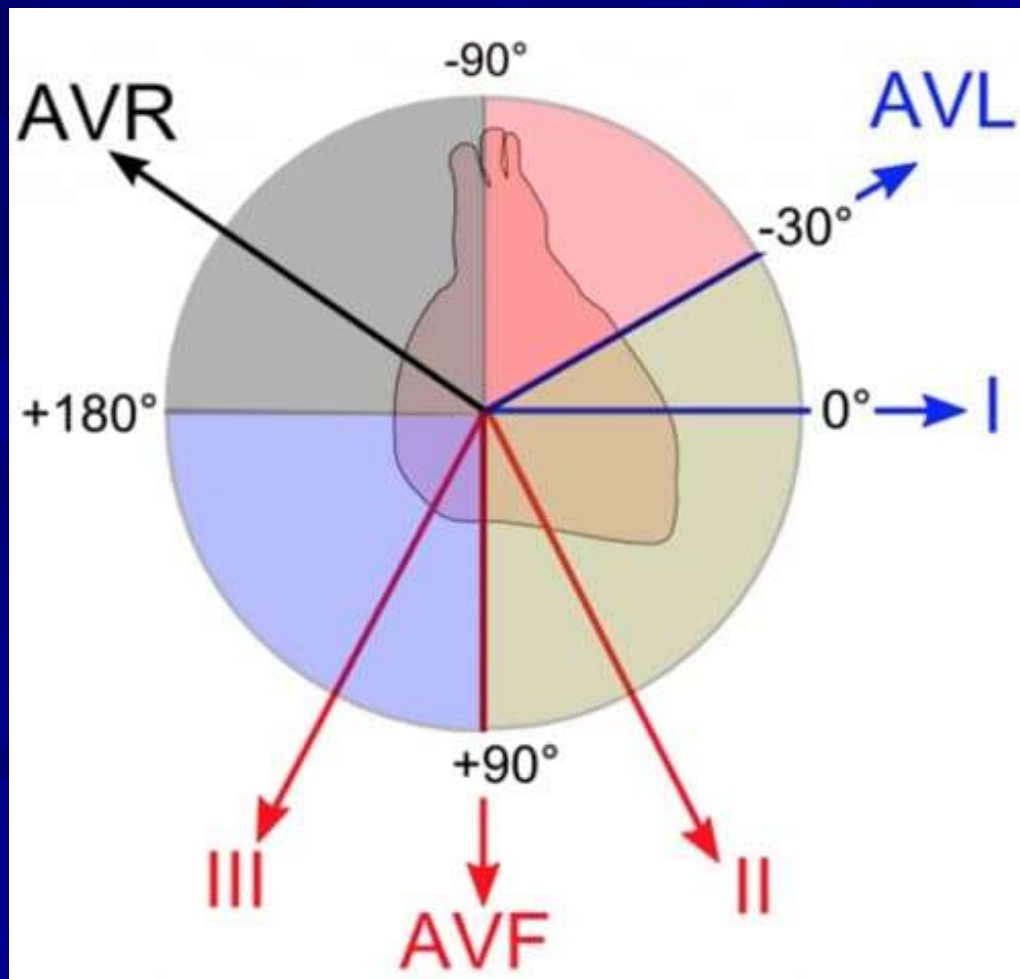
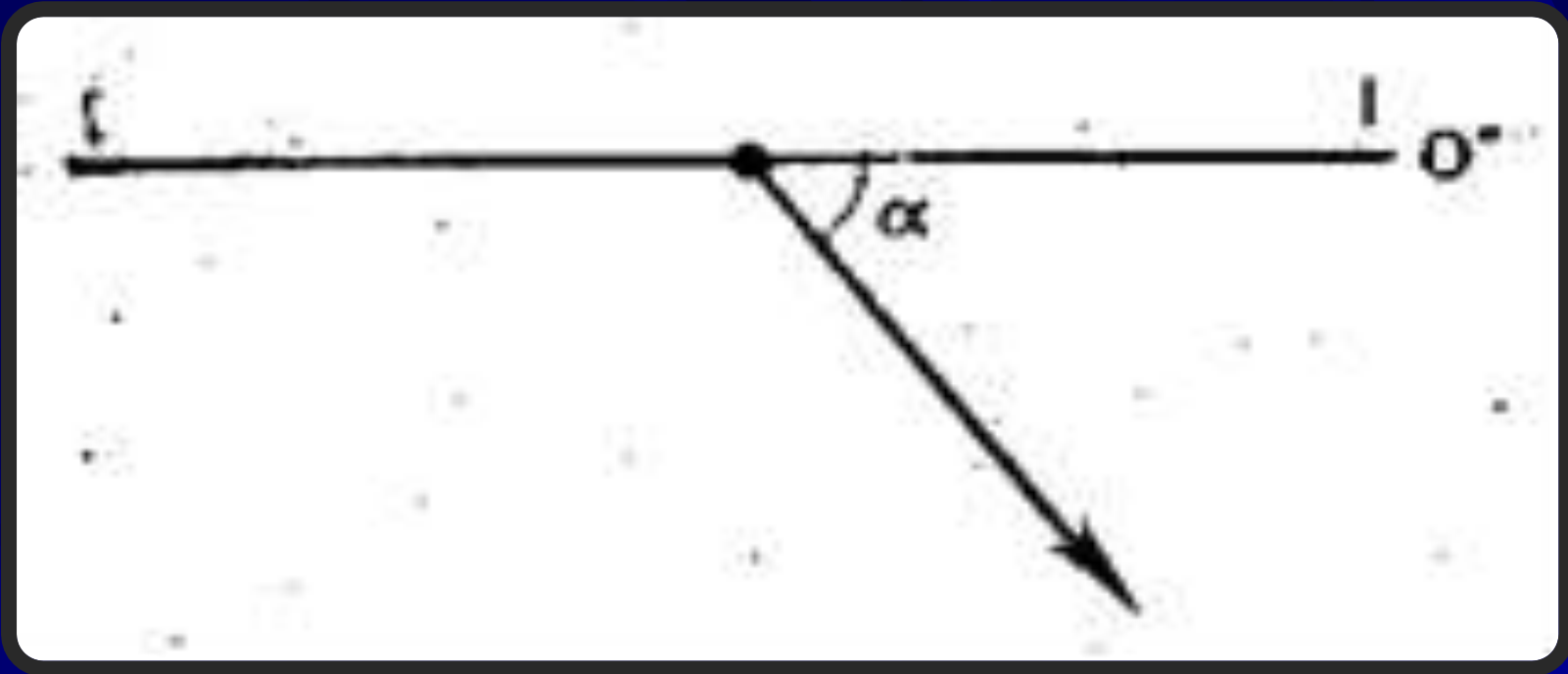


# Электрическая ось сердца



**Вектор сердца располагается в грудной клетке в трехмерном пространстве. Величина и направление этого вектора постоянно изменяются в течение всего сердечного цикла. Отразить результирующий сердечный вектор во фронтальной, горизонтальной и сагиттальной плоскостях позволяют 12 ЭКГ-отведений.**





ЭОС образует угол с осью I ст ( $\alpha$ ), по которому можно судить о направлении ЭОС.

У здоровых людей  $\alpha$  от 0 до  $+90^\circ$ .

**Повороты сердца во фронтальной плоскости (вокруг переднезадней оси) сопровождаются отклонениями ЭОС и существенными изменениями конфигурации комплексов QRS в стандартных и усиленных однополюсных отведениях от конечностей.**

# Система координат во фронтальной плоскости

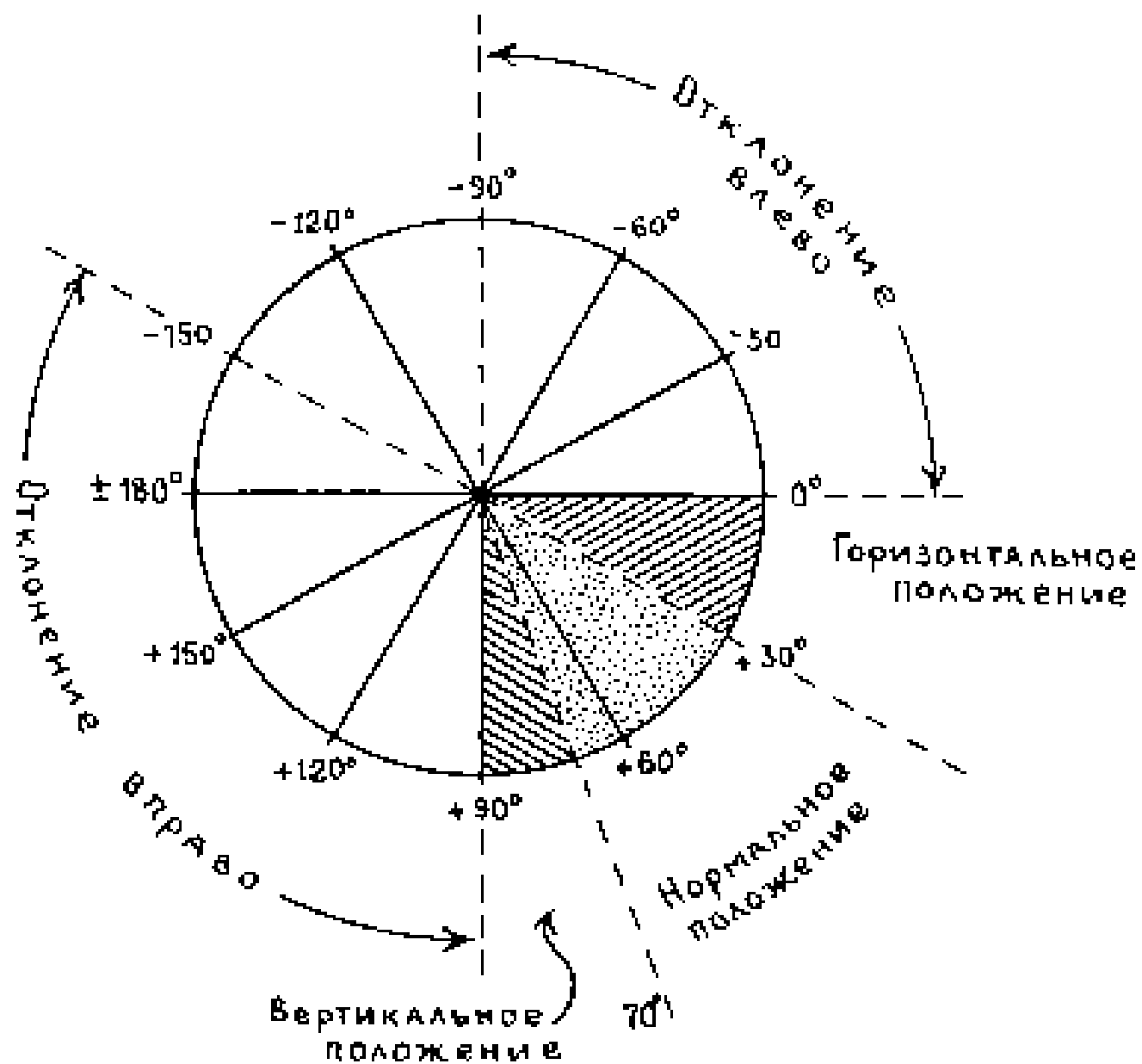


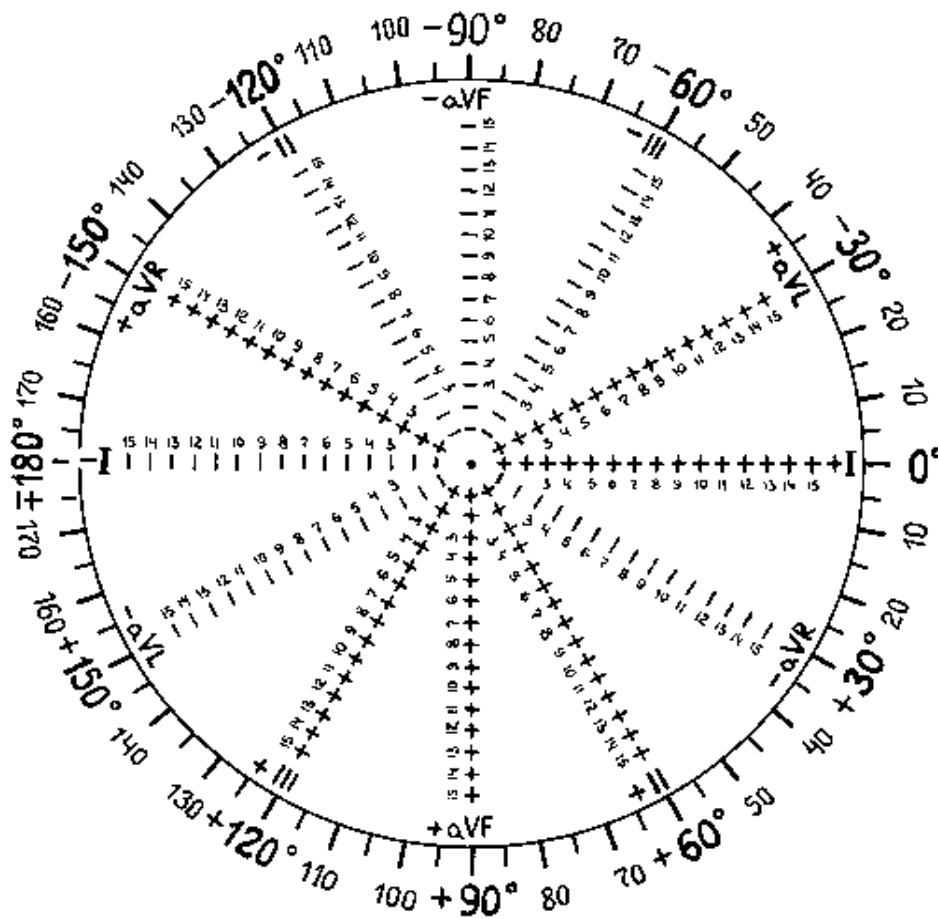
(+) полюс I ст. соответствует  $0^\circ$ ,  
 $\alpha$  (-)  $\pm 180^\circ$ .

Нижний конец перпендикуляра,  
проведенного к оси I ст.  
соответствует  $+90^\circ$ , а верхний  
конец  $-90^\circ$ .

ЭОС здоровых людей расположена  
обычно в левом нижнем квадранте.  
Различают следующие положения  
ЭОС:

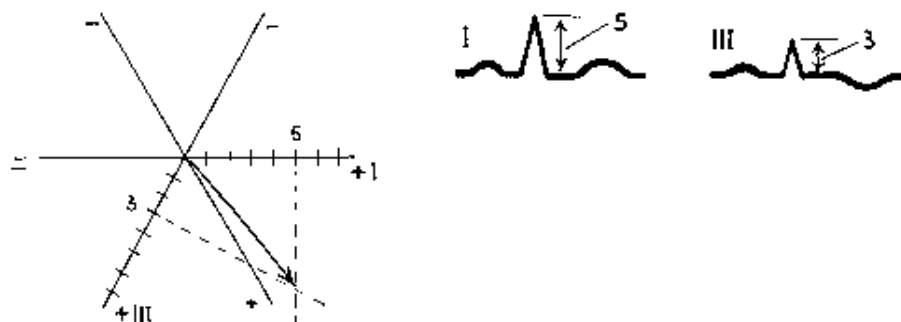
- 1) горизонтальное, если  
 $\alpha$  = от 0 до  $+40^\circ$ ;
- 2) нормальное, если  
 $\alpha$  = от  $+40$  до  $+70^\circ$ ;
- 3) вертикальное, если  
 $\alpha$  = от  $+70$  до  $+90^\circ$ .

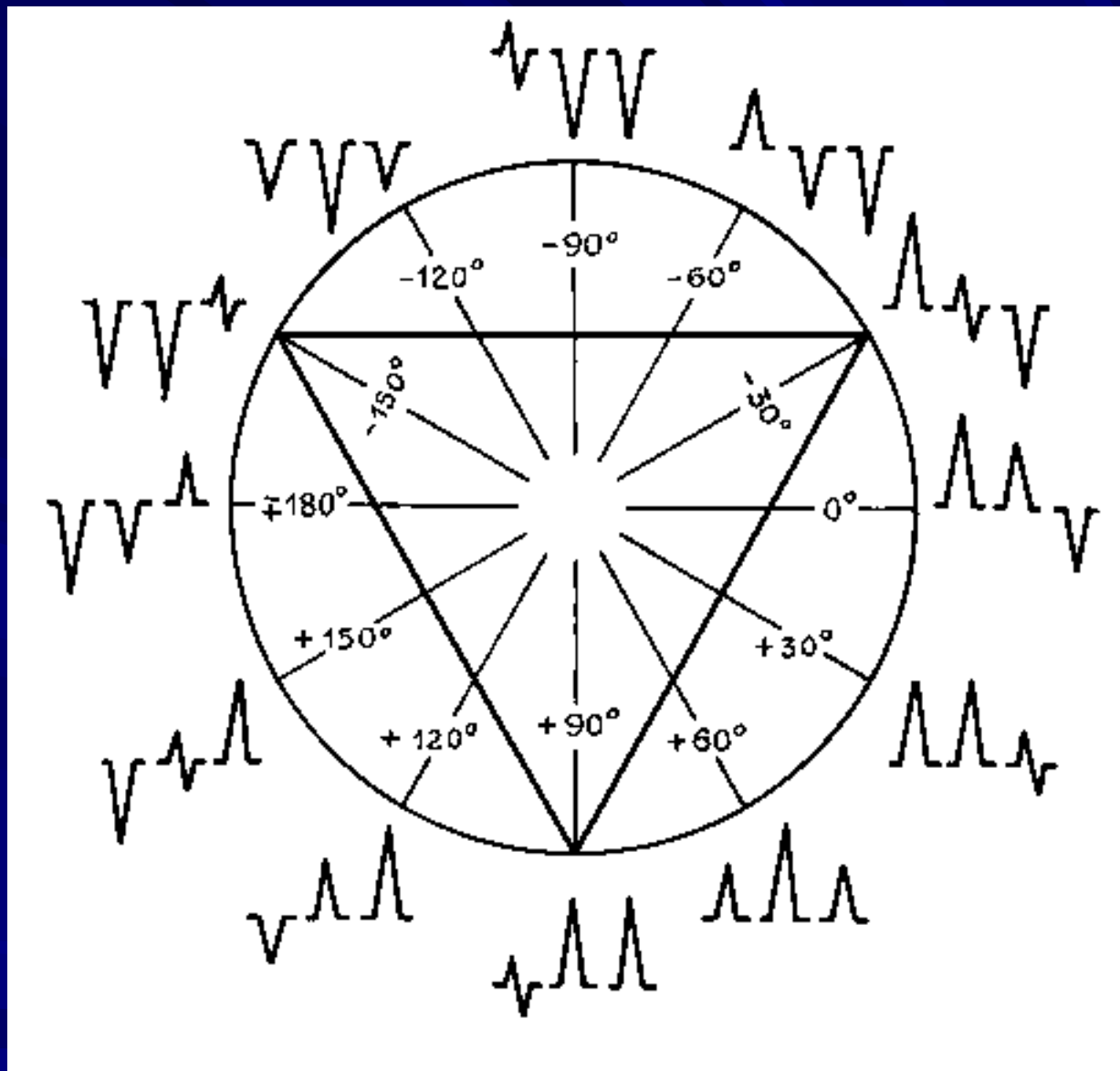




## Круг Бейли.

Пример определения угла по стандартным отведениям I и III.





**Конфигурация комплекса QRS в отведениях I, II, III  
в зависимости от различных положений угла  $\alpha$ .**



- I.  $\alpha > +90^\circ$  - отклонение ЭОС вправо
- II.  $\alpha \geq +120^\circ$  - резкое отклонение ЭОС вправо
- III.  $\alpha < 0^\circ$  ( $-5^\circ, -20^\circ, -40^\circ, -60^\circ$ ) - отклонение ЭОС влево
- IV.  $\alpha \leq -30^\circ$  - резкое отклонение ЭОС влево, ( $\alpha$  может быть равен  $-30^\circ, -40^\circ, -60^\circ$ )

Отклонение ЭОС сердца влево – заболевания ЛЖ (ГЛЖ)

Отклонение ЭОС вправо – заболевания ПЖ (ГПЖ)

Умеренное отклонение ЭОС влево при отсутствии других изменений ЭКГ может быть обусловлено горизонтальным расположением сердца и изредка бывает у людей гиперстенического телосложения, при ожирении и других состояниях, которые приводят к приподнятости купола диафрагмы.

Умеренное отклонение ЭОС вправо может наблюдаться у детей и подростков, а иногда у взрослых, особенно астенического телосложения.



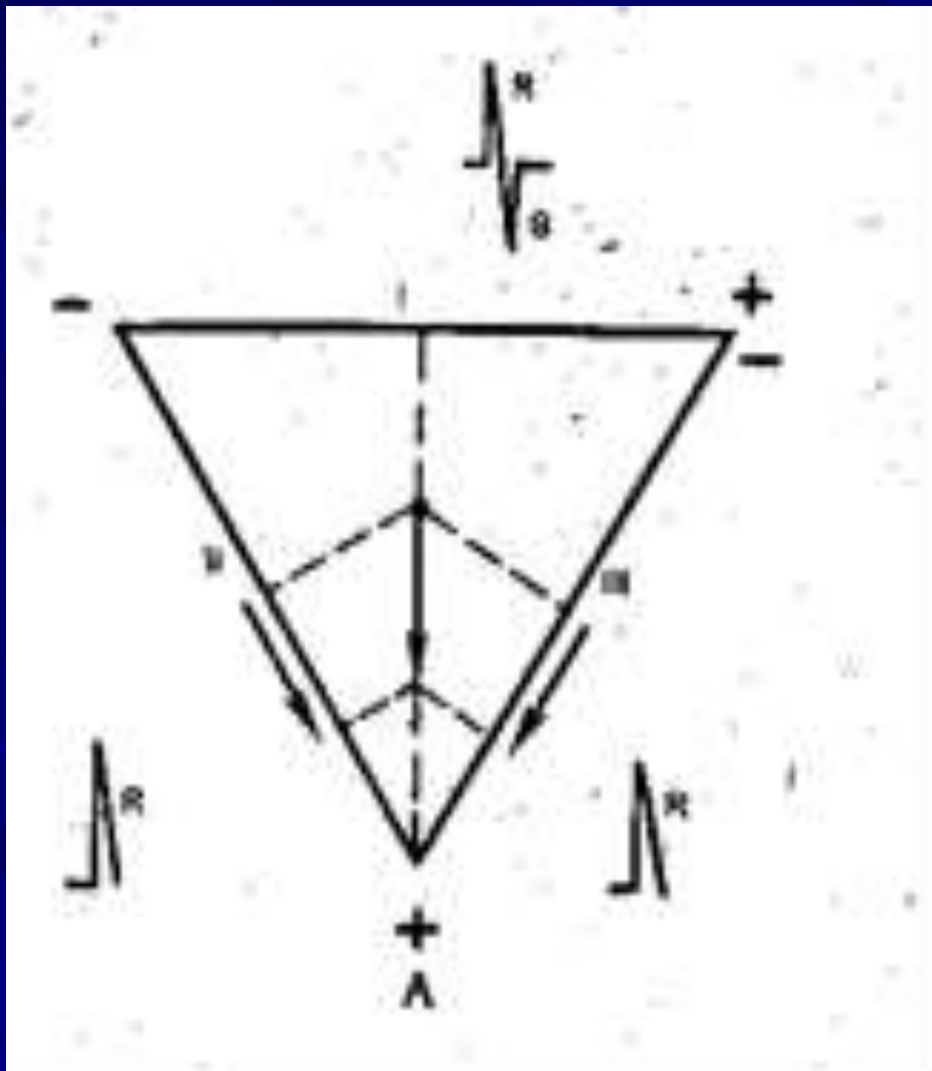
# Определение угла $\alpha$

Угол  $\alpha$  можно определить путем вычисления алгебраических сумм амплитуд зубцов комплекса QRS в I и III стандартных отведениях и нахождения его по таблицам.

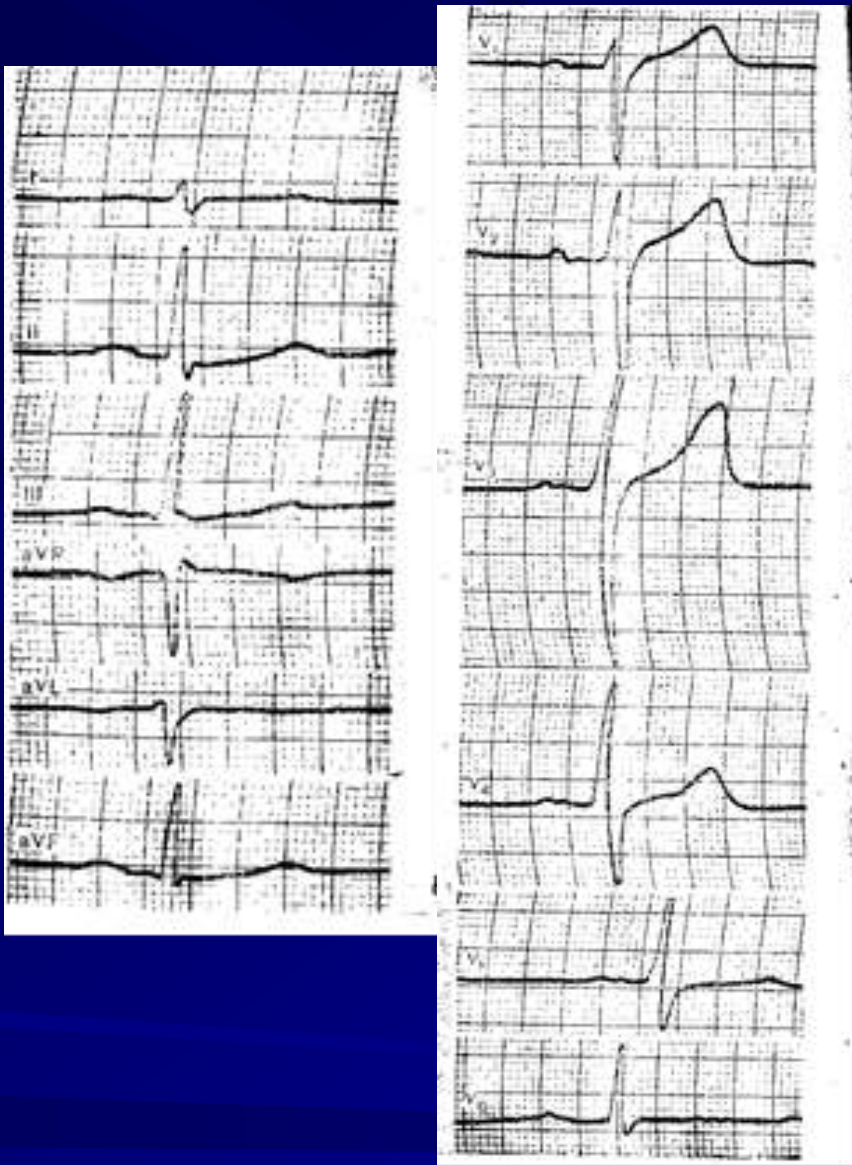
Визуальное определение основано на двух хорошо известных принципах:

1. Максимальное (+) значение алгебраической суммы зубцов QRS наблюдается в том отведении, ось которого приблизительно совпадает с расположением ЭОС, параллельна ей.
2. Комплекс типа QRS, где алгебраическая сумма зубцов равна нулю ( $R=S$  или  $R=Q+S$ ), записывается в том отведении, ось которого перпендикулярна ЭОС.

## Вертикальное положение электрической оси сердца (угол $\alpha = +90^\circ$ ).

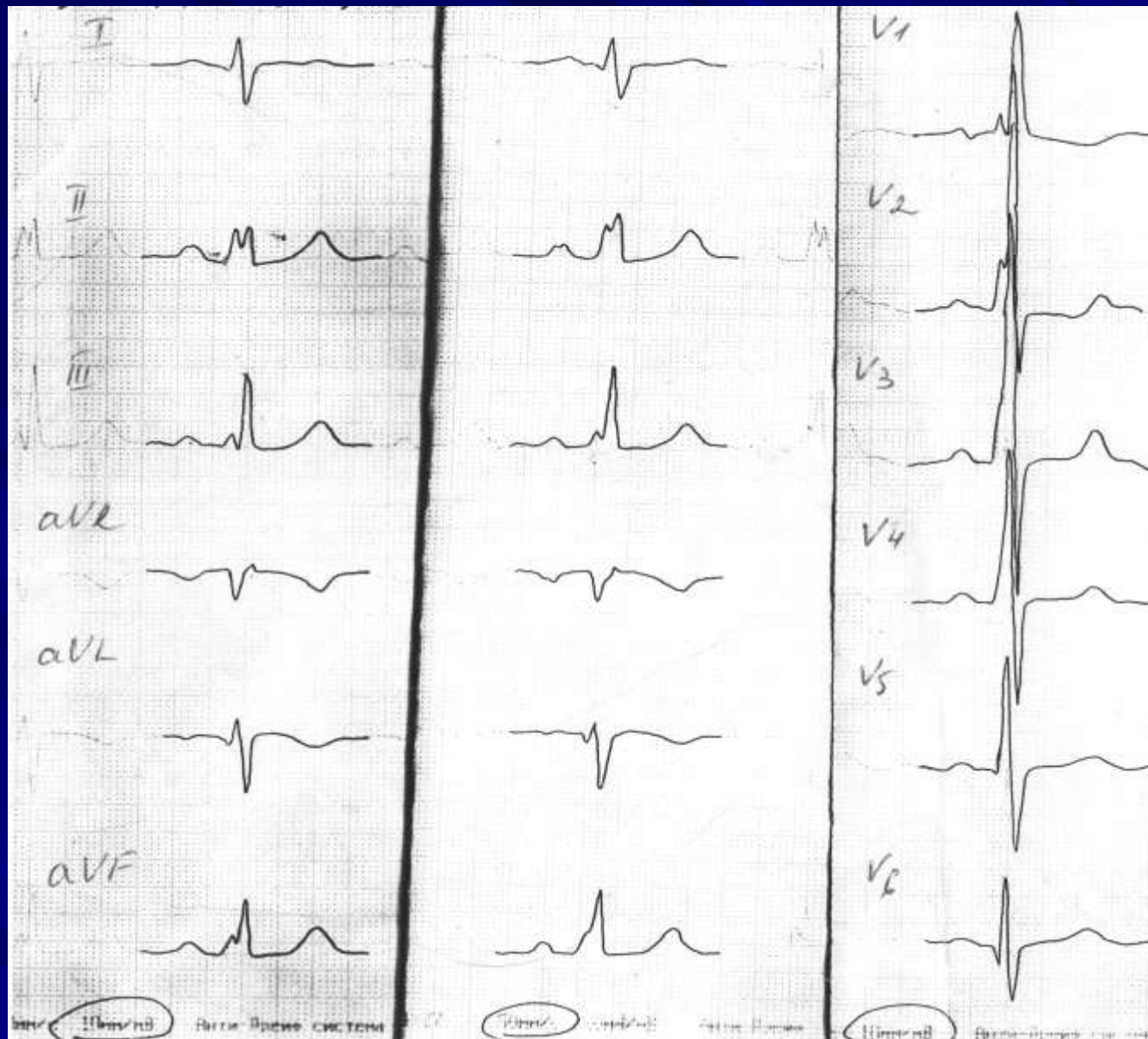


- В связи с тем что угол  $\alpha = +90^\circ$ , ЭОС перпендикулярна оси I отведения. Проекция ЭОС на ось этого отведения равна нулю,  $RI = SI$ .
- В связи с тем, что оси трех стандартных отведений образуют равносторонний треугольник, каждый из углов его равен  $60^\circ$ .
- Поэтому с точностью до  $30^\circ$  ЭОС одинаково параллельна осям II и III стандартных отведений.

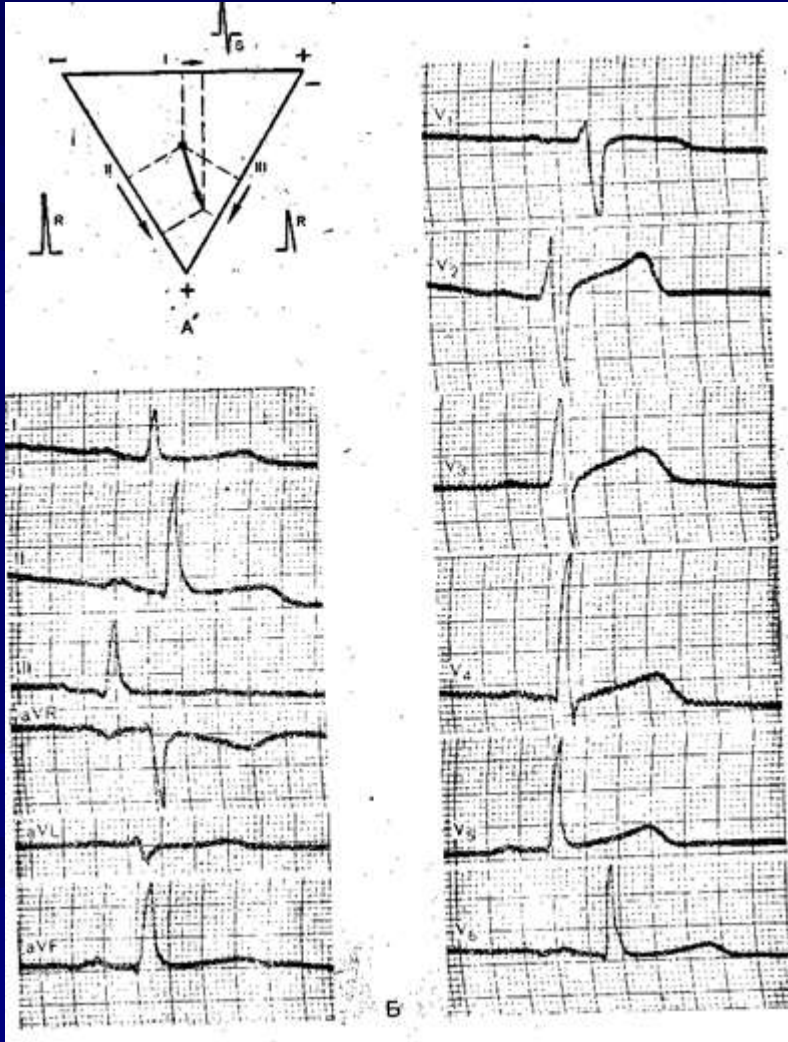


- Проекция ее на оси этих отведений одинаковая. Ось сердца проецируется на положительные половины осей этих отведений, поэтому  **$R_{II} = R_{III}$** . Это значит, что алгебраическая сумма зубцов ЭКГ в этих отведениях положительная и равна по амплитуде.
- Общее соотношение зубцов при  $\alpha = +90^\circ$ :  **$R_{II} = R_{III} > R_I$**  и  **$R_I = S_I$** . Основное значение для диагноза имеет равенство  $R_I = S_I$ . ЭОС совпадает с расположением оси **aVF**. Высокий **R** в **avF**, превышающий  $R_{II}$  и  $R_{III}$ , подтверждает диагноз вертикального расположения ЭОС.





# Вертикальное или полувертикальное положение ЭОС (угол $\alpha$ от $+70$ до $+90^\circ$ )



Как только  $\alpha$  будет  $< +90^\circ$ , ЭОС станет более параллельной II, чем III отведению и нечетко перпендикулярной I стандартному отведению:

$$RII > RIII > RI.$$

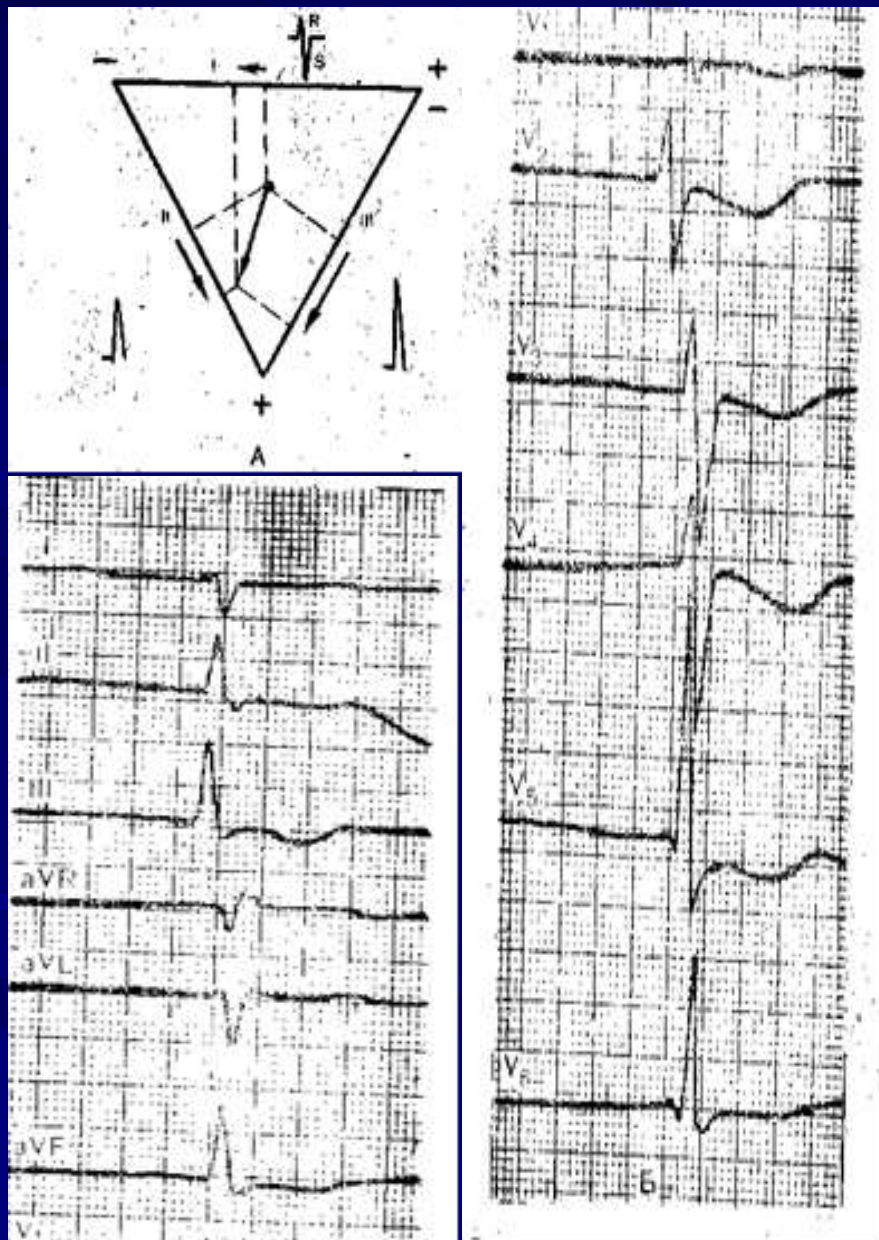
ЭОС проецируется на (+) часть оси I отведения, поэтому  $RI > SI$ . Ось сердца нечетко перпендикулярна отведению aVL и проецируется на его (-) часть:  $SaVL > RaVL$ .

Общее соотношение зубцов, характерное для полувертикального положения ЭОС с  $\alpha$  от  $+70$  до  $+90^\circ$ :

$$RII > RIII > RI \quad RI > SI \quad SaVL > RaVL$$



# Отклонение ЭОС вправо ( $>+90^\circ$ )

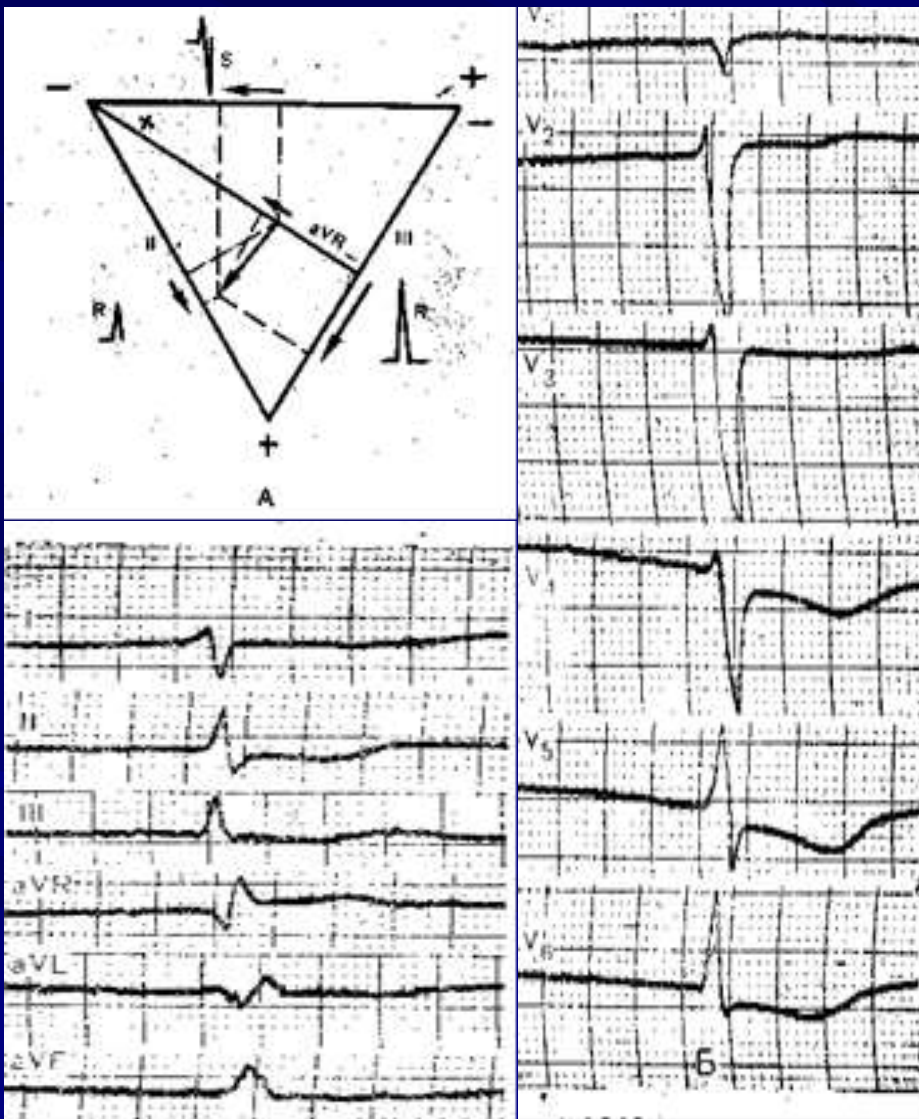


При  $\alpha > +90^\circ$  ЭОС наиболее параллельна III:  **$R_{III} > R_{II}$** .  
Ось сердца нечетко перпендикулярна оси I отведения и проецируется на его (-) часть, поэтому **SI  $>$  RI** (наиболее важно).

Общее соотношение зубцов:  
 **$R_{III} > R_{II} > R_I$     SI  $>$  RI.**

На ЭКГ:  **$R_{III} > R_{II} > R_I$  и  $SI > RI$ . Гипертрофия обоих желудочков**

## Резкое отклонение электрической оси сердца вправо ( $\alpha \geq +120^\circ$ )



ЭОС параллельна оси III отведения, поэтому  **$R_{III} > R_{II}$** . Проецируется на (-) часть оси I отведения и  **$SI > RI$** .

Общее соотношение зубцов:

**$R_{III} > R_{II} > R_I$ ;  $SI > RI$ ;  $\frac{R_{aVR}}{Q(S)aVR} \geq \frac{Q(S)aVR}{aVR}$  (умеренное отклонение  $< \alpha$  от  $+90$  до  $+120^\circ$ )**

**$Q(S)aVR = RaVR$  (резкое отклонение  $< \alpha = +120^\circ$ )**

**$Q(S)aVR < RaVR$  (резкое отклонение  $< \alpha > +120^\circ$ )**

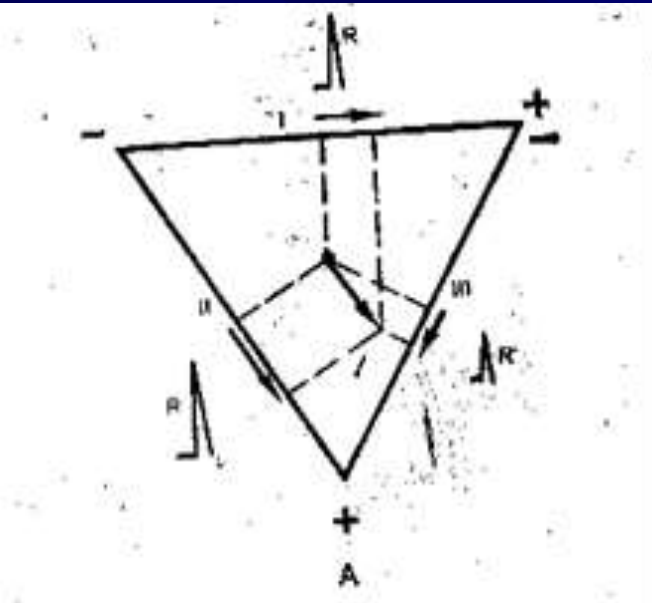
**на ЭКГ:  $R_{III} > R_{II} > R_I$ ;  $SI > RI$ ;  $R_{aVR} > Q(S)aVR$**

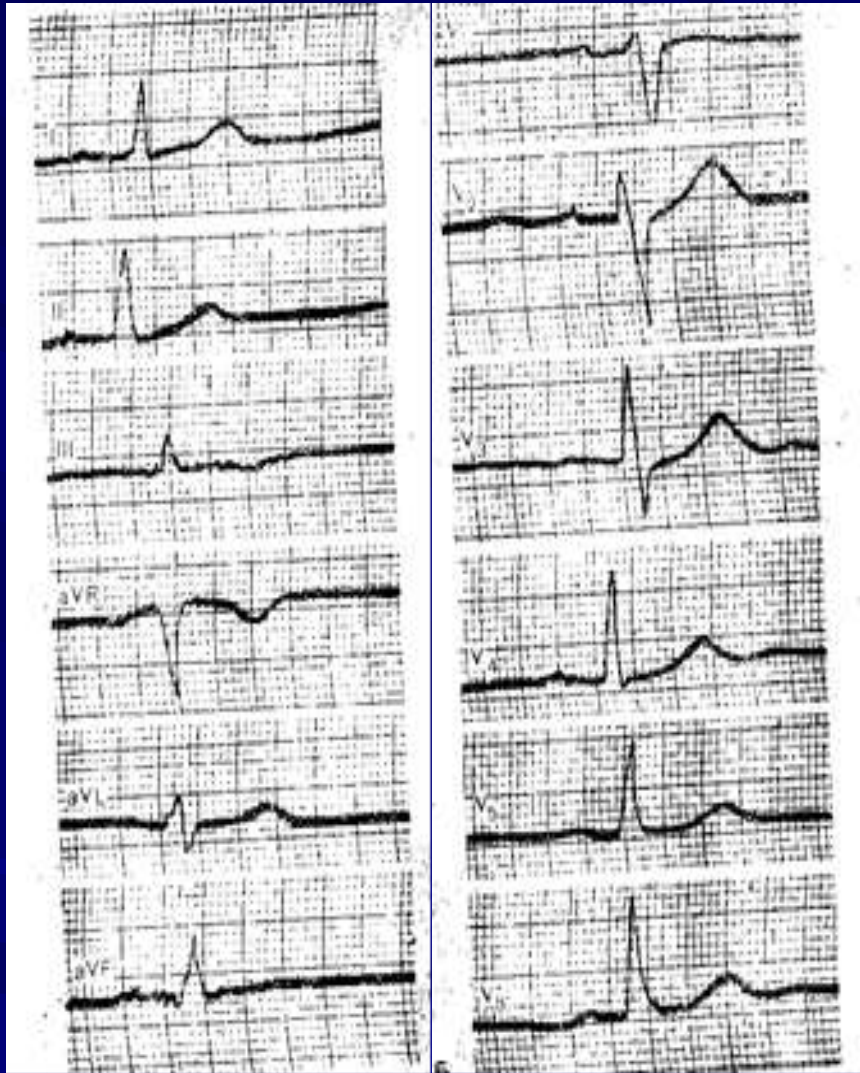


## Нормальное положение ЭОС ( $\alpha = \text{от } +40 \text{ до } +70^\circ$ )

Ось сердца параллельна оси II отведения, поэтому проекция ее на положительную часть оси этого отведения будет наибольшей, а зубец RII будет наибольшей амплитуды. ЭОС более параллельна II, чем I отведению, проекция её на положительную часть оси I отведения меньше аналогичного отрезка на оси II отведения, в связи с чем  $R_{II} > R_I$ .

Ось сердца нечетко перпендикулярна оси III отведения, поэтому проекция ее на ось этого отведения наименьшая, и  $R_{II} > R_I > R_{III}$ . ЭОС проецируется на положительную часть оси III отведения, в результате этого  $R_{III} > S_{III}$ .



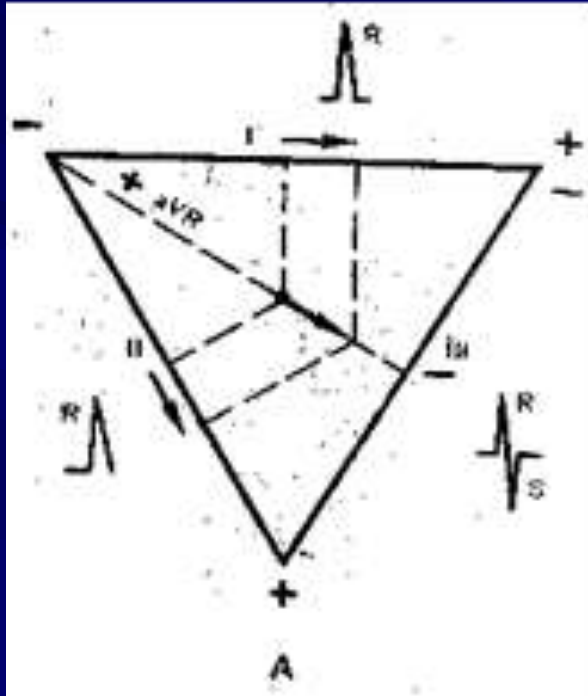


При нормальном расположении ЭОС алгебраическая сумма зубцов во всех трех стандартных отведениях положительная, и ЭКГ в этих отведениях представлена положительными зубцами R.

Для  $\alpha$  от  $+40$  до  $+70^\circ$  характерно следующее соотношение зубцов:  **$R_{II} > R_I$**   **$> R_{III}$** . При таком положении ЭОС она более или менее перпендикулярна оси aVL. Поэтому алгебраическая сумма зубцов близка к 0 и  $R_{aVL} < S_{aVL}$ .

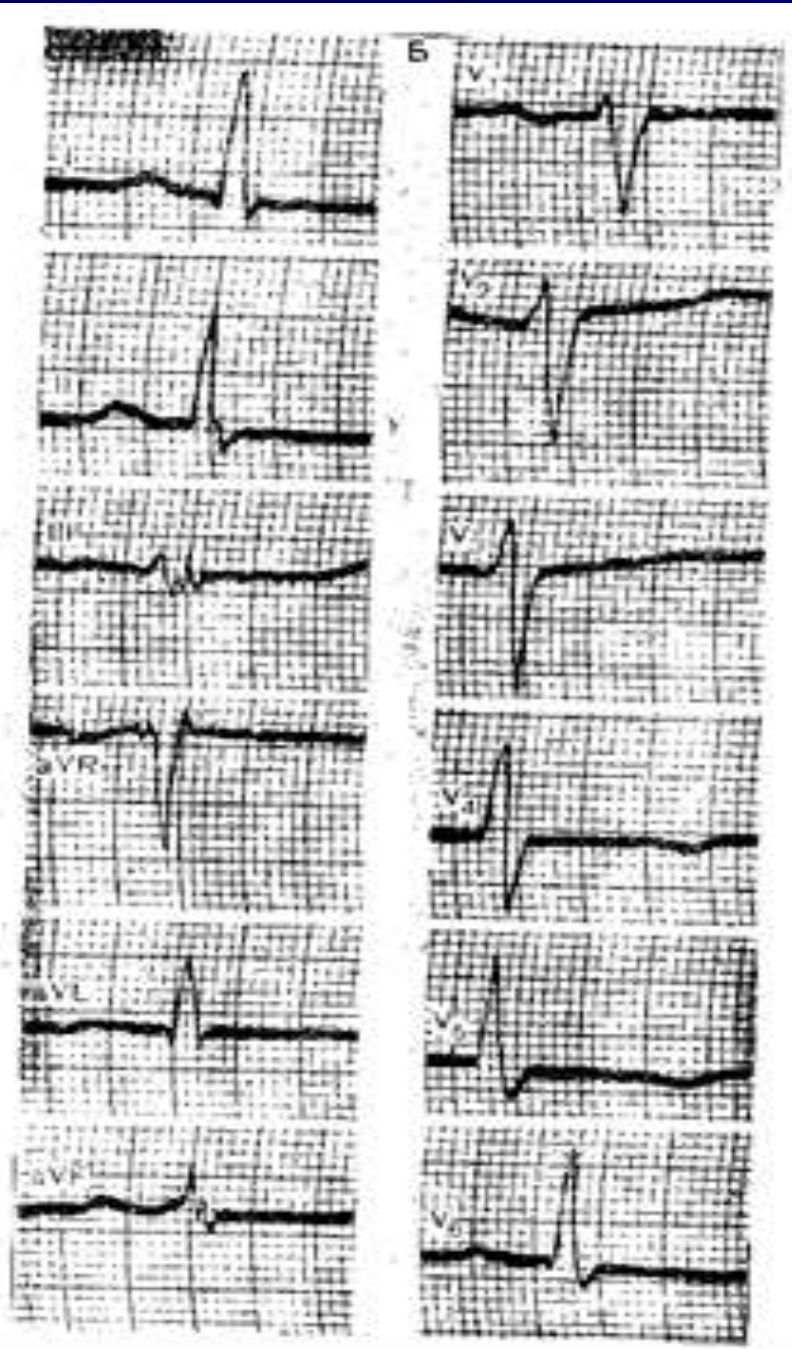
В связи с этим приблизительное равенство зубцов R и S в отведении aVL, когда  $R_{aVL} < S_{aVL}$  помогает диагностике нормального

## Полугоризонтальное положение ЭОС ( $\alpha + 30^\circ$ )



ЭОС четко перпендикулярна III отведению, т.к. направление ее совпадает с расположением оси aVR. Алгебраическая сумма зубцов в III отведении равна 0, поэтому  $R_{III} = S_{III}$ . Ось отведения aVR делит угол треугольника Эйнтховена на 2 угла по  $30^\circ$ . В связи с этим с точностью до  $30^\circ$  ЭОС одинаково параллельна I и II стандартным отведениям. Ось сердца проецируется на положительные части осей этих отведений. Проекция ее на оси этих отведений одинаковая. Следовательно,  $R_I = R_{II} > R_{III}$ . В связи с тем, что расположение ЭОС совпадает с направлением оси отведения aVR и электрическая ось проецируется на отрицательную часть оси этого отведения.





Для полугоризонтального  
положения ЭОС с  $\alpha = +30^\circ$   
характерно следующее  
соотношение зубцов:

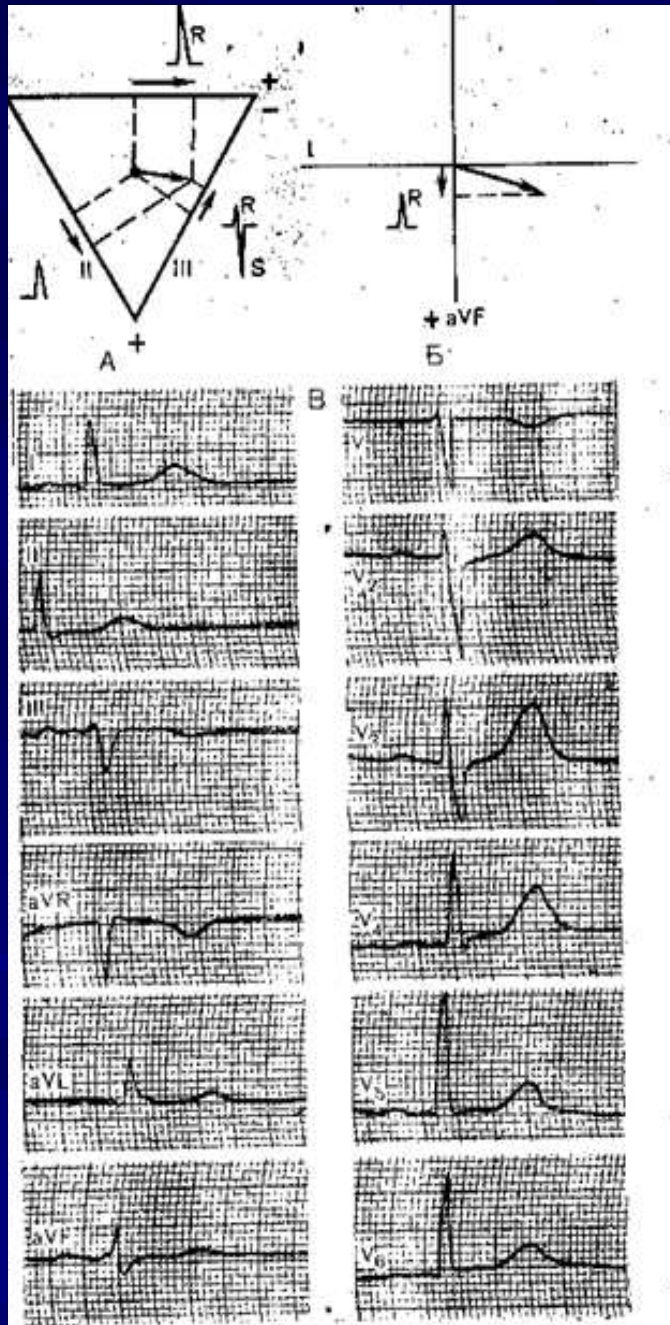
$$RI = RII > RIII;$$

$$\underline{RIII = SIII \text{ (важно)}}.$$

на ЭКГ:  $RI = RII > RIII$ ;  
 $RIII = SIII$

QRS III расщеплен

## Горизонтальное положение ЭОС ( $\alpha = \text{от } 0 \text{ до } +30^\circ$ )



ЭОС наиболее параллельна I отведению, проекция ее на ось этого отведения наибольшая:  $R_I > R_{II}$ . ЭОС нечетко перпендикулярна оси III отведения и проецируется на его (-) часть, т. е.  $S_{III} > R_{III}$ . ЭОС проецируется на положительную часть оси отведения aVF; следовательно, алгебраическая сумма зубцов в этом отведении положительная и  $R_{aVF} > S_{aVF}$ .

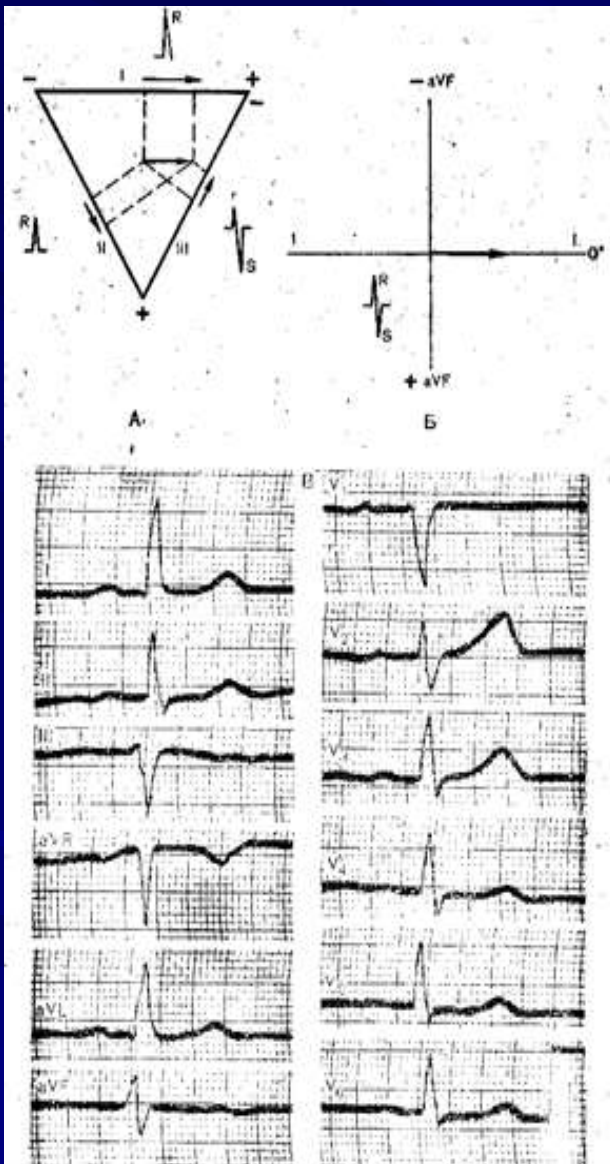
Общее соотношение зубцов ЭКГ, характерное для горизонтального положения ЭОС (от 0 до  $+30^\circ$ ):

**$R_I > R_{II} > R_{III}$ ;  $S_{III} > R_{III}$ ;  $R_{aVF} > S_{aVF}$**

на ЭКГ:  $R_I > R_{II} > R_{III}$ ;  $S_{III} > R_{III}$ ;  $R_{aVF} > S_{aVF}$



## Горизонтальное положение электрической оси сердца ( $\alpha = 0^\circ$ )



ЭОС проецируется на (+) часть I отведения и величина проекции в этом отведении наибольшая. ЭОС проецируется также на (+) часть оси II отведения, но  $R_I > R_{II}$ . ЭОС проецируется на (-) часть оси III отведения, поэтому алгебраическая сумма зубцов в этом отведении отрицательная и  $S_{III} > R_{III}$ . ЭОС перпендикулярна оси aVF и ее проекция равна 0, в связи с чем  $R_{aVF} = S_{aVF}$ .

Таким образом, для горизонтального положения электрической оси сердца ( $\alpha = 0^\circ$ ) характерно:

**$R_I > R_{II} < R_{III}$   $S_{III} > R_{III}$  и  $R_{aVF} = S_{aVF}$  (важно)**

На ЭКГ:  $R_I > R_{II} > R_{III}$ ;  $S_{III} > R_{III}$ ;  $R_{aVF} = S_{aVF}$