \cdot \sum_{i=k+1}^m I_i - l_{kA} \cdot I_B \right)$$

1. Расчет мгновенных схем при двустороннем питании при равных напряжениях на шинах смежных тяговых подстанций.

с) Определение потерь напряжения в тяговой сети. Построение диаграммы напряжений.



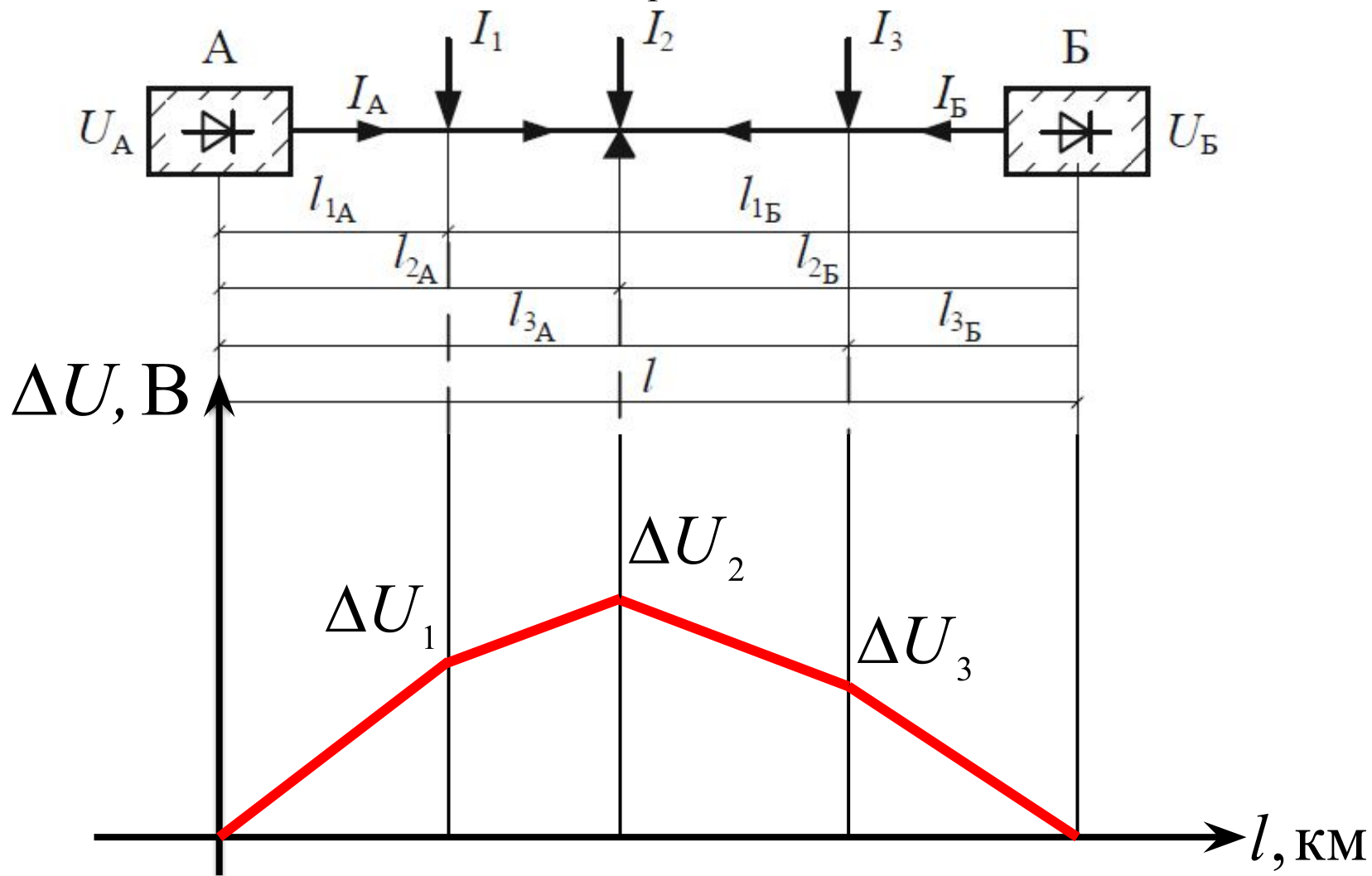
$$\Delta U_{kA} = \frac{r}{l} \left[U_{kB} \left(l - l_{kA} \right) \cdot \sum_{i=1}^k I_i + \sum_{i=k+1}^m U_i \cdot \left(l + l_{iA} \right) \right]$$

$$\Delta U'_k = r \cdot \frac{l_{kA} \cdot (l - l_{kA})}{l} I_k$$

$$\Delta U_k'' = r \cdot \sum_{i=1}^{k-1} \frac{l_{iA} \cdot (l - l_{kA})}{l} I_i \quad \Delta U_k''' = r \cdot \sum_{i=k+1}^m \frac{l_{kA} \cdot (l - l_{iA})}{l} I_i$$

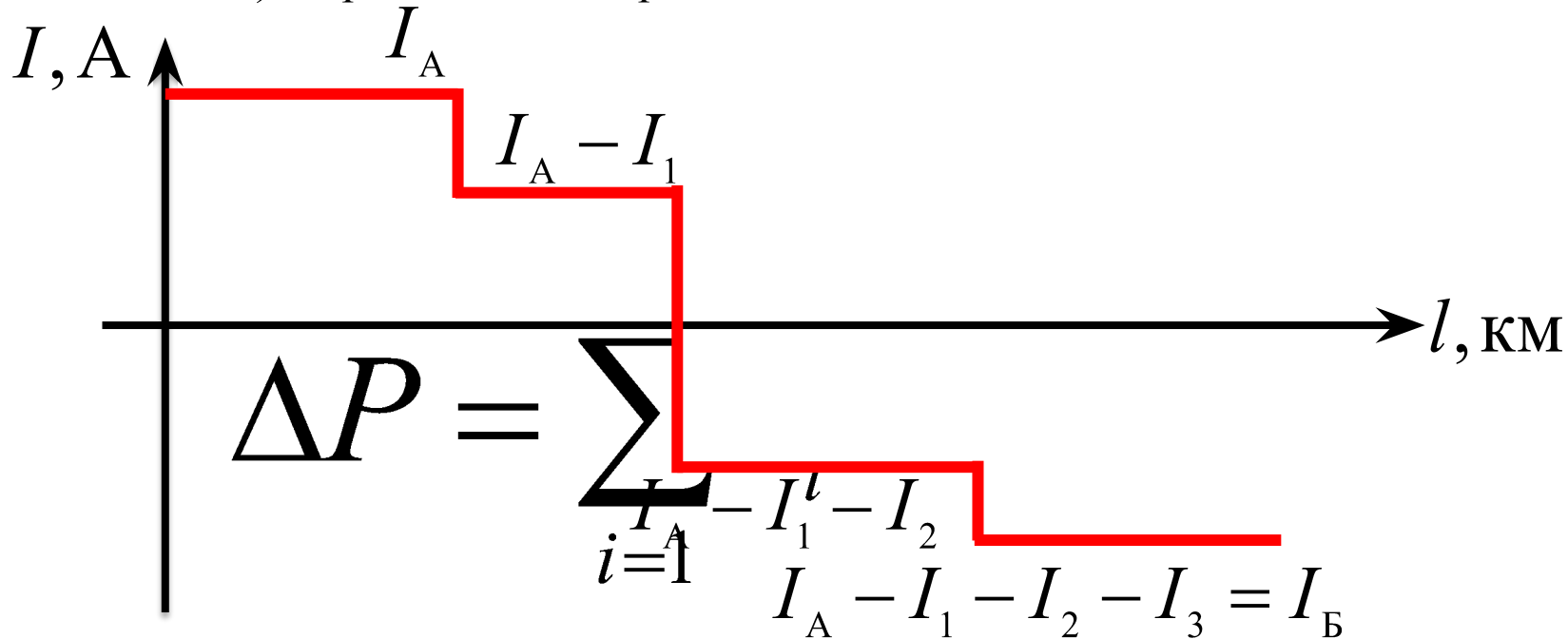
1. Расчет мгновенных схем при двустороннем питании при равных напряжениях на шинах смежных тяговых подстанций.

с) Определение потерь напряжения в тяговой сети. Построение диаграммы напряжений.



1. Расчет мгновенных схем при двустороннем питании при равных напряжениях на шинах смежных тяговых подстанций.

d) Определение потерь мощности в тяговой сети.



$$I_A^2 \cdot r \cdot l_{1A} + (I_A - I_1)^2 \cdot r \cdot (l_{2A} - l_{1A}) + (I_A - I_1 - I_2)^2 \cdot r \cdot (l_{3A} - l_{2A}) + (I_A - I_1 - I_2 - I_3)^2 \cdot r \cdot (l - l_{3A})$$

$$\Delta P = r \cdot \left[I_A^2 \cdot l_{1A} + (I_A - I_1)^2 \cdot (l_{2A} - l_{1A}) + (I_A - I_1 - I_2)^2 \cdot (l_{3A} - l_{2A}) + (I_A - I_1 - I_2 - I_3)^2 \cdot (l - l_{3A}) \right]$$

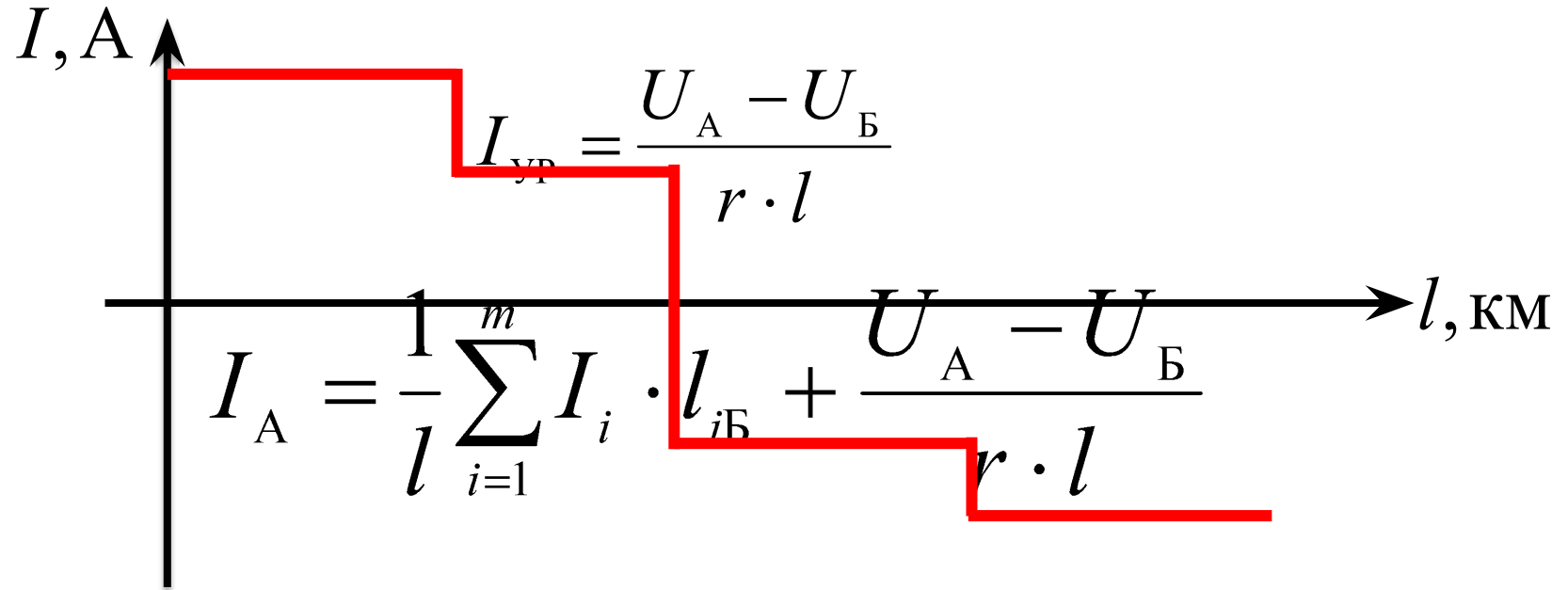
2. Расчет мгновенных схем при двустороннем питании при неравных напряжениях на шинах смежных тяговых подстанций.

а) Причины неравенства напряжений тяговых подстанций.

- 1) Колебания напряжения во внешней части системы электроснабжения;
- 2) Разное оборудование тяговых подстанций;
- 3) Разная загрузка тяговых подстанций.

2. Расчет мгновенных схем при двустороннем питании при неравных напряжениях на шинах смежных тяговых подстанций.

b) Определение токов тяговых подстанций. Построение диаграммы токов.



$$I_B = \frac{1}{l} \sum_{i=1}^m I_i \cdot l_{iB} - \frac{U_A - U_B}{r \cdot l}$$

2. Расчет мгновенных схем при двустороннем питании при неравных напряжениях на шинах смежных тяговых подстанций.

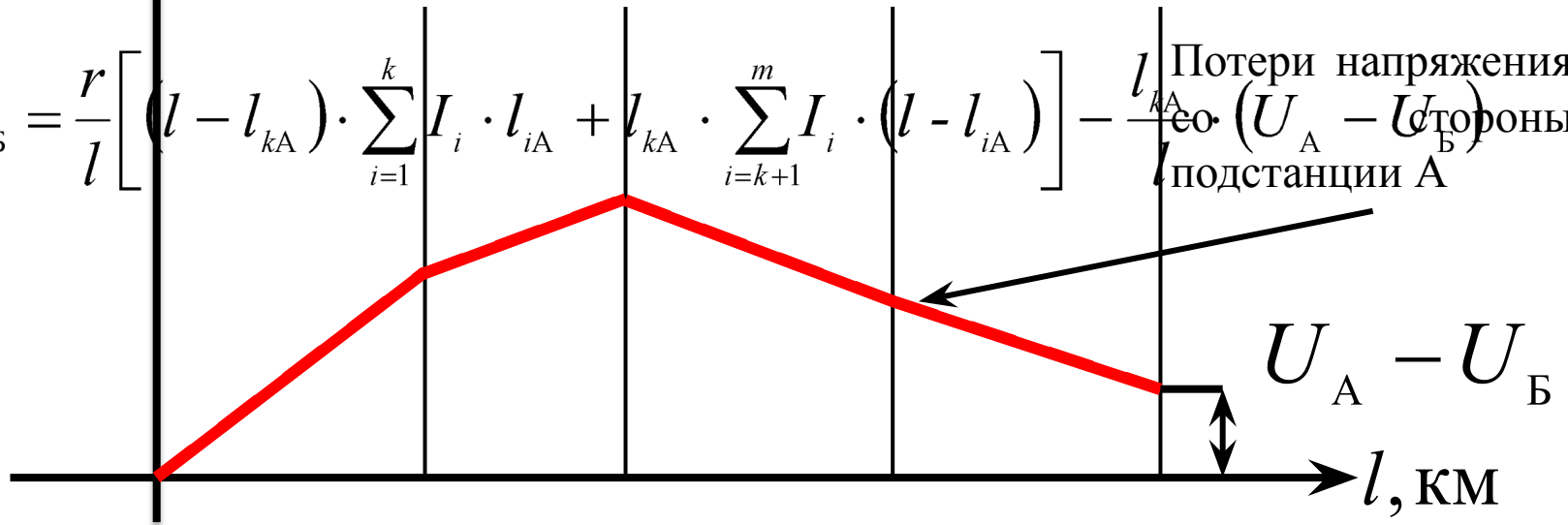
с) Определение потерь напряжения в тяговой сети. Построение диаграммы напряжений.

$$\Delta U_{kA} = \frac{r}{l} \left[(l - l_{kA}) \cdot \sum_{i=1}^k I_i \cdot l_{iA} + l_{kA} \cdot \sum_{i=k+1}^m I_i \cdot (l - l_{iA}) \right] + \frac{l_{kA}}{l} \cdot (U_A - U_B)$$

$\Delta U, \text{В}$

$$\Delta U_{kB} = \frac{r}{l} \left[(l - l_{kA}) \cdot \sum_{i=1}^k I_i \cdot l_{iA} + l_{kA} \cdot \sum_{i=k+1}^m I_i \cdot (l - l_{iA}) \right] - \frac{l_{kA}}{l} \cdot (U_A - U_B)$$

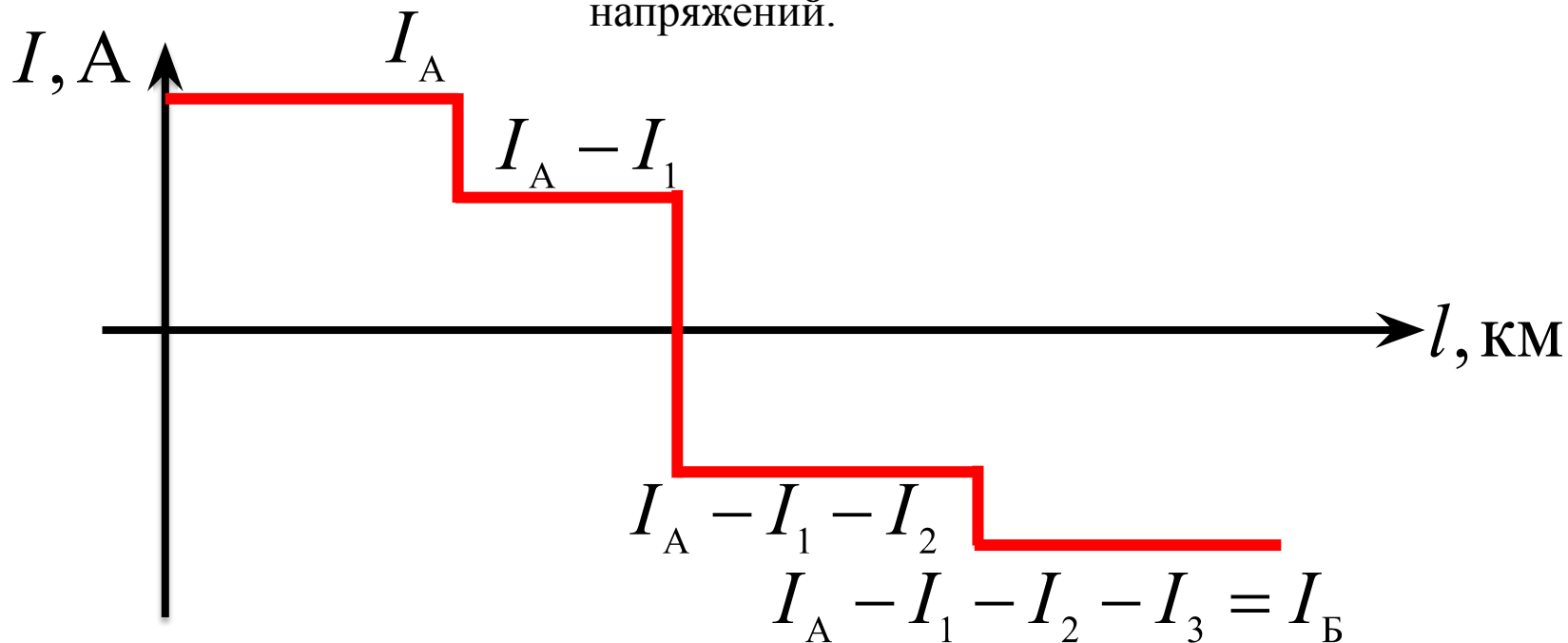
Потери напряжения со стороны подстанции А



Потери напряжения со стороны подстанции Б

2. Расчет мгновенных схем при двустороннем питании при неравных напряжениях на шинах смежных тяговых подстанций.

с) Определение потерь напряжения в тяговой сети. Построение диаграммы напряжений.



$$\Delta U_{1A} = I_A \cdot r \cdot l_{1A} \quad \Delta U_{3A} = \Delta U_{2A} + (I_A - I_1 - I_2) \cdot r \cdot (l_{3A} - l_{2A})$$

$$\Delta U_{2A} = \Delta U_{1A} + (I_A - I_1) \cdot r \cdot (l_{2A} - l_{1A})$$

2. Расчет мгновенных схем при двустороннем питании при неравных напряжениях на шинах смежных тяговых подстанций.

d) Определение потерь мощности в тяговой сети.

$$\Delta P = \sum_{i=1}^m I_i \cdot \Delta U_i + I_{\text{УР}} \cdot \Delta U_{\text{АБ}}$$

$$\Delta P = r \cdot \left[\begin{aligned} & I_A^2 \cdot l_{1A} + (I_A - I_1)^2 \cdot (l_{2A} - l_{1A}) + \\ & + (I_A - I_1 - I_2)^2 \cdot (l_{3A} - l_{2A}) + \\ & + (I_A - I_1 - I_2 - I_3)^2 \cdot (l - l_{3A}) \end{aligned} \right]$$