

# Железнодорожные станции и узлы часть 3

Материалы лекций для заочного обучения

Доцент Костенко В.В.

2022/2023 учебный год



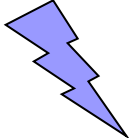
# Раздельные пункты

Сортировочные станции

Сортировочные станции предназначены для массового формирования и расформирования поездов и расположены в местах:

 Зарождения значительных вагонопотоков

 Погашения значительных вагонопотоков

 Пересечения ж.д. линий со значительной корреспонденцией вагонопотоков между ними

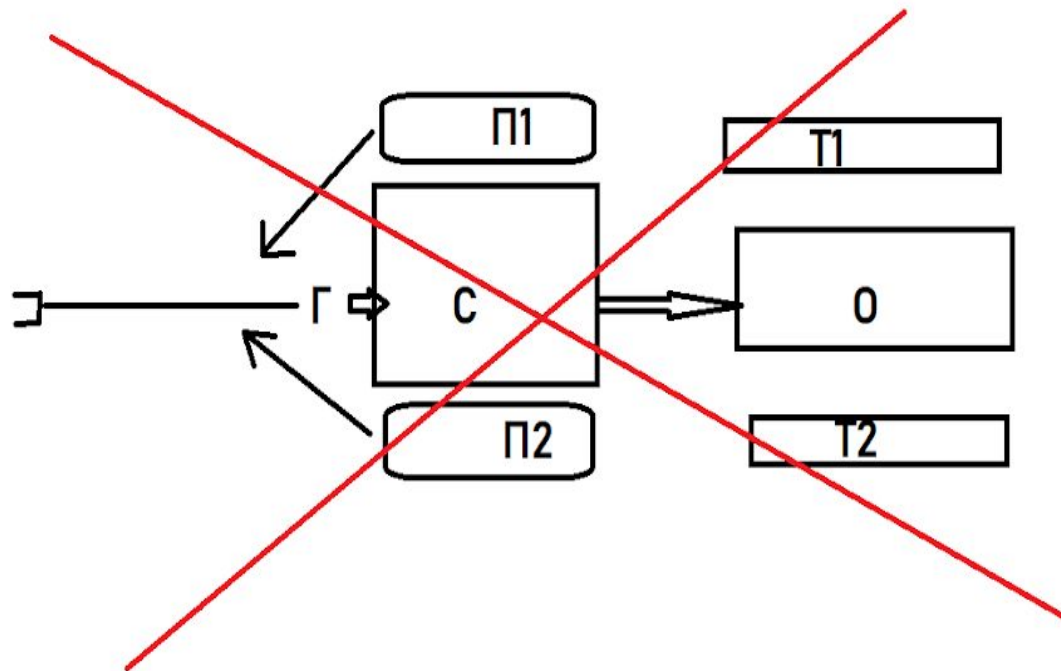
# Основные устройства на СС

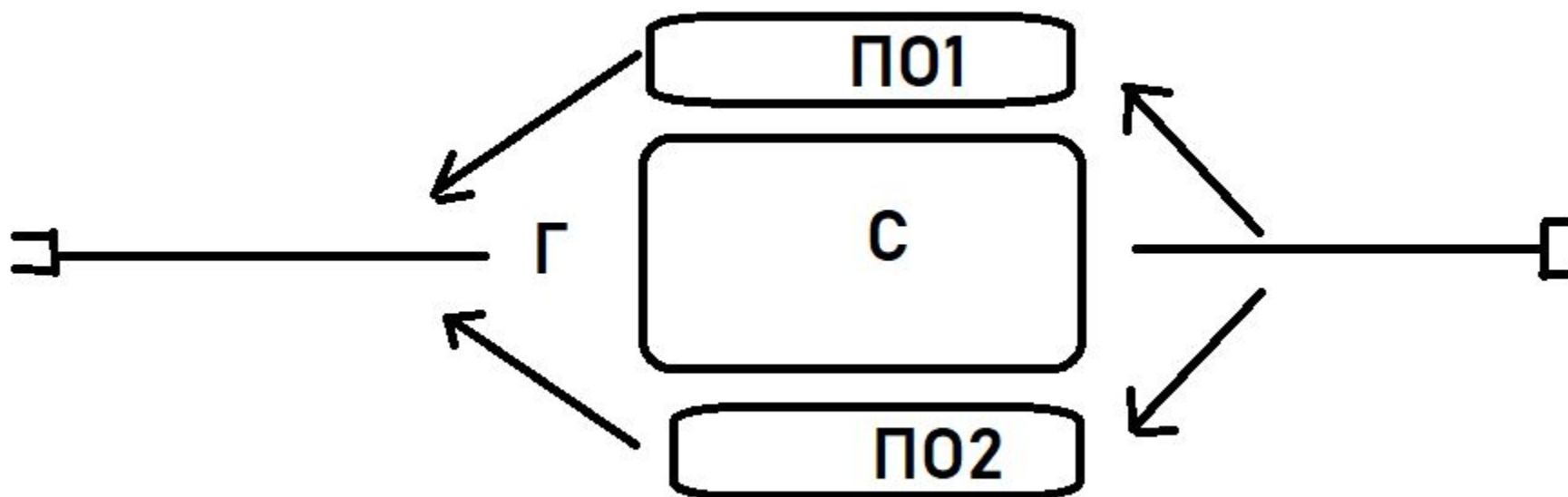
- Парки путей П, С, О, ПО<sub>тр</sub>
- Сортировочные устройства – горки и вытяжные пути, сортировочные платформы для контейнеров и МО
- ЛХ
- ВХ
- Устройства для обслуживания инфраструктуры (материальный склад, мастерские, дистанции ПЧ, ШЧ, ЭЧ и.т.п.)
- Остановочные пункты пригородных поездов



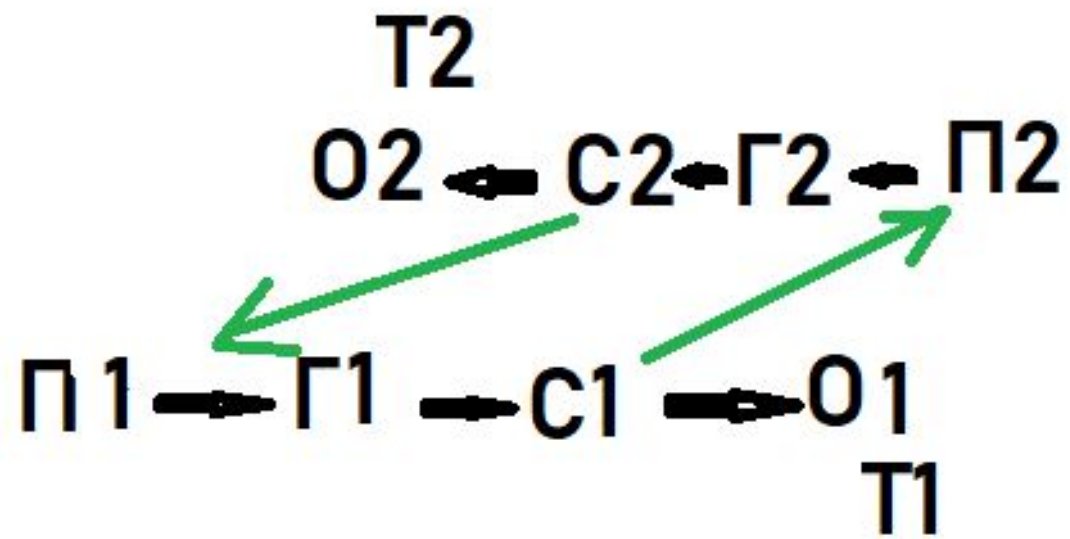
# Классификация сортировочных станций



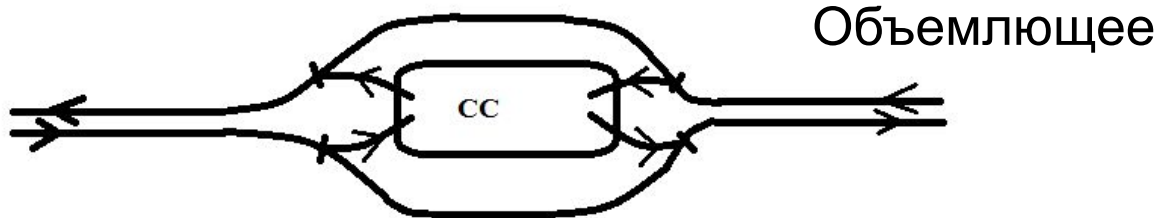




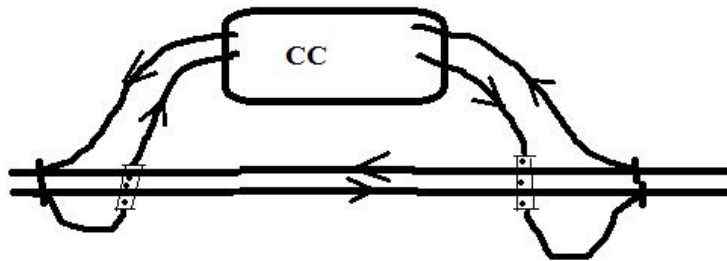




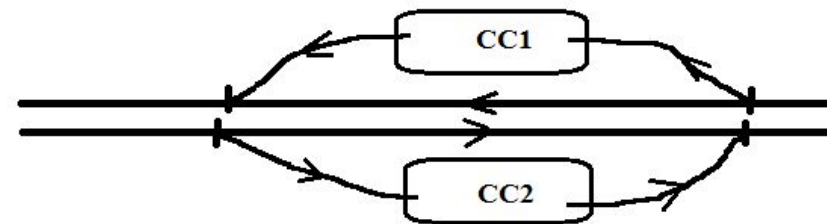
# По взаимному расположению станции и главных путей



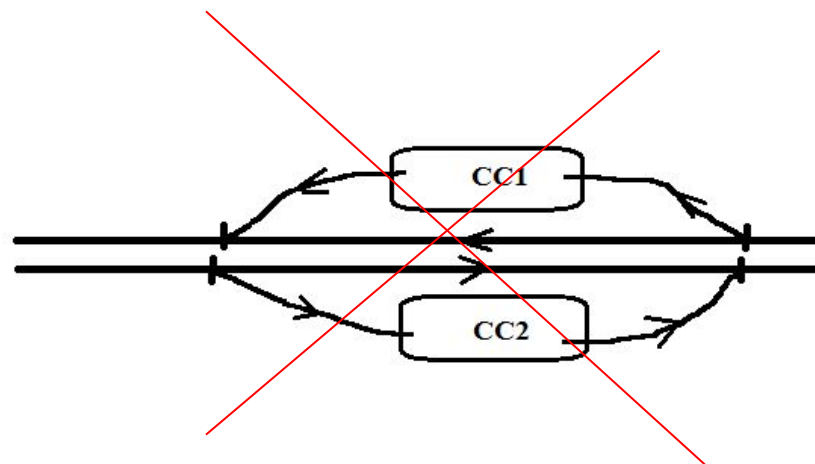
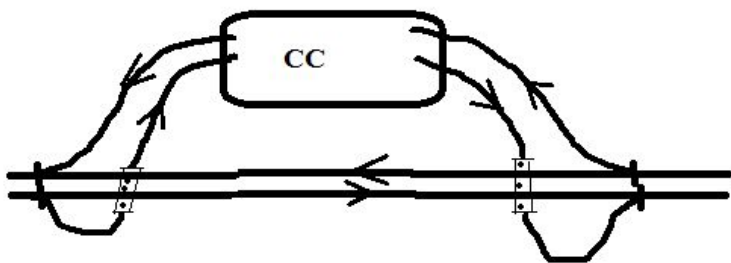
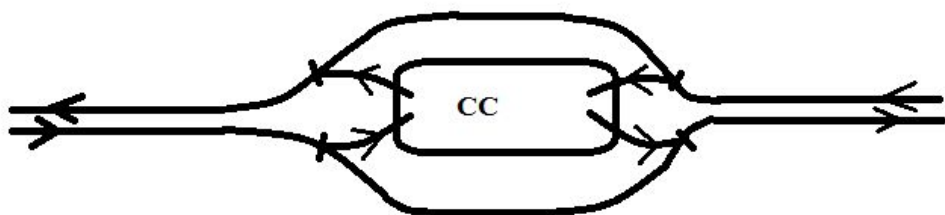
Одностороннее боковое



Внутреннее



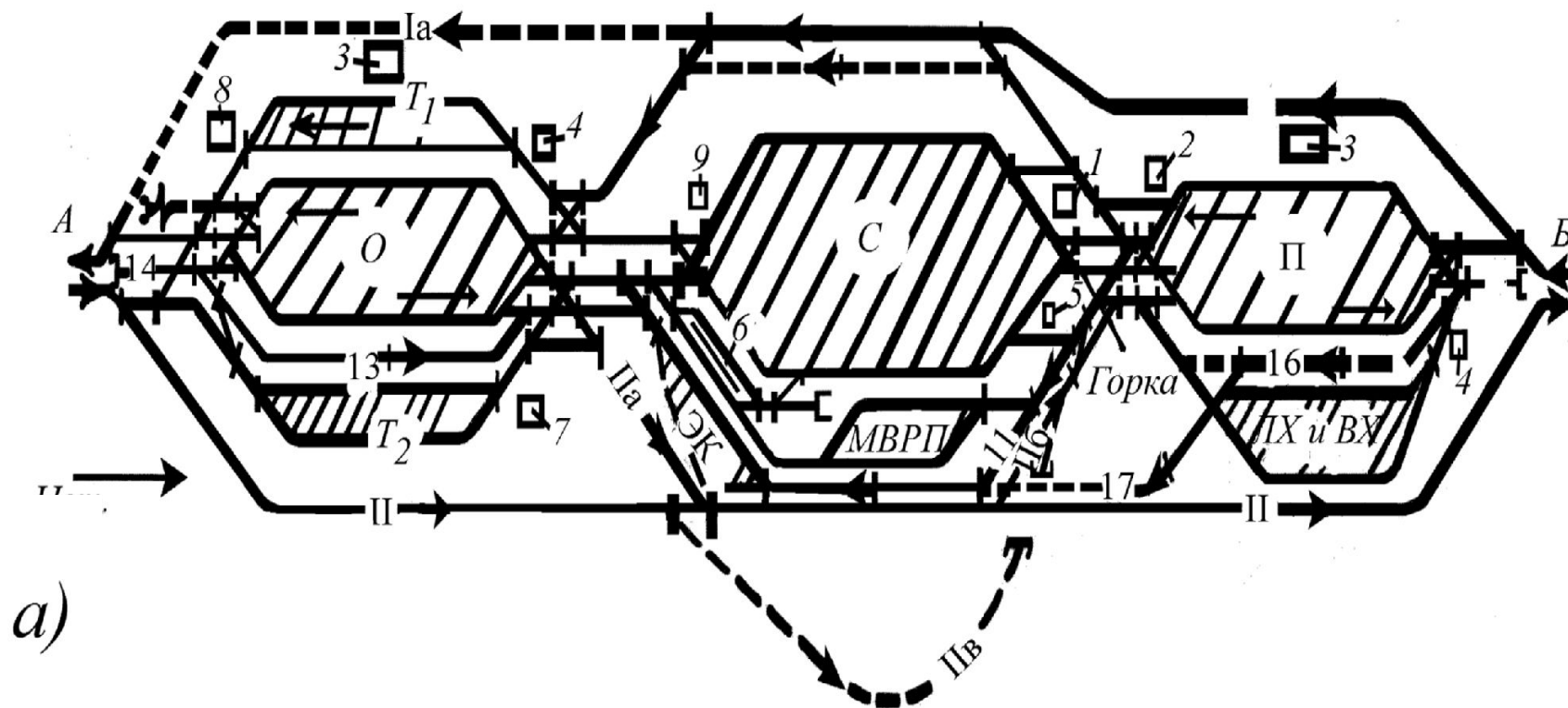
# По взаимному расположению станции и главных путей

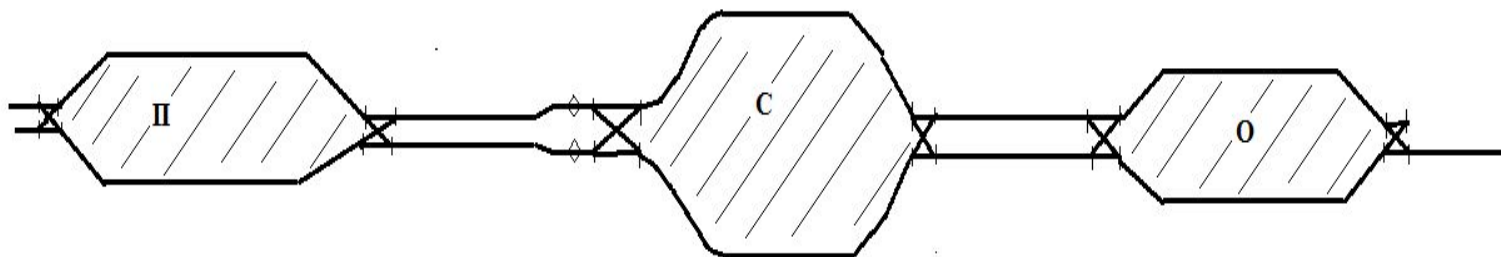


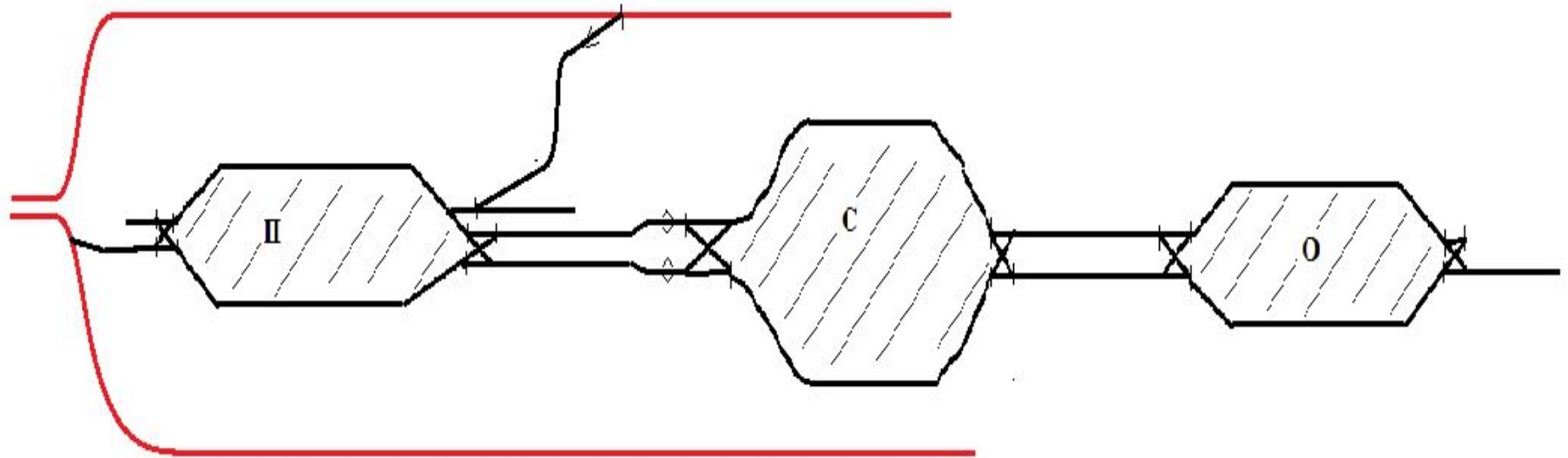
# Основные требования к принципиальным схемам сортировочных станций

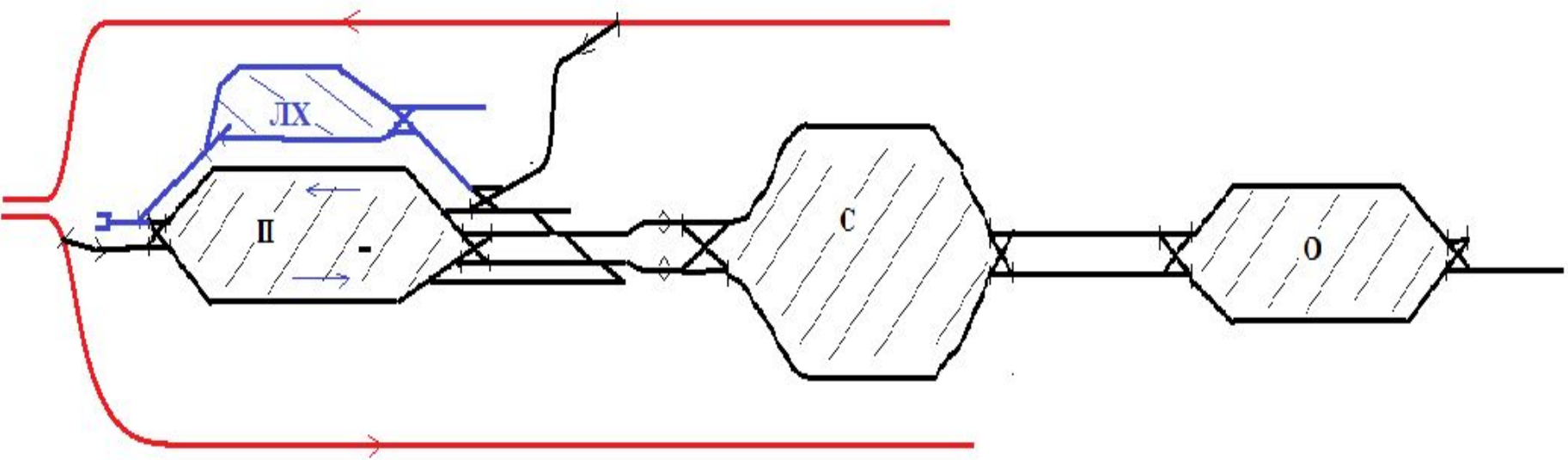
- $N$  и  $V_{пер}$
- Поточность массовых операций → → → →
- Минимум точек пересечения массовых маршрутов ↗
- Взаимозаменяемость путей и парков
- Объединение технологически однородных устройств
- Возможность развития
- Условия для КМиАПП
- Экология
- Применение типовых решений
- $K$  и  $\mathcal{E}$

# Схема односторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков и горкой средней мощности

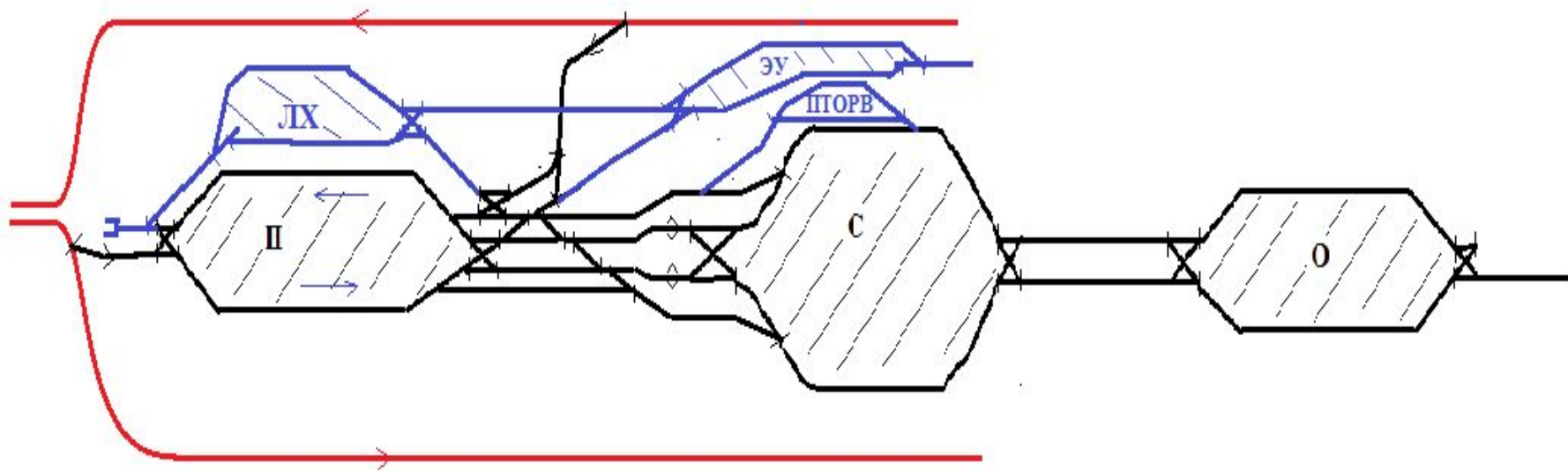


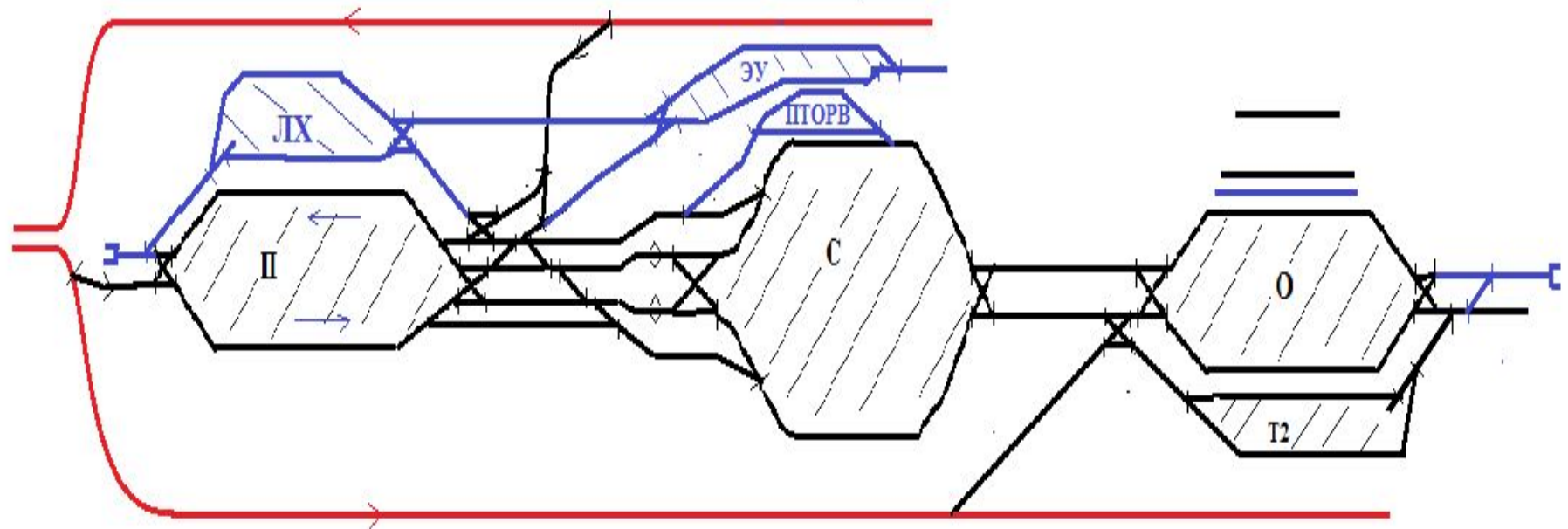


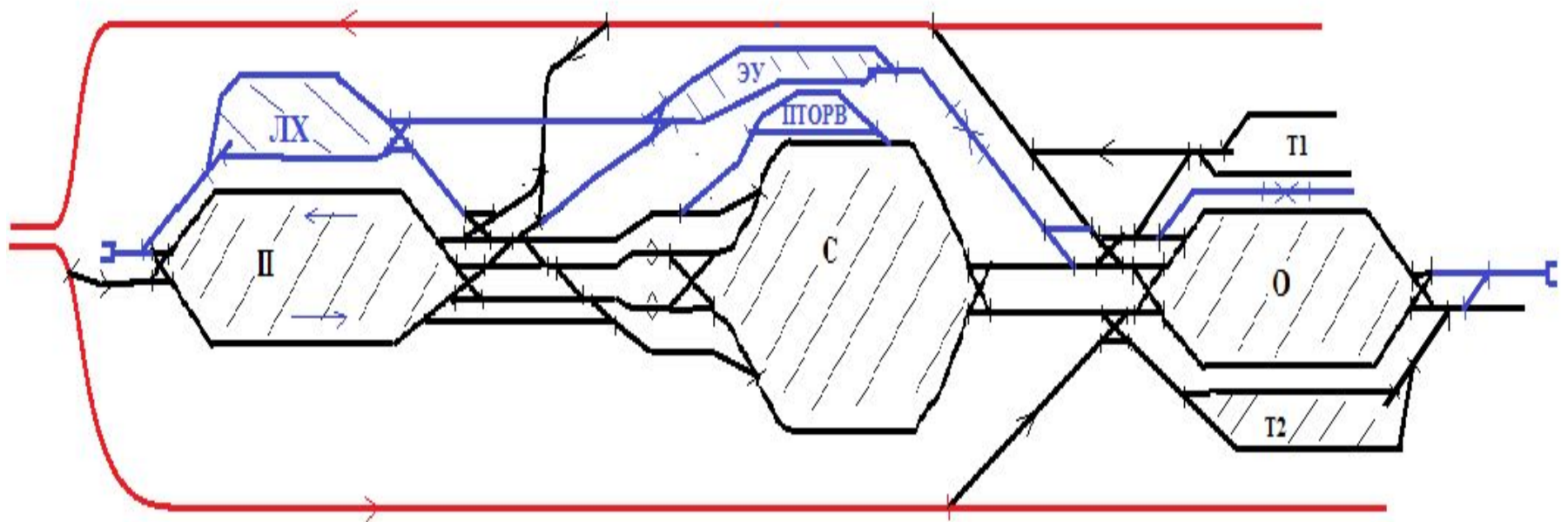


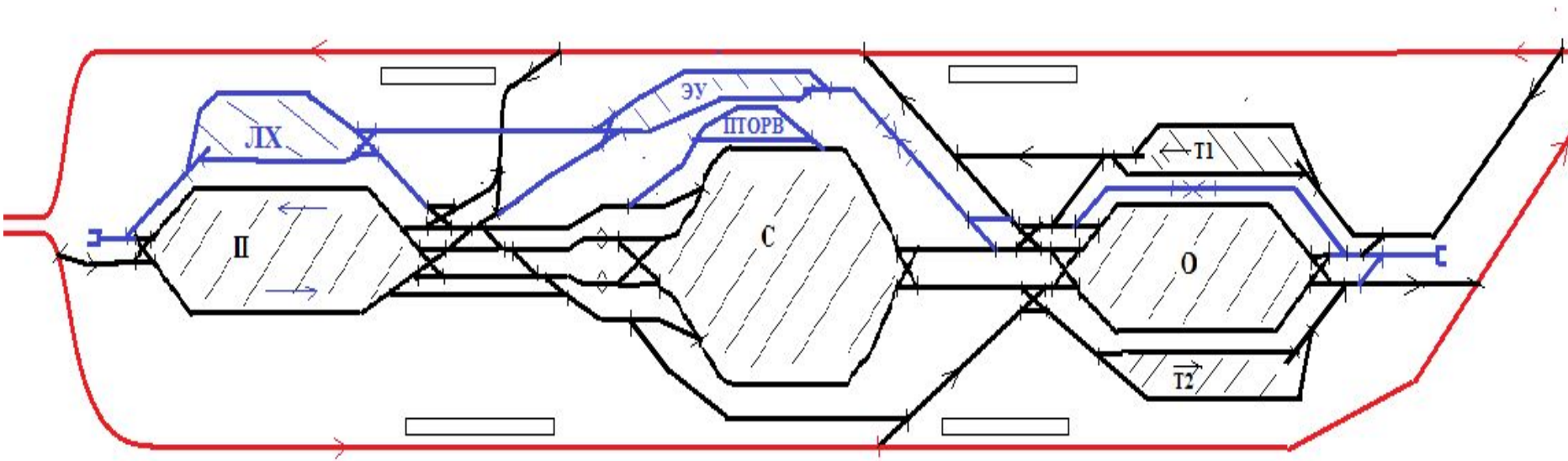






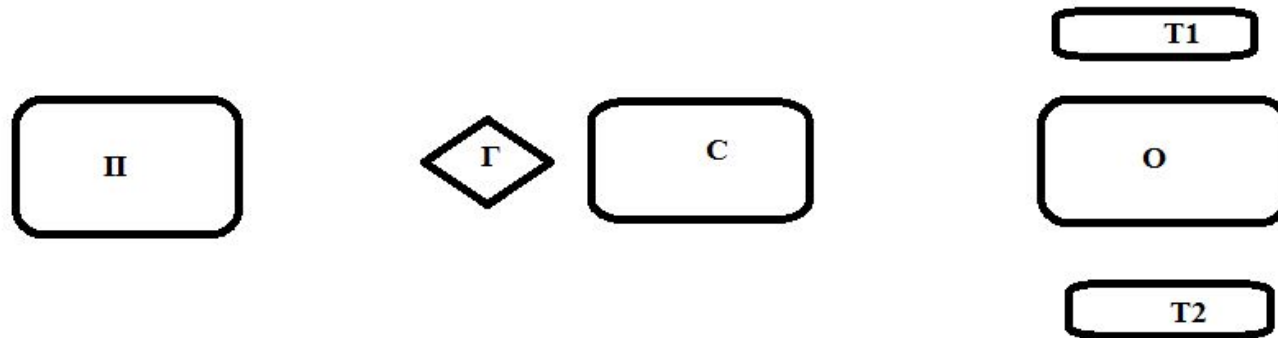


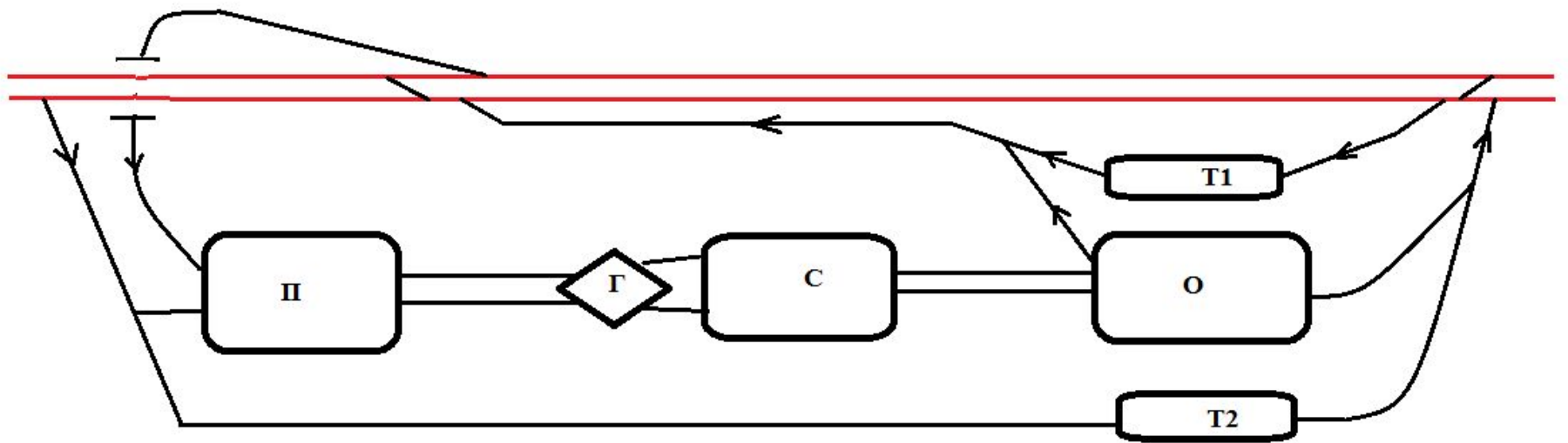


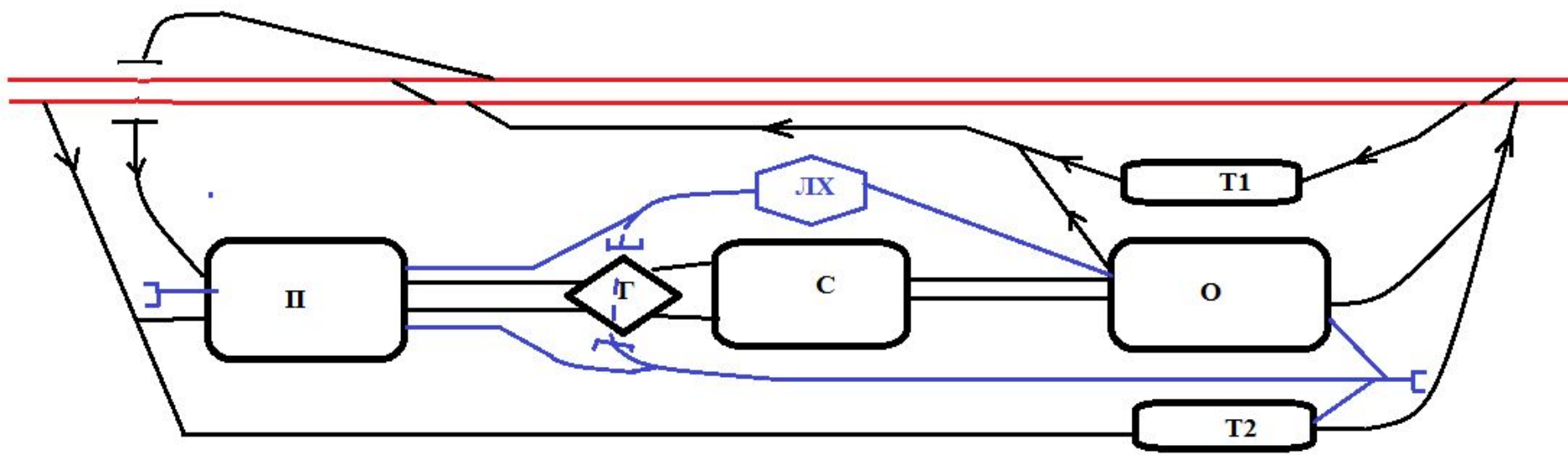


# Схема односторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков и горкой повышенной мощности с односторонним боковым расположением главных путей

Построим сначала блок-схему

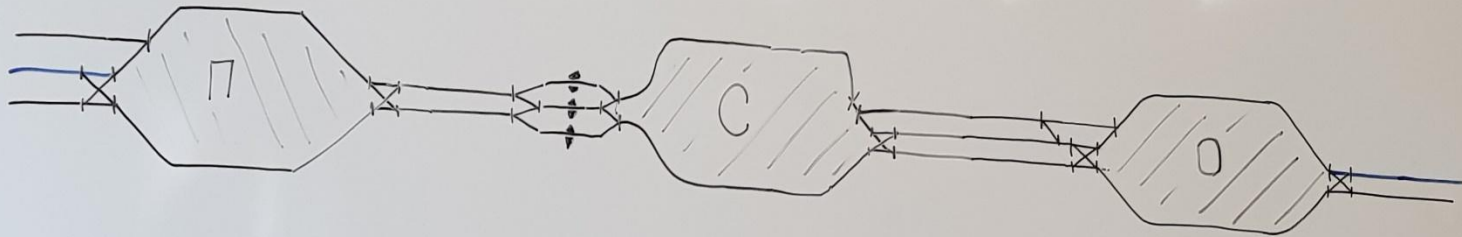




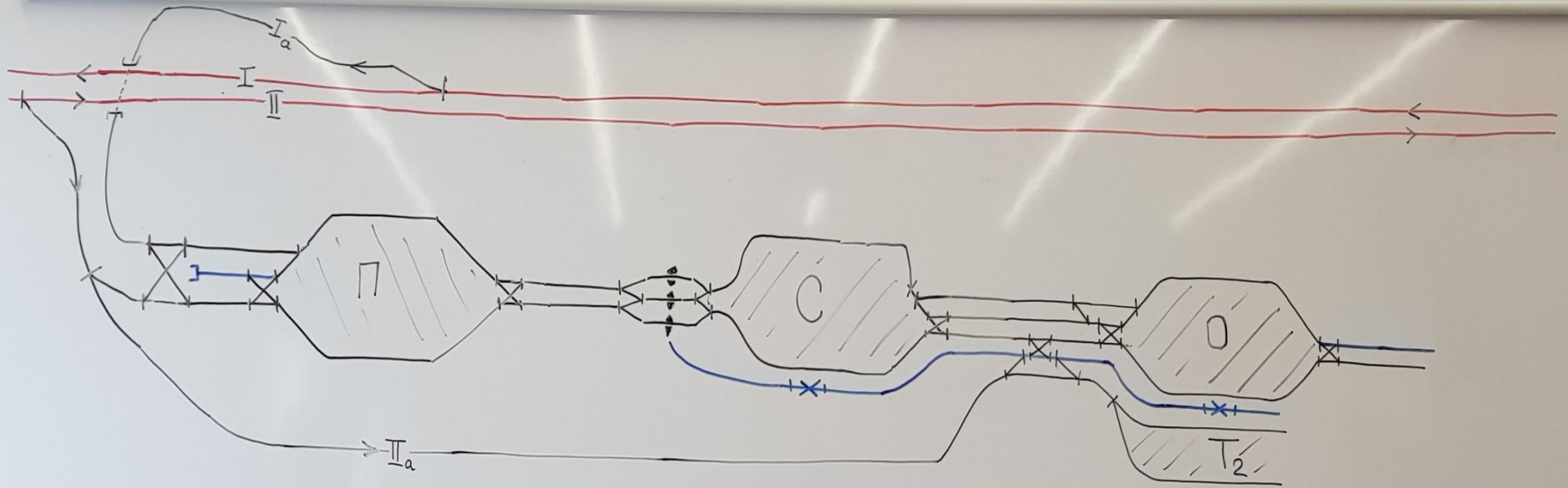


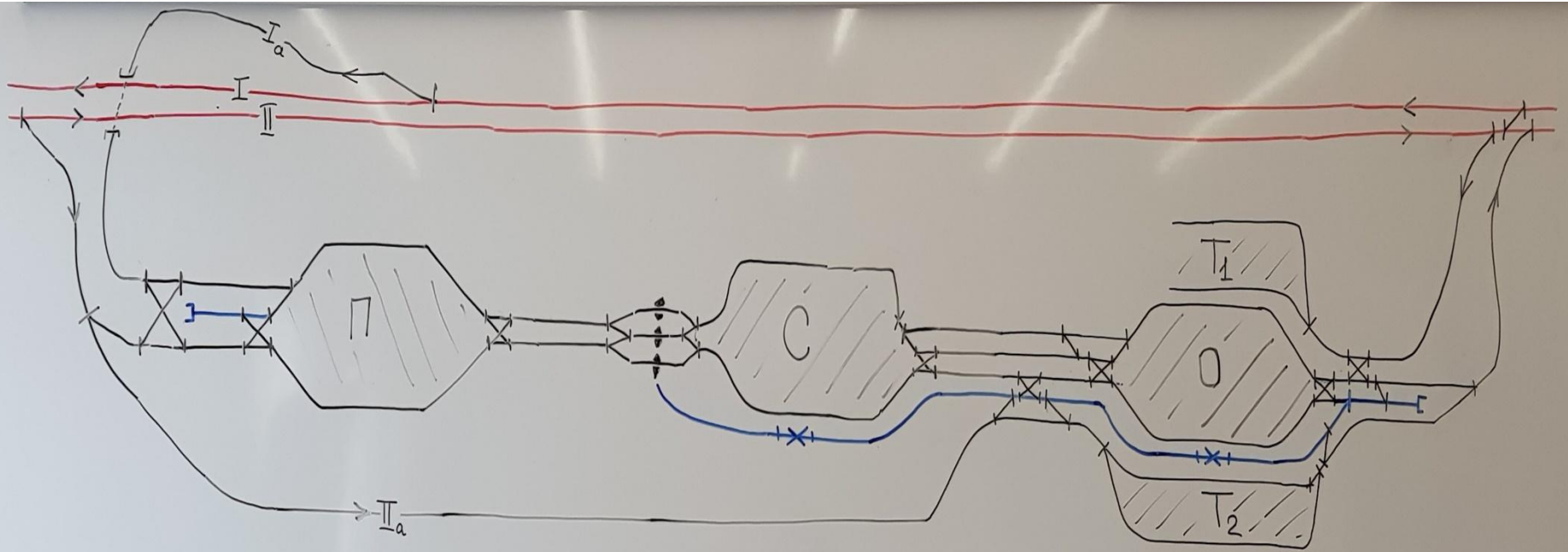
# Схема односторонней сортировочной станции с последовательным расположением парков и горкой повышенной мощности с односторонним боковым расположением главных путей

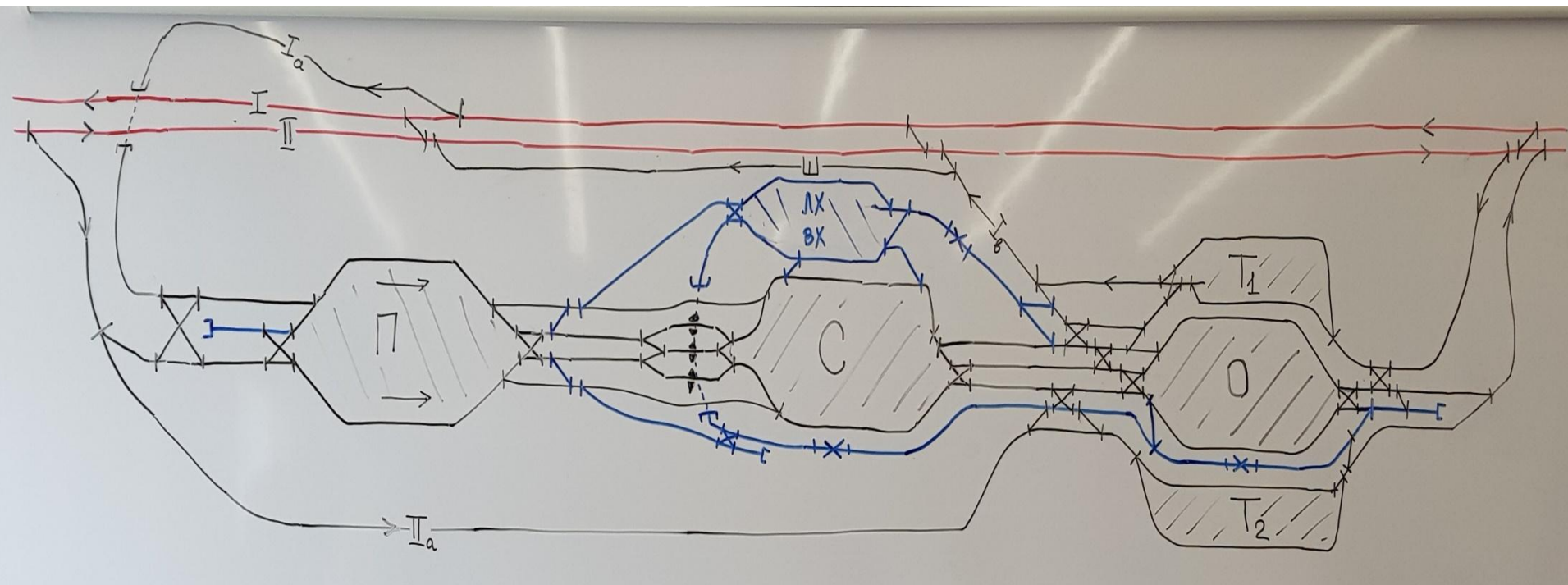
Теперь построим схему в «Рыбках»

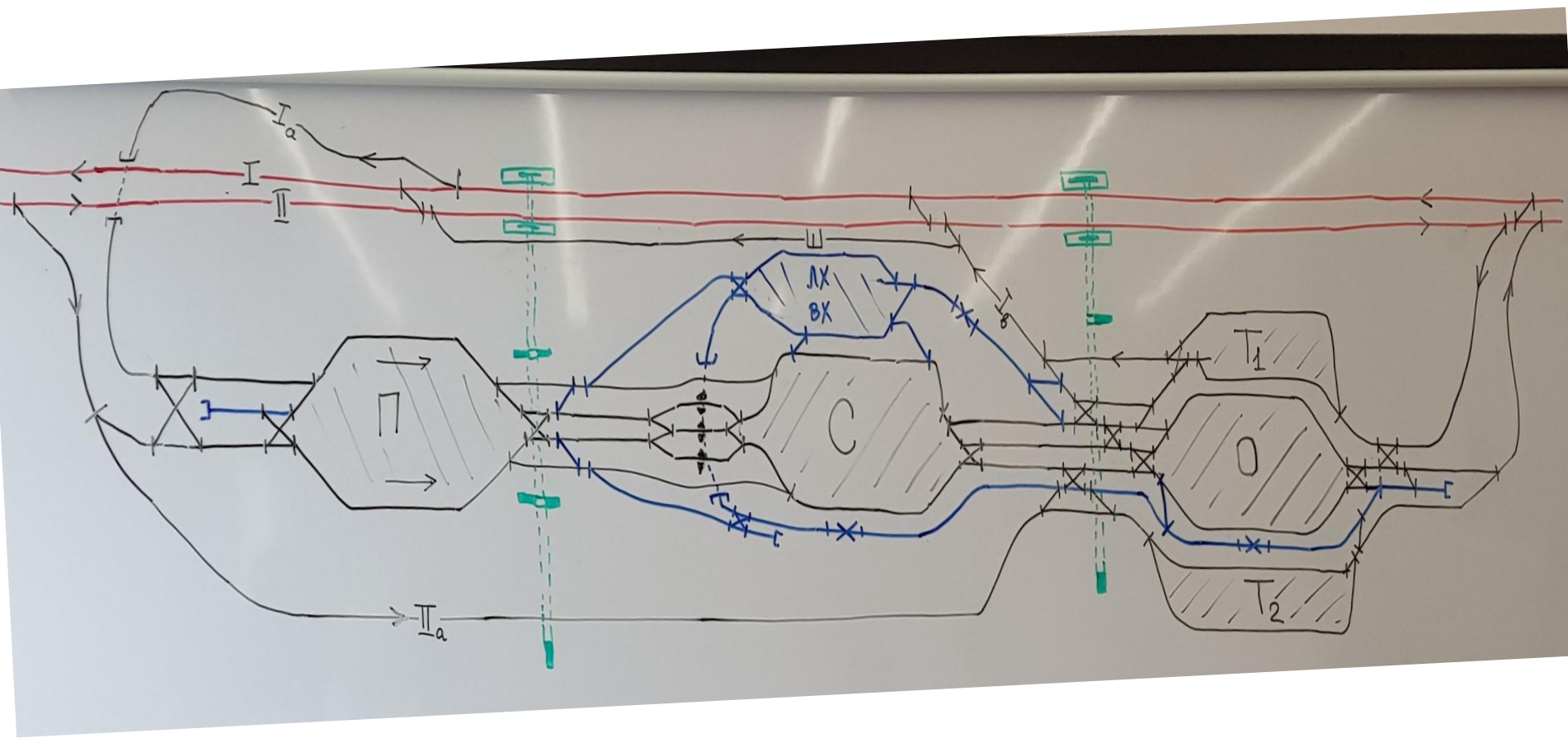




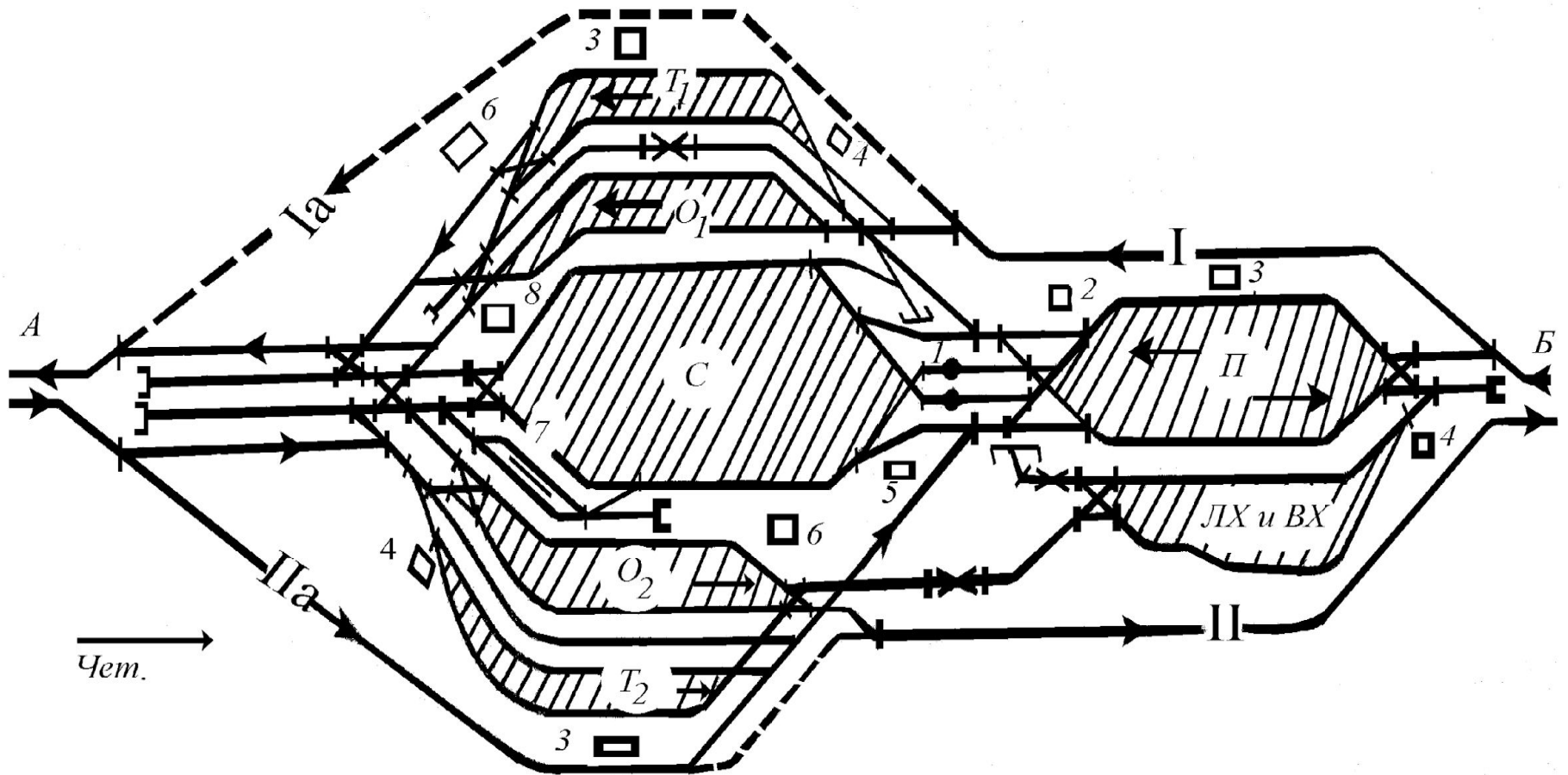




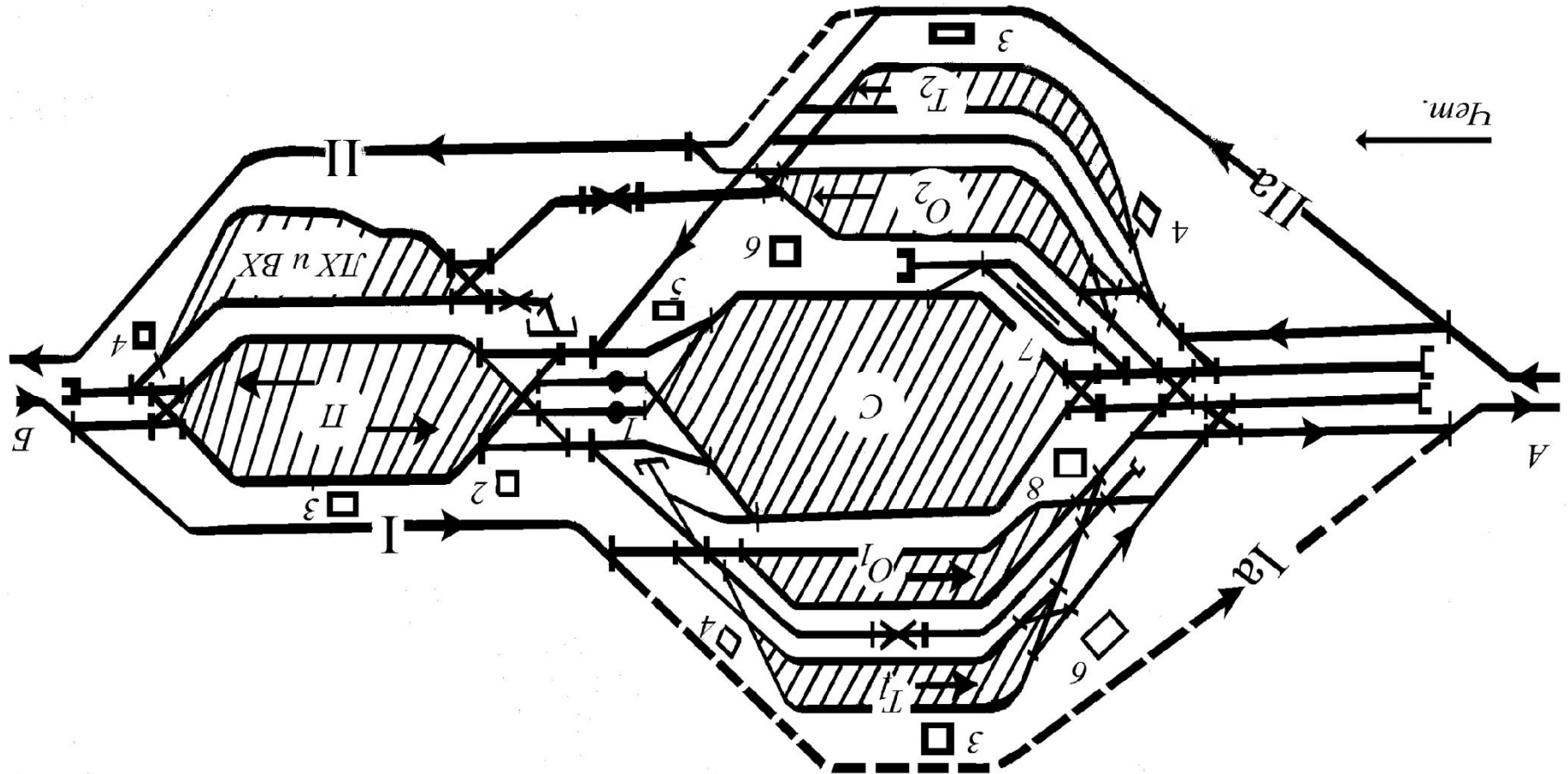


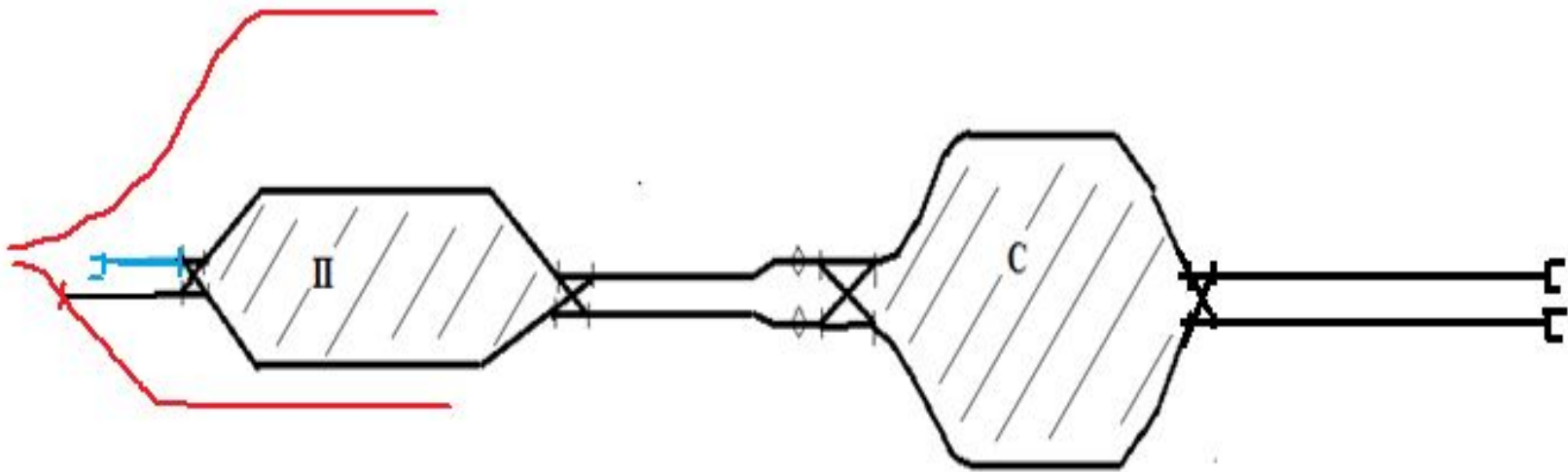


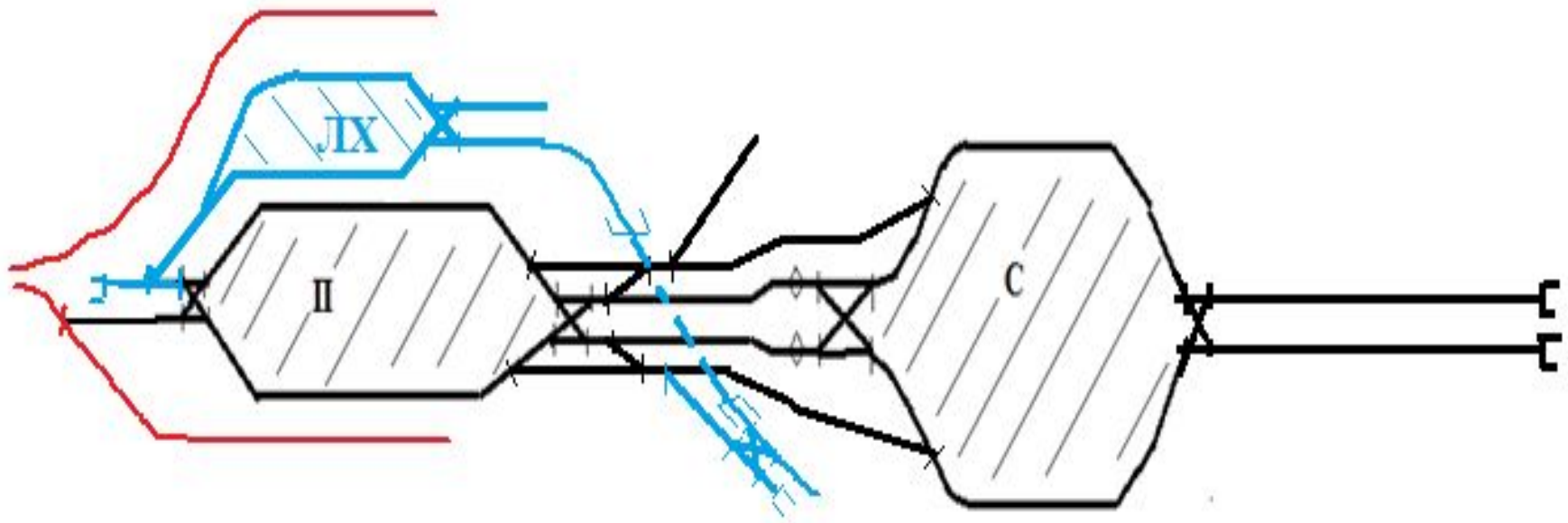
# Схема односторонней комбинированной сортировочной станции



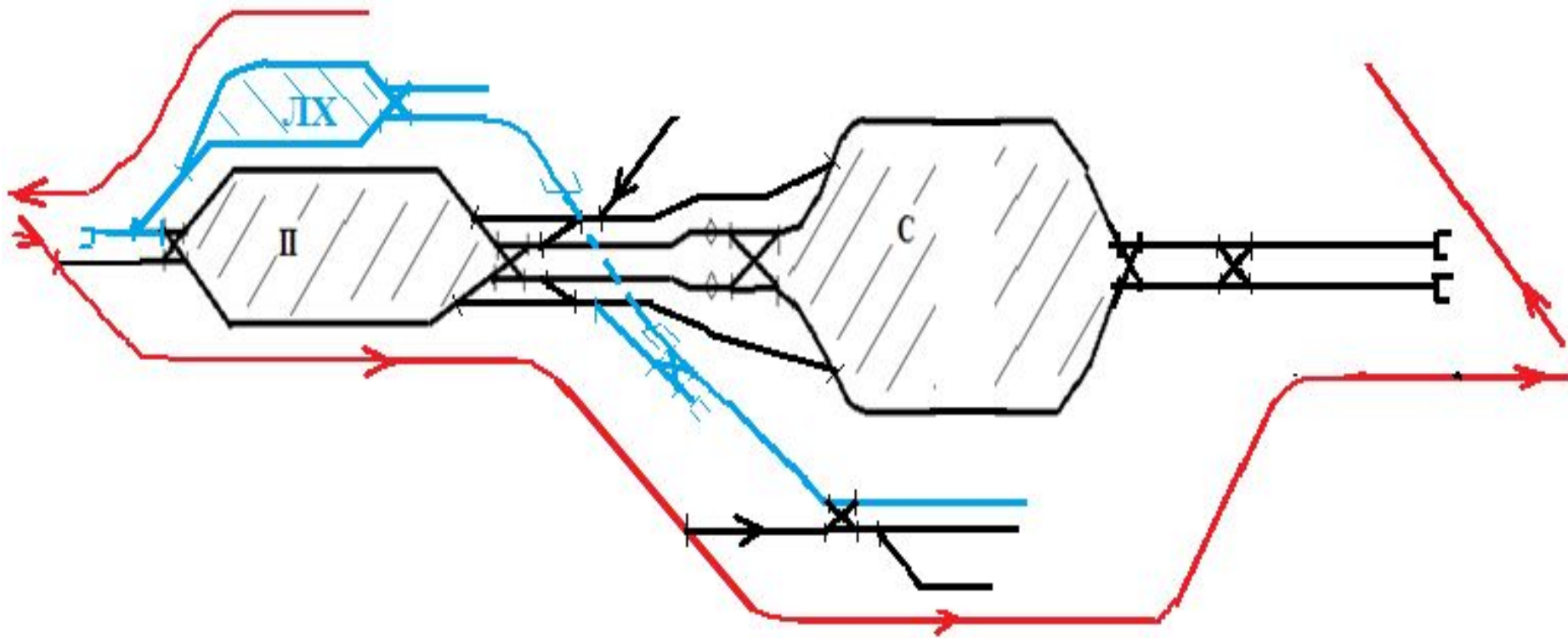
# Схема односторонней комбинированной сортировочной станции

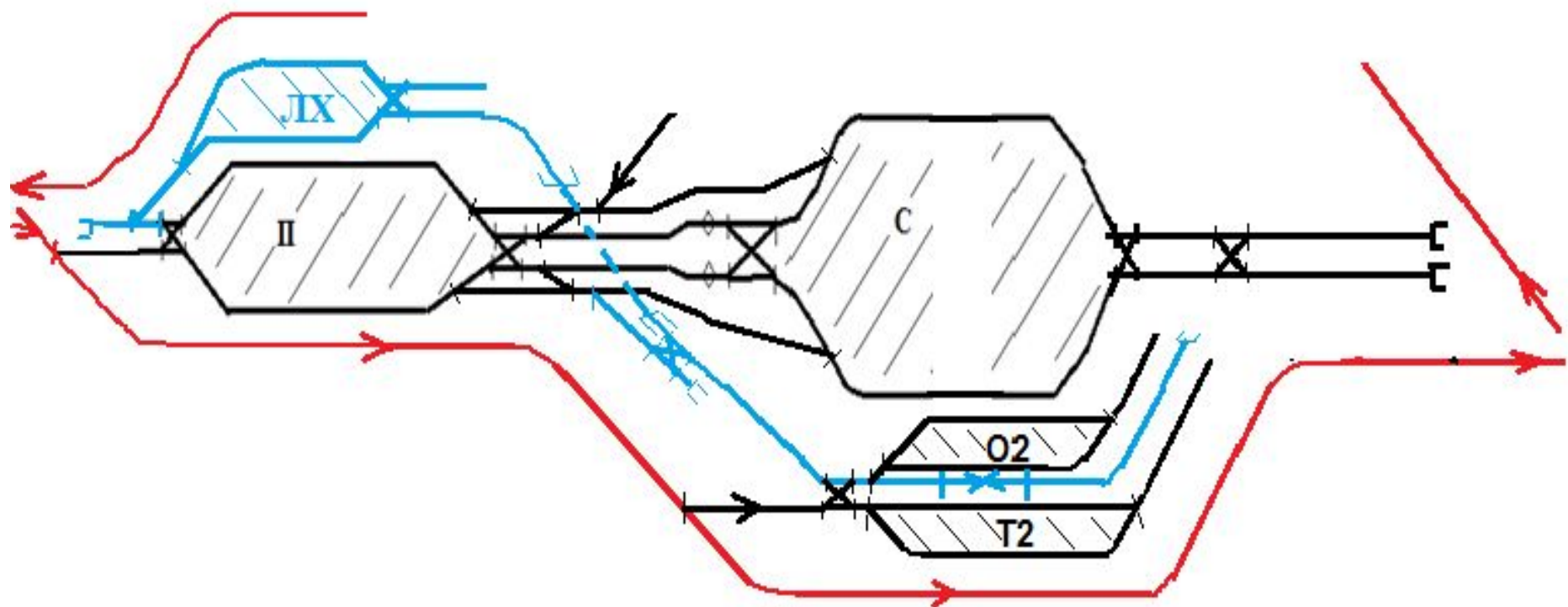


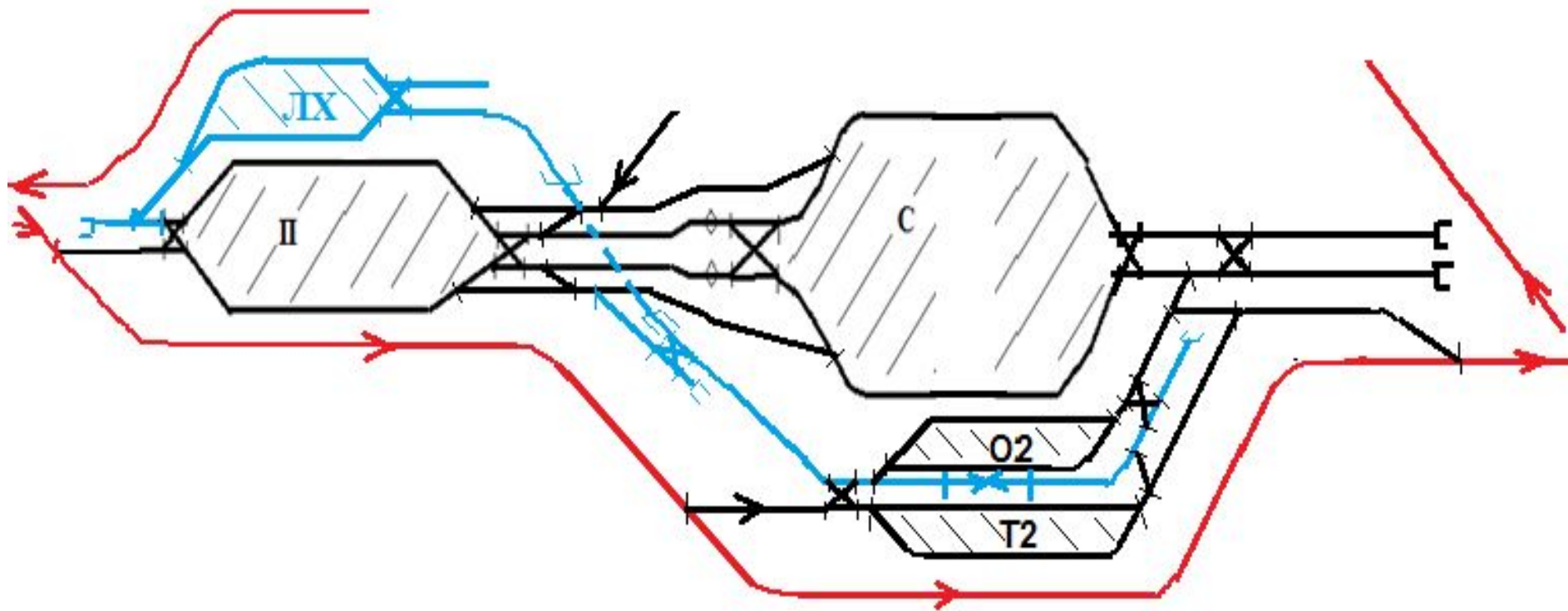


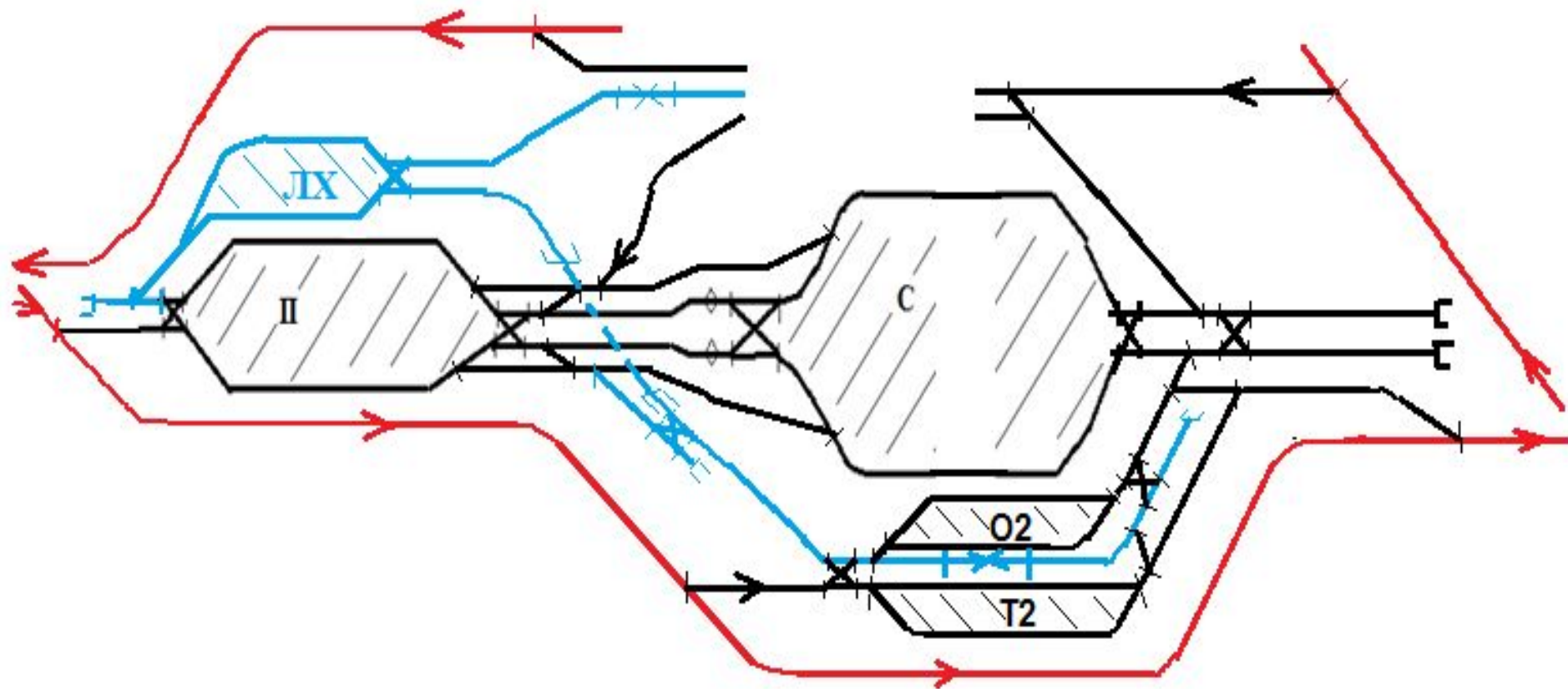


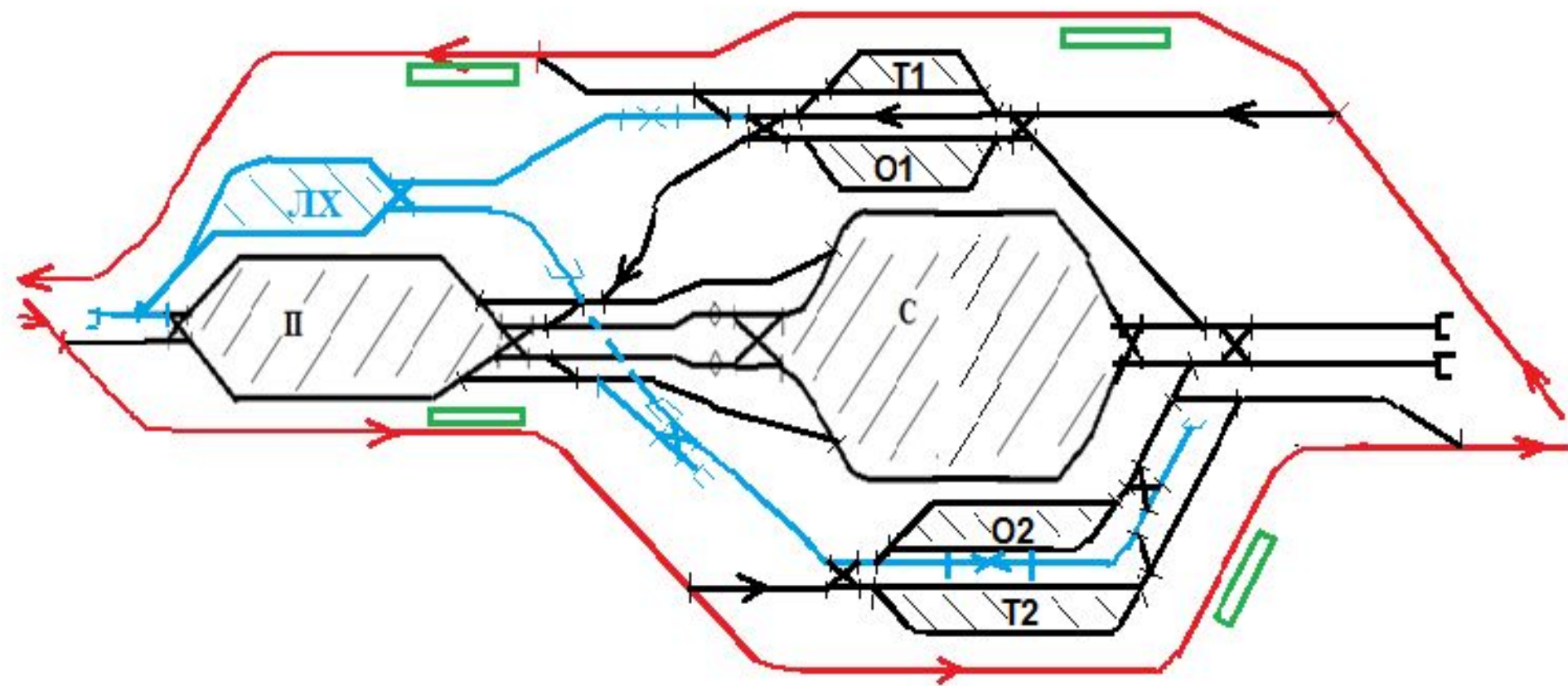




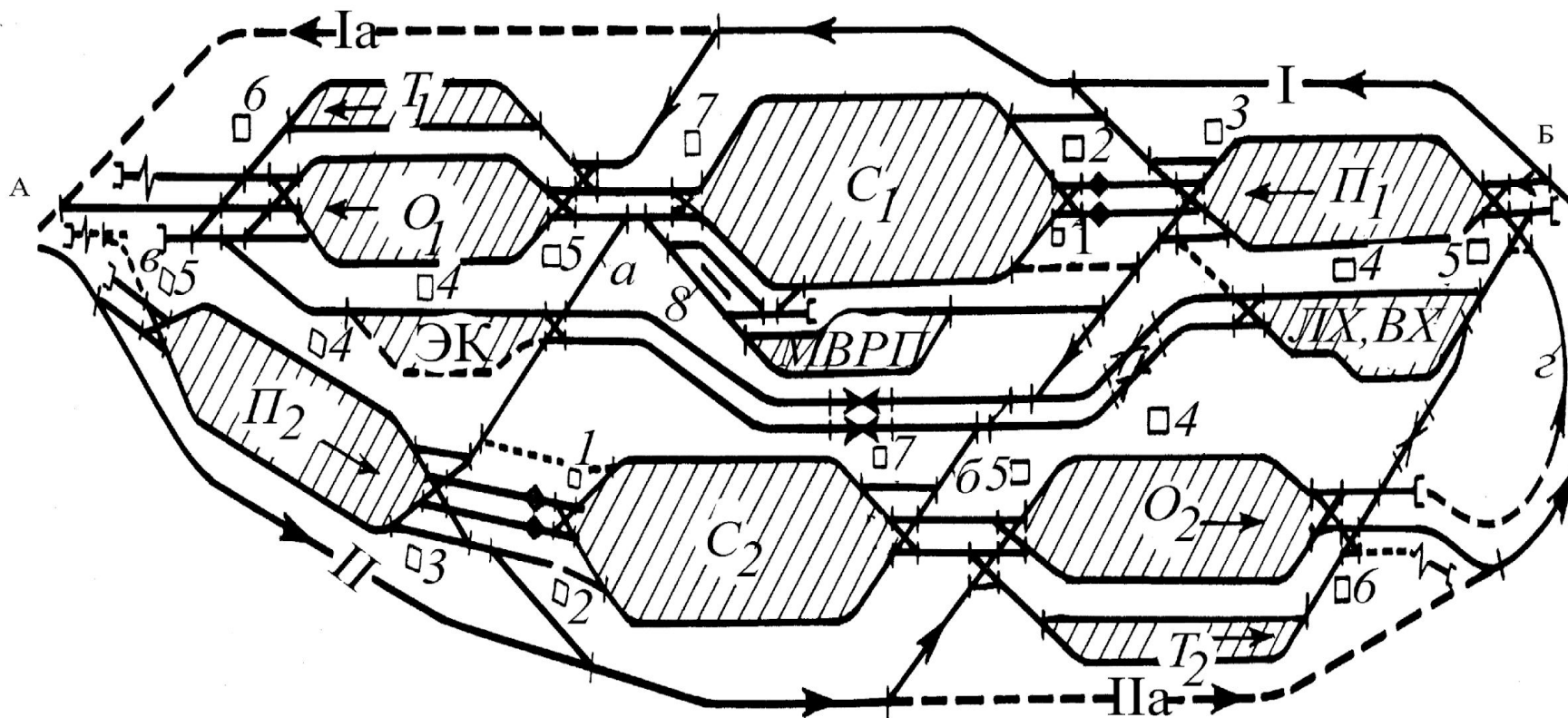




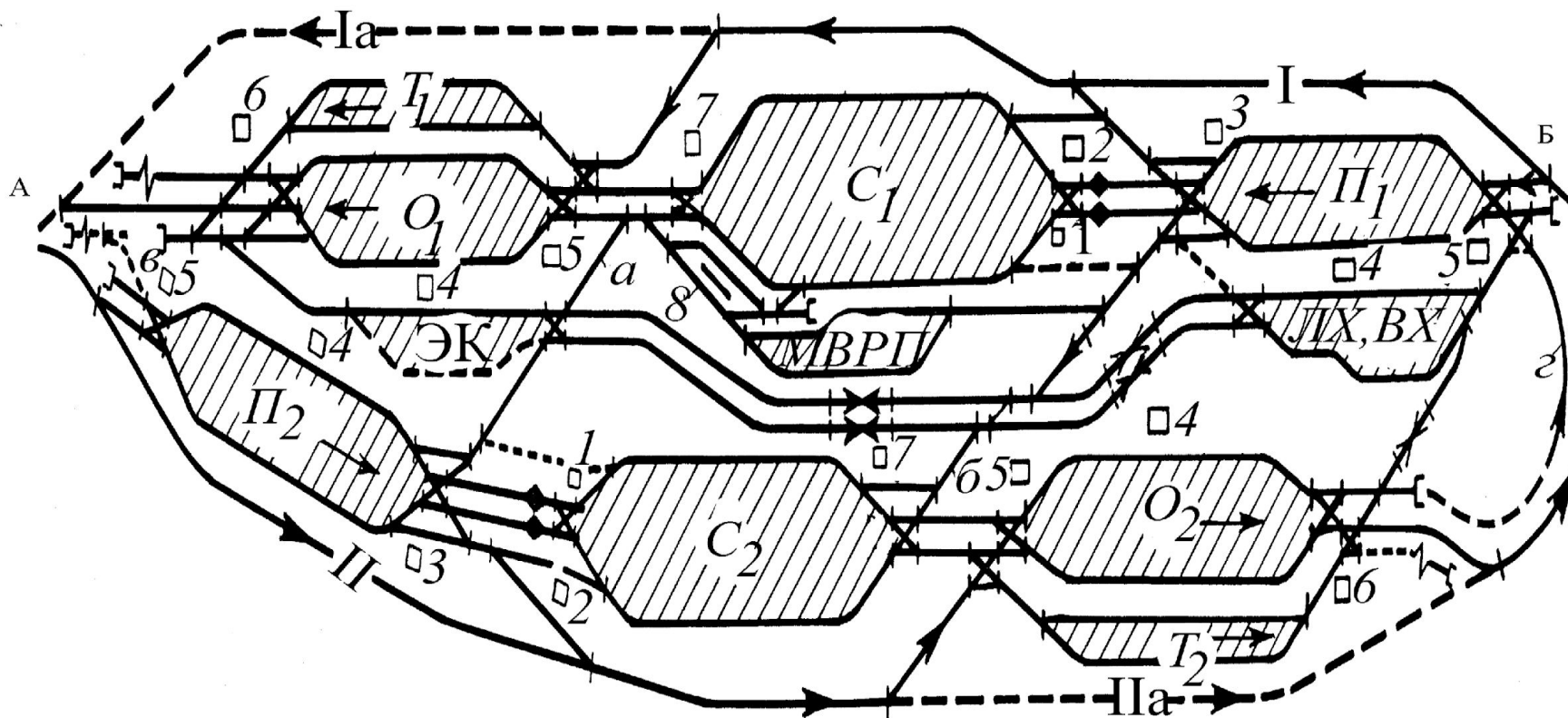


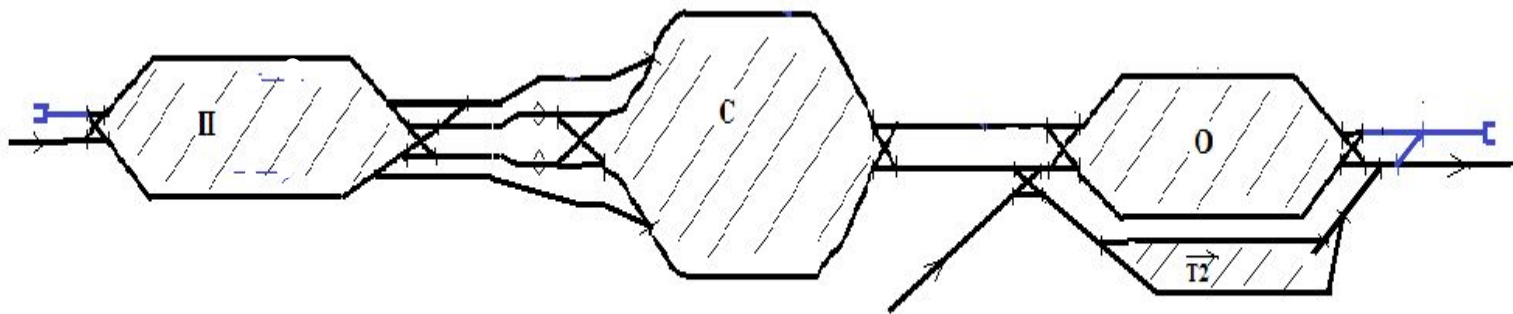


# Схема двухсторонней сортировочной станции

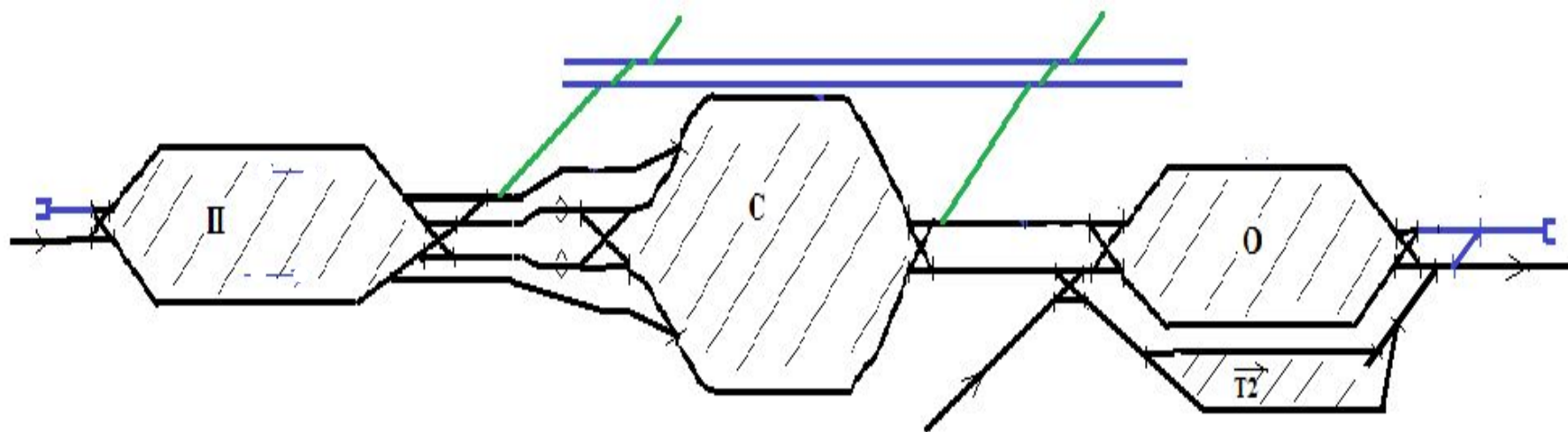


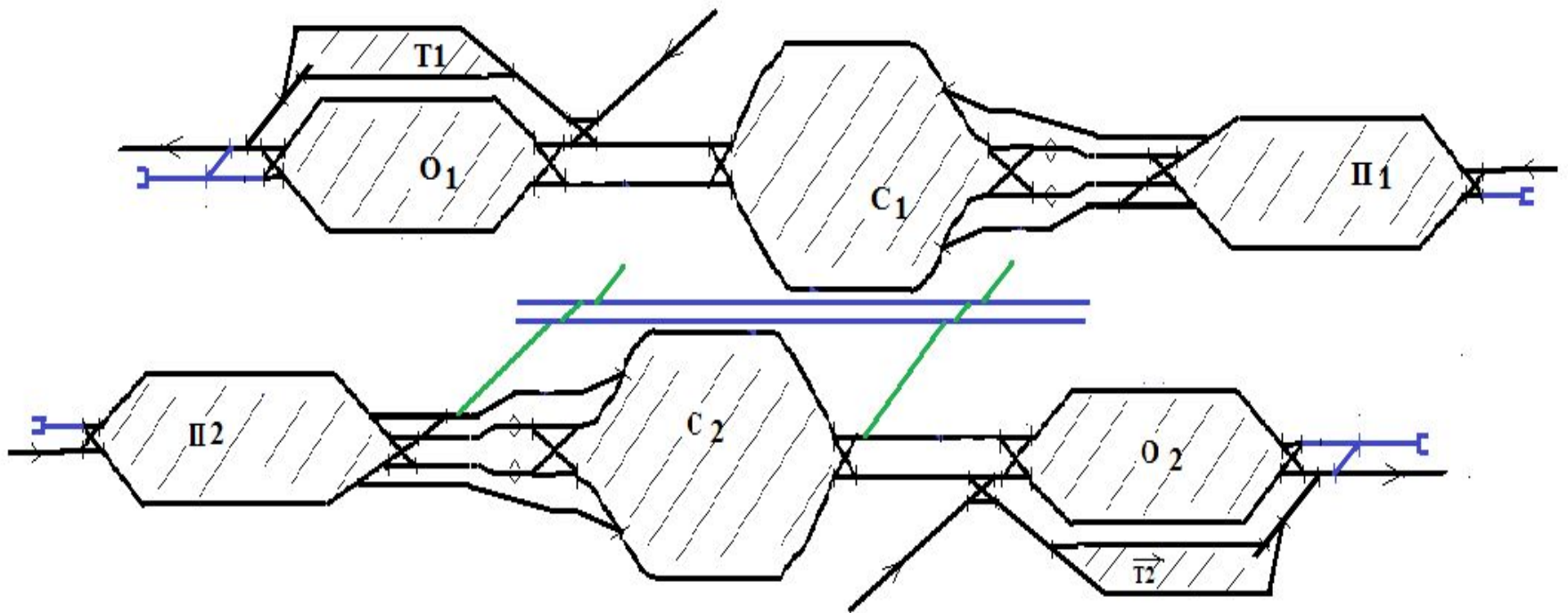
# Схема двухсторонней сортировочной станции

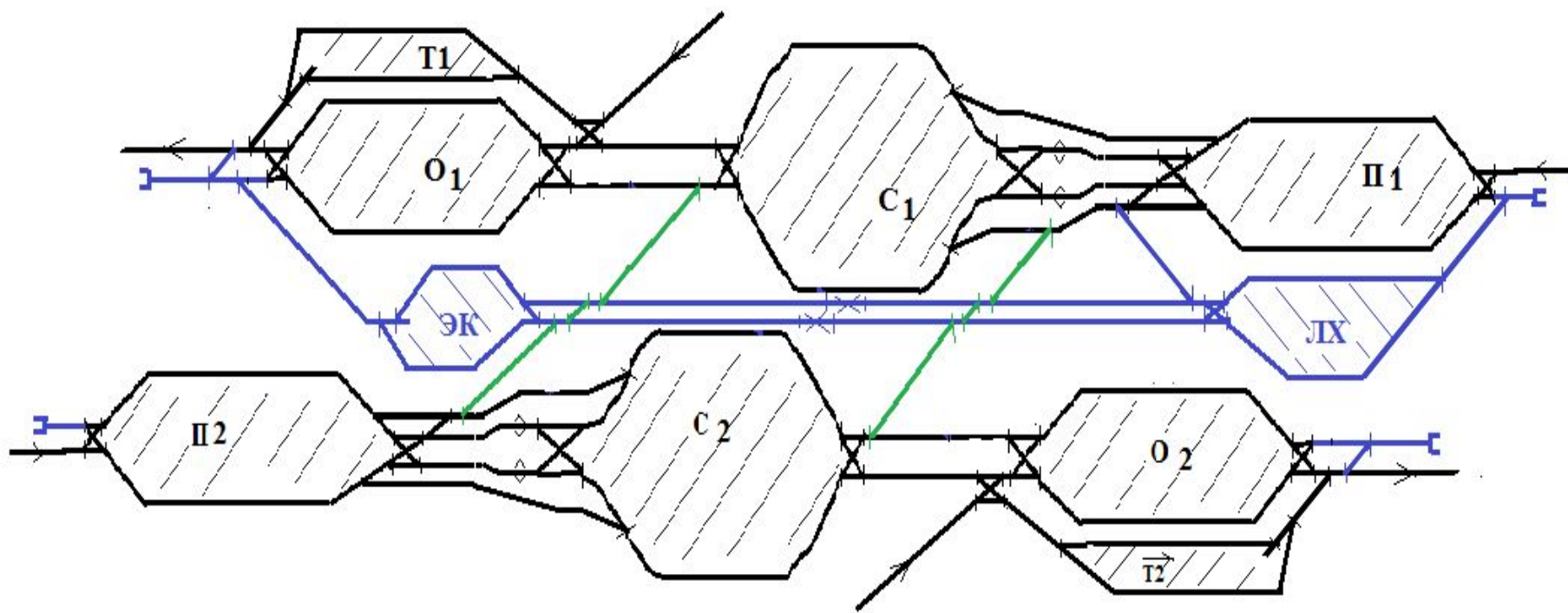


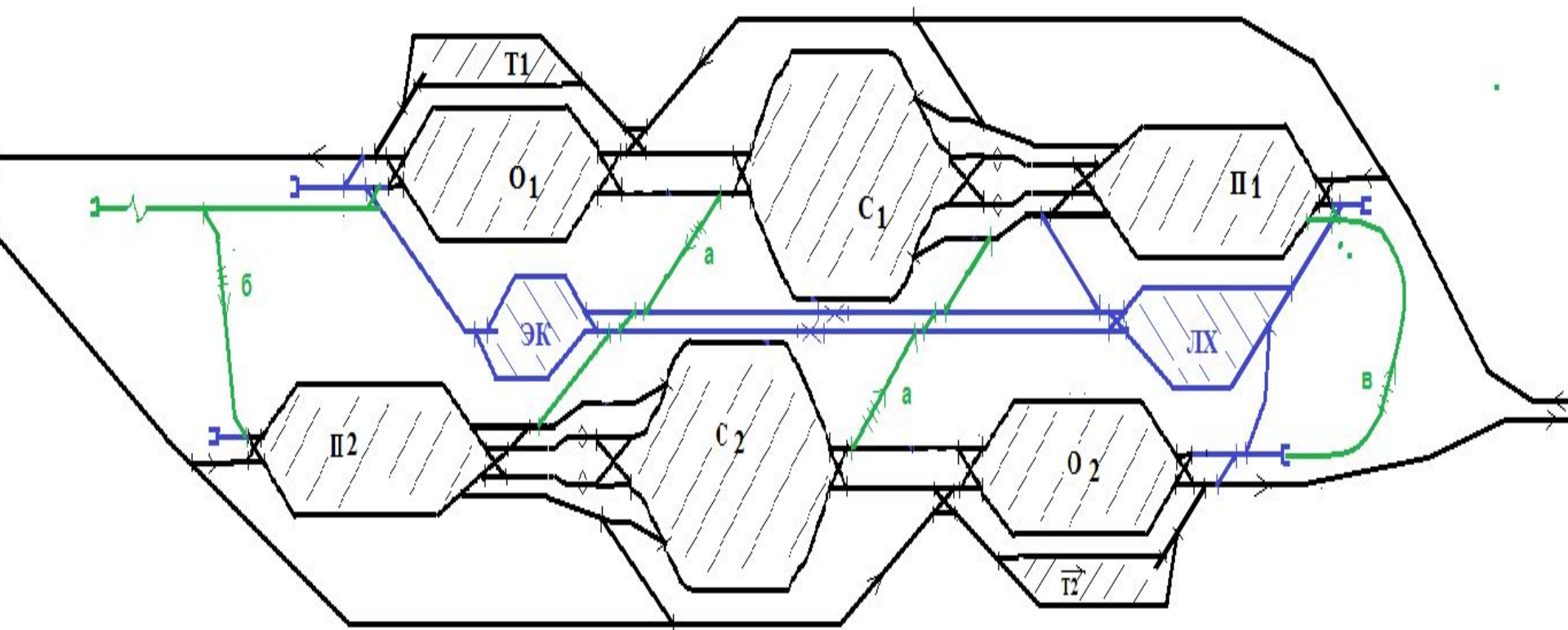










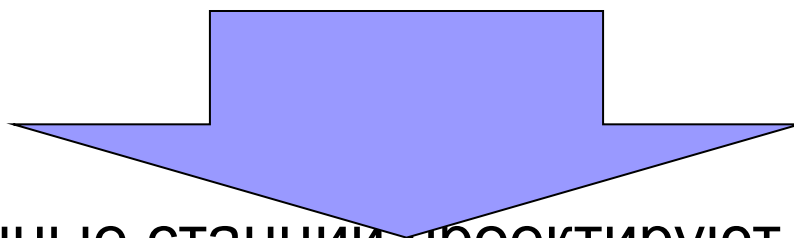






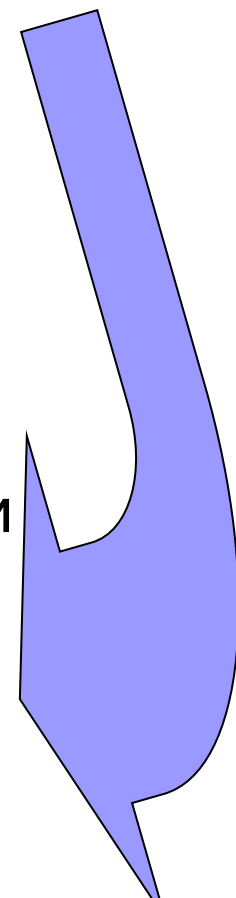
# Выбор типа, схемы, месторасположения сортировочной станции

**Односторонняя** СС может переработать до 6 тыс вагонов в сутки, а при автоматизированном параллельном роспуске – до 8 тыс вагонов в сутки

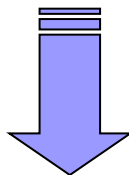


Новые сортировочные станции проектируют (как правило) **односторонними**

И только при переработке на 10-й год эксплуатации более 6 тыс вагонов в сутки следует сразу проектировать **двухстороннюю** станцию *или* *вторую СС в узле*



При наличии площадки достаточной  
длины



Последовательное расположение парков

В стеснённых условиях рассматривают  
схемы комбинированного, а в особо  
стеснённых – параллельного типа

# Направление сортировки на односторонних станциях

★ Как правило – в сторону наибольшего  
перерабатываемого вагонопотока

*Дополнительный аргумент при узловых  
подходах – парк приёма  
предпочтительней устраивать со  
стороны большего числа подходов*



# Размещение

За пределами городов

Или как минимум за пределами  
селитебной территории

# Определение путевого развития сортировочной станции

$$m = \frac{t_{\text{зан}}}{I_p}$$

**Число путей в парках сортировочных станций, рекомендуемое СТН Ц-01-95 и «Правилами и техническими нормами проектирования железнодорожных станций и узлов на железных дорогах колеи 1520 мм»**

Расчетное число поступающих поездов <i>рассматриваемого направления</i> в сутки (с учетом угловых и других передач)	Число путей в парке приема (без ходовых) при загрузке горки до			Число путей (без ходовых и вытяжных) в парке отправления или транзитном при смене локомотивов и их резерве в размере, %		
	0,70	0,85	0,95	5	15	25
До 12	1-2	-	-	-	-	-
13-24	2-3	-	-	-	-	-
25-36	3	-	-	5-7	4-5	4-5
37-48	3-4	4-5	-	7-8	5-6	5
49-60	4-5	5-6	5-6	8-9	6-7	5-6
61-72	5	6	6-7	9-10	7-8	6-7
73-84	5-6	6-7	7-8	10-11	8-9	7-8
85-96	6-7	7-8	8-9	11-12	9-10	8-9
97-108	7	8-9	9-10	12-13	10-11	9-10
109-120	7-8	9-10	10-11	13-14	11-12	10
121-132	8-9	10-11	11-12	14-15	12-13	10-11

# Коэффициент загрузки горки

$$\rho = \frac{t_{\Gamma} N_{\text{расф}} \mu_{\text{повт}}}{\alpha_{\text{вр}} 1440 - \sum T_{\text{пост}}}$$

$t_{\Gamma}$

- горочный технологический интервал;

$\mu_{\text{повт}}$

- коэффициент, учитывающий повторную сортировку некоторой части вагонов из-за недостатка в периоды сгущенного поступления составов числа и длины сортировочных путей. Можно принимать  $\mu_{\text{повт}} = 1,05$

$\alpha_{\text{вр}}$

- коэффициент, учитывающий возможные перерывы в работе горки из-за враждебности маршрутов. При расположении транзитных парков параллельно парку отправления для двусторонних станций и односторонних станций с петлевым подходом к парку приема остальных станций  $\alpha_{\text{вр}} = 0,95$

$\sum T_{\text{пост}}$

- время занятия горки в течение суток выполнением постоянных операций, которое можно принимать равным 120-150 мин.



# Проектирование сортировочных устройств

# Классификация сортировочных устройств

Стрелочные горловины и вытяжные пути на площадке

Вытяжные пути специального профиля (до 250 ваг/сут)

Сортировочные горки

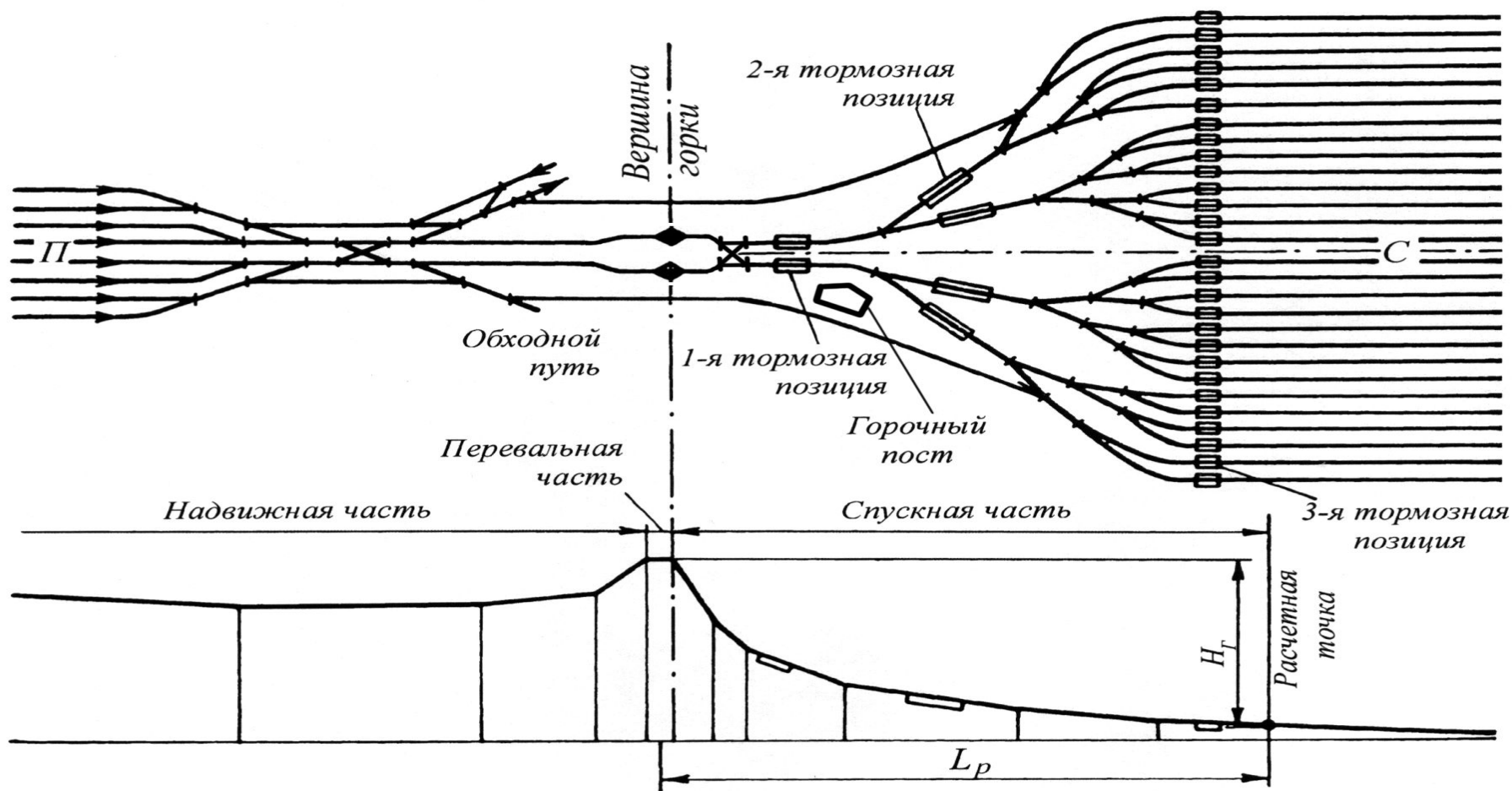
Малой мощности  
250-1500  
ваг/сут

Средней мощности  
1500-3500  
ваг/сут

Большой мощности  
3500-5500  
ваг/сут

Повышенной мощности  
Более 5500  
ваг/сут

# Основные элементы сортировочной горки



# Основные параметры СС

- *Расчетная длина* горки - расстояние от вершины горки (ВГ) до расчетной точки (РТ), а *высота* – разность отметок ВГ и РТ.
- *Мощность тормозных средств* характеризуется погашаемой ими суммарной *энергетической высотой*.
- *Перерабатывающая способность* горки – максимальное число вагонов, которое можно расформировать с неё за сутки.

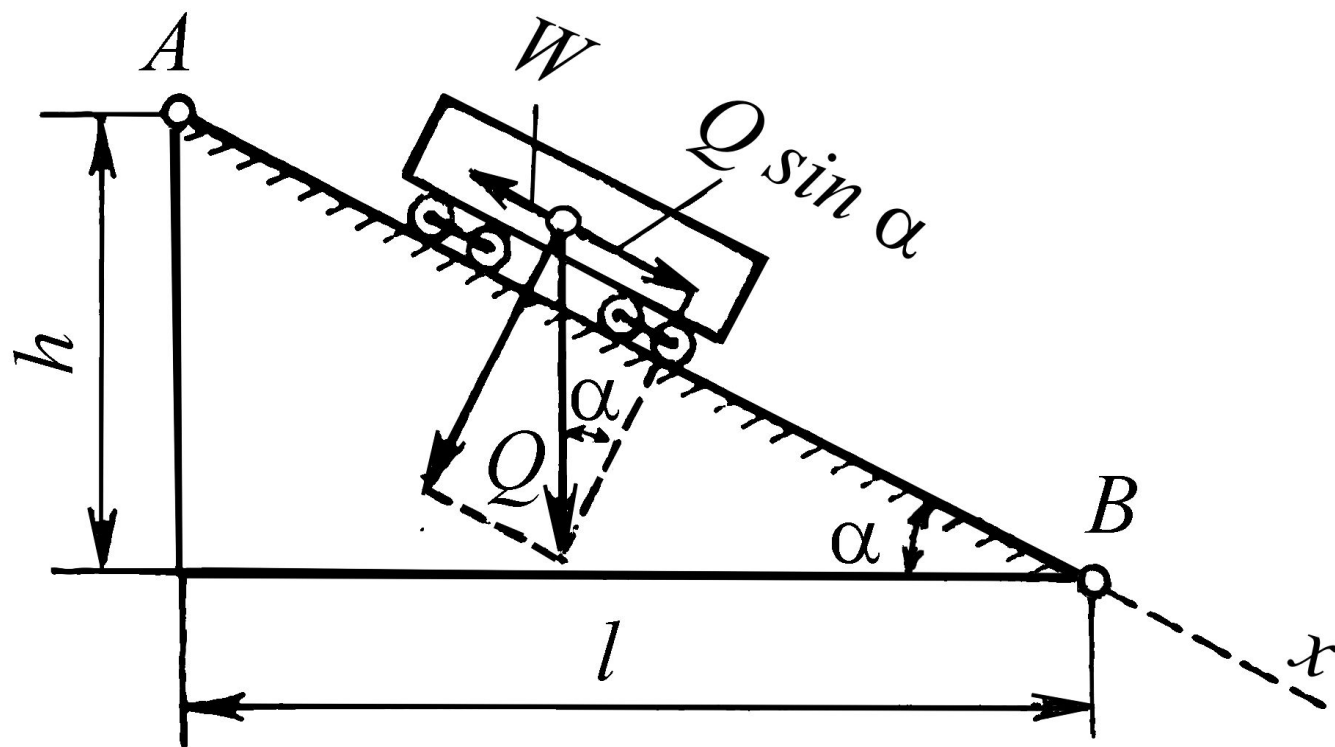


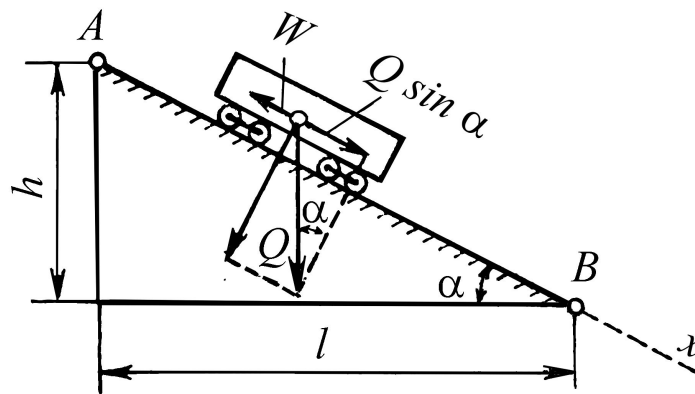


# Основы динамики скатывания вагонов с горки

Понятие энергетической  
высоты

# Силы, действующие на вагон






- Уравнение движения (Ньютон)

$$ma = Q * \sin \alpha - W$$

$$\alpha \rightarrow 0 \text{ (менее } 4^\circ)$$

$$\sin \alpha \approx \text{tg } \alpha = \frac{h}{l} = ???$$

Кроме того приближённо  $W \sim Q$



$$W = w * 10^{-3} * Q = Q * w * 10^{-3}$$

- Уравнение движения (Ньютон)  
 $ma = Q * \sin \alpha - W$
- $\alpha \rightarrow 0$  (менее  $4^\circ$ )

$$\sin \alpha \approx \operatorname{tg} \alpha = \frac{h}{l} = ???$$

Кроме того приближённо  $W \sim Q$

$$W = w * 10^{-3} * Q = Q * w * 10^{-3}$$

если на некотором участке

$i > \omega$ , то ???,

$i < \omega$  — ???,

$i = \omega$  — ???

# Понятие энергетической высоты

при  $i = \omega \rightarrow V = \text{const}$

$i > \omega \rightarrow V$  повышается

$i < \omega \rightarrow V$  уменьшается

Теорема об  
изменении  
кинетической  
энергии

$$\frac{mV_2^2}{2} - \frac{mV_1^2}{2} = m \cdot a \cdot l = Q \cdot i \cdot l \cdot 10^{-3} - Q \cdot \omega \cdot l \cdot 10^{-3}$$

$$Q = m \cdot g'$$

$$g' = \frac{Q \cdot g}{Q + 4,2 n}$$

$$m = \frac{Q}{g'}$$

$$\frac{Q \cdot V_2^2}{2g'} - \frac{Q \cdot V_1^2}{2g'} = Q \cdot i \cdot l \cdot 10^{-3} - Q \cdot \omega \cdot l \cdot 10^{-3}$$

$$\frac{V_2^2}{2g'} - \frac{V_1^2}{2g'} = i \cdot l \cdot 10^{-3} - \omega \cdot l \cdot 10^{-3}$$

$$\frac{V_2^2}{2g'} - \frac{V_1^2}{2g'} = h - \omega \cdot l \cdot 10^{-3}$$

[M]   [M]   [M]   [M]

$$\frac{V_2^2}{2g'} - \frac{V_1^2}{2g'} = h - \omega \cdot l \cdot 10^{-3}$$

$$[\text{M}] \quad [\text{M}] \quad \quad \quad [\text{M}] \quad [\text{M}]$$

$$h_{v2} - h_{v1} = h - h_{\omega}$$

Скоростная энергетическая высота

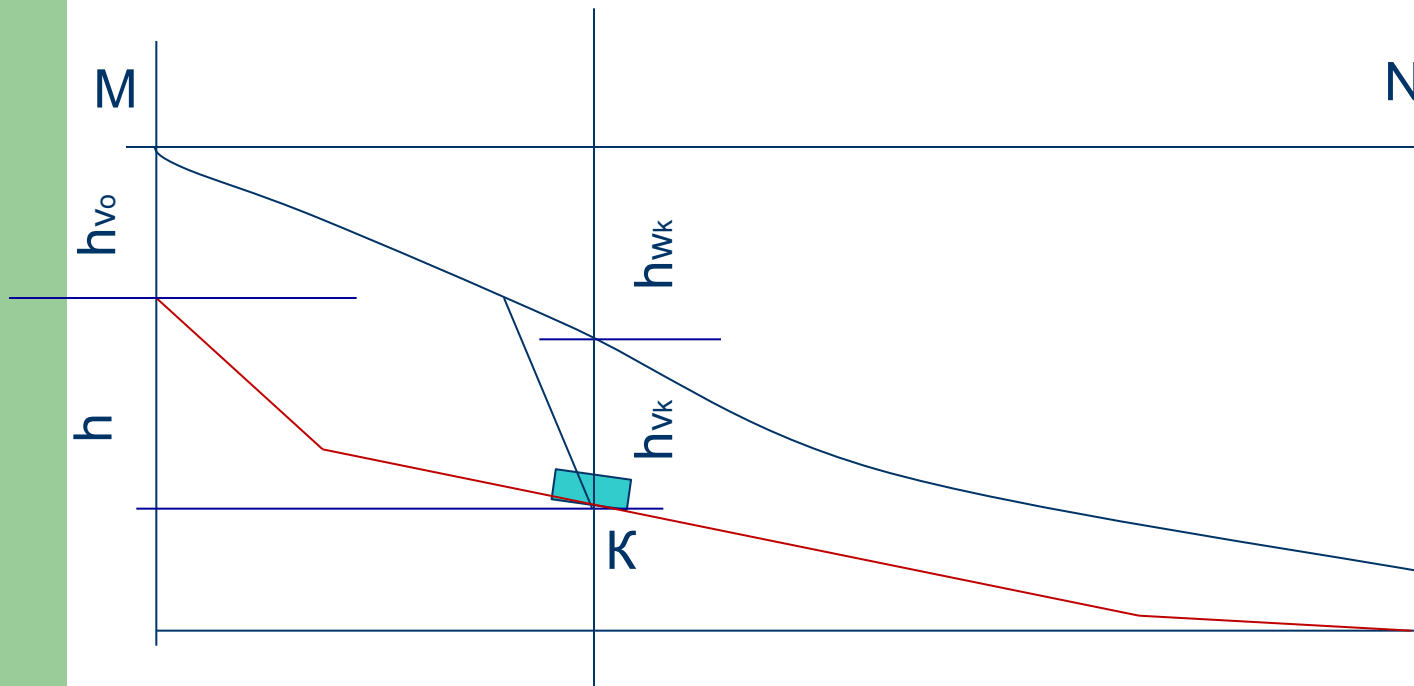
Высота

Потерянная энергетическая высота

- $h_v$  – величина, характеризующая текущую кинетическую энергию отцепа, *М Э.В.*
- $h_w$  – величина, определяющая потерянную энергию вагона за счёт действия сил сопротивления, *М Э.В.*
- $h$  – величина, характеризующая уменьшение потенциальной энергии вагона при его скатывании **ВНИЗ** от начальной точки – вершины горки, или от любой другой исходной точки, *М*

# Понятие энергетической высоты

$$h + h_{v_0} = h_{v_k} + h_{w_k}$$





Удельная работа сил сопротивления движению вагона (потерянная энергетическая высота) в метрах энергетической высоты (м эн. в.)

на преодоление:

- Основного сопротивления
- Удельного воздушного сопротивления
- Удельного сопротивления движению от снега и инея
- Дополнительного сопротивления от стрелок
- Дополнительного сопротивления от кривых

$$h_{\omega_o} = l\omega_o \cdot 10^{-3}$$

$$h_{\omega_{CB}} = l\omega_{CB} \cdot 10^{-3}$$

$$h_{\omega_{CH}} = L_{CH}\omega_{CH} \cdot 10^{-3}$$

$$h_{\omega_K} = 0,23v^2 \sum \alpha_{CK}^o \cdot 10^{-3}$$

$$h_{\omega_c} = 0,56v^2 n_c \cdot 10^{-3}$$

где  $l$  – длина участка, м;

$v$  – средняя скорость движения по участку, м/с;

$\sum \alpha_{ск}^{\circ}$  – сумма углов поворота, включая стрелочные углы, град;

$n_c$  – число стрелочных переводов на участке;

$L_{сн}$  – расстояние от конца второй тормозной позиции до расчетной точки, м, на котором необходимо учитывать дополнительное сопротивление от снега и инея.

# Характеристики вагонов и отцепов для расчётов основного сопротивления

Вагоны, спускаемые с горки, в зависимости от рода, веса и ходовых свойств делятся на четыре вида бегунов: очень плохие (ОП) и плохие (П) – крытые четырехосные вагоны или полувагоны весом брутто от 220 до 250 кН; хорошие (Х) – четырехосные полувагоны весом 700 кН и очень хорошие (ОХ) – четырехосные полувагоны весом 800 и 1000 кН.

Вес вагона, кН	Весовая категория вагонов	
	Наименование	Обозначение
До 280	Легкая	Л
280-440	Легко-средняя	ЛС
440-600	Средняя	С
600-720	Средне-тяжелая	СТ
Свыше 720	Тяжелая	Т

Характеристики	Значения характеристик расчетных бегунов (вагонов)			
	ОП	П	Х	ОХ
Расчетный вес, кН	220	250	700	850


# Удельное воздушное сопротивление (от воздушной среды и ветра)

для одиночных вагонов (одновагонных отцепов)

$$\pm \omega_{\text{св}} = \frac{178 C_x S}{(273 + t^o) q} v_{\text{от}}^2$$

для отцепов из нескольких вагонов

$$\pm \omega_{\text{св}} = 178 \frac{C_x S + \sum_{j=1}^n C_{\text{xxj}} S_j}{(273 + t^o) \sum_{j=1}^n q_j} v_{\text{от}}^2$$


$$v_{\text{OT}}^2 = v^2 + v_{\text{B}}^2 \pm 2vv_{\text{B}} \cos \beta$$

$$v_{\text{OT}} = v \pm v_{\text{e}}$$

0

Расчетные участки горки	Средняя скорость движения отцепов на горках, м/с						
	С двумя и более ТП* на спускной части				С одной ТП на спускной части		Без ТП на спускной части
	ГПМ	ГБМ	ГСМ	ГММ	ГСМ	ГММ	ГММ
От ВГ* до начала ИТП**	4,5	4,2	4,0	3,5	4,5	3,5	-
От начала ИТП до начала ПТП	6,0	5,5	5,0	4,0	4,5	3,5	3,0
От начала ПТП до начала ПТП	5,0	5,0	4,0	3,0	4,0	3,0	-
Сортировочные пути (до расчетной точки)	2,0	2,0	2,0	1,4	2,0	1,4	1,4

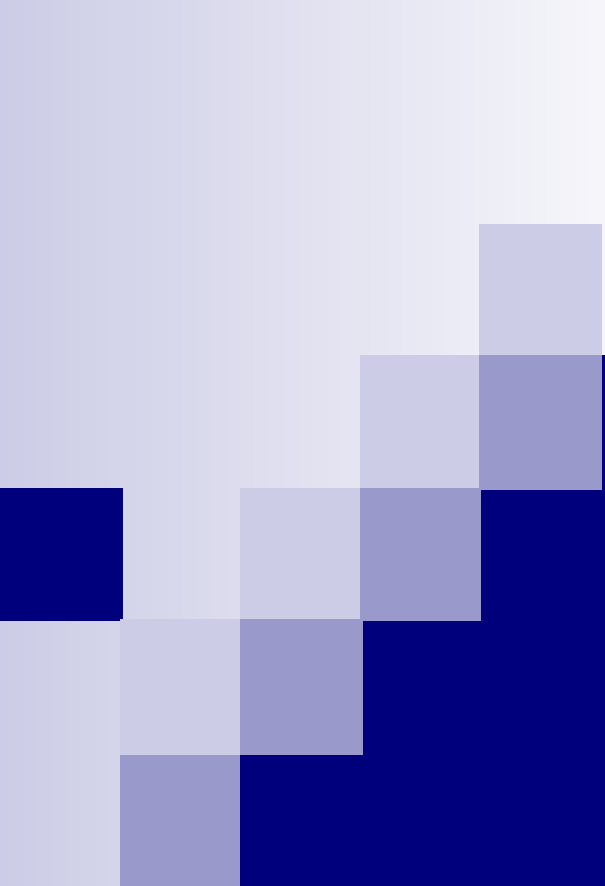
$$h_{\omega_{CB}} = \sum_{j=1}^k h_{\omega_{CBj}}$$

$$h_{\omega_K} = \sum_{j=1}^k h_{\omega_{Kj}}$$

$$h_{\omega_c} = \sum_{j=1}^k h_{\omega_{cj}}$$

где  $k$  – количество расчетных участков от вершины горки до расчетной точки (обычно  $k = 4$ ).





# Проект сортировочной горки

Проектирование головы  
сортировочного парка

## Основные требования при проектировании плана спускной части горки

■ 1.

$$L_{\text{расч}} \rightarrow \min$$

■ 2.

$$h_w \rightarrow \text{const} \text{ по разным путям}$$

■ 3. Возможность размещения замедлителей (3 позиции):

■ -постоянный уклон в профиле

■ -прямая в плане

# Выполнение требований обеспечивается:

- 1. а) использованием симметричных стрелочных переводов
- б) укладка кривых сразу за хвостом крестовины
- в) использование минимальных радиусов кривых  $R=200\text{м}$ , в трудных случаях –  $180\text{м}$
- г) междупутные расстояния в начале сортировочного парка (стрелочной зоне)  $4,80\text{м}$  ( $3,90$ )

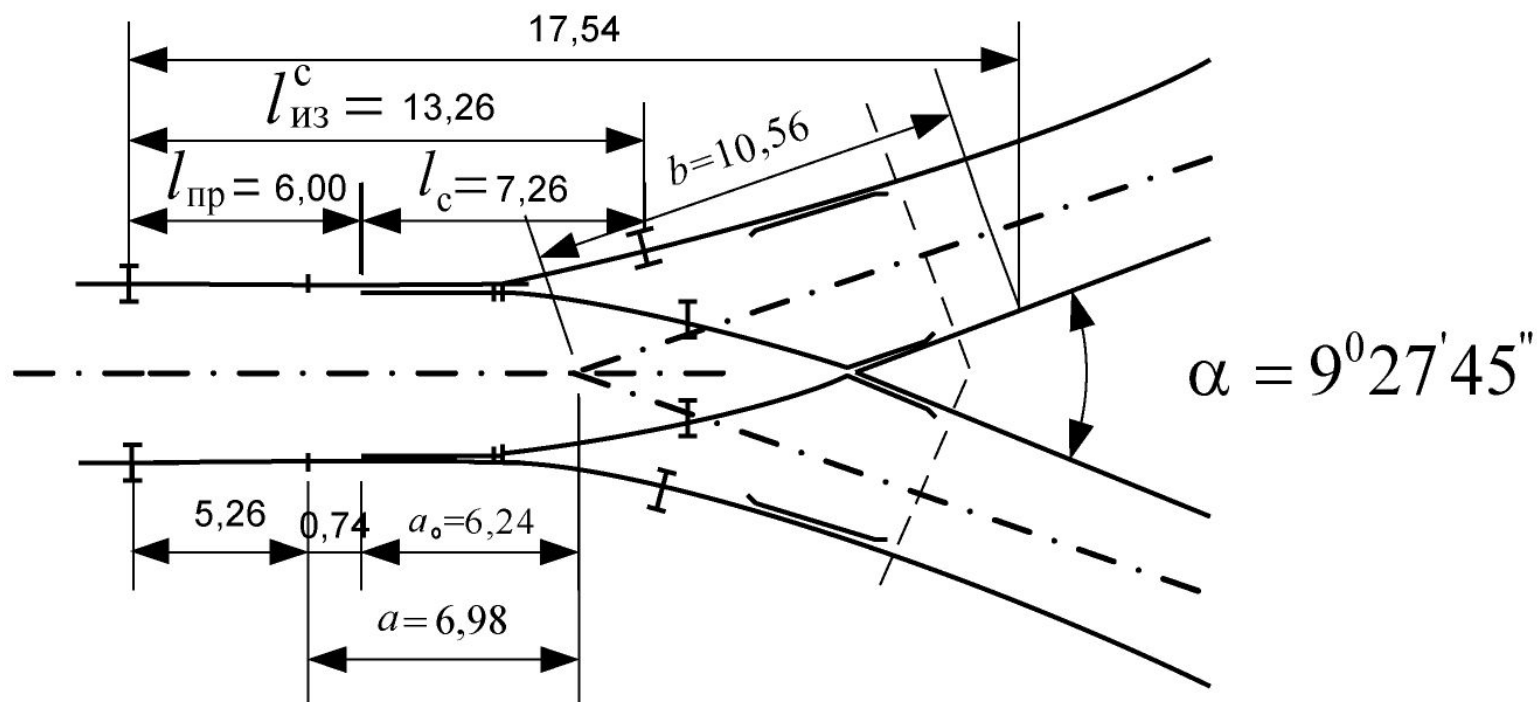
# Выполнение требований обеспечивается:

- 2. рациональной разбивкой сортировочных путей на пучки (max по 8 путей)

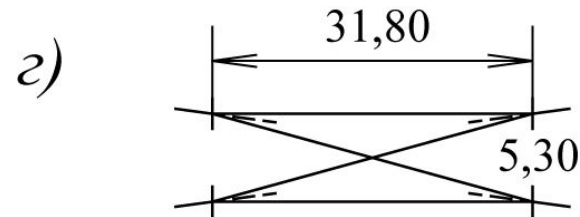
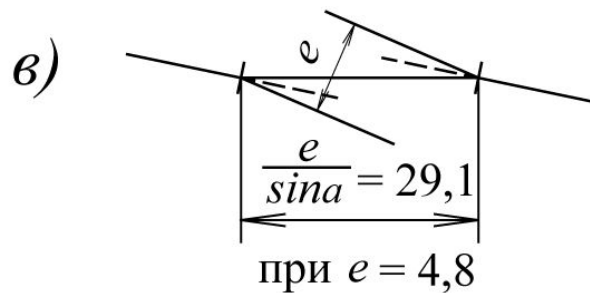
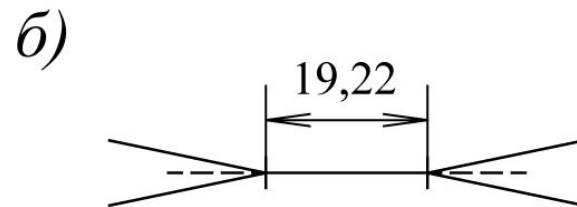
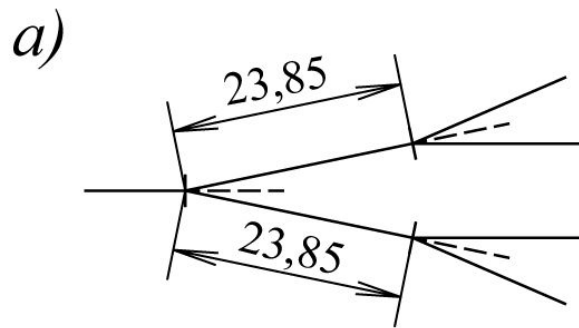
# Выполнение требований обеспечивается:

- 3. а) I ТП (интервальная) – 2 замедлителя (расчетная мощность считается на 1, второй - резервный)
- б) II ТП (пучковая) – 2-3 замедлителя
- в) III ТП (парковая) – 3 замедлителя РНЗ-2

# Элементы укладки СП М 1/6



# Элементы укладки - СП

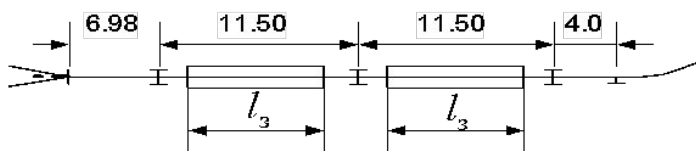


# Элементы укладки - замедлители

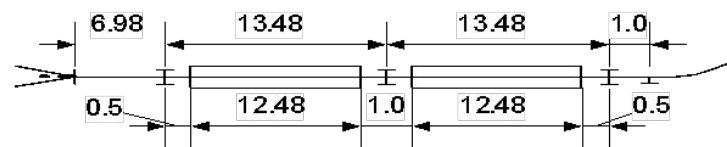
Направление роспуска →

а) За стрелочным переводом

КВ-3, КЗ-3, ВЗП-3, ВЗПГ-3

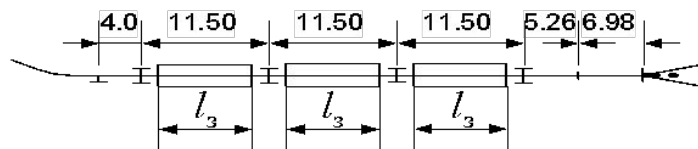


КНП-5, ВЗПГ-5, ВЗП-5, КЗ-5, НК-114

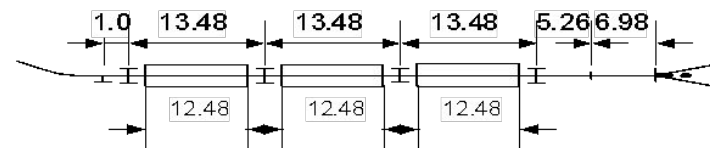


б) Перед стрелочным переводом

КВ-3, КЗ-3, ВЗП-3, ВЗПГ-3

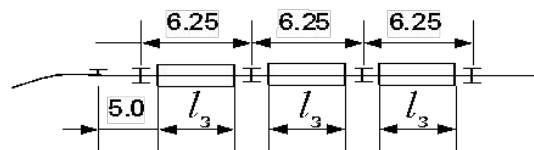


КНП-5, ВЗПГ-5, ВЗП-5, КЗ-5, НК-114



в) На подгорочных путях

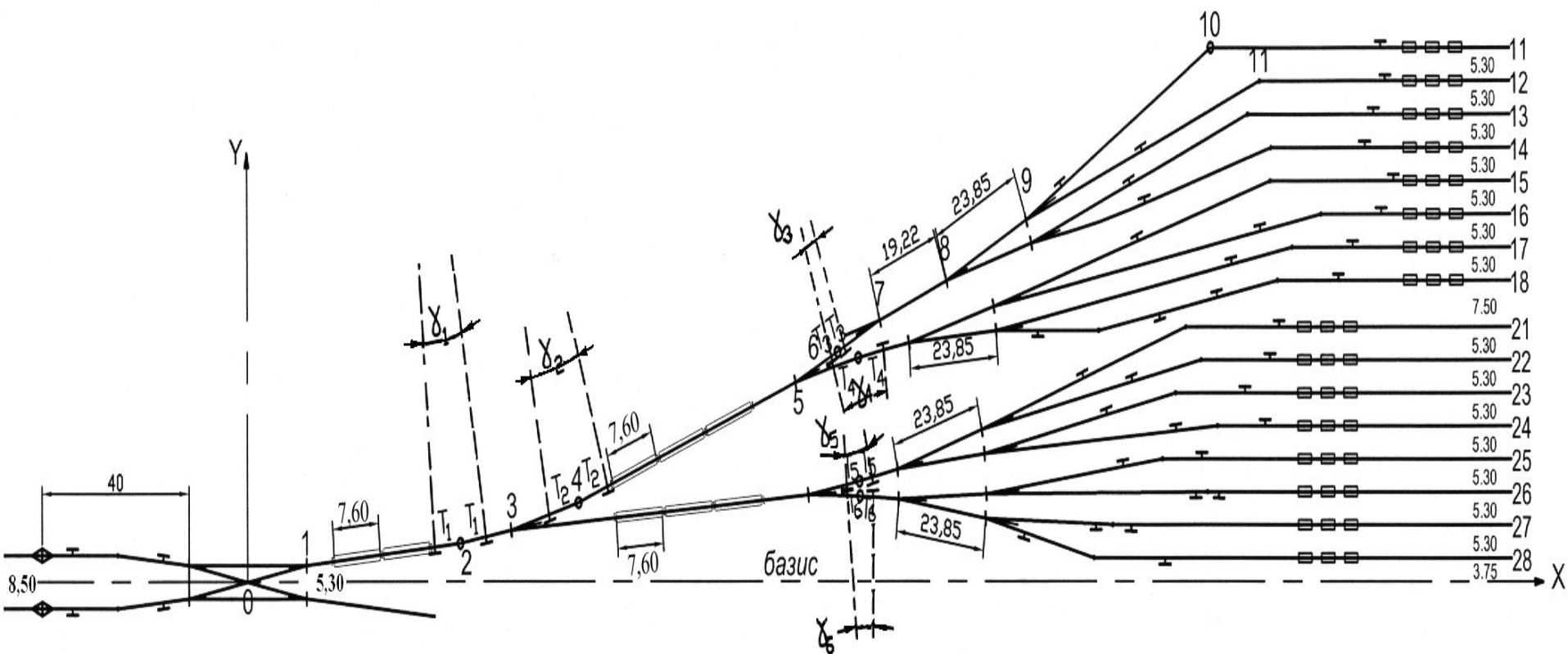
РНЗ-2, РНЗ-2М, ПНЗ-1, ПГЗ-03



Величина  $l_3$  принимается по рис. 2.3.



# Пример принципиальной схемы половины горочной горловины на 32 пути (при замедлителях КВ-3)

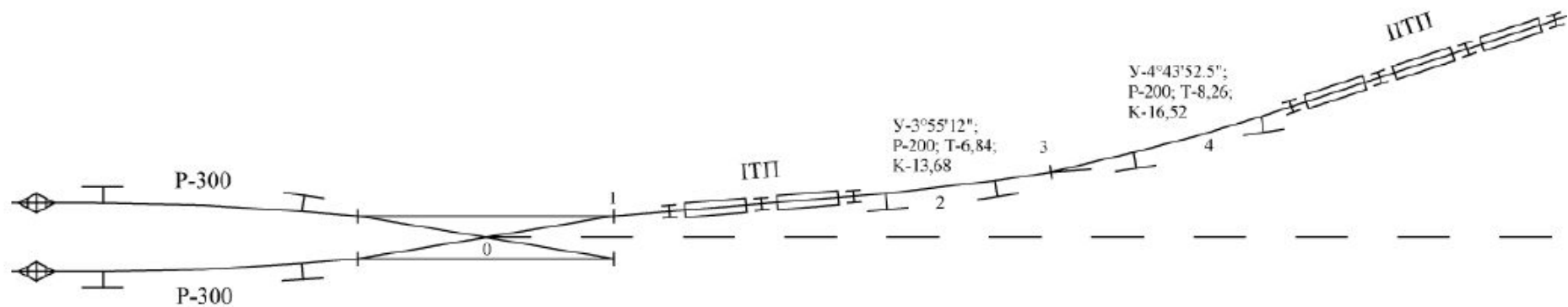


$$T = R \cdot \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2},$$

$$K = \frac{\pi \cdot R \cdot \gamma}{180^\circ},$$

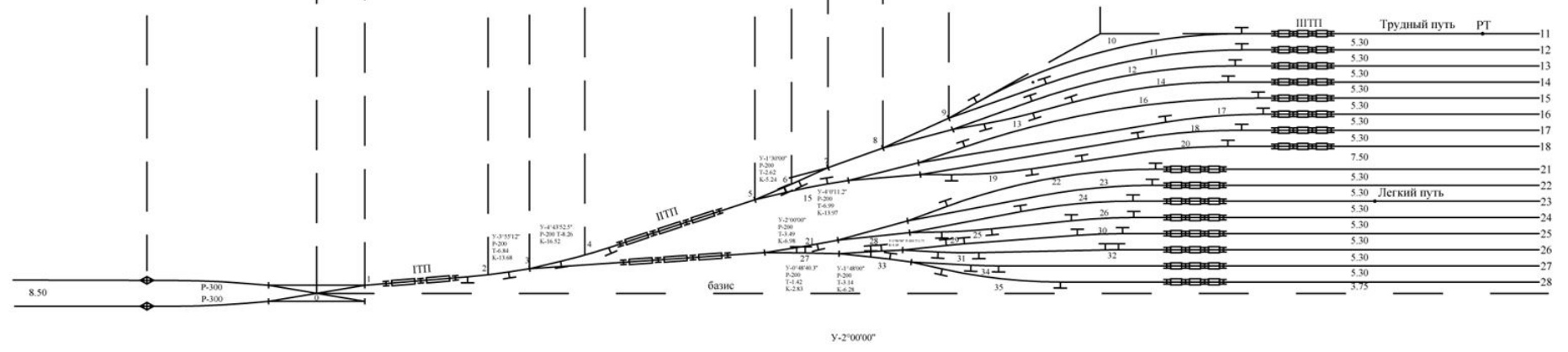
где  $R$  – радиус кривой, м;

$\pi$  - число, равно 3,1415



От базы	Y	0.00															
По базе	X	-55.90	0.00	2.65		6.02	8.10	12.45		30.80	35.91	41.34	47.79		57.63		85.45
Наименование точки	ВГ			ЦП		БУ	ЦП	БУ		ЦП	БУ	ЦП	ЦП		ЦП		БУ
№ точки			0	1		2	3	4		5	6	7	8		9		10

### Проект сортировочно

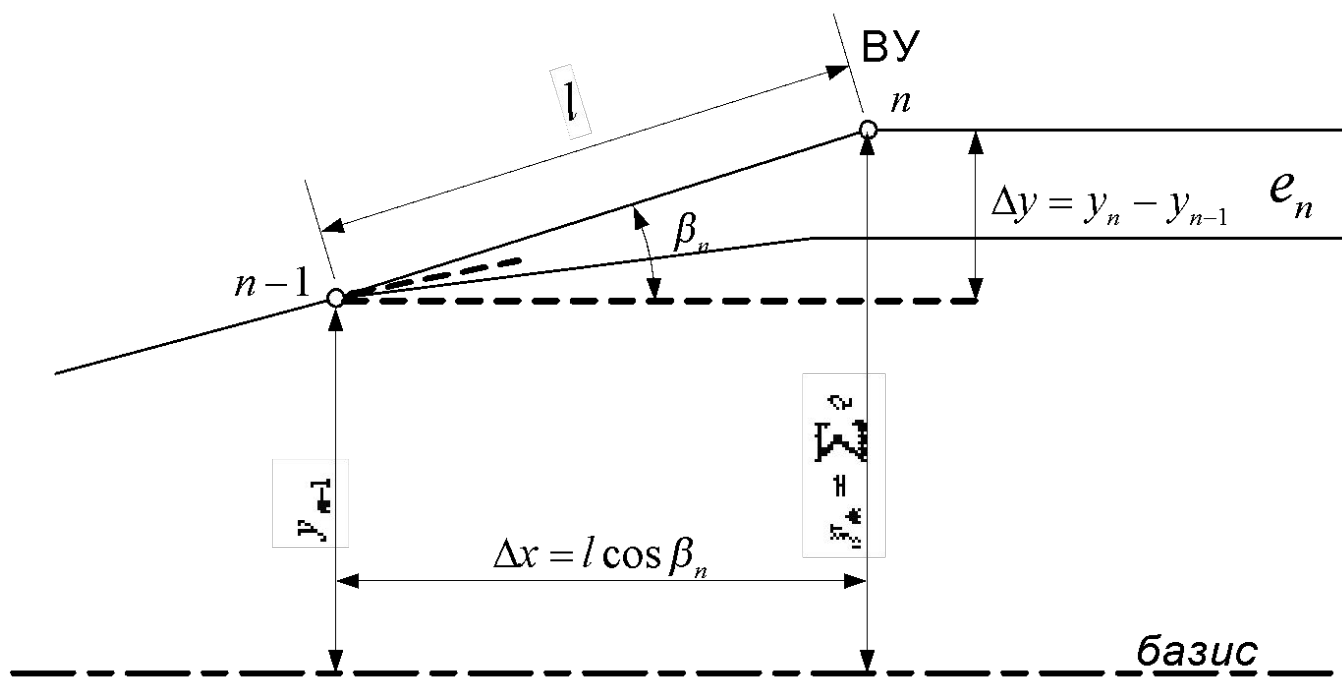


## Координирование основных точек плана горочной горловины

- Координирование производится для разбивки на местности плана горловины сортировочного парка и одновременно для проверки точности масштабного проектирования.
- Рассчитываются координаты следующих основных точек: вершины горки, центров стрелочных переводов, вершин углов  $\alpha$  поворотов и .



# Схема к расчету координат вершины угла поворота крайнего пути сортировочного парка



# Условия скатывания вагонов для расчёта различных параметров горки

Параметры	Условия					
	Расчётный отцеп, вагон, бегун	Путь	Ветер	$t^{\circ}$	$w_0$	Примечания
Расчётная высота горки $H_p$	Л, 220кН, крытый, (он же ОП)	Трудный	Встречный	зима	Табл. 1.4.	$V_i$ из табл 1.7 (4 участка)
Профиль спускной части горки и $H_k$	ОХ, 850кН, полувагон (он же Т)	Трудный	Попутный	лето	Табл. 1.5.	
Кривые потерь энергетических высот и интервал между отцепами на разделительных стрелках	ОП-ОХ-ОП полувагоны	Трудный и смежный с ним	Встречный	зима	Табл. 1.5.	$V_0 \max = 2,0 \dots 2,2 \text{ м/с}$ для ГСМ... ГБМ
Мощность тормозных средств	ОХ	Лёгкий	Попутный	лето	Табл. 1.5.	

# Развёрнутый план расчётных путей – трудного и лёгкого





# Расчётная высота горки

Расчетная высота сортировочной горки  $H_p$  определяется из условия докатывания любого отцепа до расчётной точки любого пути, а следовательно:  
бегуна легкой весовой категории до расчетной точки трудного пути при неблагоприятных условиях

$$H_p = 1,75(\bar{h}_{\omega_o} + \bar{h}_{\omega_{cb}} + \bar{h}_{\omega_c} + \bar{h}_{\omega_k}) + h_{\omega_{ch}} - h_{v_0}$$

$$H_p = 1,75 \left[ L_p \omega_o + \sum_{j=1}^k (l_j \omega_{cb_j} + 0,56 v_j^2 n_{c_j} + 0,23 v_j^2 \sum \alpha_{ck}) \right] \cdot 10^{-3} + L_{ch} \omega_{ch} \cdot 10^{-3} - \frac{v_0^2}{2g}$$

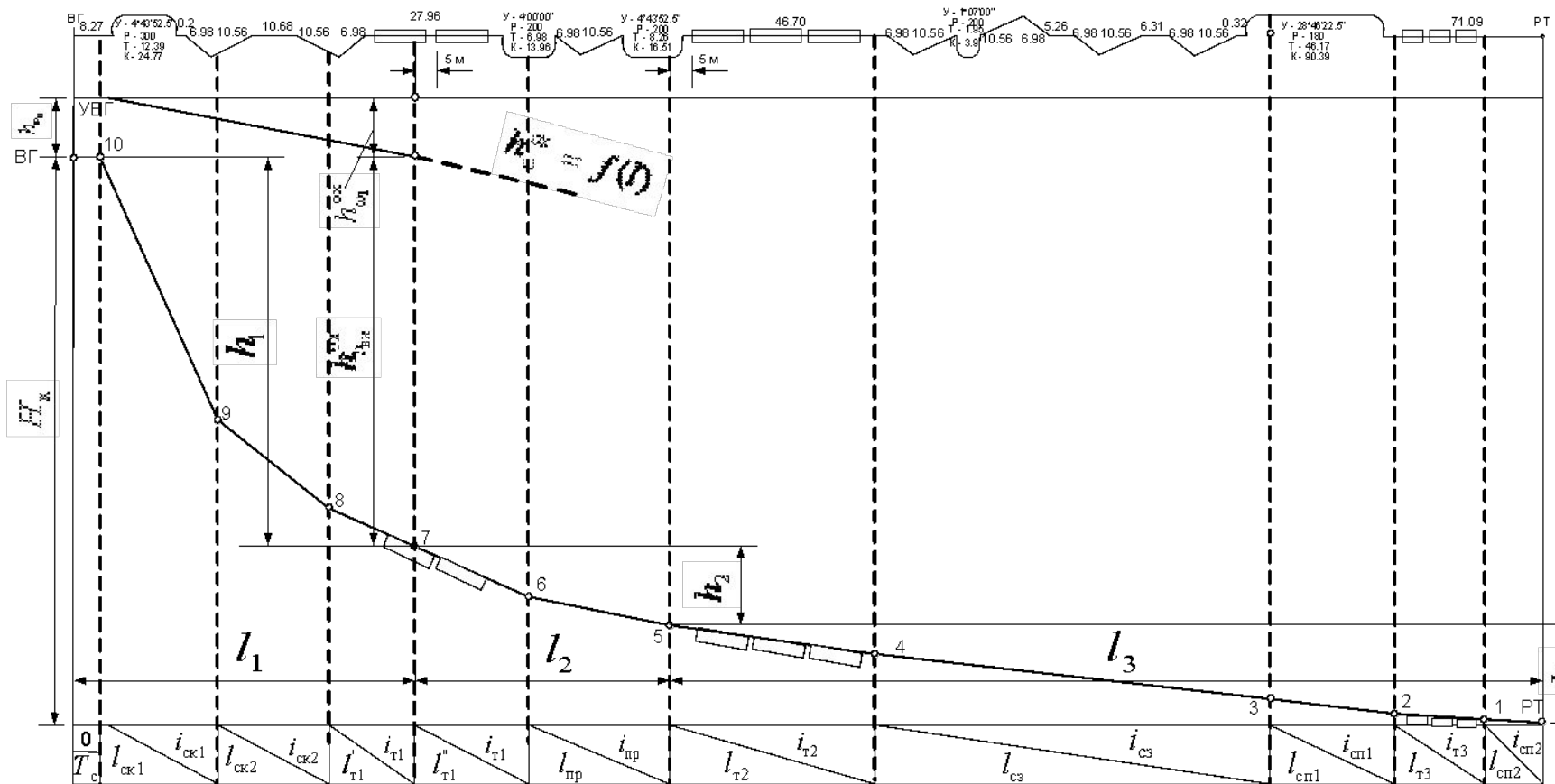
# Конструктивная высота горки

$$H_{\text{к}} = \sum_{j=1}^n l_j \cdot i_j \cdot 10^{-3}$$

# Допустимые значения уклонов для отдельных элементов профиля

Наименование элемента профиля	Обозначение длины элемента	Допустимая величина уклона $i$ , ‰	Примечание
1. Первый скоростной $i_{ск1}$	$l_{ск1}$	До 50	
2. Второй скоростной $i_{ск2}$	$l_{ск2}$	От $i_{т1}$ до $i_{ск1}$	$i_{ск1} - i_{ск2} \leq 25 \text{ ‰}$
3. I ТП $i_{т1}$	$l_{т1}$	От 12 до $i_{ск2}$	
4. Промежуточный $i_{пр}$	$l_{пр}$	От $i_{т2}$ до $i_{т1}$	
5. II ТП $i_{т2}$	$l_{т2}$	Не менее 7	В холодных зонах не менее 10 ‰
6. Стрелочная зона $i_{с.з}$	$l_{с.з}$	1-2	Допускается до 2,5 ‰
7. Сортировочные пути до III ТП $i_{с.п1}$	$l_{с.п1}$	1-2	На прямых до 1,5 ‰
8. III ТП $i_{т3}$	$l_{т3}$	В кривой до 2, на прямой до 1,5	
9. Сортировочные пути от III ТП до РТ $i_{с.п2}$	$l_{с.п2}$	0,6	

# Построение профиля горки



$$h_1 + h_{v_0}^{\text{OX}} = h_{v_{\text{BX}}}^{\text{OX}} + h_{\omega_1}^{\text{OX}},$$

откуда

$$h_1 = h_{v_{\text{BX}}}^{\text{OX}} - h_{v_0}^{\text{OX}} + h_{\omega_1}^{\text{OX}},$$

или в развернутом виде

$$h_1 = \frac{v_{\text{BX}}^2 - v_0^2}{2g_{\text{OX}}} + l_1 (\omega_0^{\text{OX}} \pm \omega_{\text{св1}}^{\text{OX}}) \cdot 10^{-3} + (0,56n_1 + 0,23 \sum \alpha_{\text{ск1}}^{\circ}) \cdot v_1^2 \cdot 10^{-3}.$$

Здесь  $l_1$  – расстояние от ВГ до точки 7.

При  $H_k < H_p$  высота горки  $H_g$  принимается равной  $H_p$ ; для получения  $H_k = H_p$  можно увеличить только  $i_{пр}$ , либо  $i_{пр}$  и  $i_{т1}$ , либо  $i_{т2}$ ,  $i_{пр}$  и  $i_{т1}$ . Далее необходимо определить  $i_{ск1}$ ,  $i_{ск2}$ .

# РАСЧЕТ ТОРМОЗНЫХ СРЕДСТВ

Под тормозной мощностью замедлителя понимается погашаемая энергетическая высота движущегося отцепа.

*Потребная* расчетная мощность тормозных средств на каждой тормозной позиции должна обеспечивать реализацию расчетной скорости роспуска составов, живучесть технологической системы регулирования скорости и безопасность сортировки вагонов.

Суммарная потребная мощность тормозных позиций спускной части горки (без парковой позиции) должна составлять:

$$N_{\text{ТСЧ}} = k(N_{\Gamma} + h_{v_0} - h_{\omega}^{\text{OX}} - N_{\text{пр}})$$

$k$  - коэффициент увеличения потребной мощности ,  
принимается 1,20...1,25 при двух и 1,15...1,20 при одной  
ТП на спускной части горки.



# Определение перерабатывающей способности горки и мероприятия по её увеличению

---

Перерабатывающая способность горки, т. е. максимальное число вагонов, которое может быть рассортировано с горки в течение суток, определяется по формуле

---

$$B_{\Gamma}^{\max} = \frac{\alpha_{\text{вр}} 1440 - \sum T_{\text{пост}}}{t_{\Gamma} \mu_{\text{повт}} (1 + \rho_{\Gamma})} B_{\text{сост}}$$

Где  $\alpha_{\text{вр}}$  – коэффициент, учитывающий перерывы в работе горки из-за наличия враждебных передвижений. Принимается 0,95... 0,97;

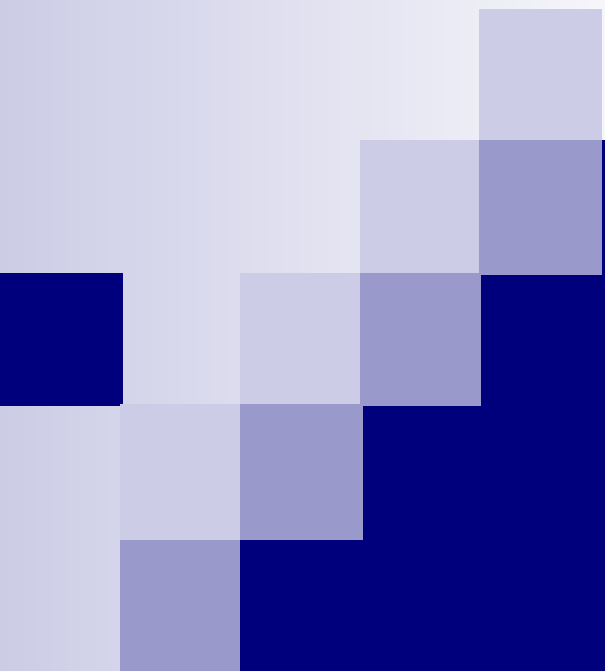
$\sum T_{\text{пост}}$  – время технологических перерывов в работе горки для профилактического осмотра и ремонта горочного оборудования, смены бригад и экипировки горочных локомотивов, сортировки вагонов, поступающих из вагонного депо, с грузового двора и др.;

$t_r$  – горочный технологический интервал, т. е. время занятия горки операциями по заезду за составом, надвигу и роспуску его, а также формированию и осаживанию вагонов, приходящееся на один состав;


$\mu_{\text{повт}}$  – коэффициент, учитывающий повторную сортировку части вагонов из-за недостатка в периоды сгущенного поступления поездов числа и длины сортировочных путей;

$\rho_r$  – коэффициент, учитывающий отказы технических устройств, нерасцепы вагонов и др. Его значения зависят от типа и интенсивности использования горки, типа замедлителей;

$B_{\text{сост}}$  – среднее число вагонов в составе.



# Железнодорожные узлы

- 
- ЖД узел – пункт слияния и пересечения нескольких железнодорожных линий, работающий по единой технологии
  
  - Состав
    - Специализированные станции
    - Главные и соединительные пути
    - Разгружающие и стратегические обходы
    - Развязки основных линий
    - Подъездные пути
    - Промышленные предприятия ж.д. транспорта

# Классификация железнодорожных узлов

- По значению и характеру работы

- транзитные (до 100 тыс. жителей)

- средние (до 500 тыс. жителей)

- крупные (до 1 млн. жителей)

- крупнейшие (до 1 млн. жителей)

- По схемному решению (взаимному расположению станций)

- с одной станцией

- треугольного типа

- крестообразного типа

- радиальные

- кольцевые (полукольцевые)

- радиально-кольцевые (полукольцевые)

- и.т.п.

## *Границами железнодорожного узла*

обычно являются отдельные пункты, от которых начинается слияние или пересечение отдельных линий, а также зонные или оборотные станции на границах интенсивного пригородного движения

# Требования к железнодорожным узлам

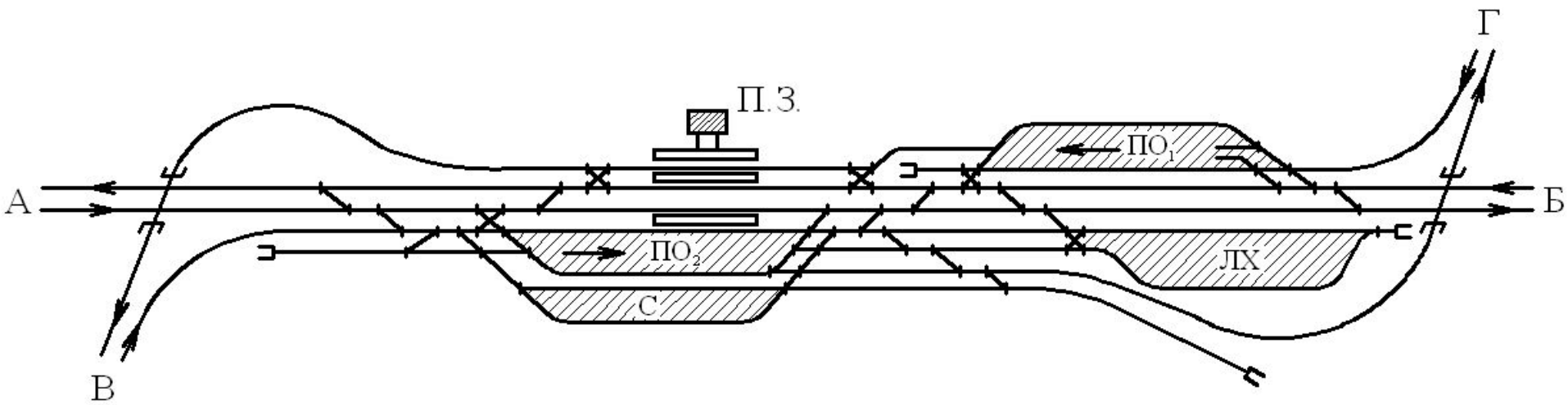
1. Пропуск транзитных поездопотоков:
  - без перемены направления движения (по возможности)
  - с обходом станций узла, не задействованных в их обработке
2. Концентрация сортировочной работы на минимальном числе станций
3. Обеспечение минимального пробега подвижного состава внутри узла
4. Отделение грузовых передвижений от пассажирских
5. Обеспечение дальнейшего развития узла, города, промышленности
6. Минимальное отрицательное воздействие на окружающую среду

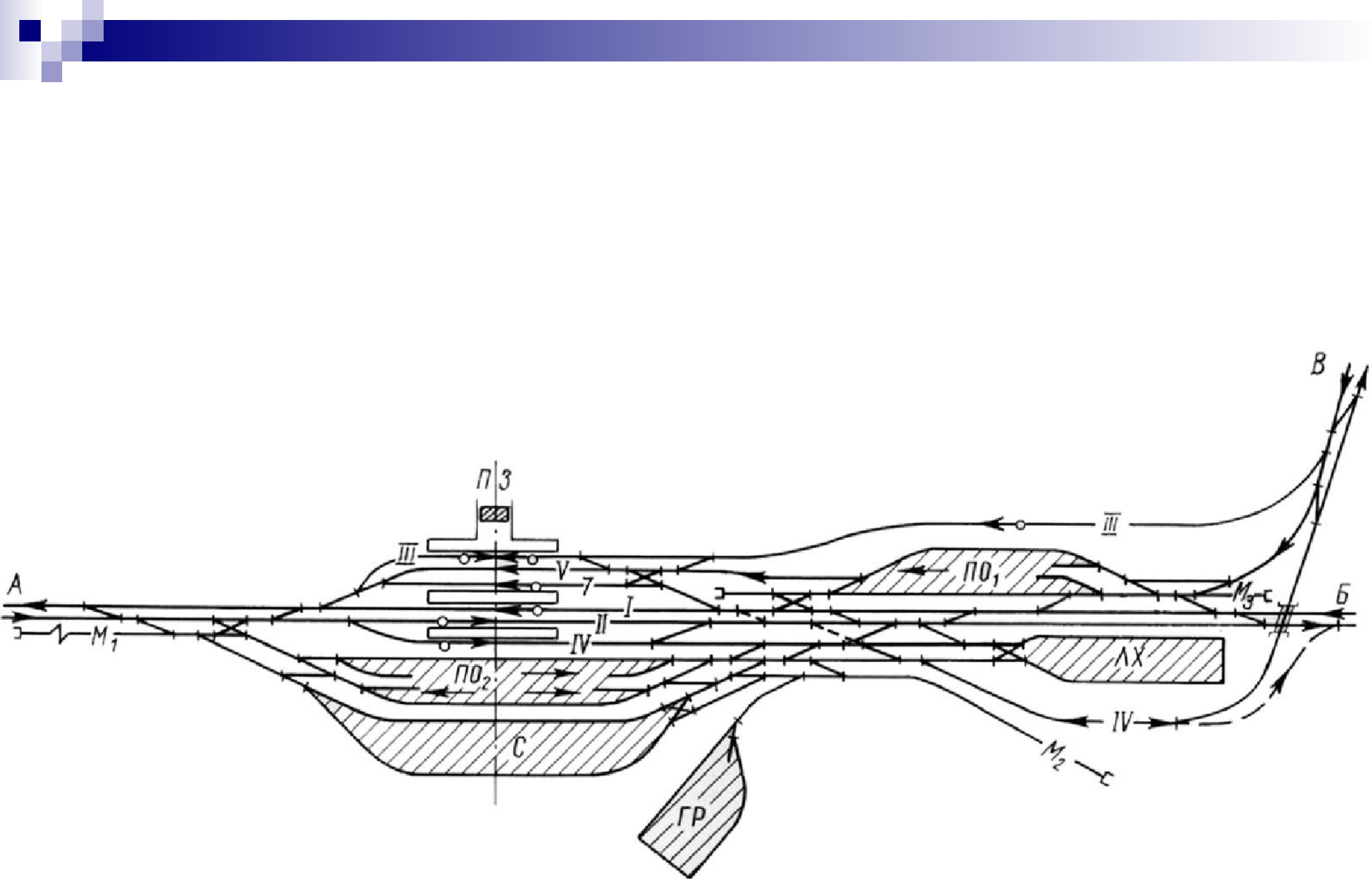
# Транспортные узлы

- Комплекс транспортных устройств в районе стыка различных видов транспорта, совместно выполняющих операции по обслуживанию транзитных, местных и городских перевозок грузов и пассажиров

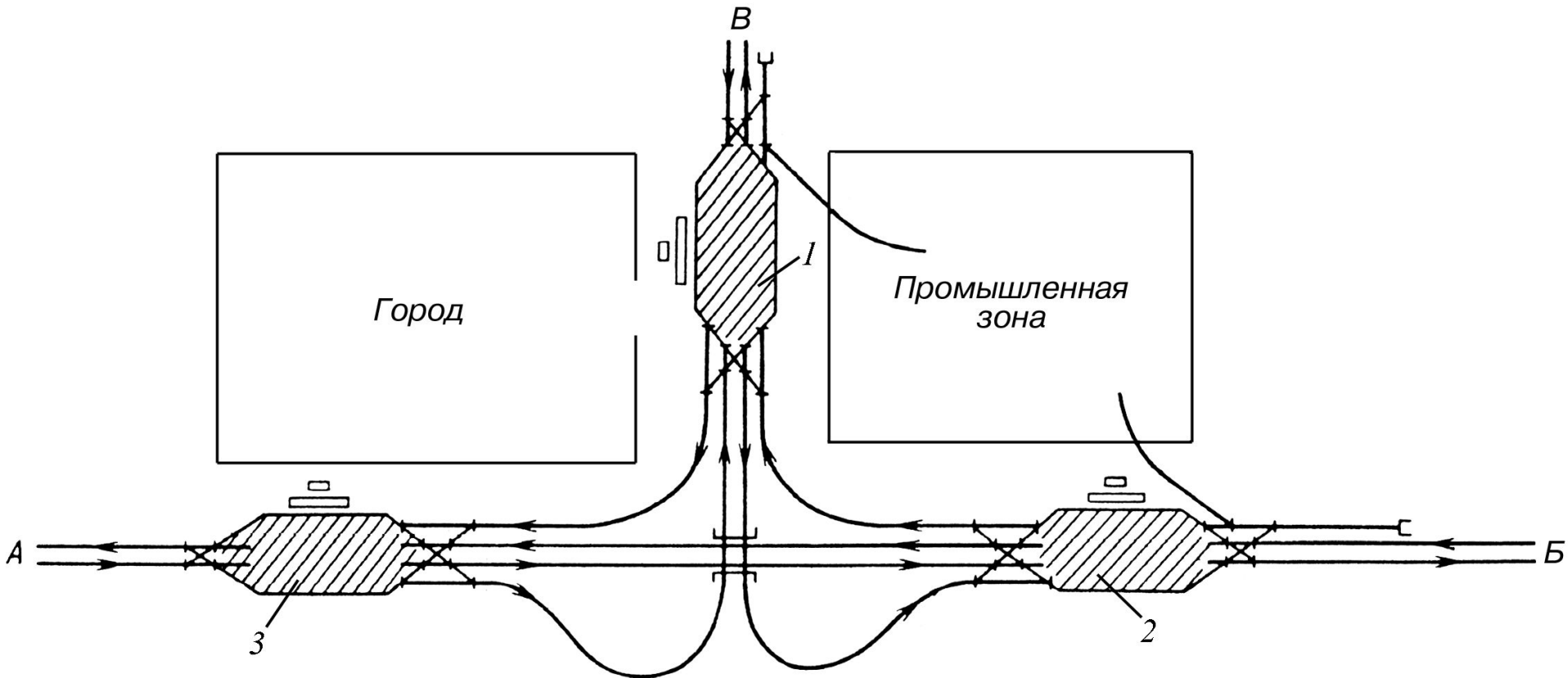


# Железнодорожные узлы с одной станцией

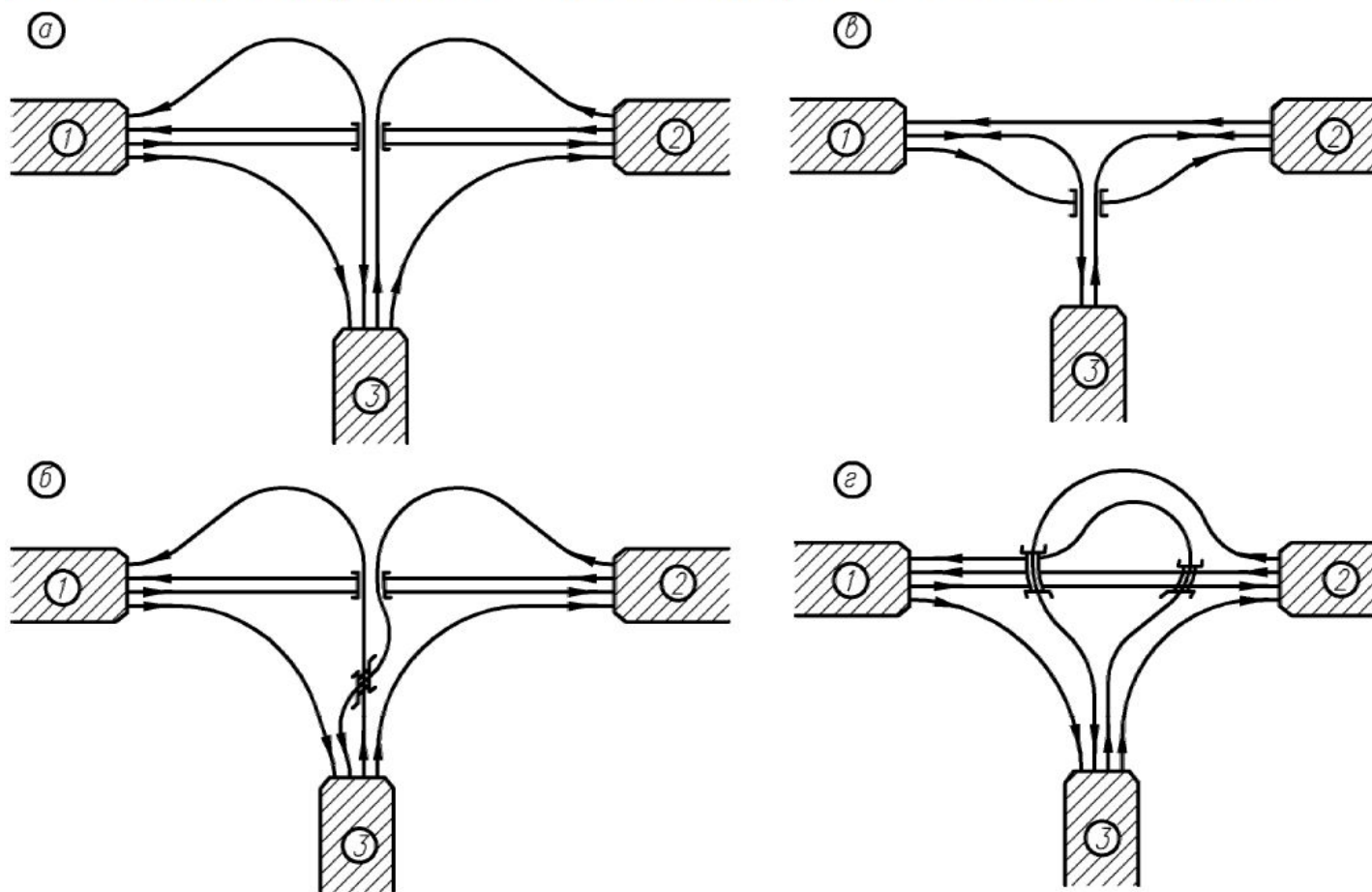




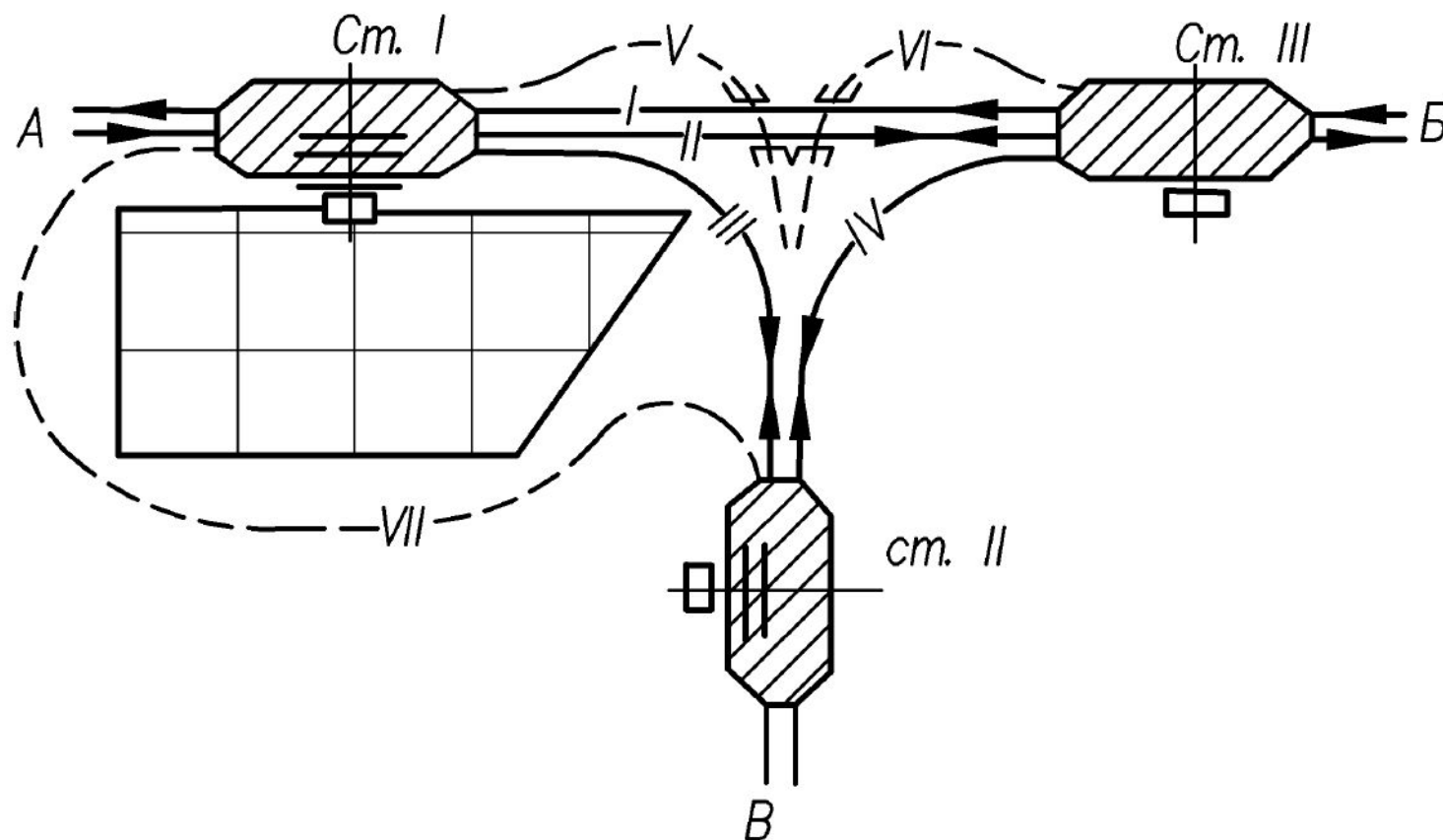
# Железнодорожные узлы треугольного типа



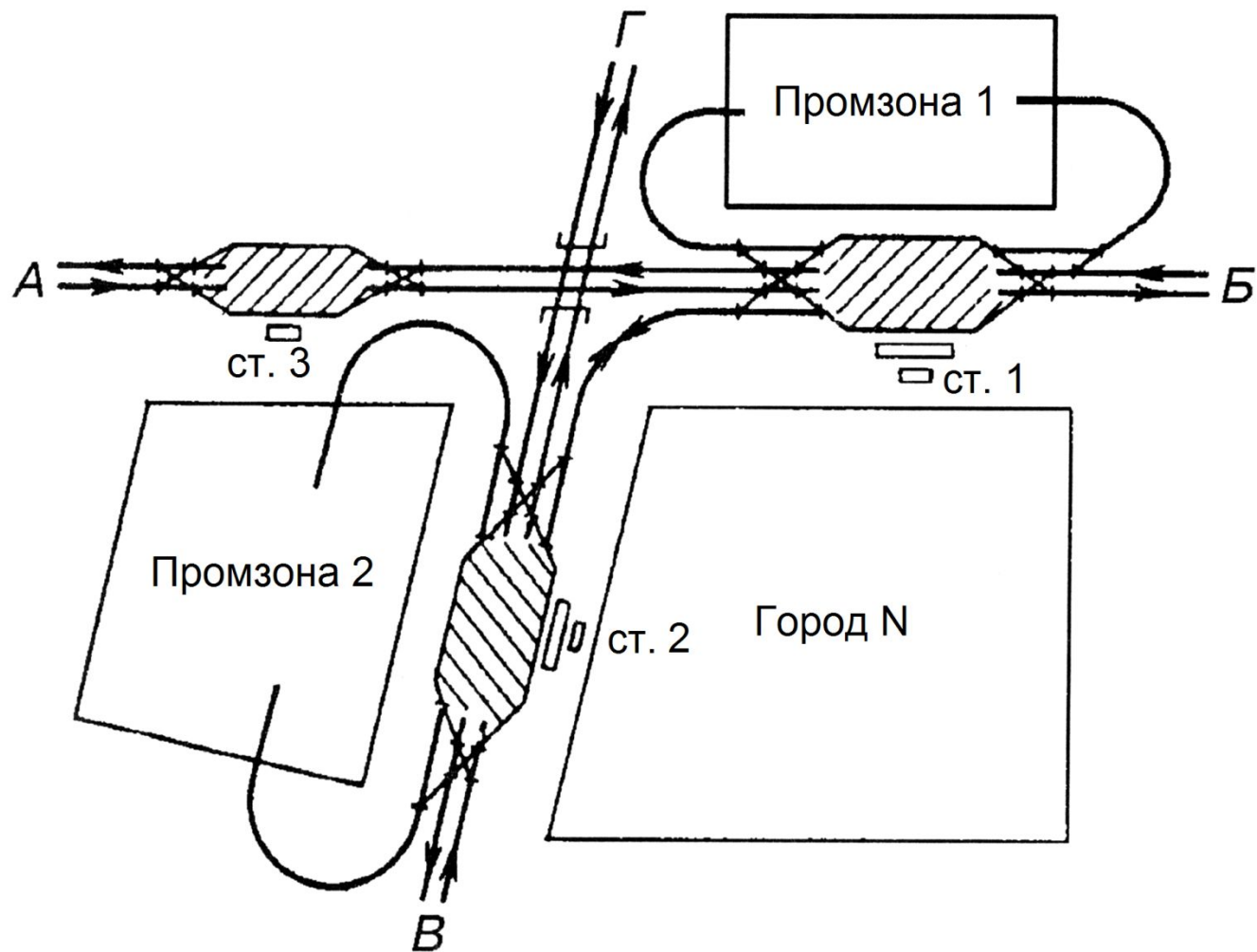
# Центральные развязки в узлах треугольного типа



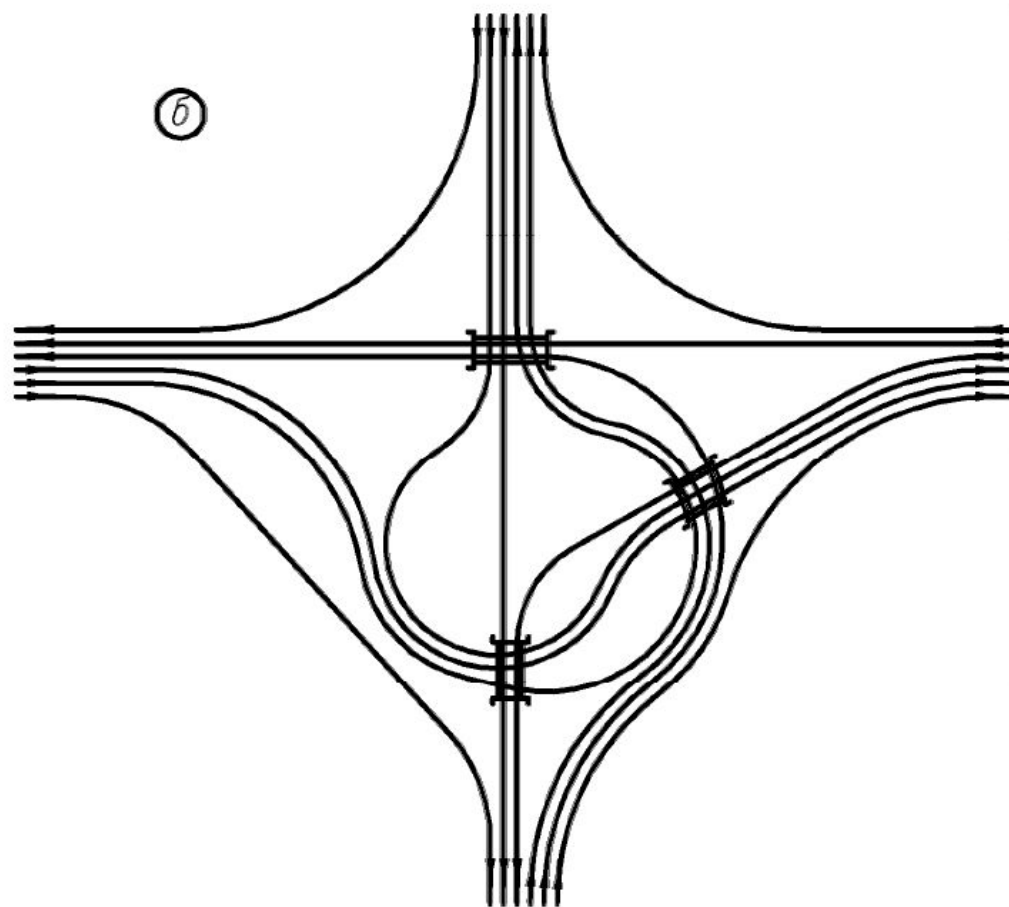
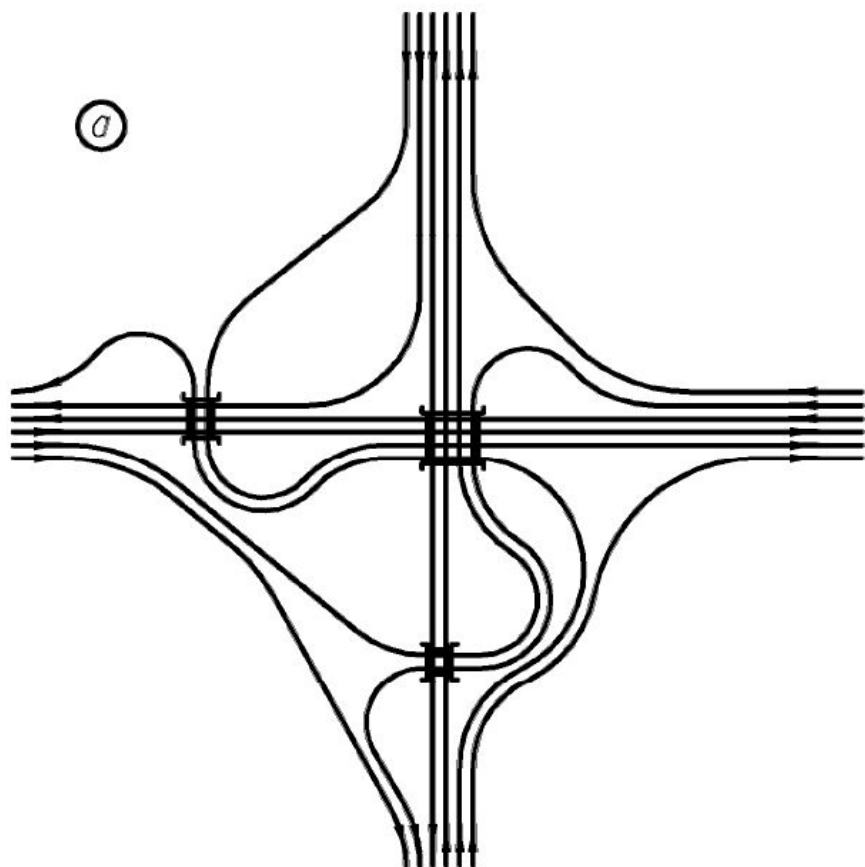
# Схема узла треугольного типа с местным обходом



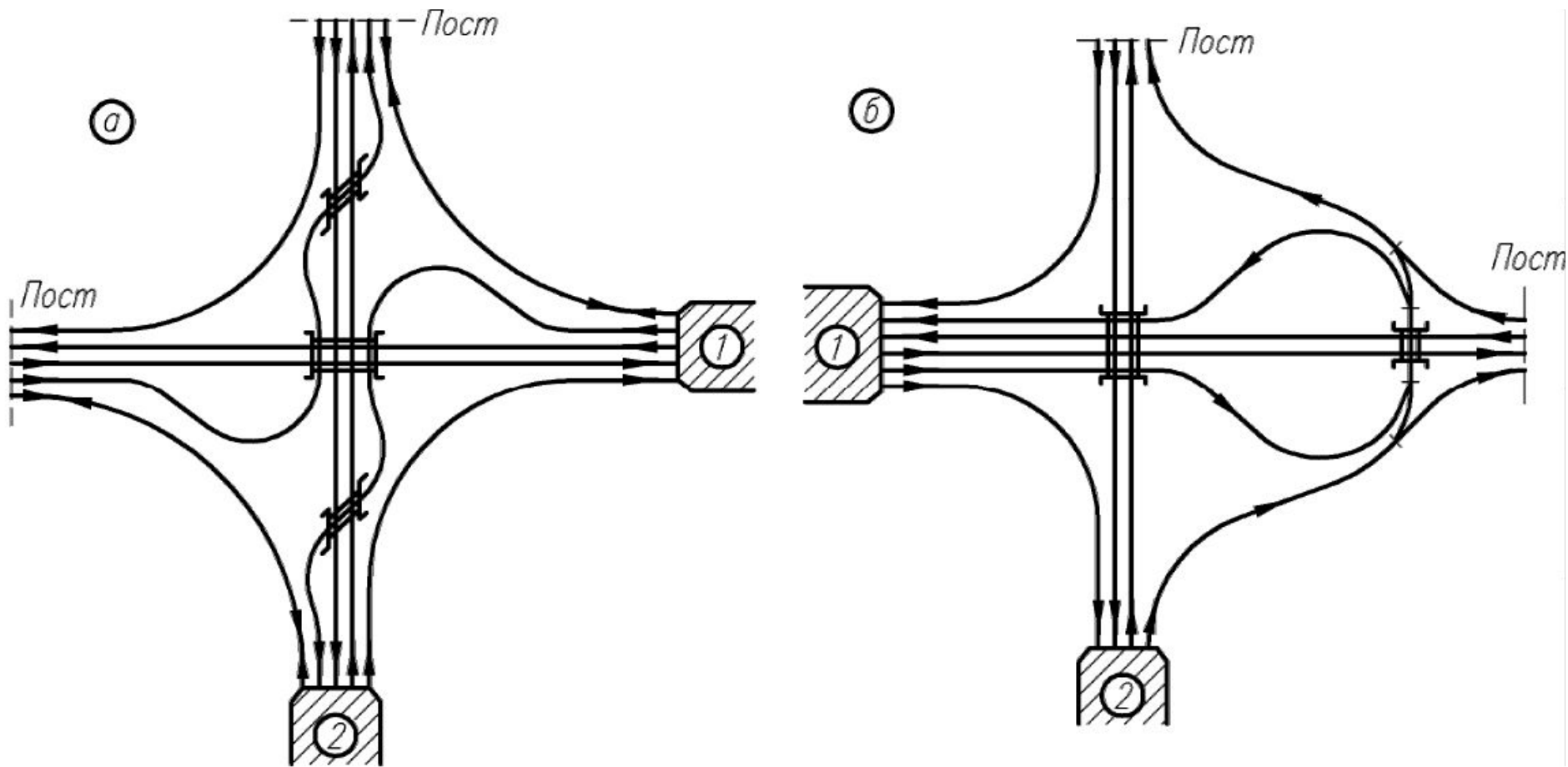
# Железнодорожные узлы крестообразного типа



# Четырёхквadrантовые развязки узлов крестобразного типа



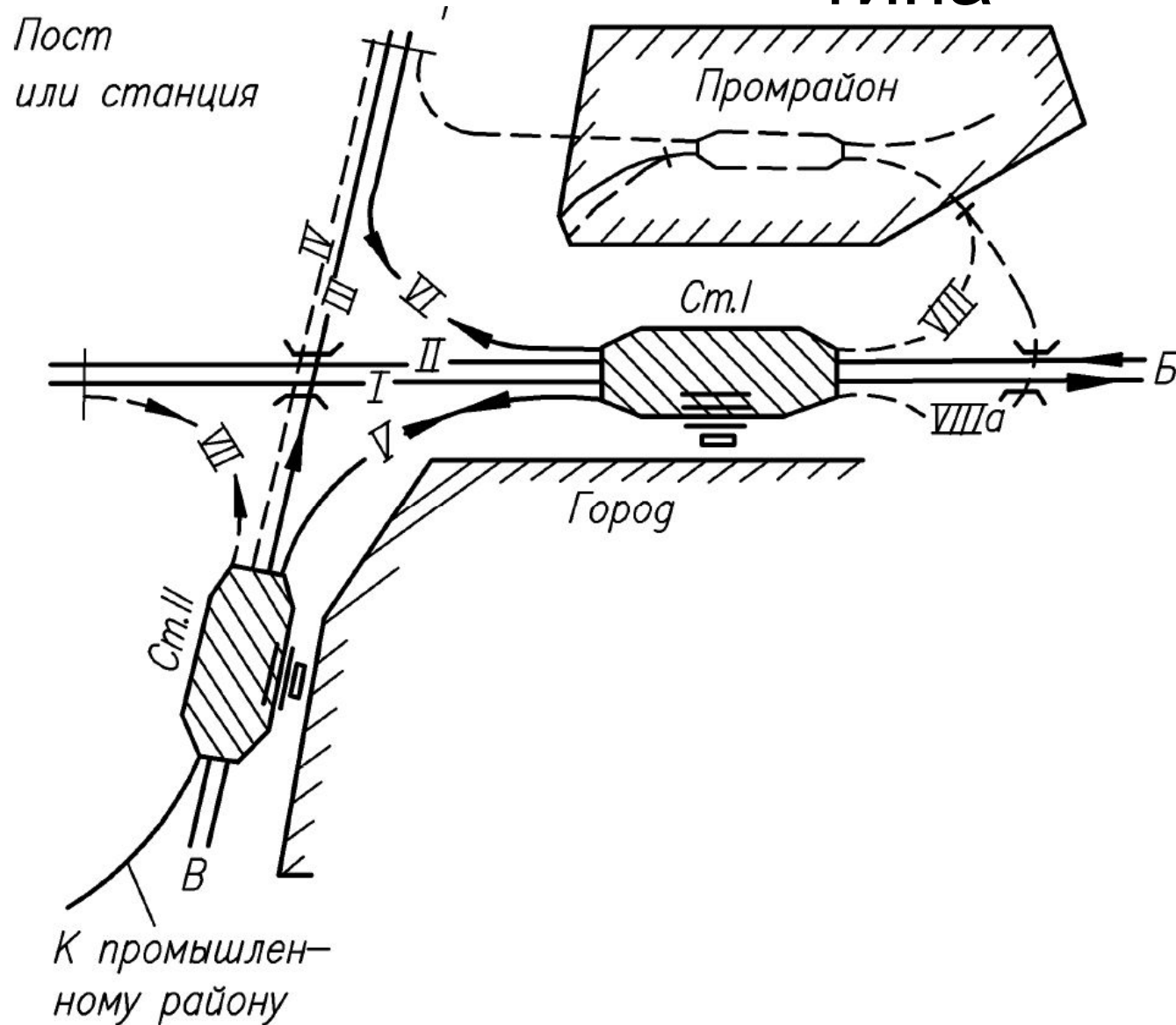
# Центральные развязки крестообразных узлов



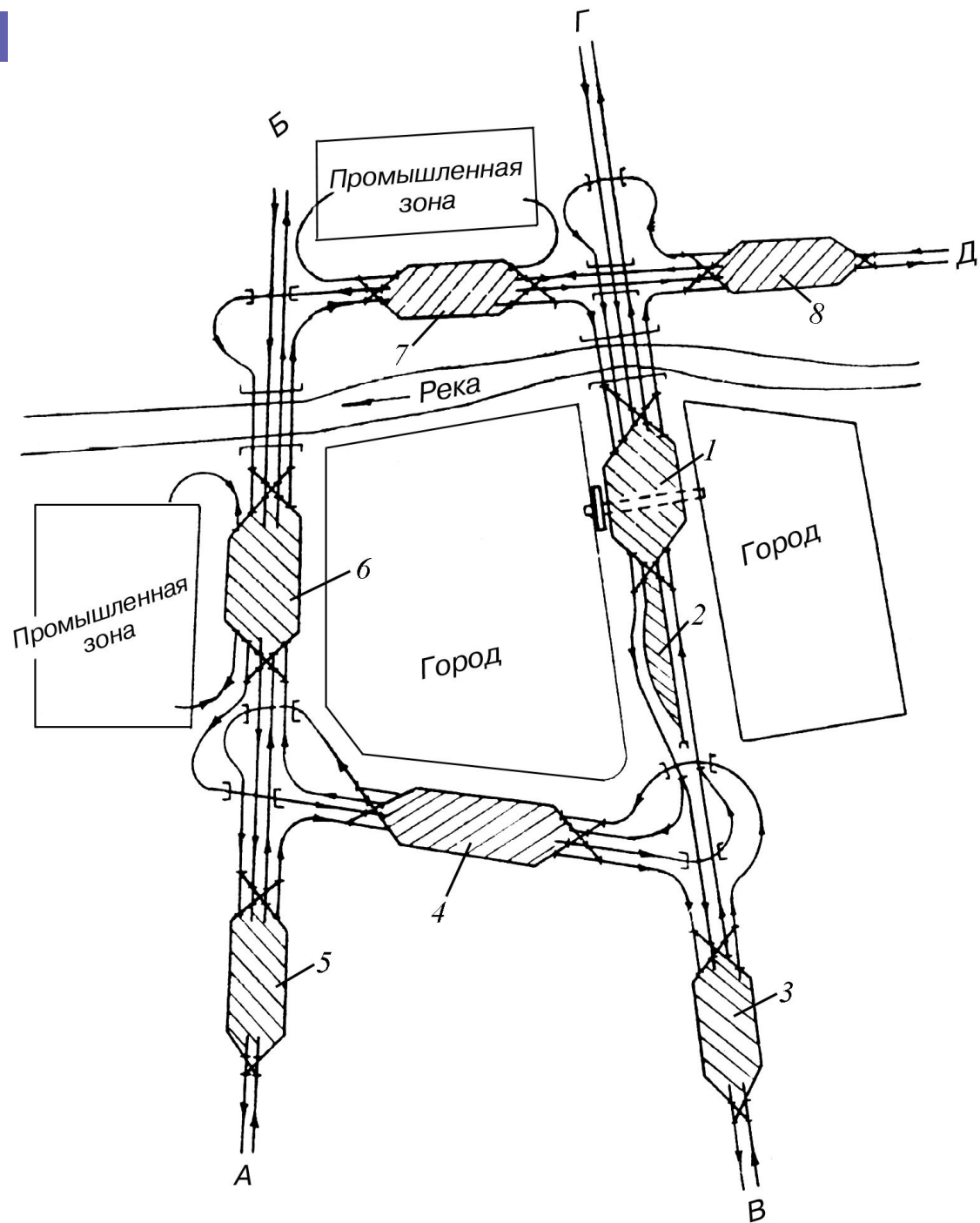


# Местный обход в узле

+ типа



**Схема  
железнодорожного  
узла  
кольцевого  
типа**



# Схема узла полукольцевого типа

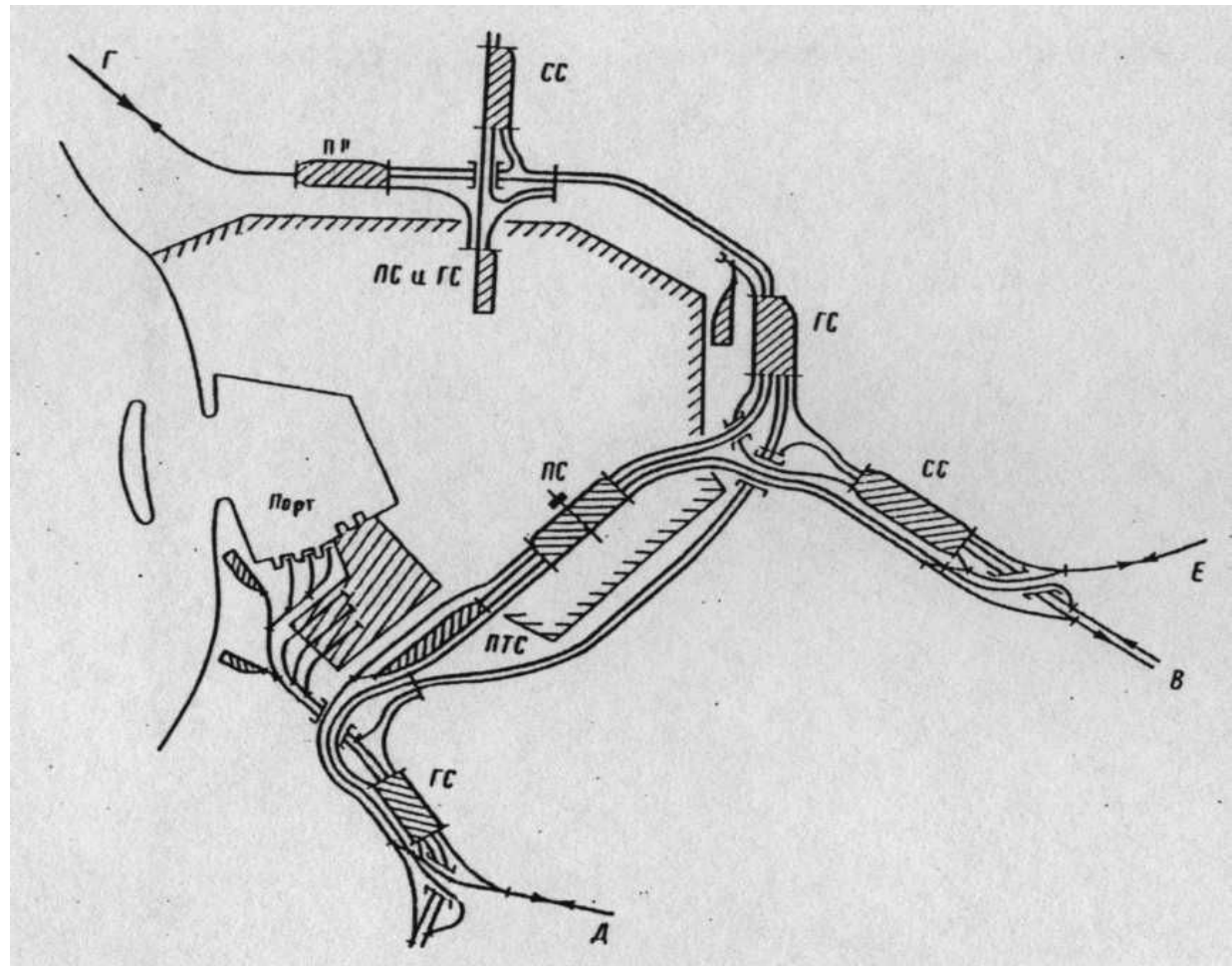
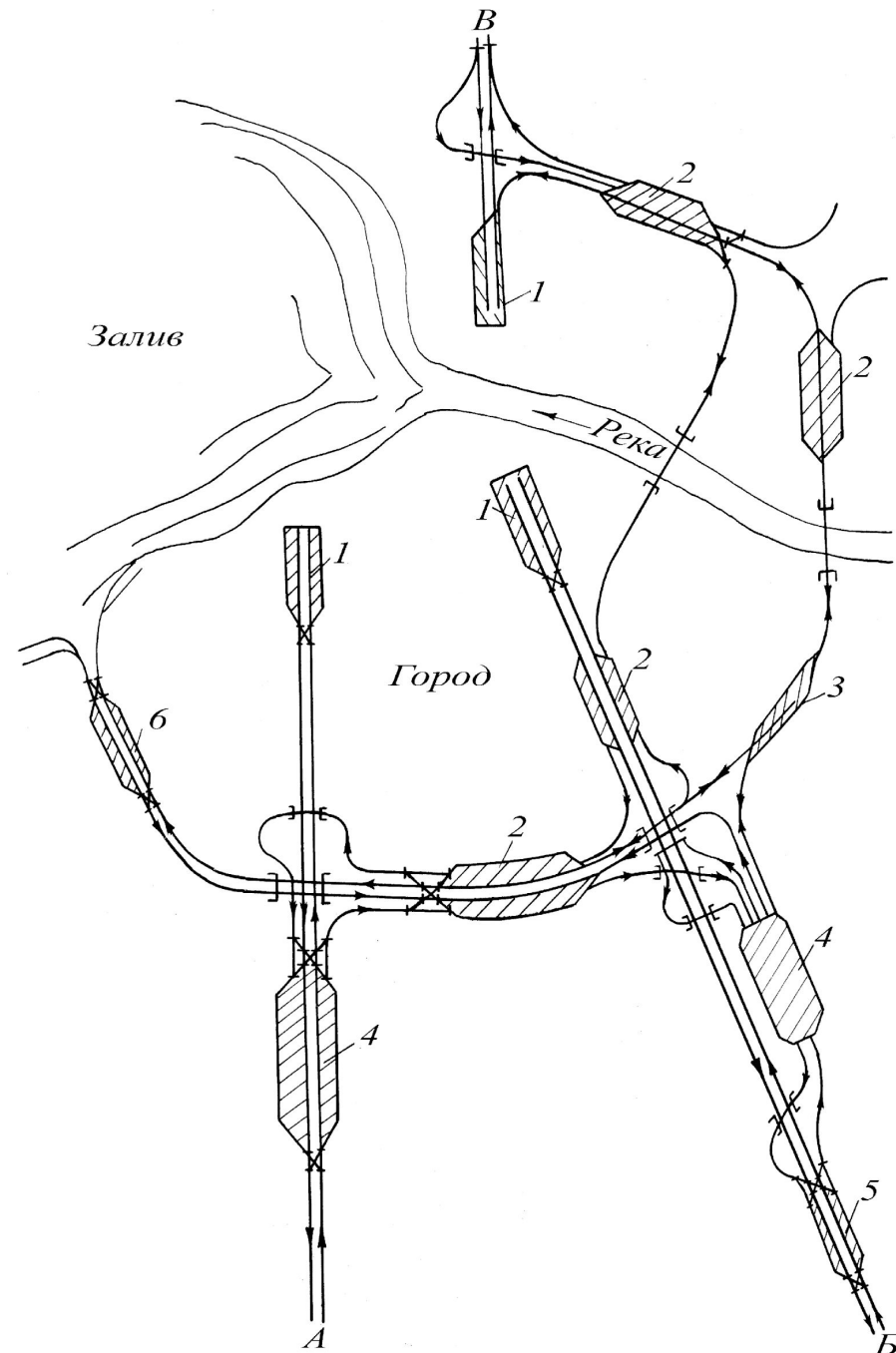


Схема узла  
радиально-  
полукольцевого  
типа

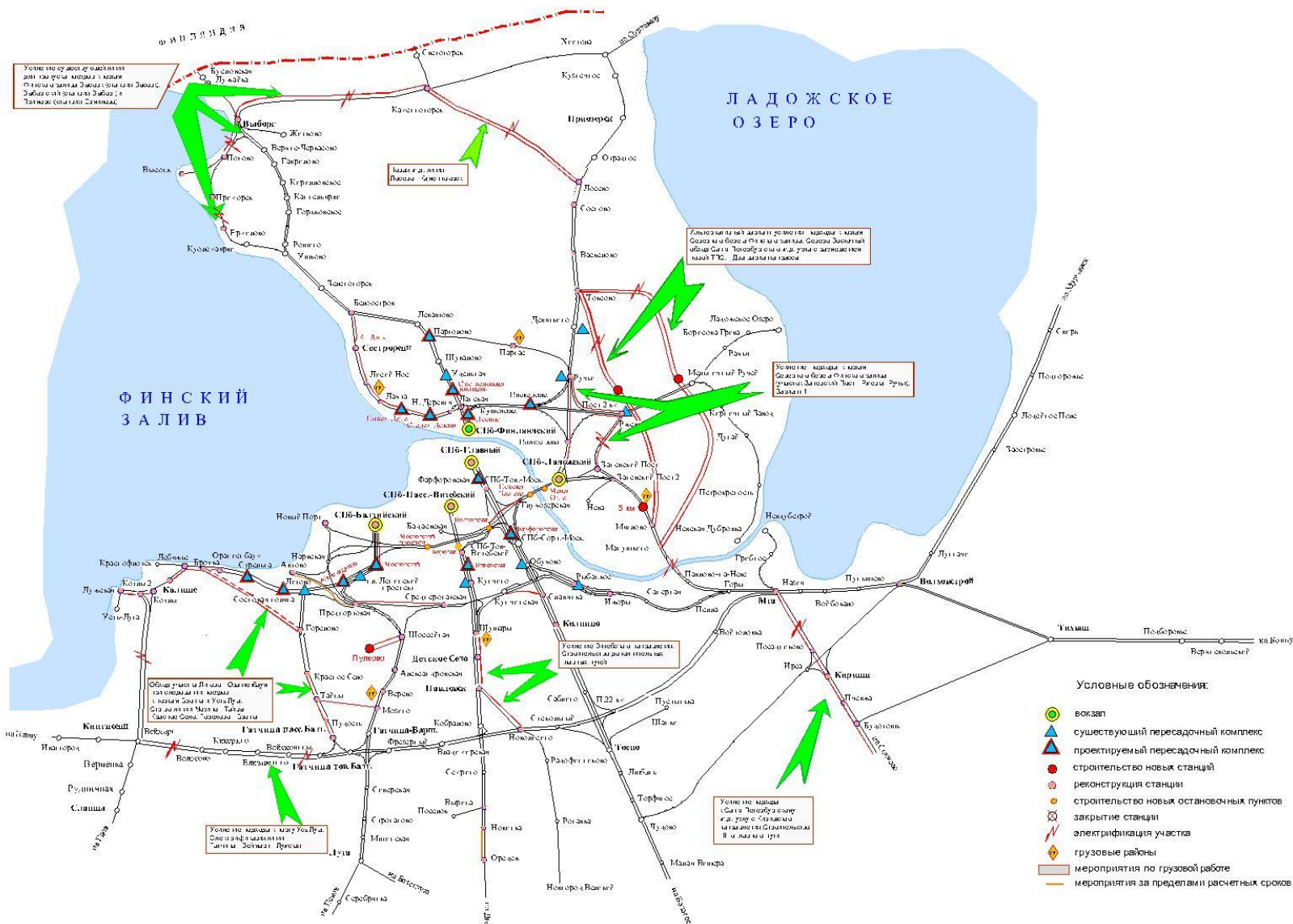


# Основные направления развития Санкт-Петербургского железнодорожного узла

- ✓ Развитие радиальных направлений
- ✓ Подготовительные мероприятия для обеспечения перспективных пассажирских сообщений
  - Поэтапный вынос грузового движения для обеспечения перспективных пасс. сообщений
  - Развитие ТПУ
  - Проектные проработки по развитию пассажирской инфраструктуры в узле



# Схема мероприятий по развитию железнодорожного узла Санкт-Петербурга и Ленинградской области

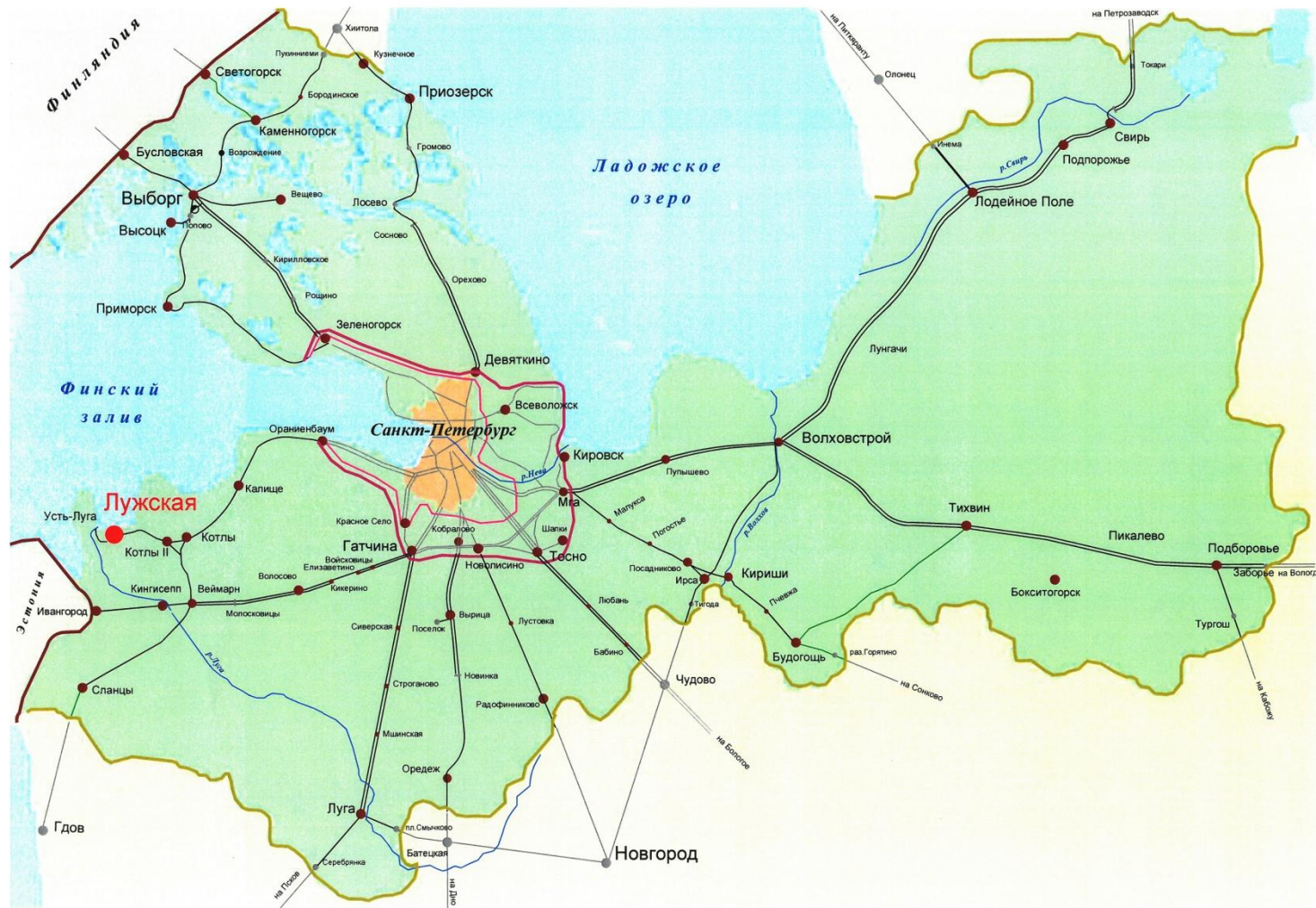


# Синхронизированное с метрополитеном развитие железнодорожной инфраструктуры с созданием ТПУ

Организация пригородных перевозок с учетом развития Петербургского метрополитена, посредством создания пересадочных комплексов

-  перспективный пересадочный комплекс на базе станции
-  перспективный пересадочный комплекс на базе остановочного пункта
-  реконструкция существующего пересадочного комплекса
-  существующие линии и станции метрополитена
-  планируемые к вводу в 2011-2015 г.г.
-  планируемые к вводу в 2016-2020 г.г.
-  планируемые к вводу в 2021- 2025 г.г.
-  планируемые к вводу после 2025 г.
-  кольцевая линия





Условные обозначения:


- |   |                               |   |  |
|---|-------------------------------|---|--|
|  | граница России                |  | граница Санкт-Петербургского ж.д. узла |
|  | граница Ленинградской области |  | граница Санкт-Петербурга               |

Рисунок 1. Местоположение Усть-Лужского ж.д. узла в составе железных дорог Ленинградской области



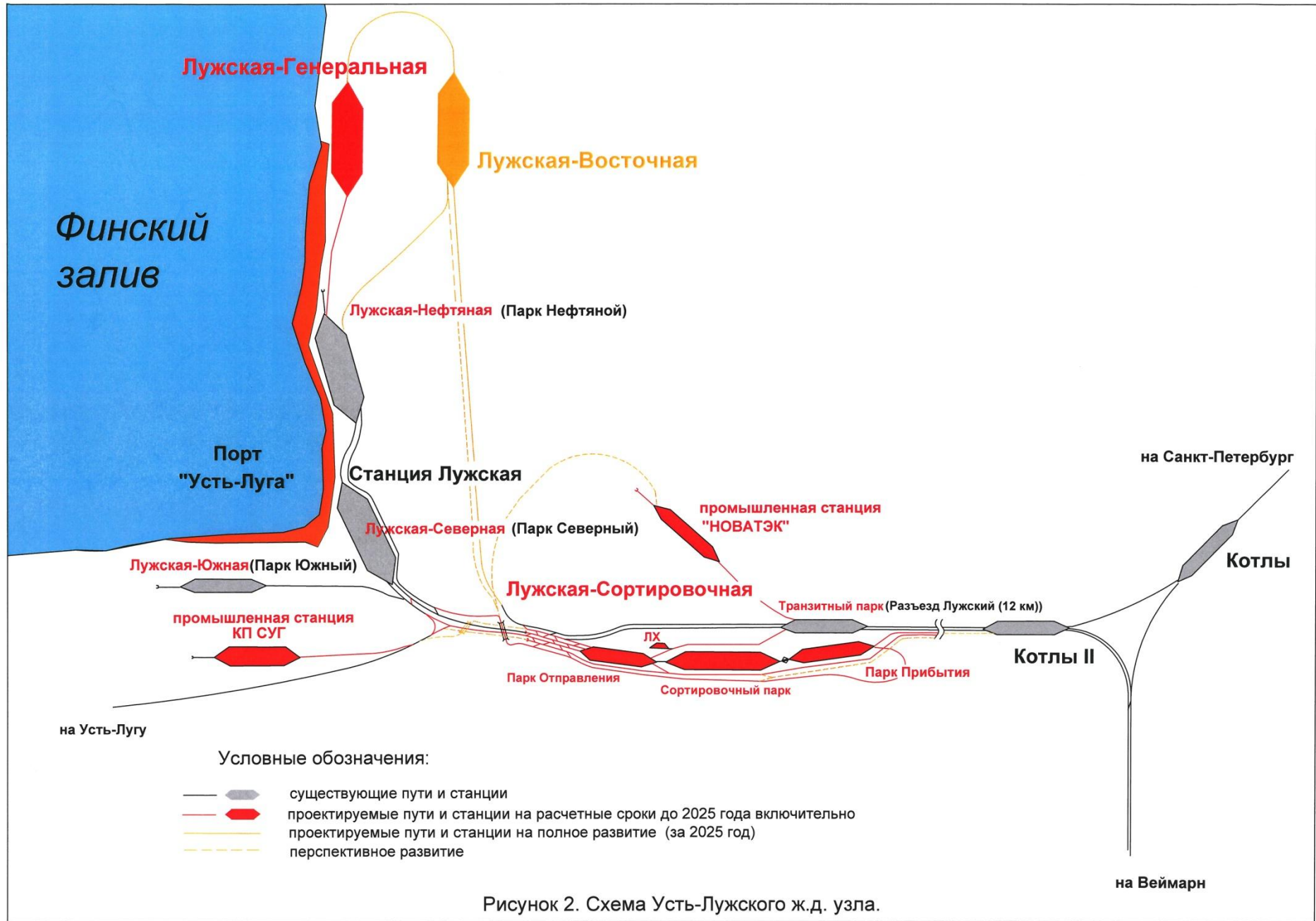
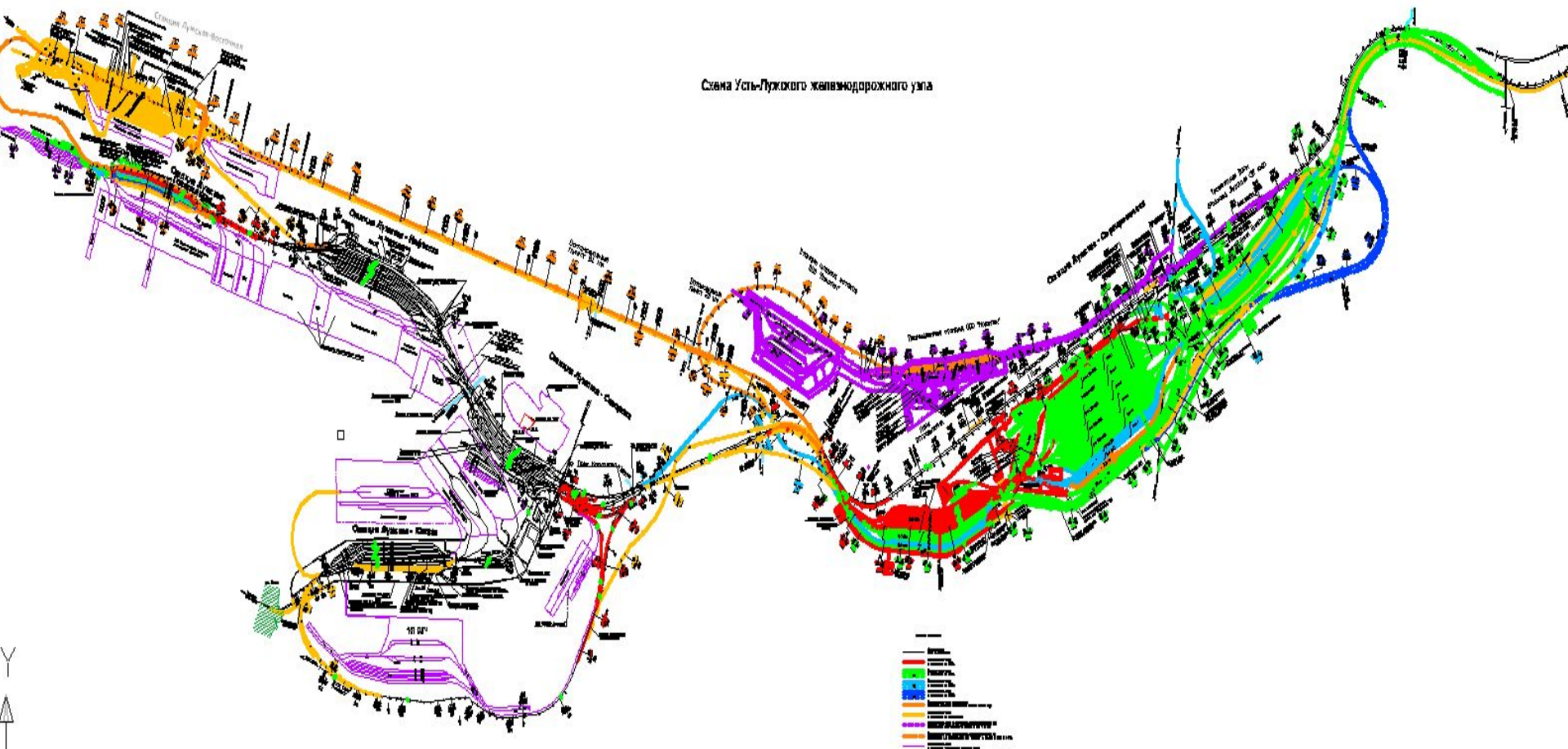


Рисунок 2. Схема Усть-Лужского ж.д. узла.



Схема Усть-Лужского железнодорожного узла



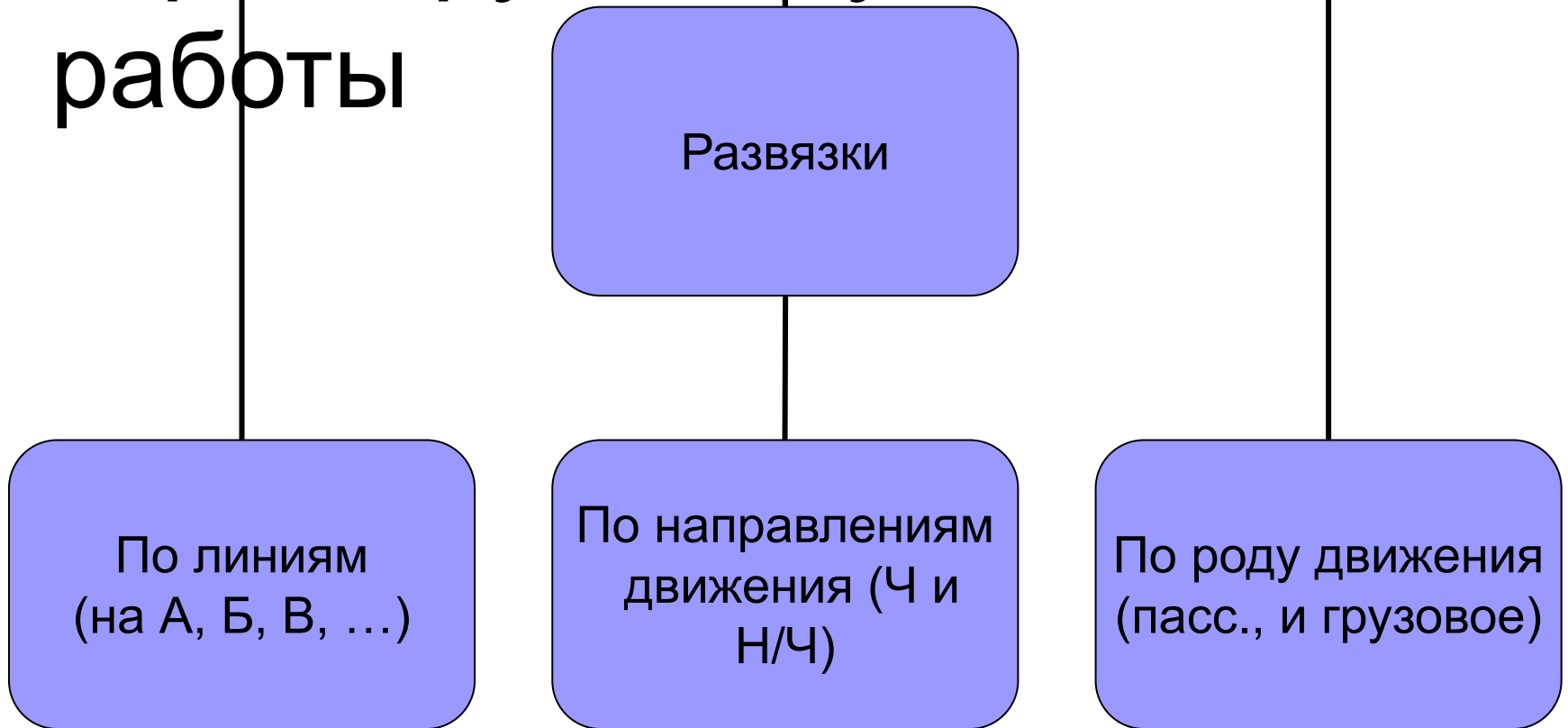
# Перспективные направления развития железнодорожных узлов

- Строительство станций на подходах и обходах узлов
- Строительство и развитие пассажирских технических станций
- Организация скоростных внутригородских и пригородных перевозок
- Вынос грузовой работы за пределы городов с созданием логистических центров
- Строительство накопительных станций на подходах к портовым комплексам
- Усиление и развитие внутриузловых ходов
- Удлинение станционных путей

# Развязки железнодорожных подходов

- По характеру эксплуатационной работы
- По виду пересечения путей

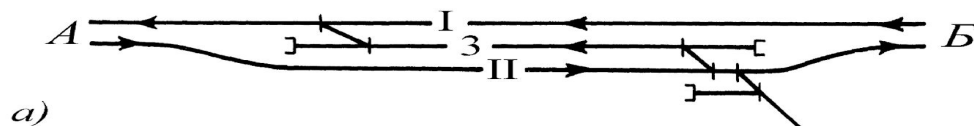
# Классификация развязок по характеру эксплуатационной работы



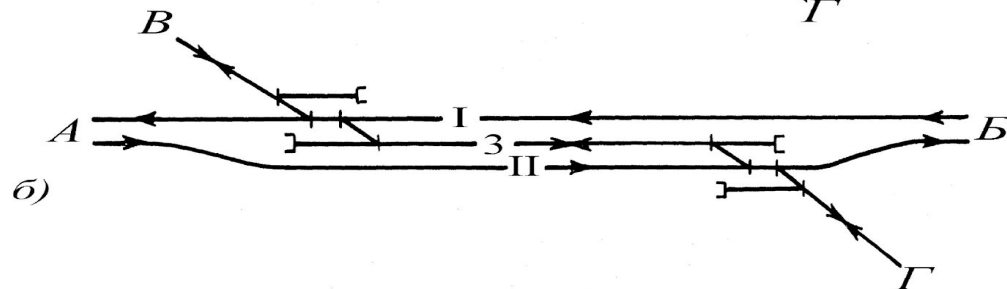
# Классификация развязок по виду пересечений



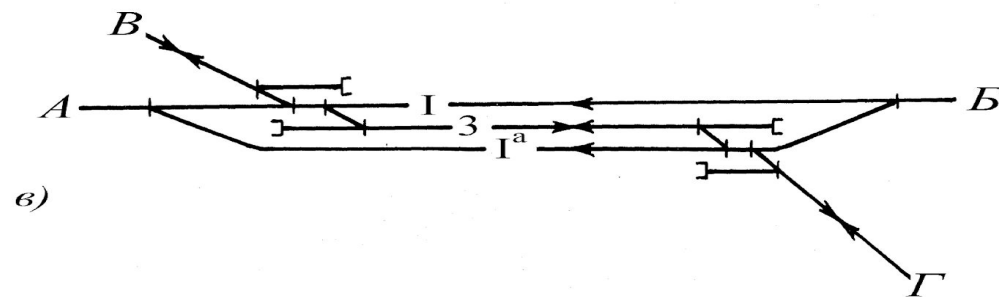
Примыкание однопутной линии к двухпутной



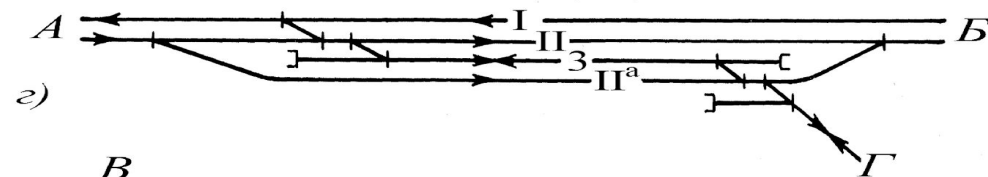
Пересечение двухпутной линии однопутной



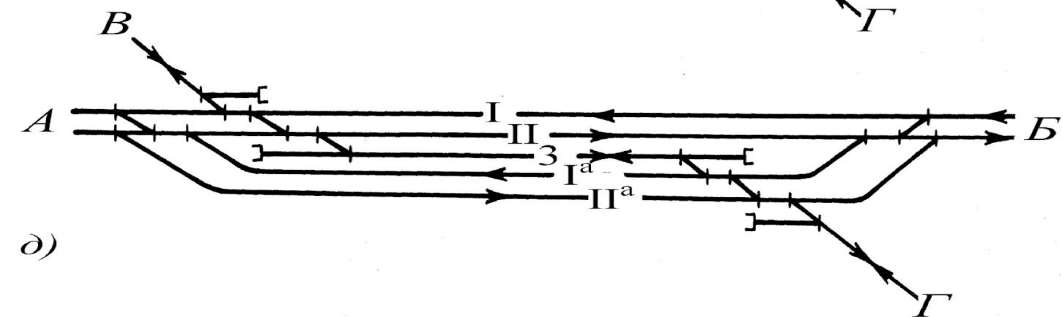
Пересечение однопутных линий с устройством дублирующего главного пути на основной линии

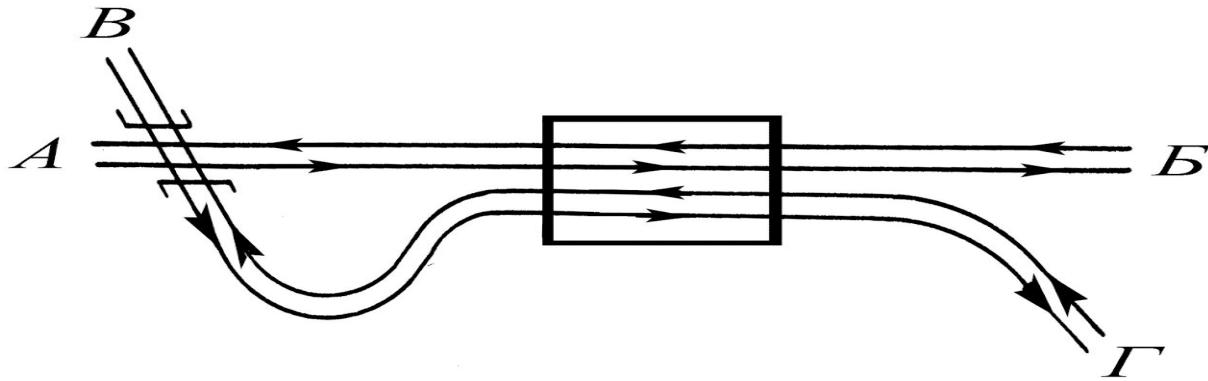


Примыкание однопутной линии к двухпутной с укладкой дублирующего второго главного пути на основной линии

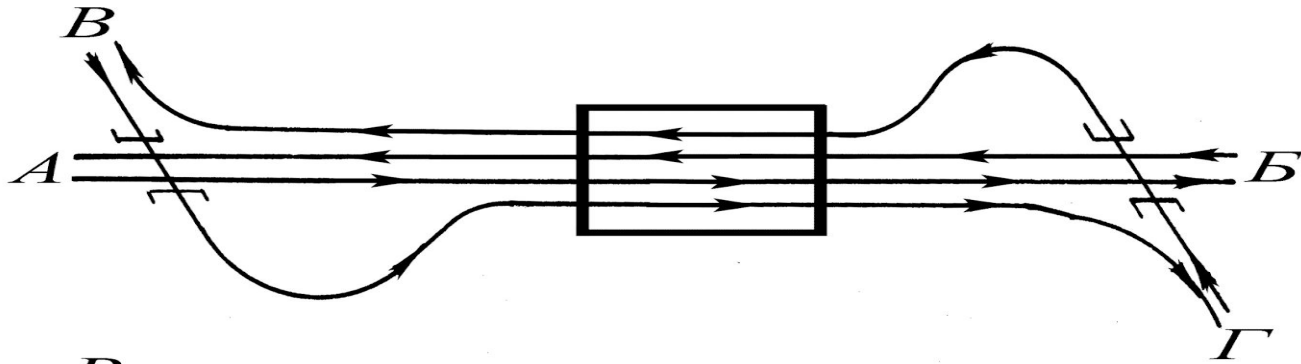


Пересечение двухпутной линии однопутной с укладкой дублирующих главных путей на двухпутной линии

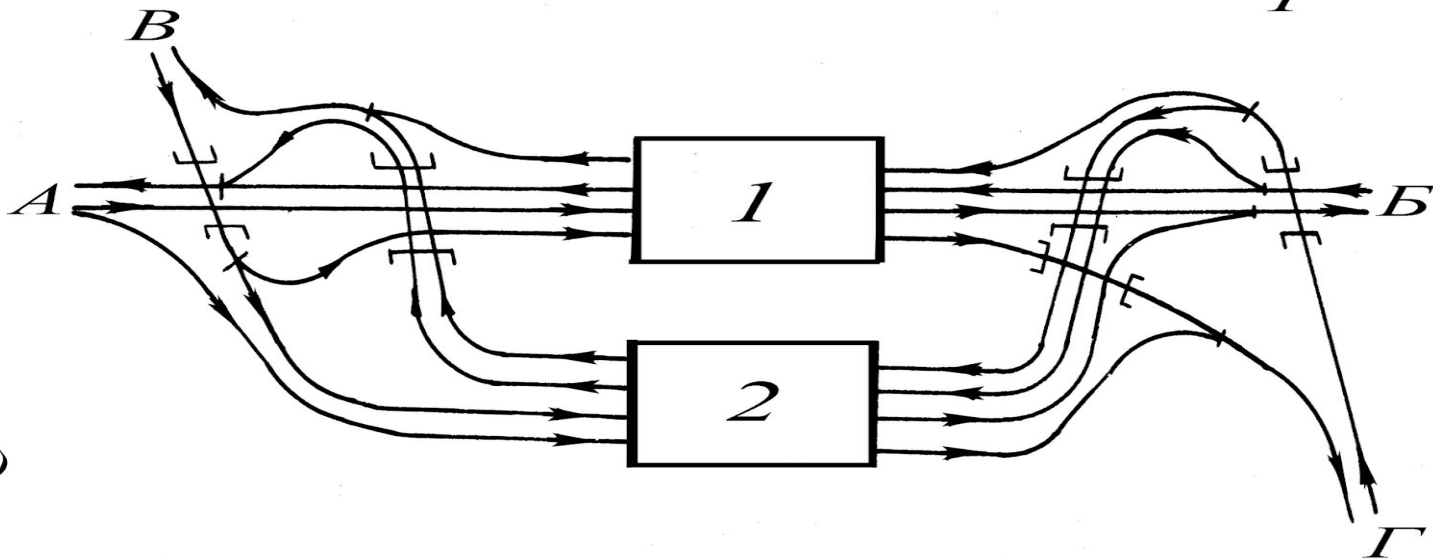




a)

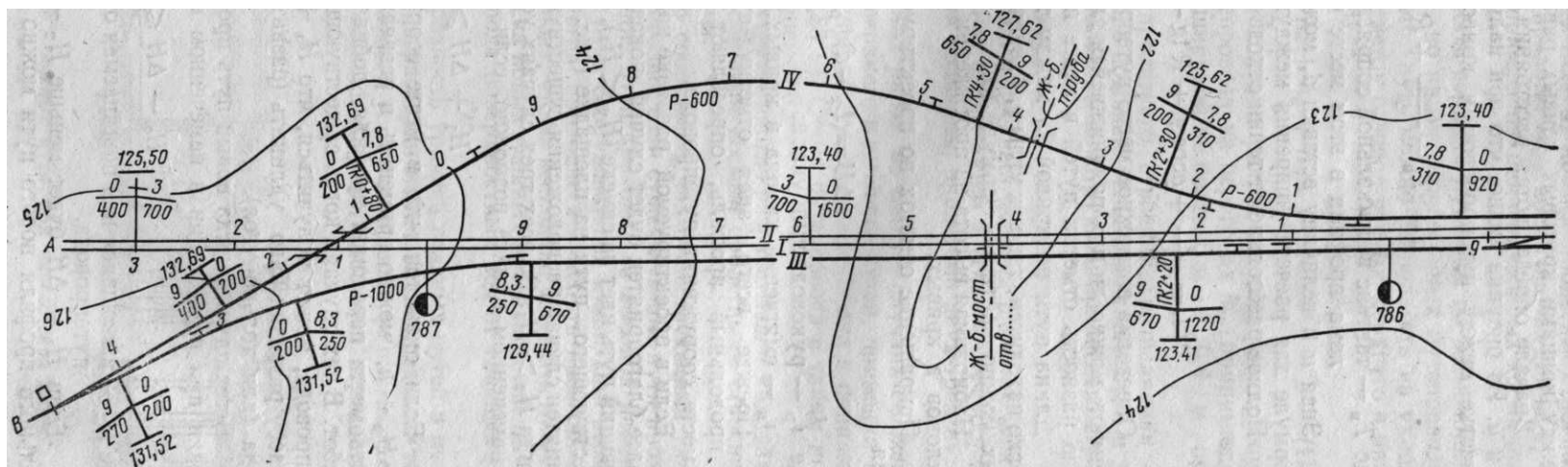


б)



в)

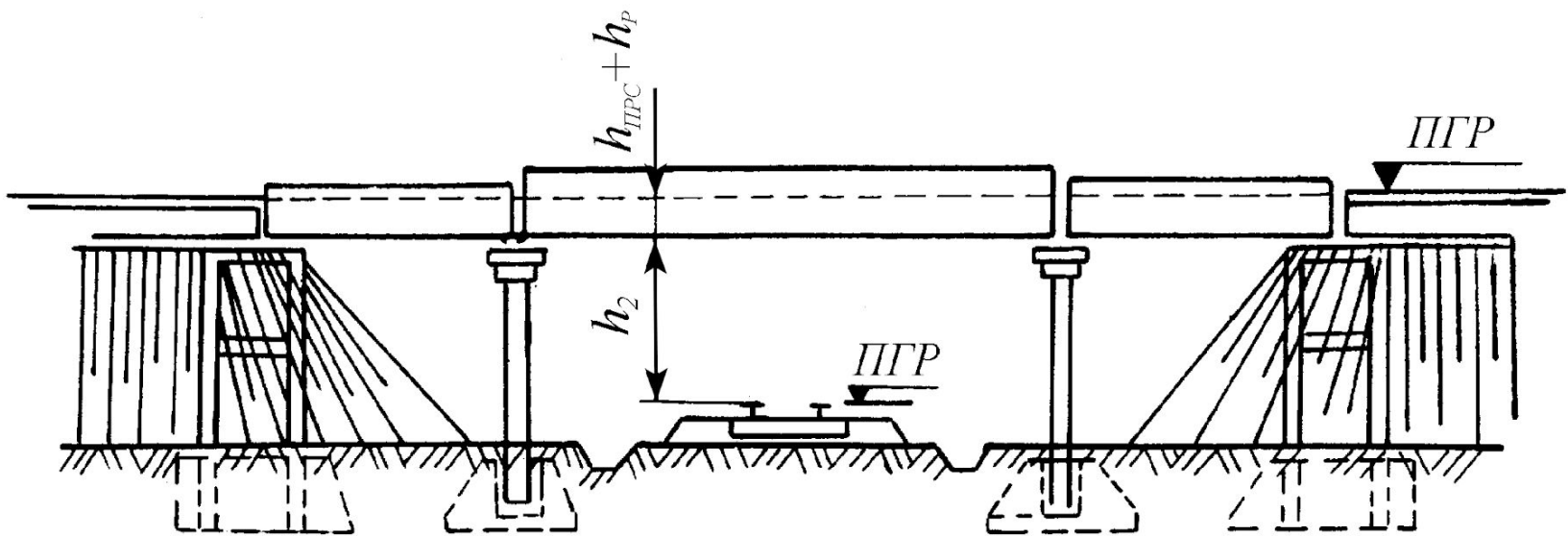




# Рекомендуемые и допустимые значения радиусов кривых в путепроводных развязках

Категории линии	Радиусы кривых в плане, м		Длины вставки	
	Рекомендуемые	Допускаемые	Рекомендуемые	Допускаемые в трудных условиях
1	2	3	4	5
Скоростные, I категории, особогрузонапряженные при движении поездов со скоростью более 120 км/ч	4000-2500	2000	150	75
II категории	4000-1500	1200	75	50
III категории	2000-1200	800	50	30
IV категории	2000-1000	500	50	20

- Максимально допустимая алгебраическая разность сопрягаемых уклонов составляет 12 ‰. При сопряжении уклонов с большей алгебраической разностью проектируются разделительные площадки длиной 300 м для скоростных линий, а также линий I, II категорий и осбогрузонапряженных при движении поездов со скоростью более 120 км/ч. Минимальная длина элементов профиля в развязках допускается 200 м.
- В случае примыкания пути развязки к горловине станции рекомендуется на протяжении не менее 200 м его укладывать на прямом участке параллельно главным путям в одном уровне с ними и только затем устраивать отклонение на развязку (для возможности удлинения в перспективе парковых станционных путей).



Путепроводы устраиваются по возможности на прямом горизонтальном участке. Необходимая разность отметок головок рельсов верхнего и нижнего путей определяется из выражения

$$h = h_r + h_{прс} + h_p, \quad (35.2)$$

где  $h_r$  - габаритное расстояние от головки рельса до низа пролетного строения путепровода на перегонах, которое принимается 6,25 м при ширине путепровода не более 5 м и 6,4 м – при ширине путепровода более 5 м;

$h_{прс}$  - высота пролетного строения, определяемая от низа пролетного строения до подошвы рельса верхнего пути;

$h_p$  - высота рельса верхнего пути.

1. Сортировочные станции – назначение, размещение на сети, выполняемые операции, основные сооружения и устройства
2. Классификация сортировочных станций
3. Технология работы сортировочных станций (на примере схемы)
4. Основные требования к принципиальным схемам сортировочных станций
5. Определение потребного путевого развития основных парков сортировочной станции
6. Схема односторонней сортировочной станции с последовательным расположением основных парков и горкой средней мощности – достоинства, недостатки, применение
7. Схема односторонней сортировочной станции с последовательным расположением основных парков и горкой большой/повышенной мощности – достоинства, недостатки, применение
8. Схема односторонней сортировочной станции с комбинированным расположением основных парков – достоинства, недостатки, применение
9. Схема двухсторонней сортировочной станции – достоинства, недостатки, применение
10. Выбор параметров сортировочной станции: типа, схемы, направления сортировки
11. Определение числа путей в парках сортировочной станции
12. Классификация сортировочных устройств
13. Основные элементы и параметры сортировочной горки
14. Основы динамики скатывания вагонов с горки
15. Понятие энергетической высоты.
16. Элементы потерянной энергетической высоты и их расчёт
17. Проектирование головы сортировочного парка
18. Расчётная высота сортировочной горки
19. Определение конструктивной высоты горки и построение профиля спускной части горки
20. Расчет тормозных средств
21. Определение перерабатывающей способности горки
22. Понятие о железнодорожных и транспортных узлах. Классификация железнодорожных узлов
23. Железнодорожные узлы крестообразного типа – схема, условия применения
24. Железнодорожные узлы треугольного типа – схема, условия применения
25. Железнодорожные узлы радиального типа – схема, условия применения
26. Железнодорожные узлы радиально-кольцевого типа (радиально-полукольцевого) – схема, условия применения
27. Проектирование развязок железнодорожных путей – классификация, условия применения
28. Схемы и технология работы постов-шлюзов
29. Схемы путепроводных развязок по линиям, направлениям и видам движения
30. Основные направления развития железнодорожных станций и узлов в России

# Бально-рейтинговая система

Вид контроля	Что учитывается	Количество баллов
Текущий	Конспект лекций <i>учитывается качество схем, выполненных вручную</i>	0-20
	Контрольные вопросы - ТЕСТ	0-20
	Сдача и защита курсового проекта	20-30
Промежуточный	<b>Сдача экзамена</b>	<b>11-30</b>

**Итоговая оценка на экзамене выставляется по следующей шкале:**

До 59 баллов – «неудовлетворительно»

От 60 до 74 баллов – «удовлетворительно»

От 75 до 84 баллов – «хорошо»

От 85 до 100 баллов – «отлично»



**Спасибо за внимание!**

**До встречи на экзамене!**