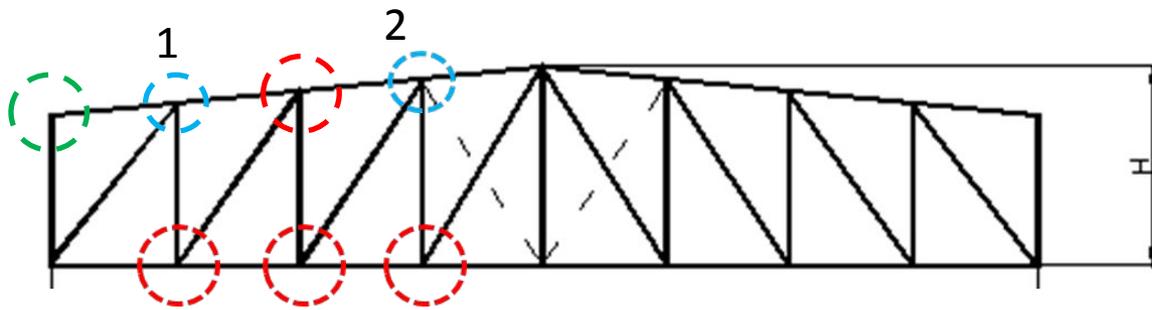
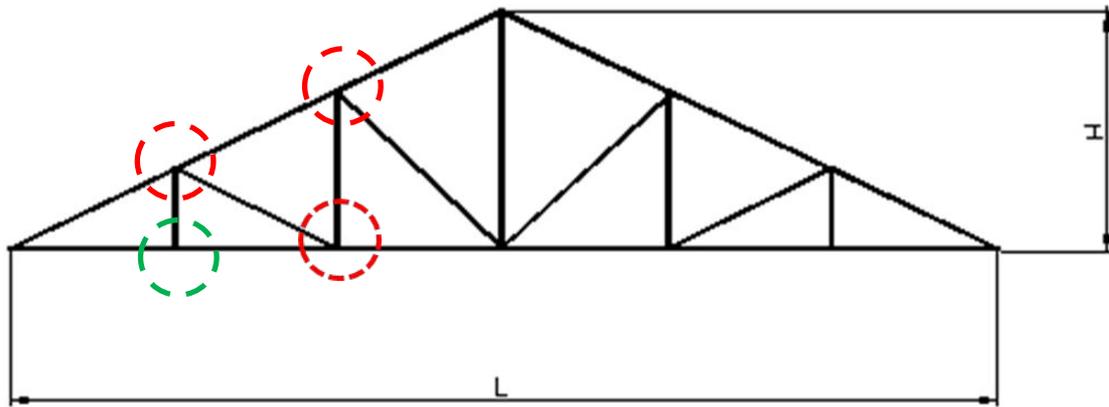


# Тема практики : 3.4 Расчет и конструирование промежуточных узлов фермы

Где находятся промежуточные узлы?



 - стандарт       - особый       - простой

# Стандартные (рядовые) узлы

## Два варианта конструкции

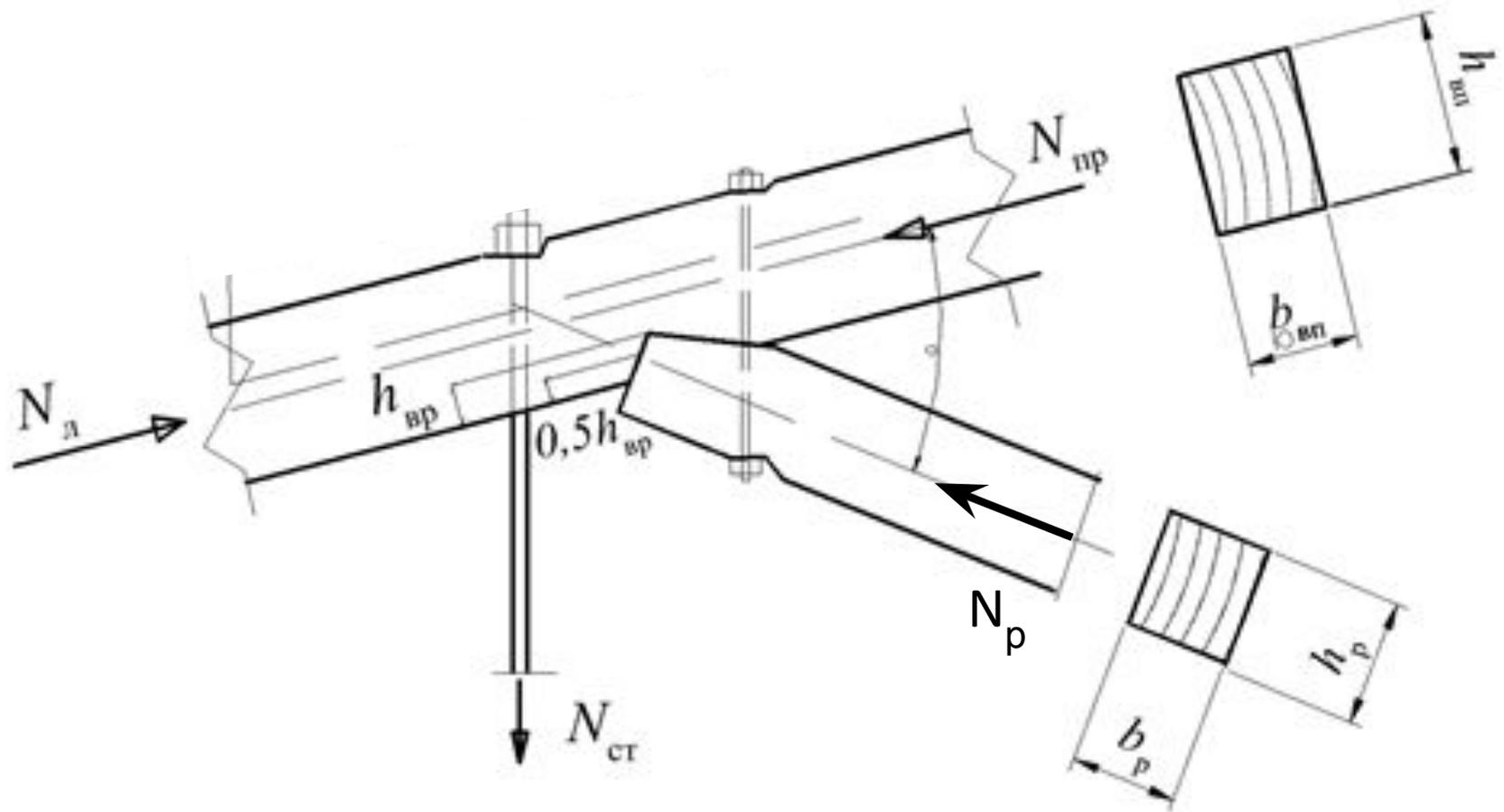
- Лобовая врубка
- Опорная подушка (колодка)

Лобовая врубка – простая, малый расход материалов, но осуществима не всегда – есть проверка на смятие, она может не проходить.

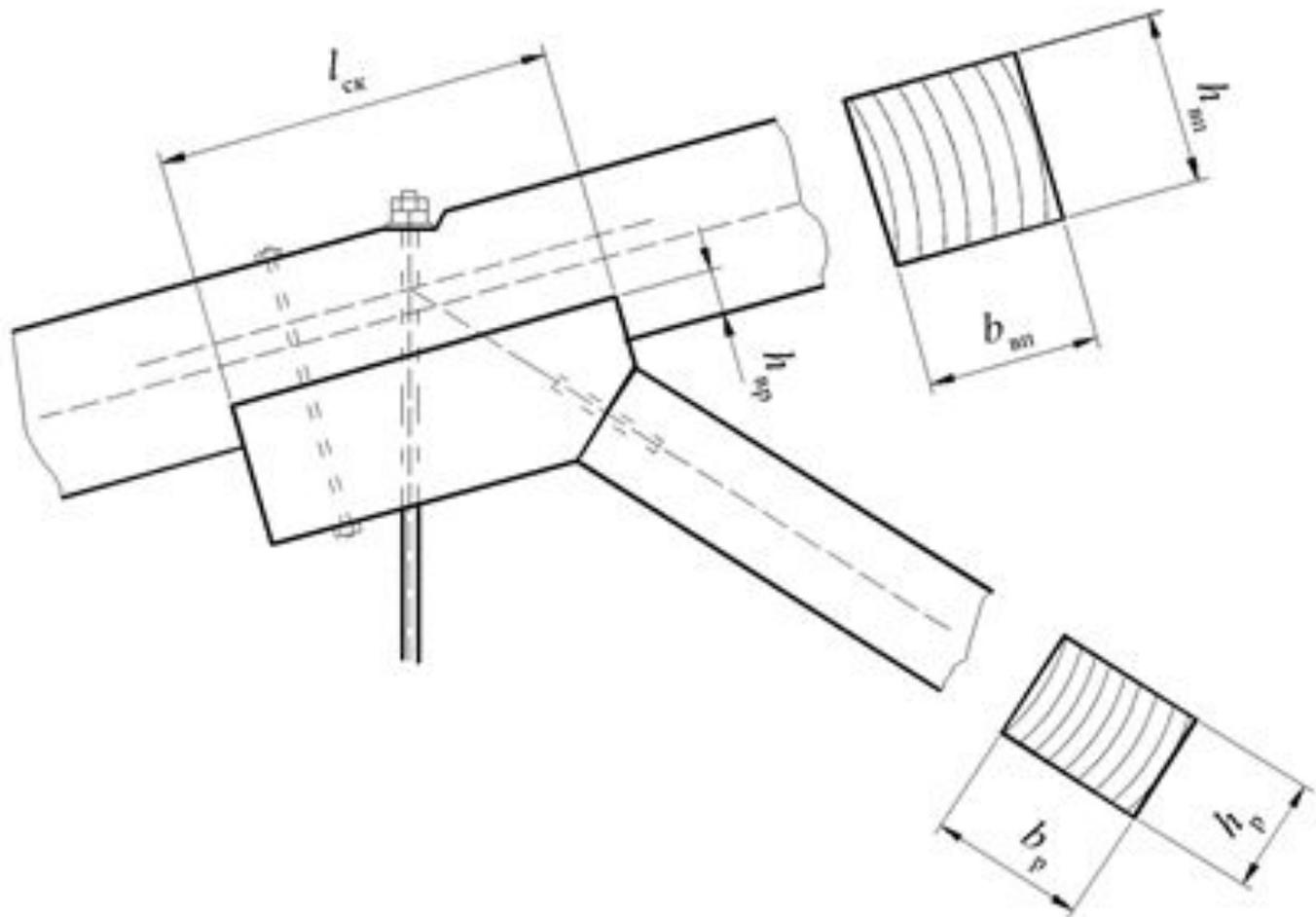
Опорная подушка – больший расход материалов, работа на смятие более эффективна, эта конструкция осуществима практически всегда.

Эти два типа конструкции вызывают ослабление сечения поясов (до 25%)

## Узел на лобовой врубке

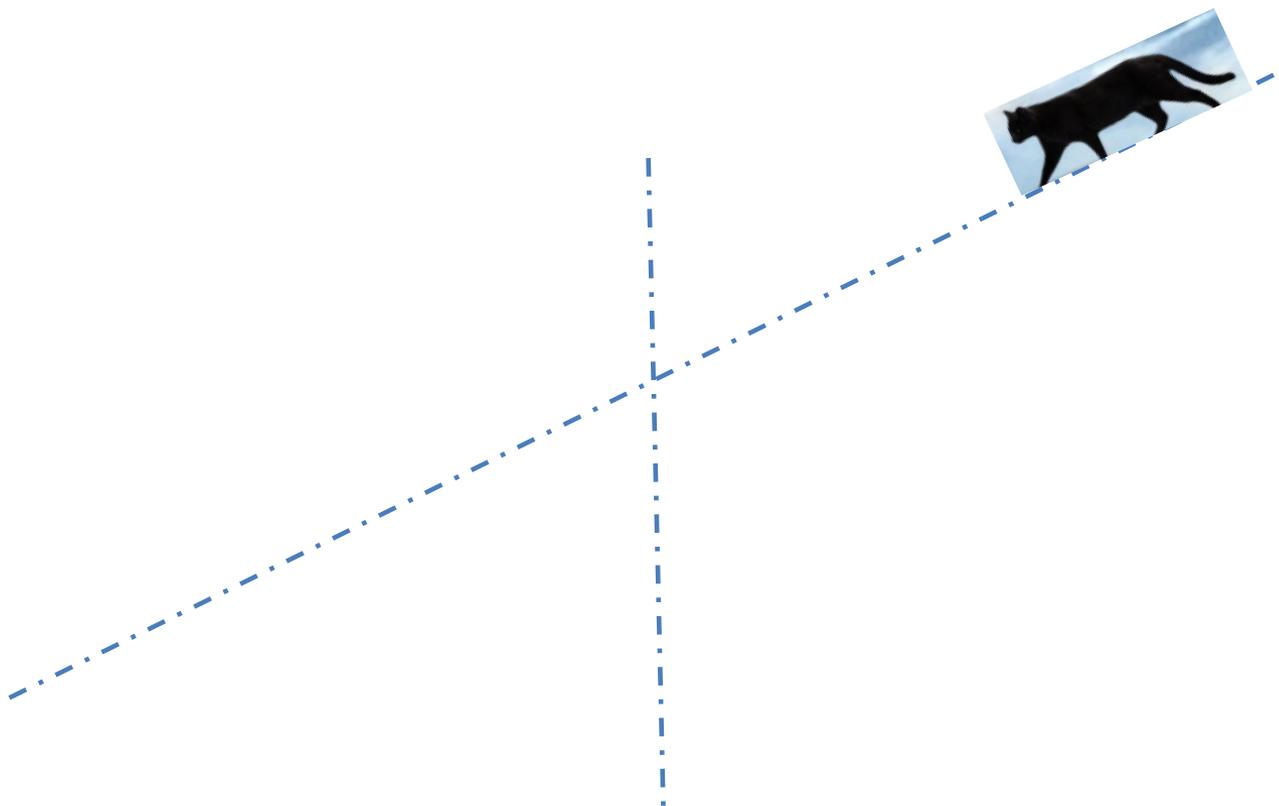


# Узел на опорной подушке

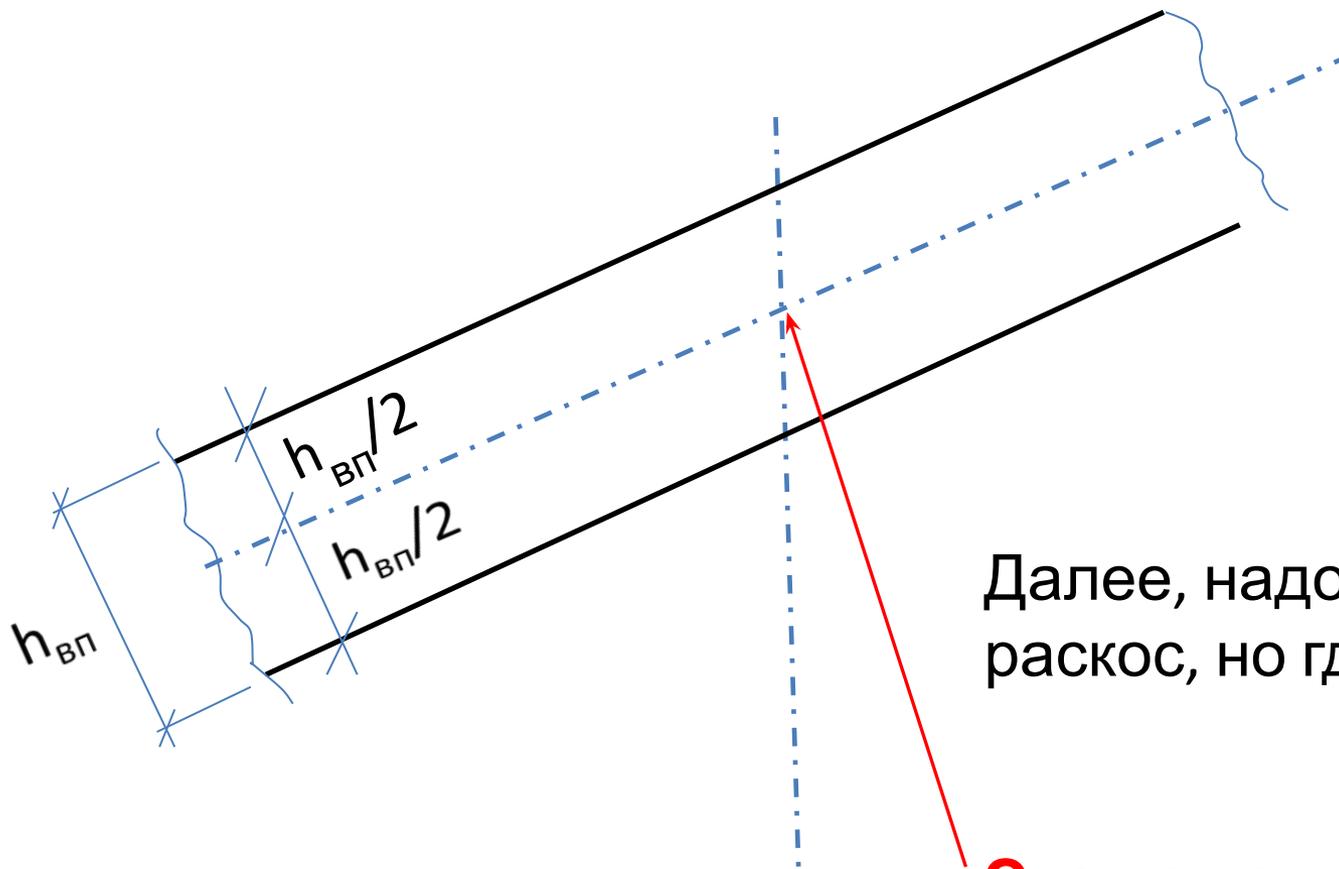


# Последовательность конструирования узла на лобовой врубке (ферма треугольная, узел ВП)

1. Нанесем на рис. оси сечений элементов (без раскоса):



2. Наложим на ось сечение пояса (т.е. отложим от оси по половине высоты сечения пояса вверх и вниз)

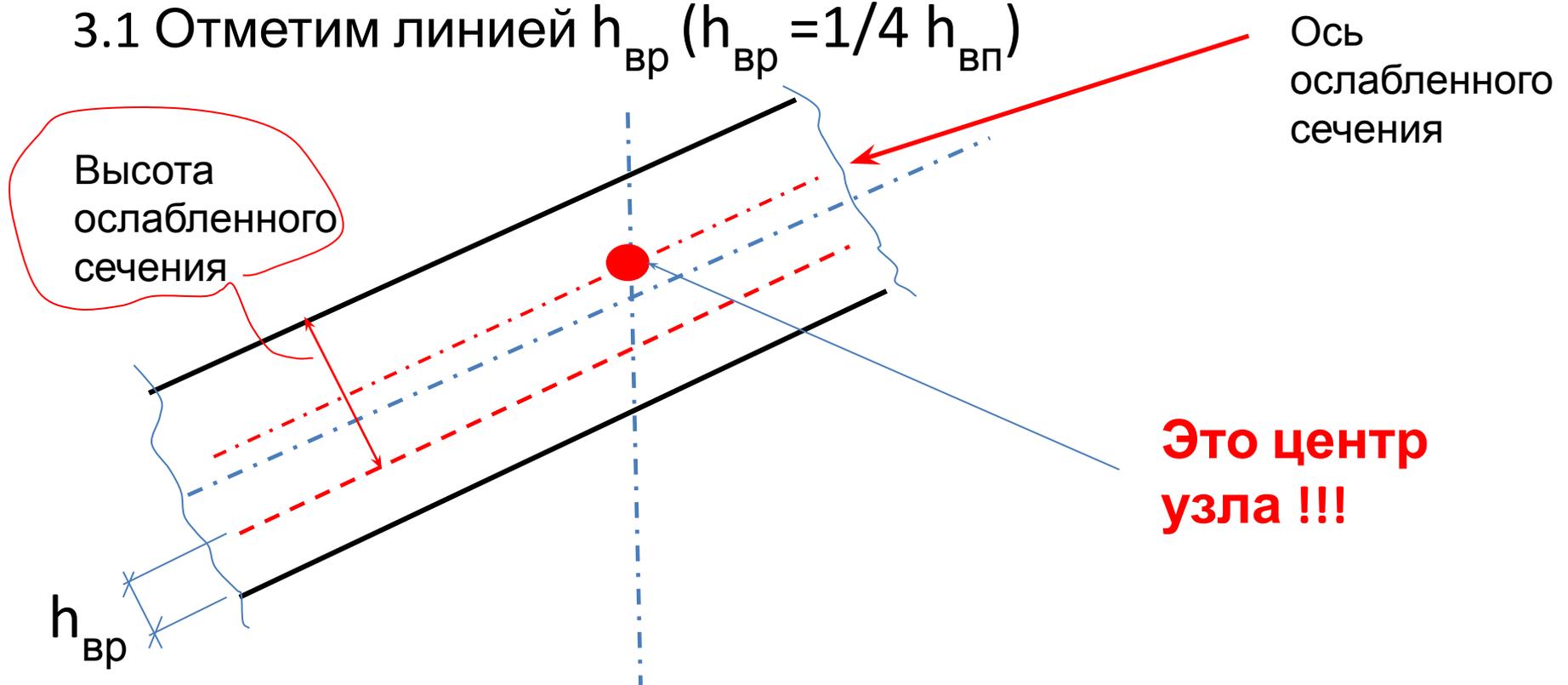


Далее, надо рисовать раскос, но где центр узла???

**Это не центр узла!!!**

3. Ищем центр узла (будем **центрировать узел по оси ослабленного сечения**)

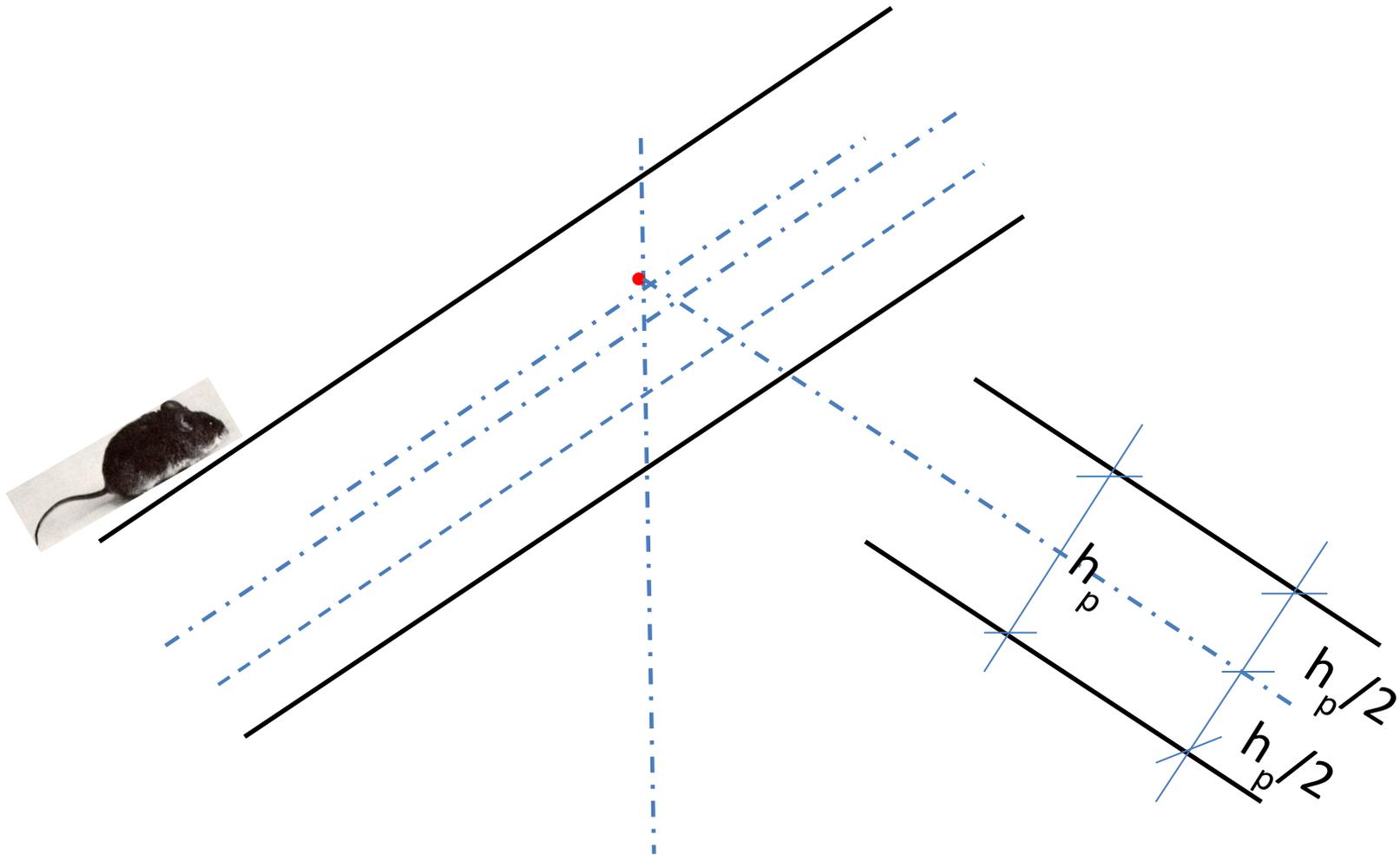
3.1 Отметим линией  $h_{вр}$  ( $h_{вр} = 1/4 h_{вп}$ )



3.2 Высоту ослабленного сечения делим пополам – проводим ось

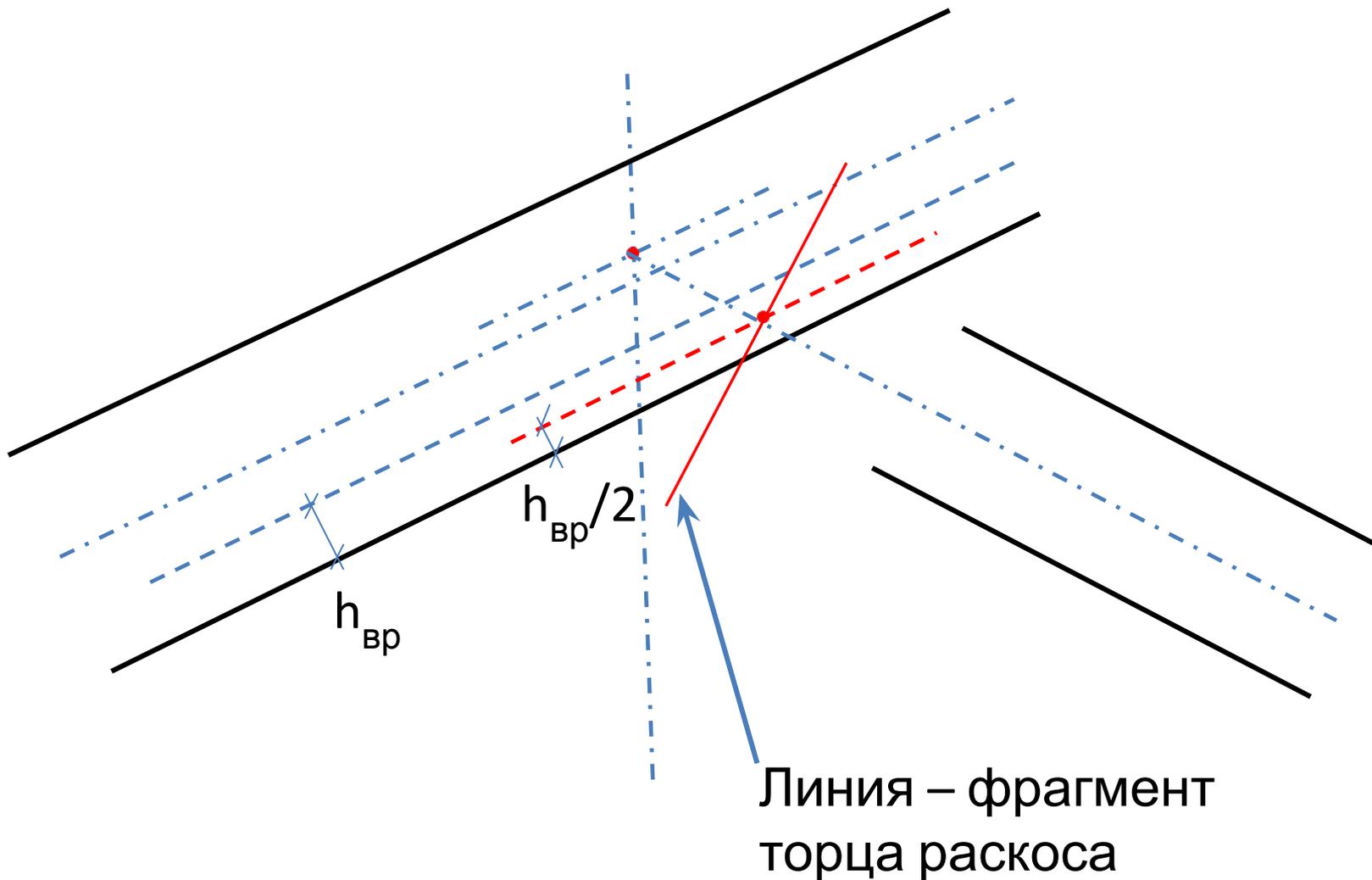
ослабленного сечения. Центруем узел по оси ослабленного

4. Из центра узла пустим ось раскоса и на нее наложим сечение раскоса

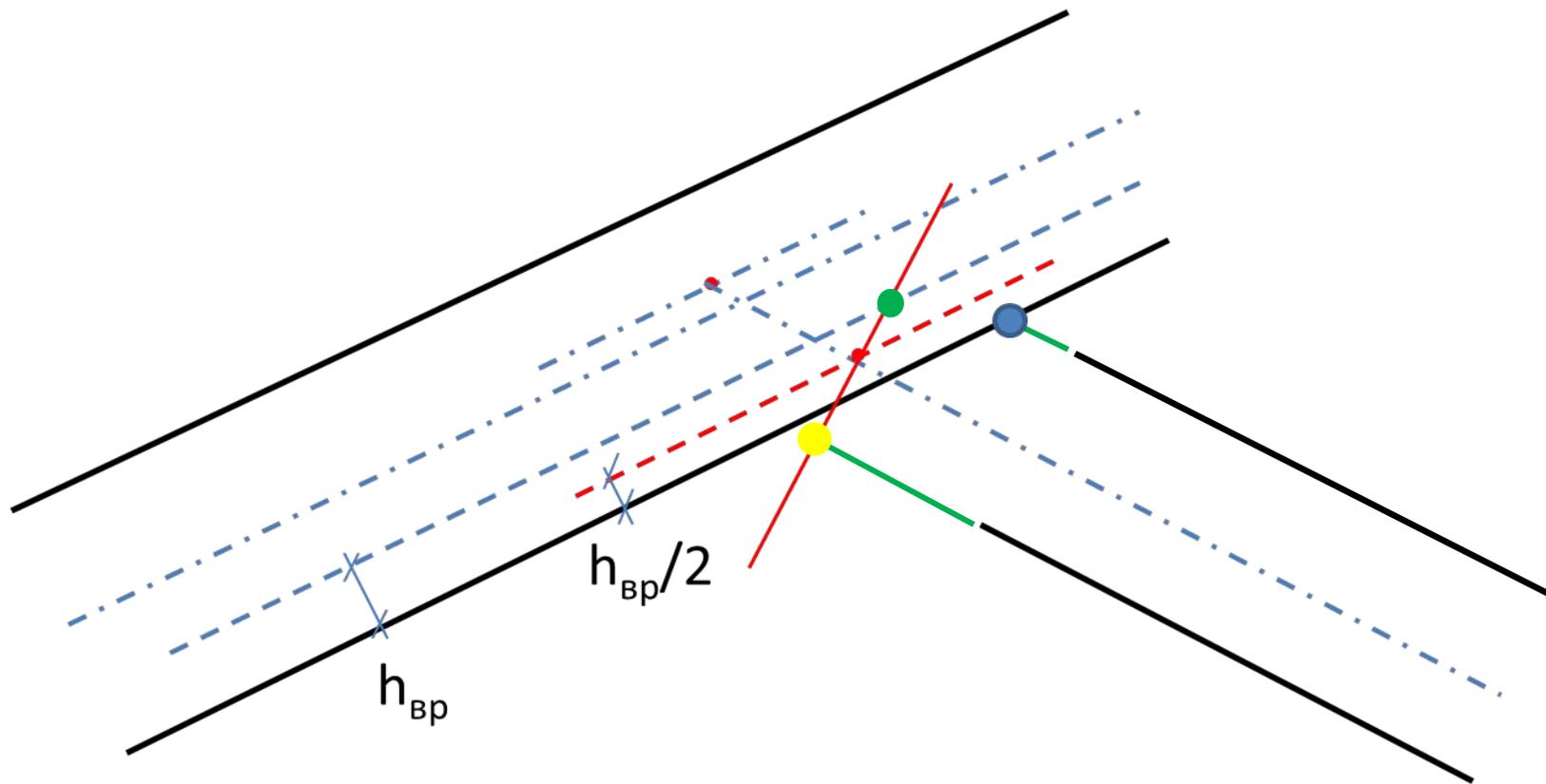




5. Проведем линию  $h_{вр}/2$  и отметим ее пересечение с осью раскоса линией  $\perp$  оси раскоса – это **фрагмент торца раскоса**



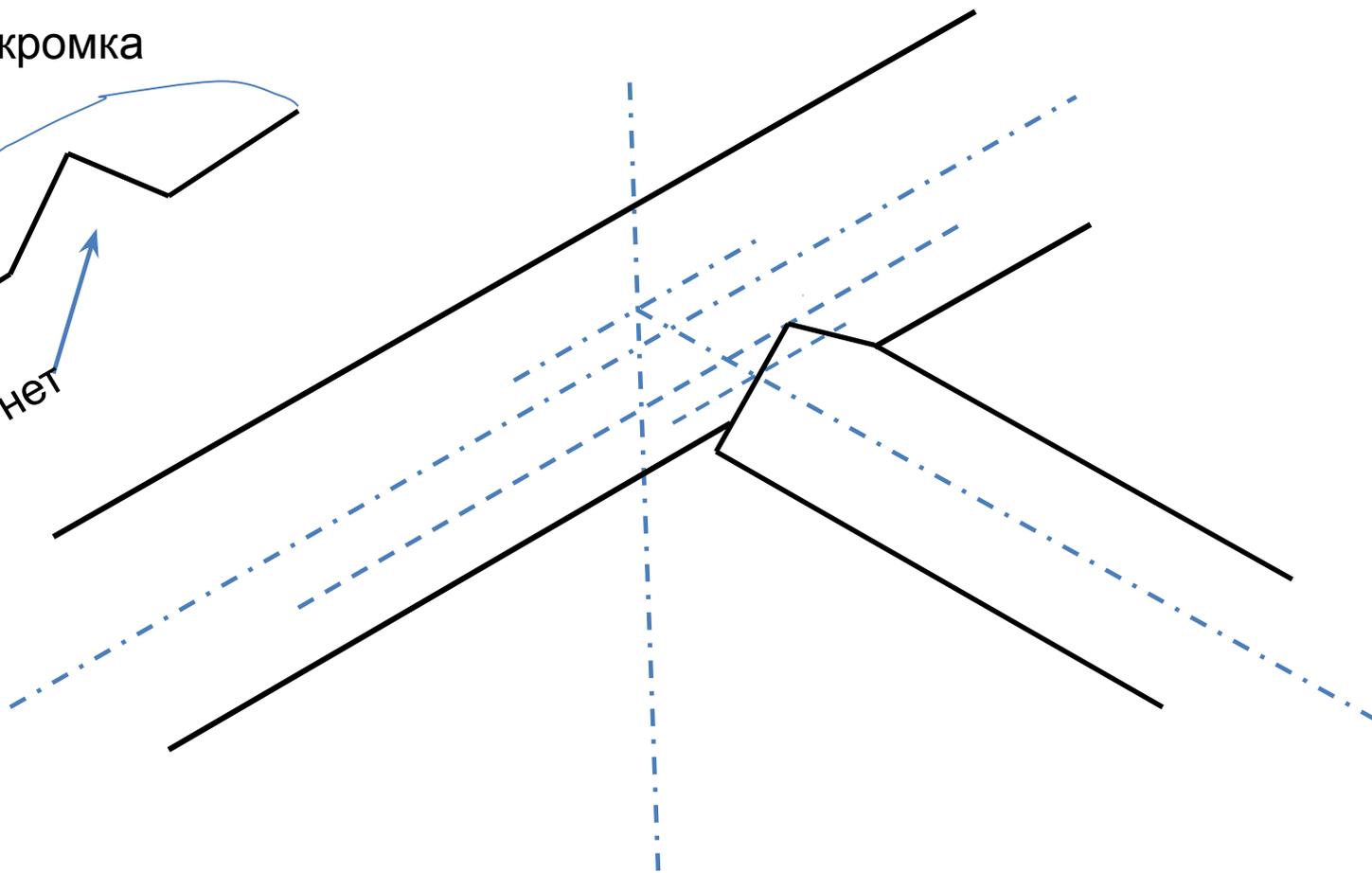
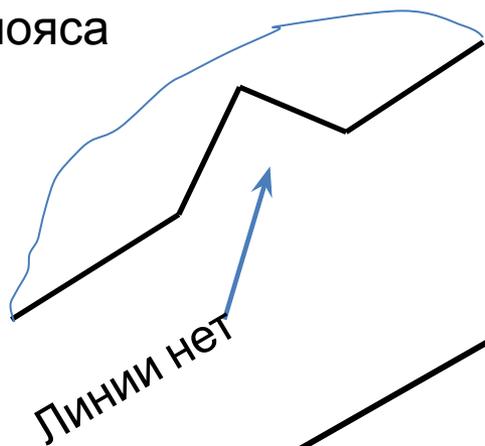
6. Нижнюю кромку раскоса доведем до касания с торцом ● , а верхнюю кромку раскоса до касания с нижней кромкой пояса ●



6.1 Отметим точку на пересечении торца раскоса и линии ●  
 $h_{вр}$

7. Соединяем точки ● ● ● , убираем внутреннюю  
линию -  
в поясе выемка (врубка) поэтому этой линии нет

Нижняя кромка  
пояса

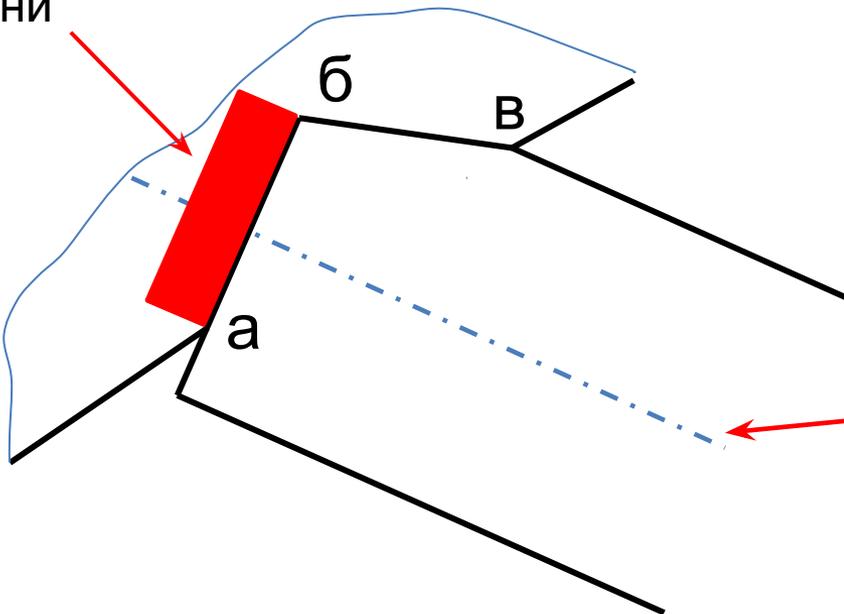


## 7.1 Мысли о лобовой врубке

Лобовая врубка имеет две поверхности:

- а-б - рабочая поверхность (смятие, проверка на смятие)
- б-в - эта поверхность не участвует в работе узла

Напряжени  
я  
смятия  
(под  $\alpha$ )



**Для какого  
элемента  
(раскоса или  
пояса)  
смятие опаснее???**

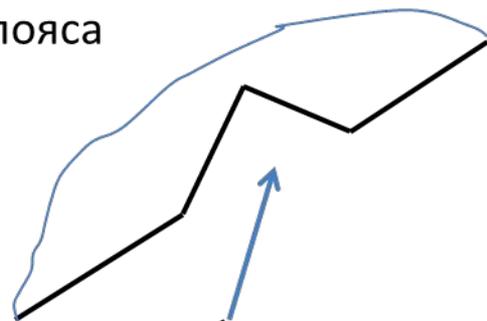
Ось раскоса (а  
значит и усилие в  
раскосе)  
попадает на ЦЕНТР  
рабочей площадки !!!

## 8. Зафиксируем раскос относительно пояса стяжным болтом,

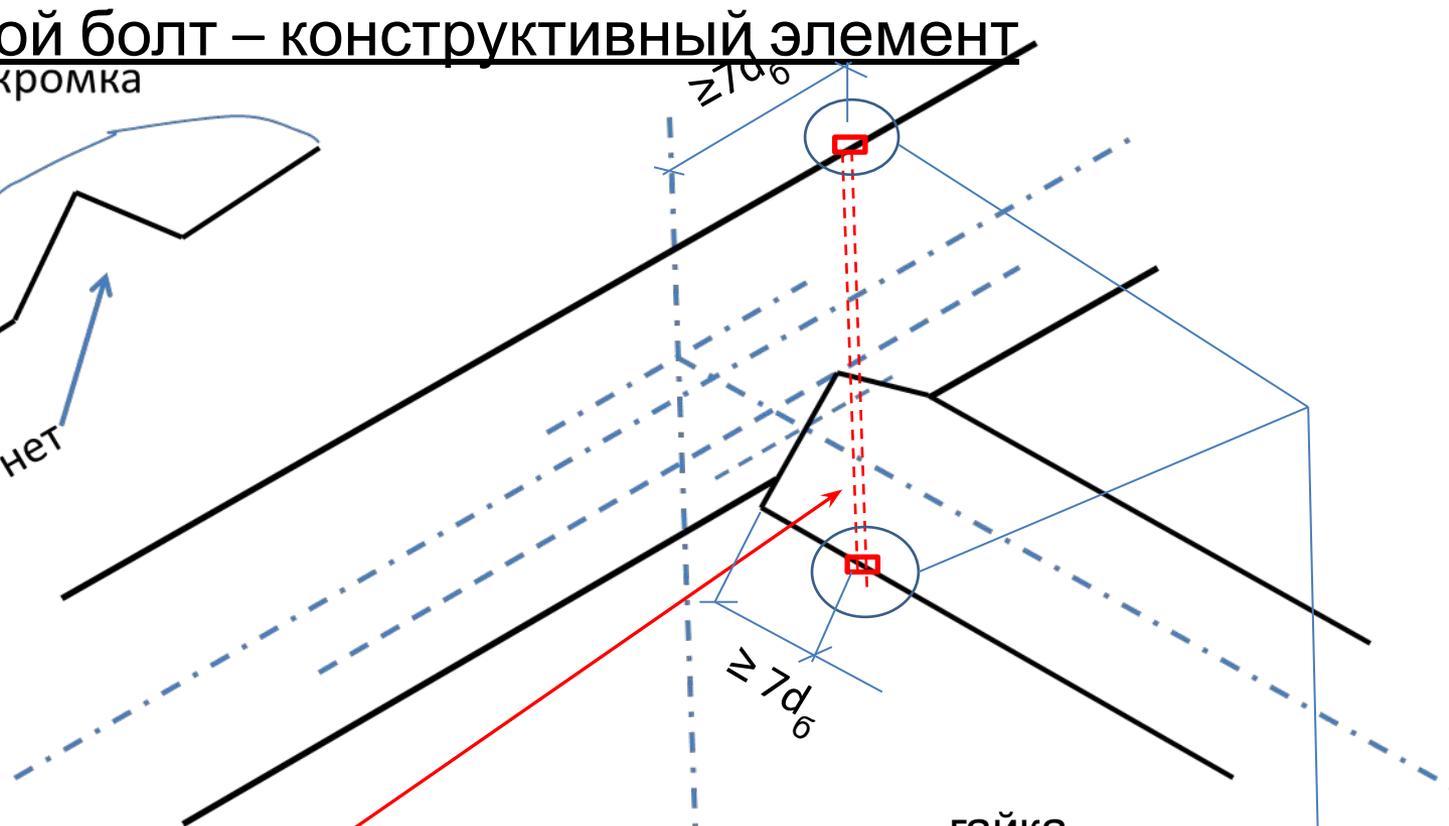
### стяжной болт – конструктивный элемент

Нижняя кромка

пояса

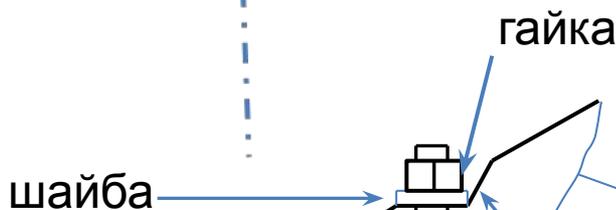


Линии нет



$\geq 7d_b$

$\geq 2d_b$



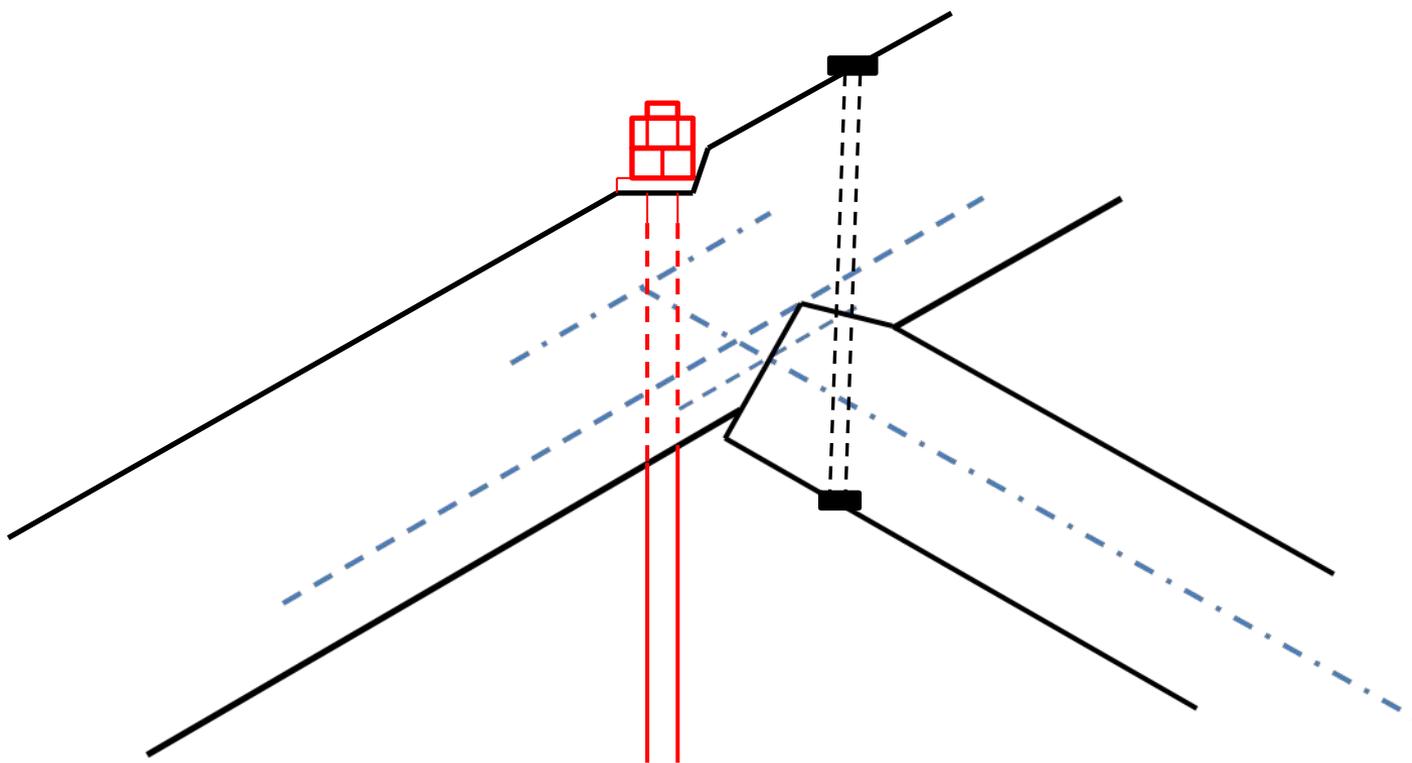
шайба

гайка

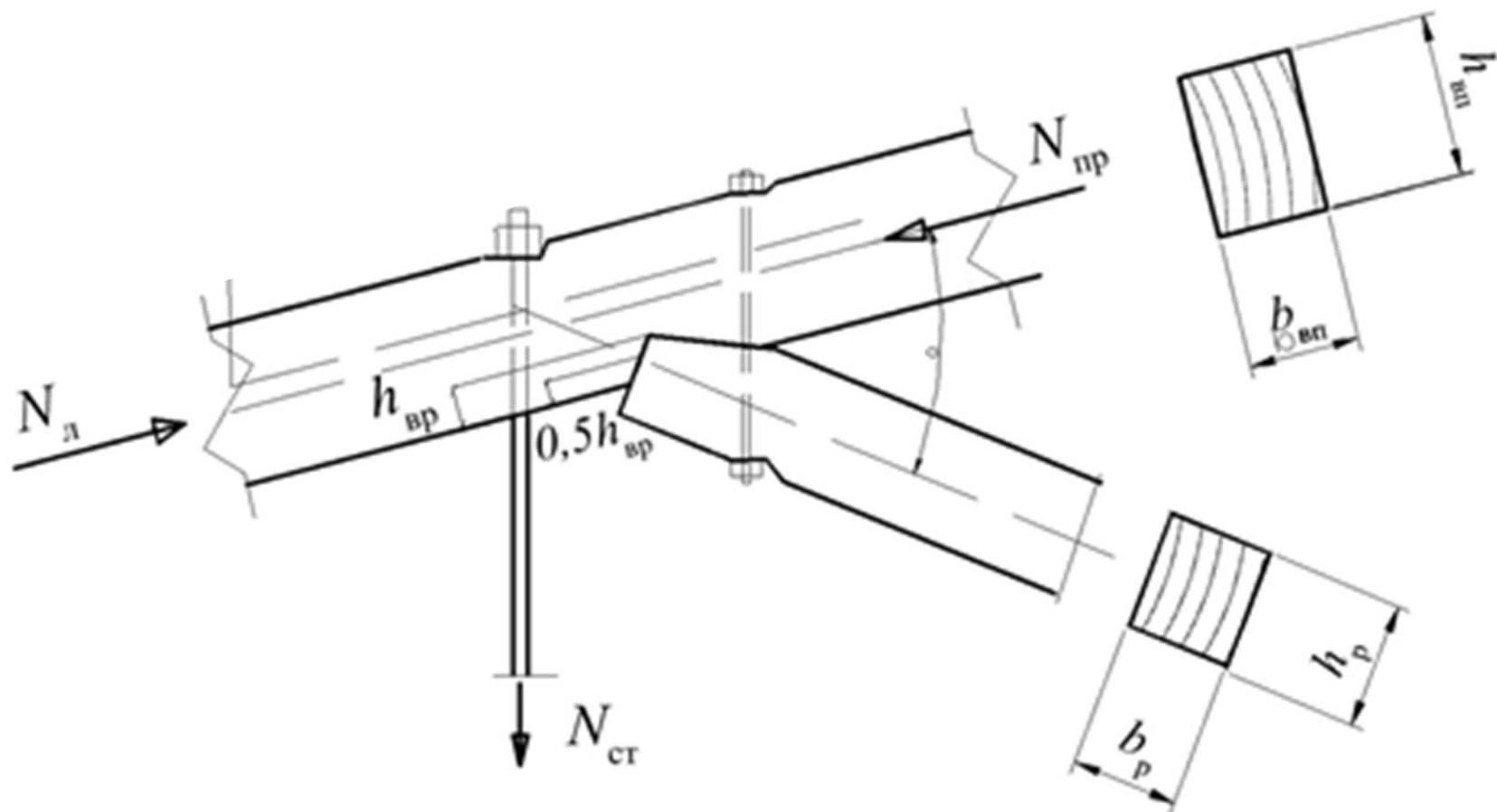
**Стяжной болт  $d=12-14$  мм  
не проходит через  
рабочую площадку**

подрезка пояса

9. Нарисуем стойку, сверху – шайба (по расчету) и две гайки (вторая – контргайка)



## 10. Узел сконструирован



# Расчет узла на лобовой врубке

1. Проверка прочности на смятие по рабочей площадке

$$\sigma_{\text{см}} = \frac{N_p}{A_{\text{см}}} = \frac{N_p \cdot \cos \alpha}{b_{\text{вп}} \cdot h_{\text{вр}}} \leq R_{\text{см}\alpha}$$

Длина площадки а-б есть  $h_{\text{вр}} / \cos \alpha$ , поэтому  $A_{\text{см}} = b_{\text{вп}} \cdot \frac{h_{\text{вр}}}{\cos \alpha}$   
(Для определения  $R_{\text{см}\alpha}$  применяем формулы следующего слайда)

**Если проверка не проходит – лобовая врубка неосуществима!!!**



**Переходим к конструкции на опорной подушке**



$$R_{\text{CM}\alpha} = R_{\text{CM}\alpha}^{\text{A}} m_{\text{дл}} \Pi(m_{\text{в}})$$

$$R_{\text{CM}\alpha}^{\text{A}} = \frac{R_{\text{CM}}^{\text{A}}}{1 + \left( \frac{R_{\text{CM}}^{\text{A}}}{R_{\text{CM}90}^{\text{A}}} - 1 \right) \sin^3 \alpha}$$

$$R_{\text{CM}}^{\text{A}} = 210 \text{ (240) } \text{ кг/см}^2$$

$$R_{\text{CM}90}^{\text{A}} = 27 \text{ кг/см}^2$$

## 2. Определим минимальную площадь шайбы под стойкой

- $$A_{\text{ш}} = \frac{N_{\text{СТ}}}{R_{\text{СМ90}}} + A_{\text{СТ}}$$

здесь:

$N_{\text{СТ}}$  - усилие в стойке

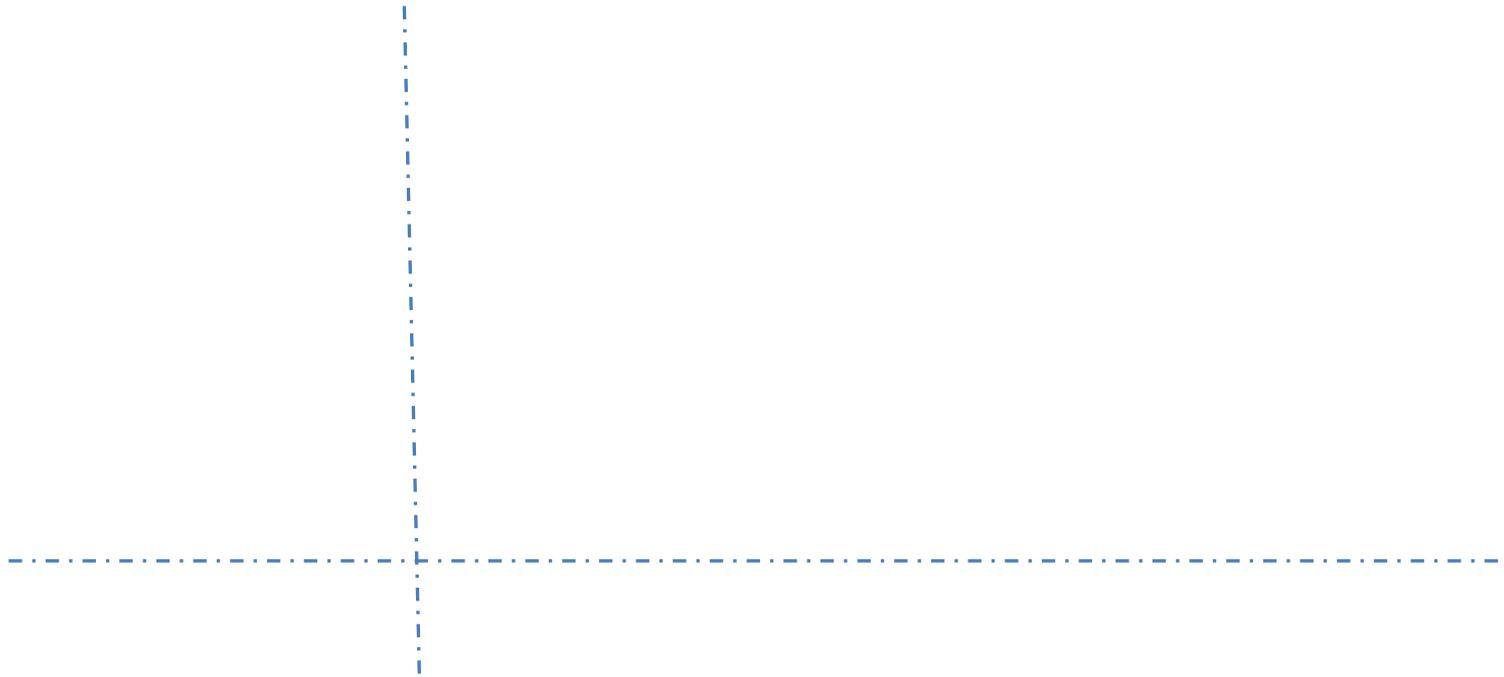
$R_{\text{СМ90}}^{\text{А}}$  — расчетное сопротивление древесины смятию под шайбами (СП 64.13330.2017 ДК) = 60 кг/см<sup>2</sup>

$A_{\text{СТ}}$  — площадь поперечного сечения стойки

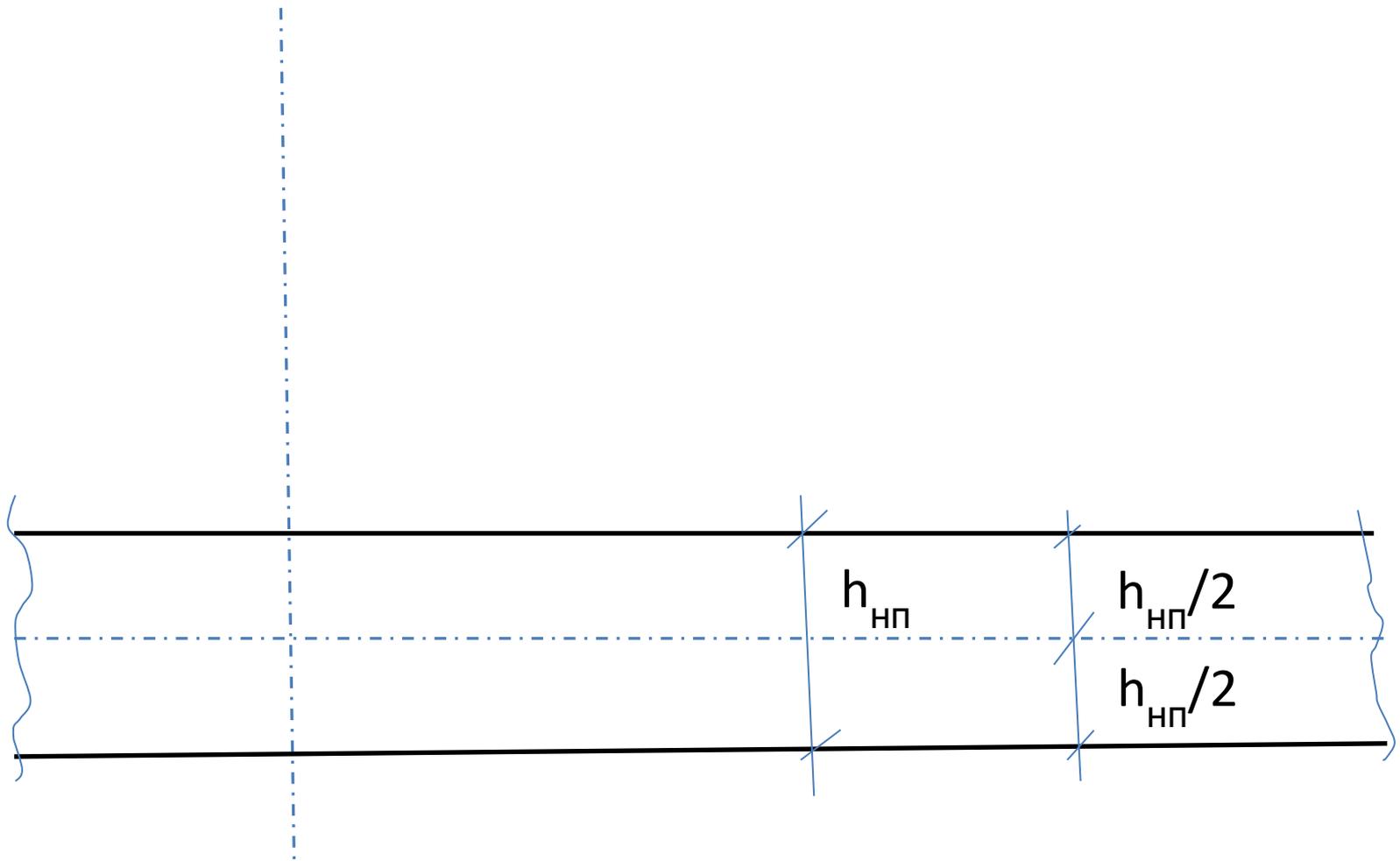
$$R_{\text{СМ90}} = R_{\text{СМ90}}^{\text{А}} m_{\text{дл}} \Pi(m_{\text{в}})$$

# Последовательность конструирования узла на опорной подушке (ферма полигональная, узел НП)

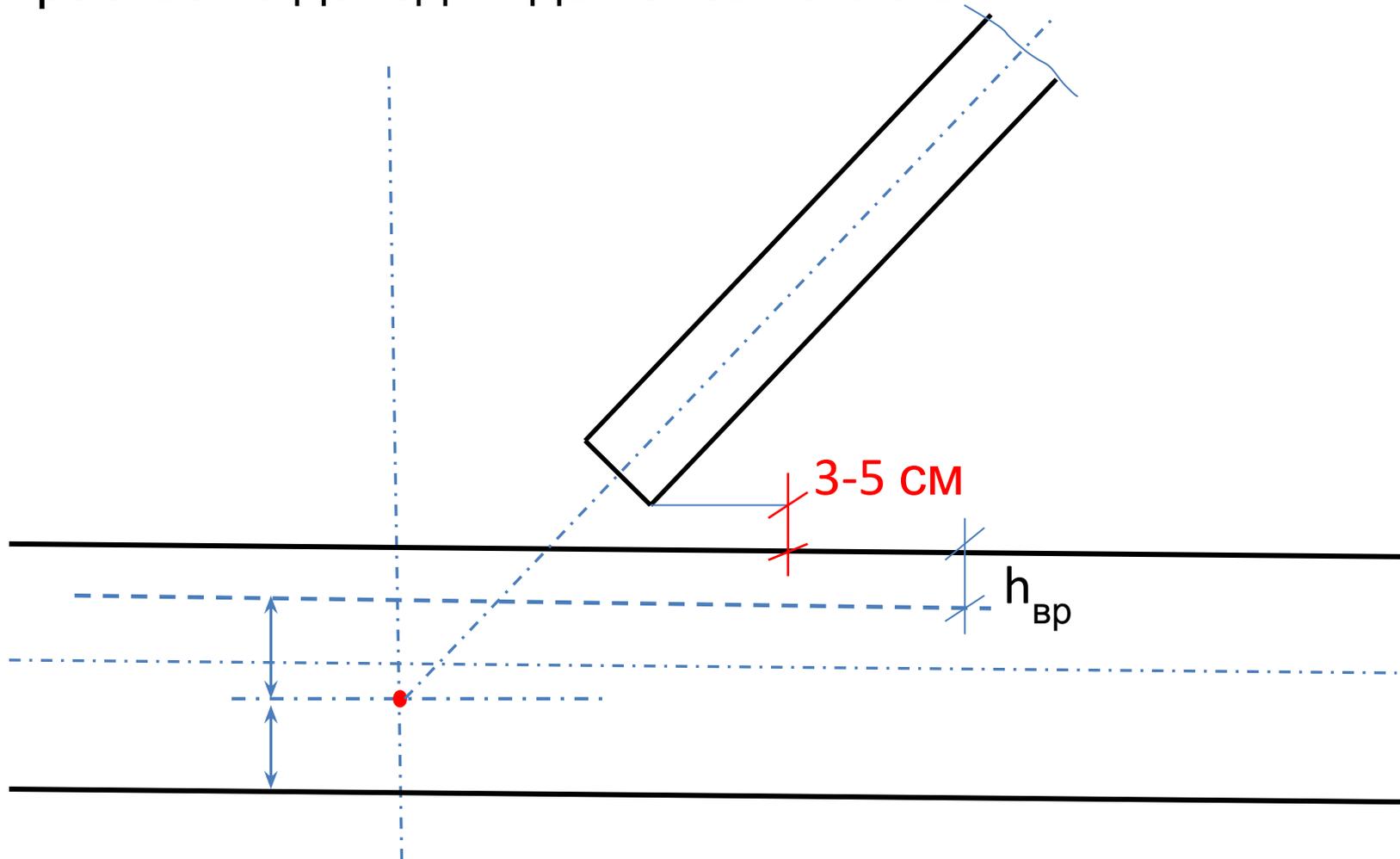
1. Нанесем на рис. оси сечений элементов (без раскоса):



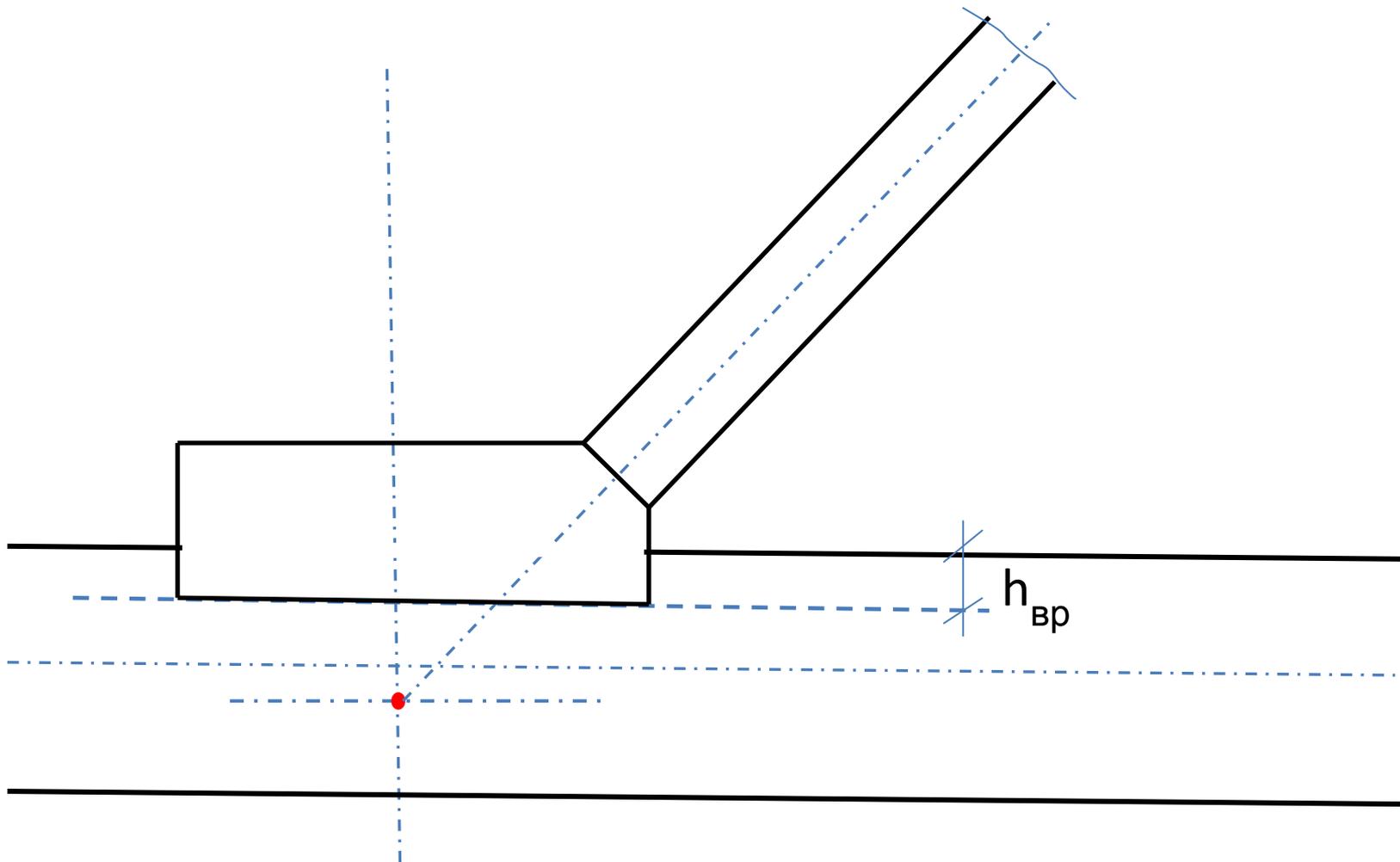
2. Наложим на ось сечение пояса (т.е. отложим от оси по половине высоты сечения пояса вверх и вниз)



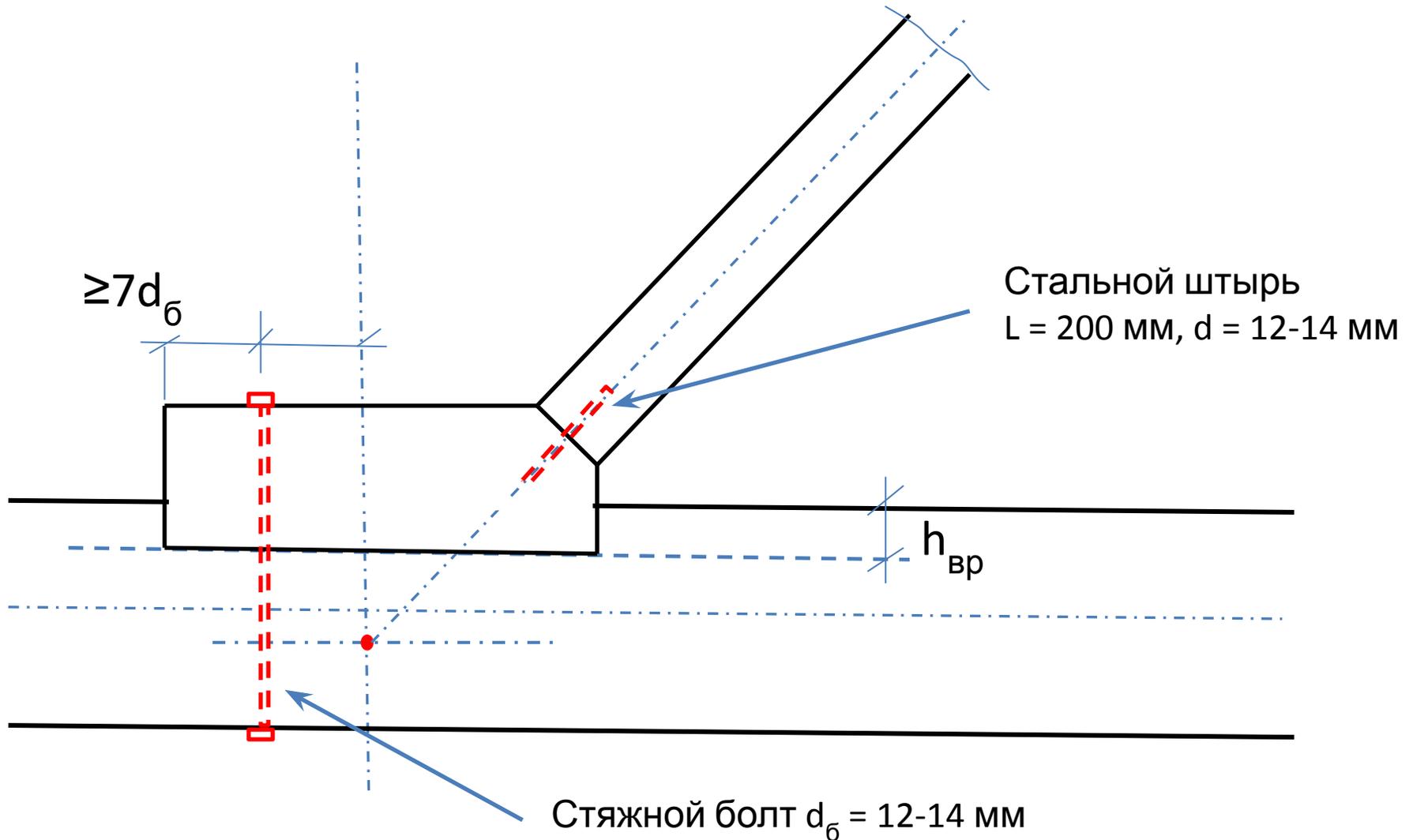
3. Центруем узел по оси ослабленного сечения, проводим ось раскоса, накладываем сечение раскоса, раскос не доводим до пояса на 3-5 см



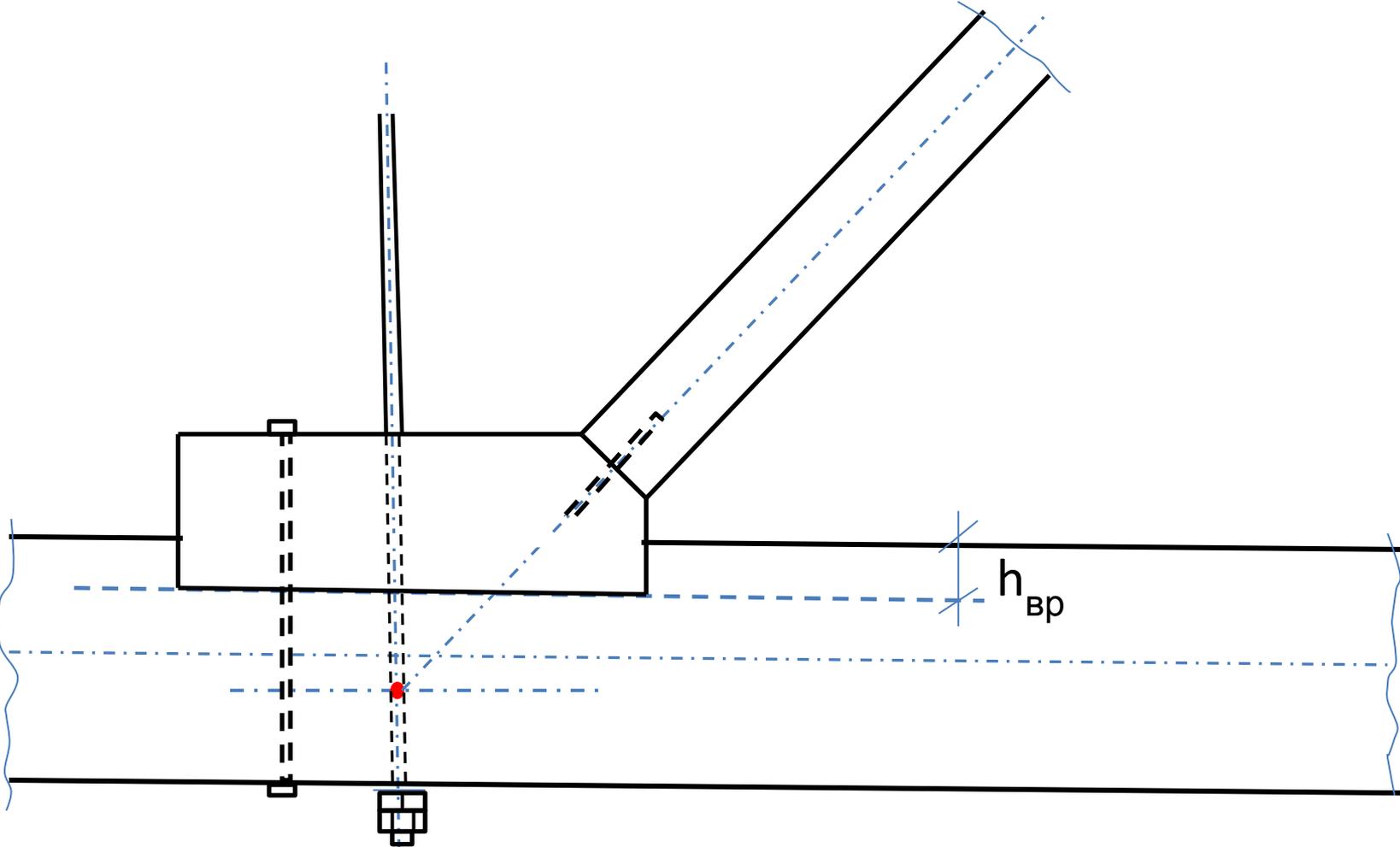
4. Конструируем опорную подушку, длина подушки определяется расчетом на скалывание (см. далее)



5. Фиксируем раскос относительно подушки (штырь  $d = 12-14$  мм), подушку относительно пояса (стяжной болт  $d = 12-14$  мм)



6. Рисуем стойку, шайбу, две гайки

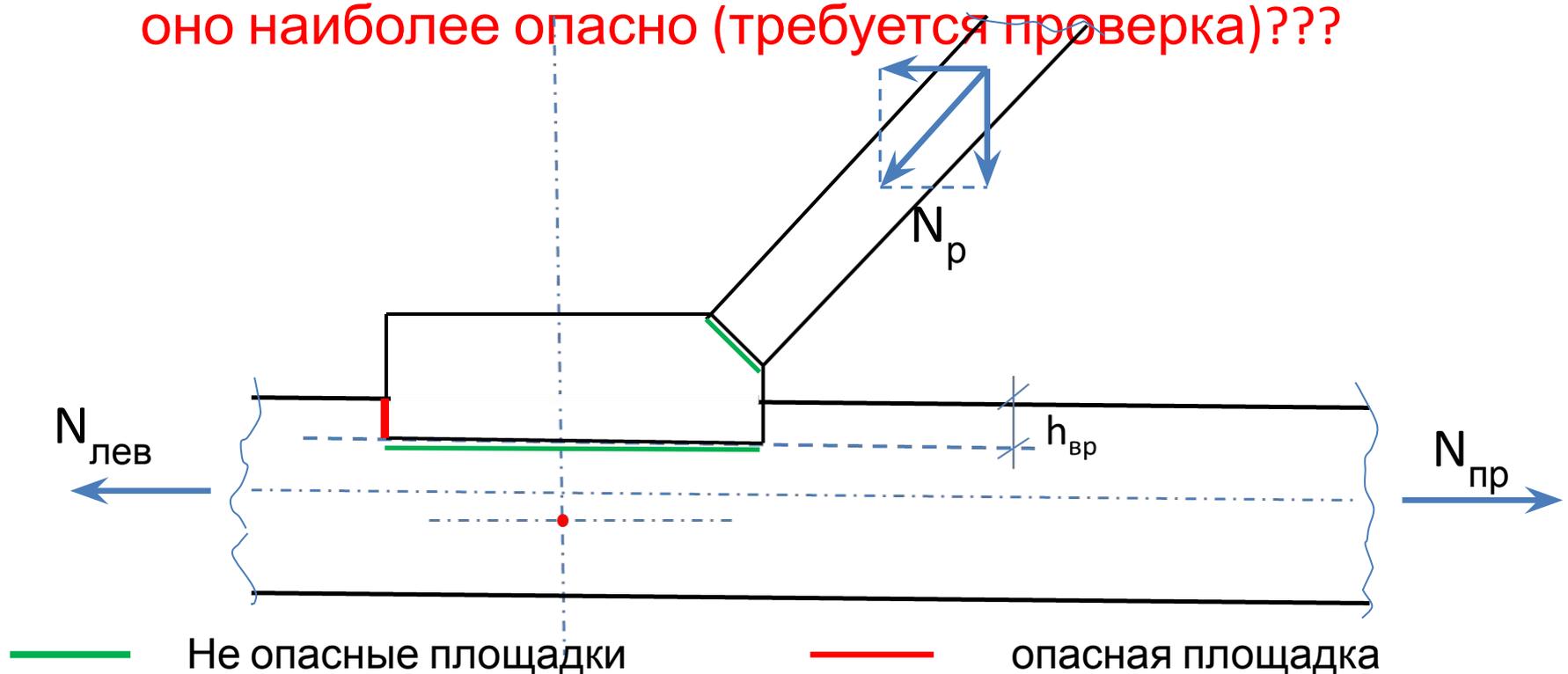




# Расчет узла на опорной подушке

1. Проверка прочности на смятие.

**Вопрос** – где в такой конструкции возникает смятие, и где оно наиболее опасно (требуется проверка)???



$$\sigma = \frac{|N_{\text{лев}} - N_{\text{пр}}|}{b_{\text{нп}} \cdot h_{\text{вр}}} \leq R_{\text{см}} ; \quad R_{\text{см}} = R_{\text{см}}^A m_{\text{дл}} \Pi(m_{\text{в}})$$

$$R_{\text{см}}^A = 210 \text{ (240) кг/см}^2$$

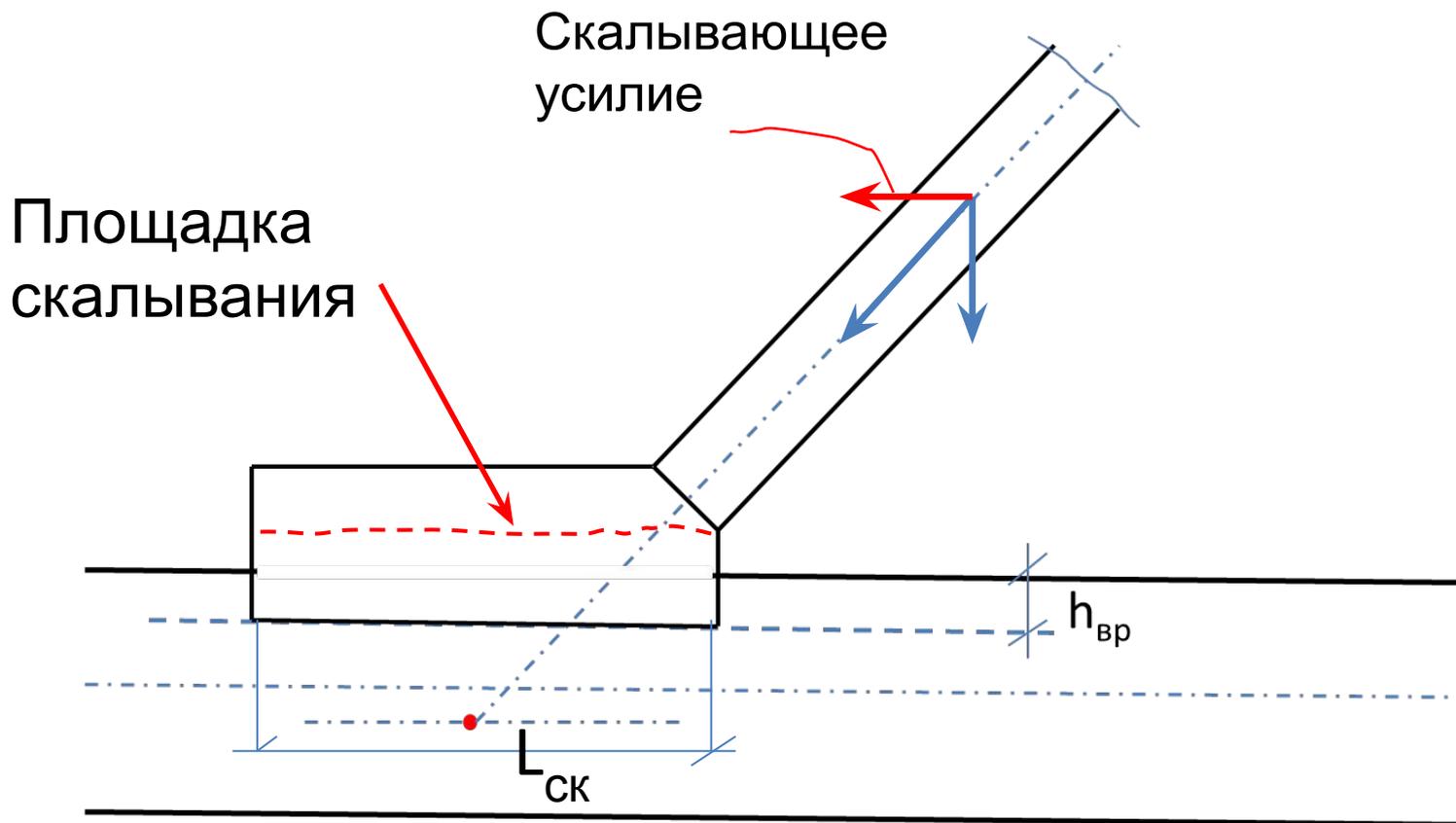
2. Проверка прочности на скалывание – определение безопасной длины опорной подушки

**Вопрос** – что может вызвать скалывание (раскалывание) опорной подушки???

Горизонтальная оставляющая усилия в раскосе.... равная  $|N_{\text{лев}} - N_{\text{пр}}|$

**Вопрос** – как происходит скалывание, где расположена площадка скалывания ????

(найдем там напряжения и сравним с  $R_{\text{ск}}$ )



$$\tau = \frac{|N_{лев} - N_{пр}|}{b_{НП} \cdot L_{СК}} \leq R_{СК};$$

$$R_{СК} = R_{СК}^A m_{дл} \Pi(m_B)$$

$$R_{СК}^A = 36 \text{ кг/см}^2$$

- $L_{СК} \geq \frac{|N_{лев} - N_{пр}|}{b_{НП} \cdot R_{СК}}$  - это значение  $L_{СК}$  по расчету (1)

- Есть конструктивное требование  $L_{СК} \geq 1,5h_{НП}$  (2)

- Кроме того,  $L_{СК}$  - должно быть достаточно для размещения

стяжного болта (3)

**Из трех значений  $L_{СК}$  выбираем большее... (и чертим!!!!)**

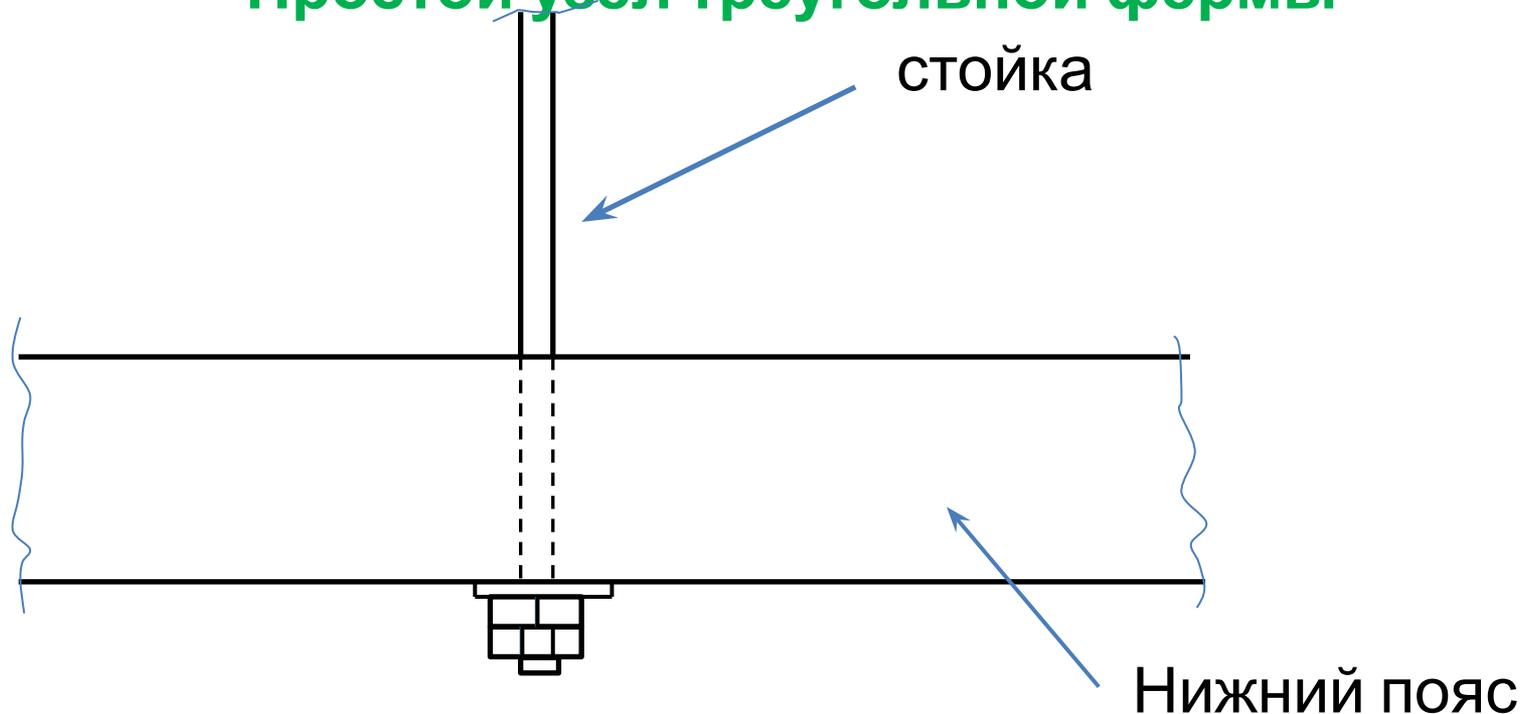
3. Определим минимальную площадь шайбы под стойкой

(полная аналогия с узлом на лобовой врубке)

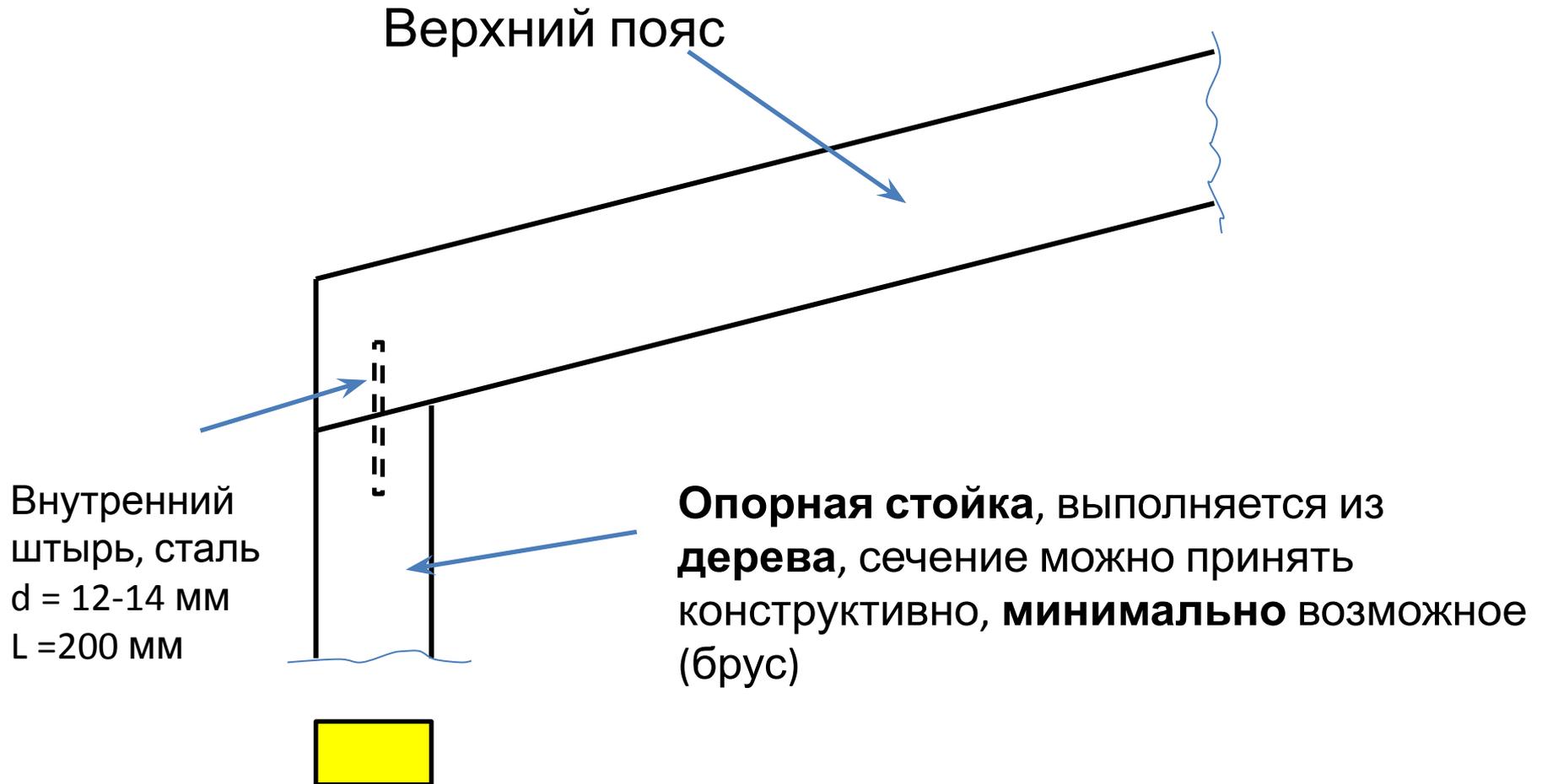
# Особые и простые узлы

Главное их отличие от стандартных (рядовых) – **нет расчета** (только конструирование или **черчение**). Для простых узлов это естественное условие, для особых – упрощение курсовика

## Простой узел треугольной фермы



## Простой узел полигональной фермы



## Особый узел №1 полигональной фермы

Этот узел получил спец. название – «**переломный узел**», чрезвычайно **ответственный элемент**, усилия велики, стандартными типами конструкций его не решить –

См. наш курс в MOODLE – пояснения к заданию №6, там приведены 2 возможных варианта (стр. 42 рис.24 а, б из пособия: Д.Б.Кауфман «Деревянные конструкции» ЛПИ 1976 )  
выбрать один, **начертить СВОЙ аналог.....без расчета!!!**

## Особый узел №2 полигональной фермы

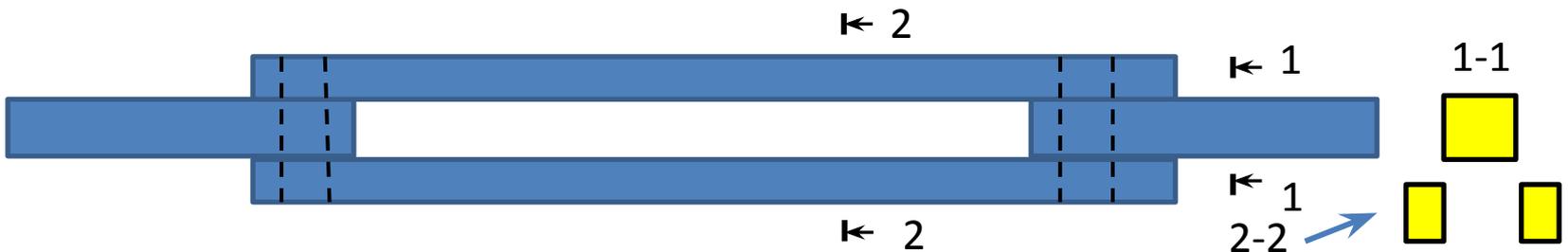
Отличие от стандартного узла – примыкание двух раскосов,

один из них – встречный раскос

### Обычный раскос

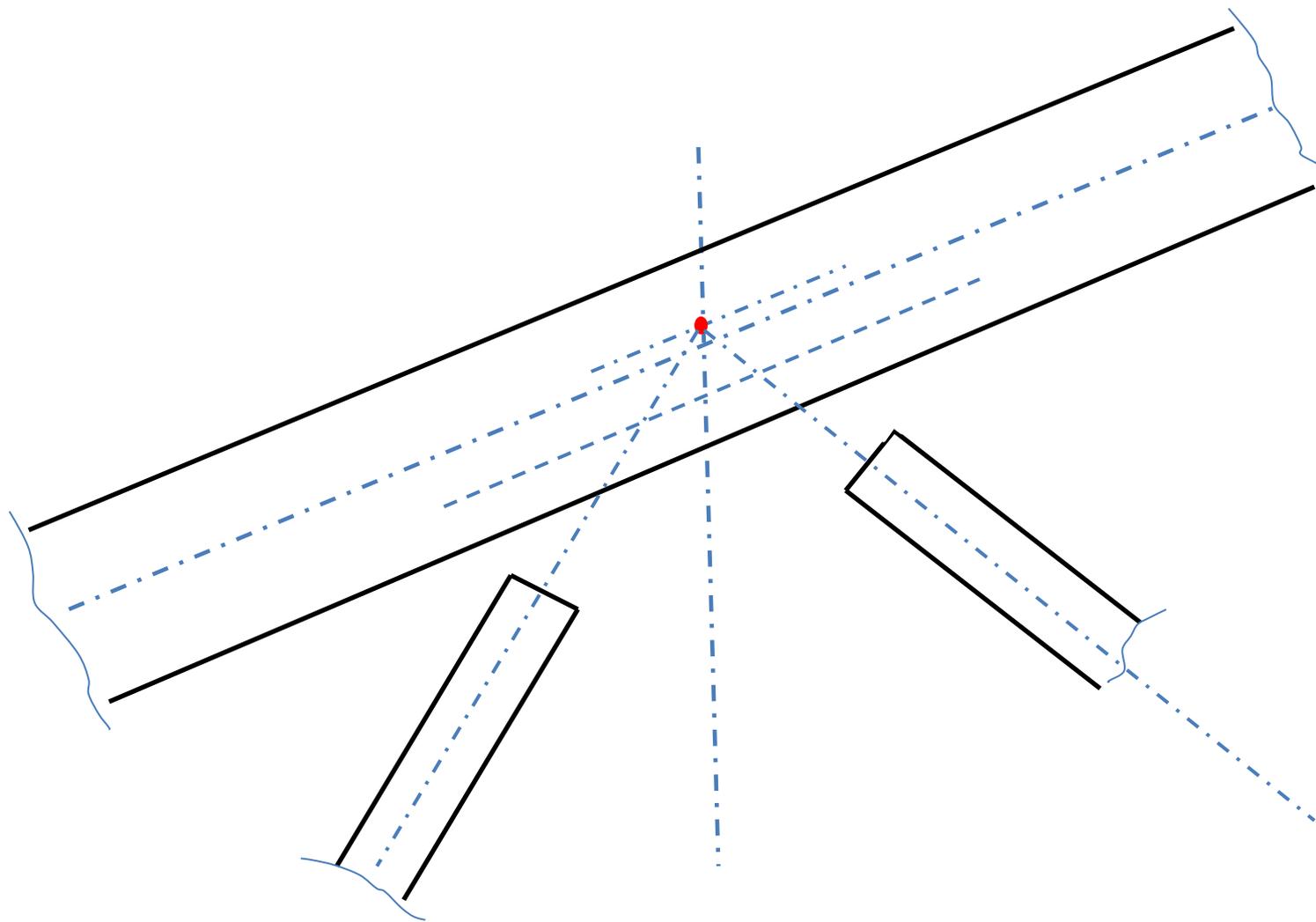


### Встречный раскос

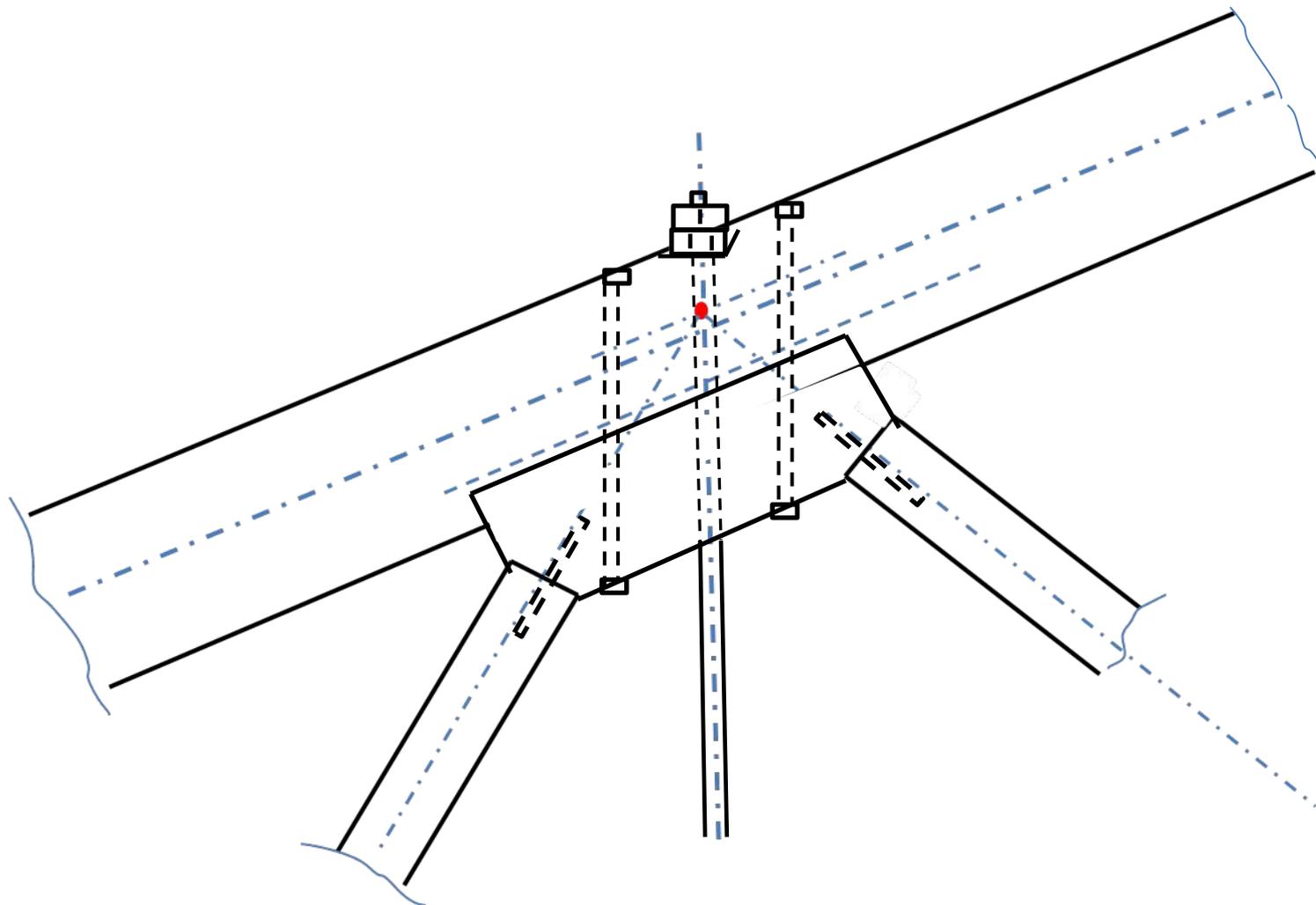




1. Центруем узел по оси ослабленного сечения, раскосы не доводим до пояса на 3-5 см



2. Конструируем опорную подушку, закладные штыри, чертим стойку с шайбой и гайками



**Все узлы чертим на отдельной форматке А4 в масштабе 1:10 и вкладываем в записку (кроме того, они будут и на чертеже А1)**

