

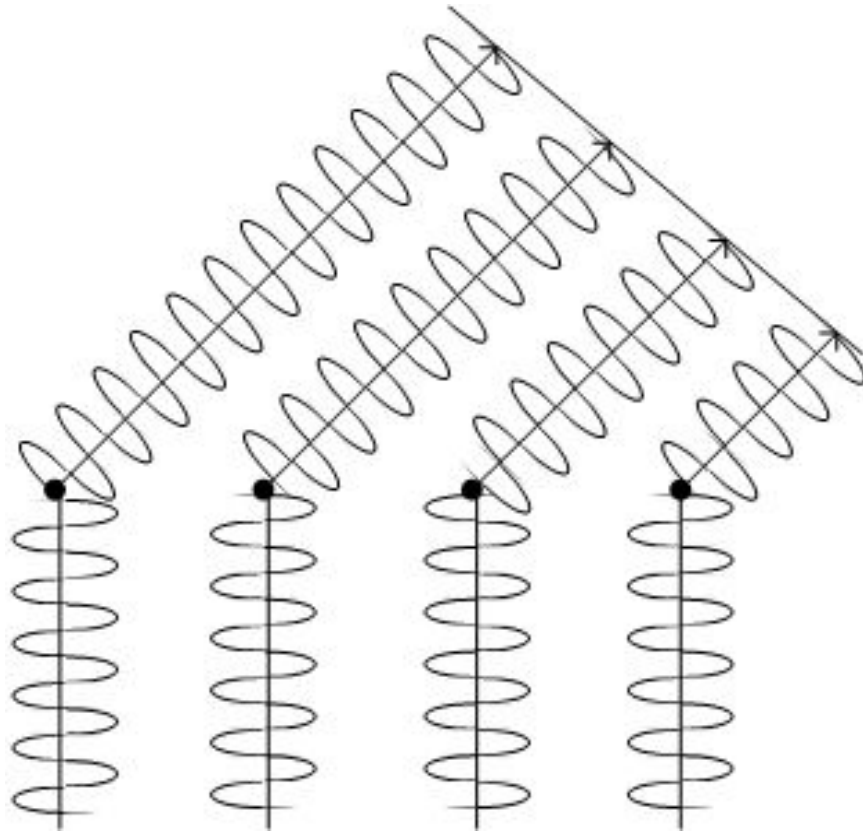
Структура курса

- Введение
 - Фазированные антенные решетки и их назначение
- Теория ФАР
 - Основные характеристики ФАР
 - Диаграммоформирование в ФАР
 - Особенности широкополосного диаграммоформирования
- Техника ФАР
 - Схемы возбуждения ФАР
 - Принципы конструирования ФАР
 - Калибровка и контроль ФАР

Влияние ФАР на широкополосный сигнал:

- Затягивание фронта сигнала
 - межсимвольная интерференция каналов
- Зависимость коэффициента усиления от частоты
 - уход положения диаграммы направленности

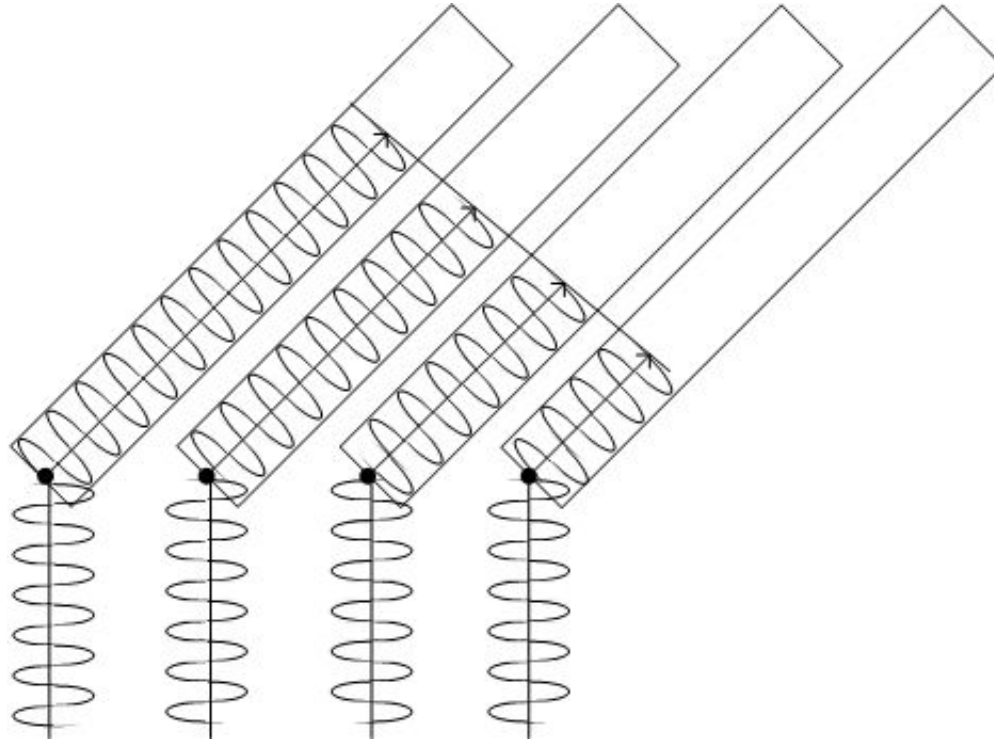
Монохроматический сигнал – когерентное сложение



$$\Psi_n = \frac{2\pi}{\lambda} (ux_n + vy_n) - \Psi_n^0$$

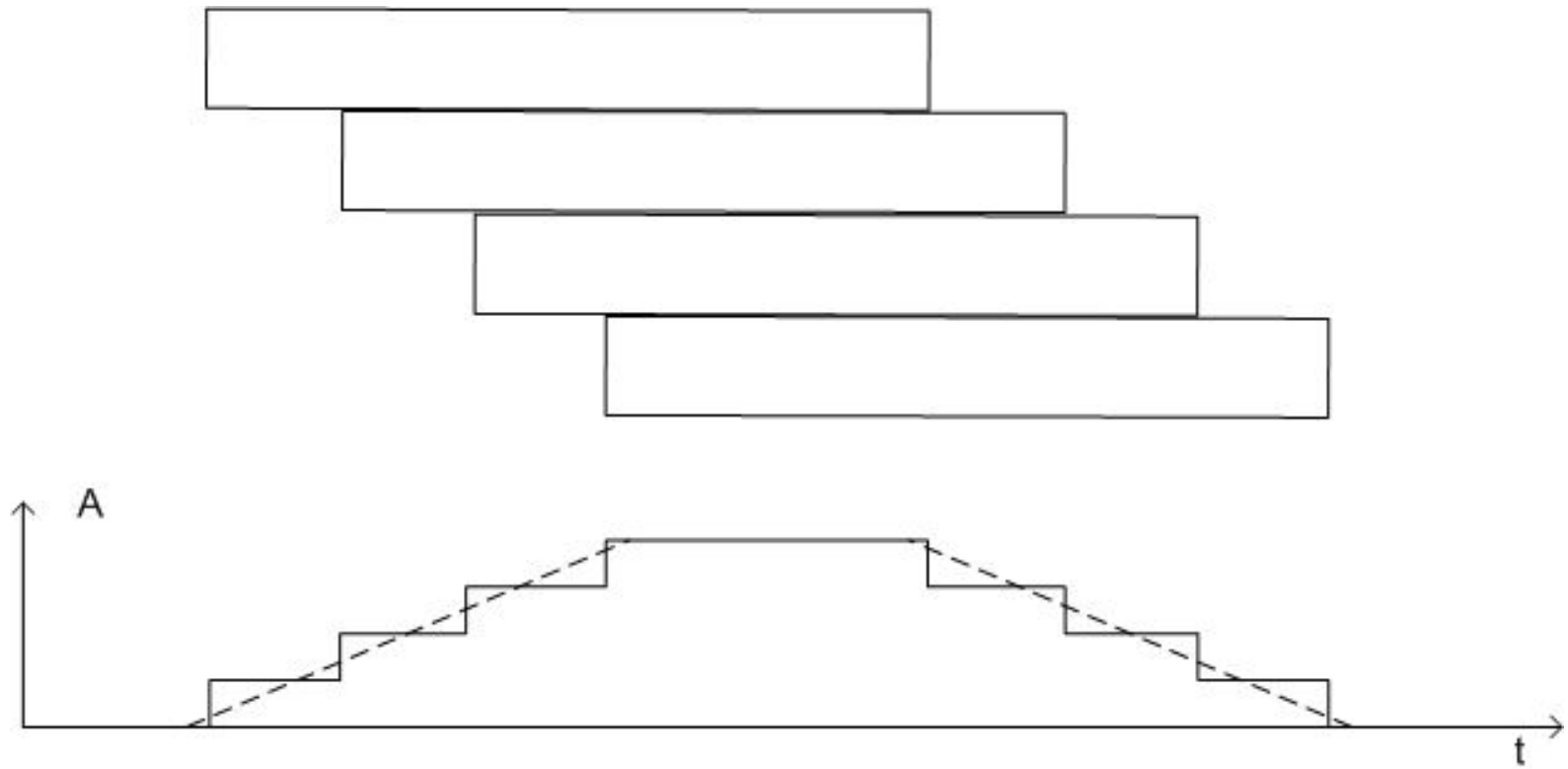
пусть $\Psi_n^0 \equiv 0$

Модулированный сигнал – когерентное сложение



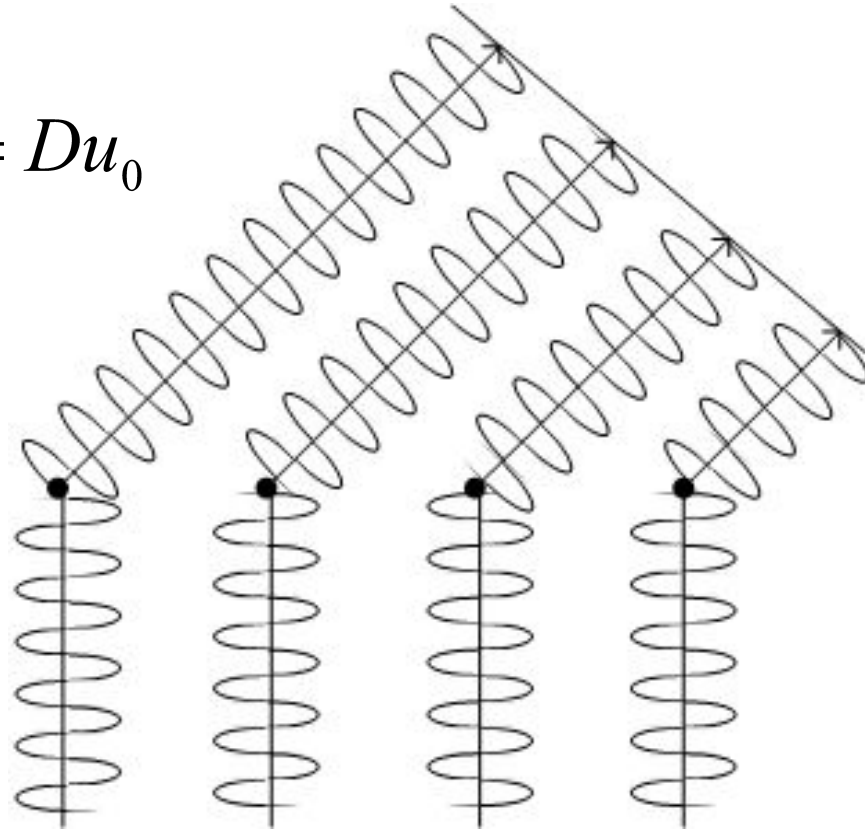
Сигнал в каждом канале синхронно включается на время T
(прямоугольная модуляция)

Модулированный сигнал – затягивание фронта

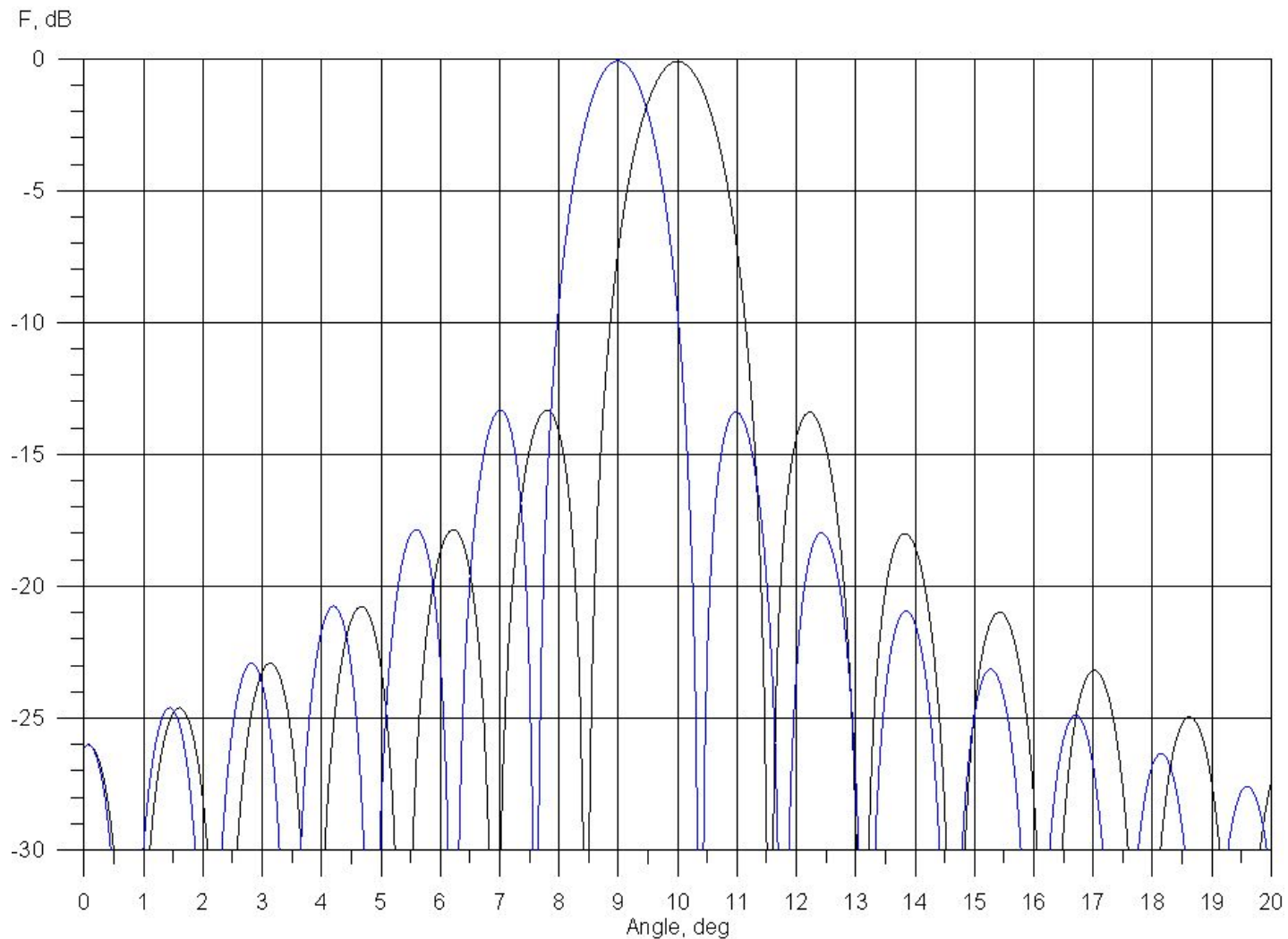


Затягивание фронта

$$L = Du_0$$



Уход положения ДН



Ширина полосы ФАР с точки зрения частотного сканирования

Уход ДН не должен изменять мощность сигнала более чем на 3 дБ.

Ширина ДН $u_{3dB} = \frac{\lambda}{D}$ (уход должен быть в половину меньше)

Относительная отстройка частоты δ

Максимальный угол отклонения u_0 (направляющий косинус)

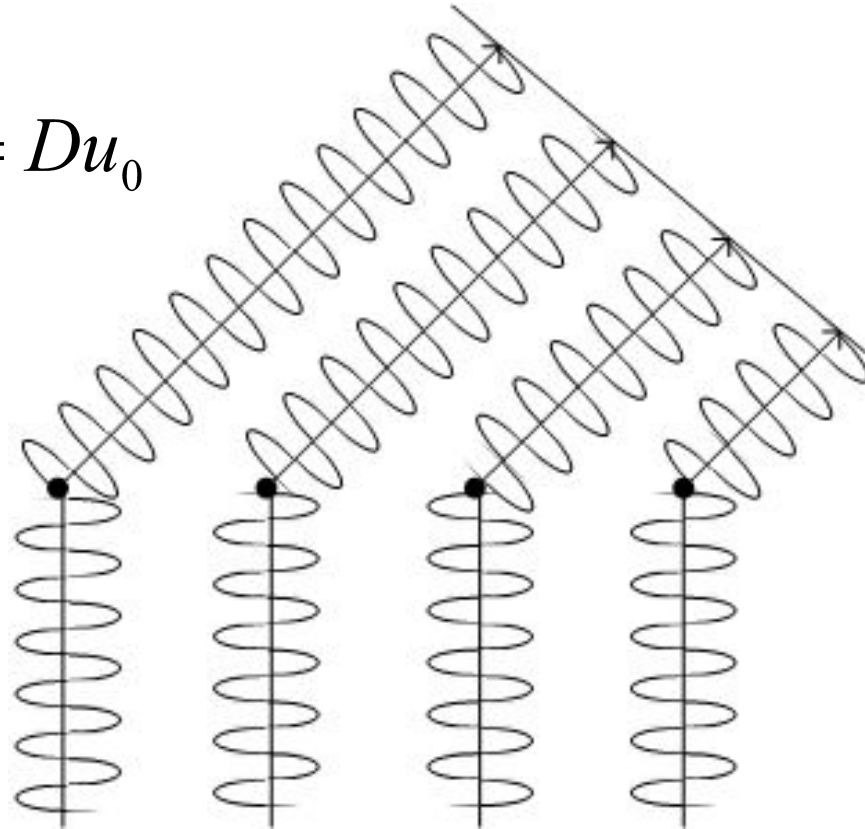
Частотный уход максимума ДН δu_0

Соотношение для оценки ширины полосы $\delta u_0 < \frac{u_{3dB}}{2}$

Альтернативное соотношение для оценки $2\delta u_0 < \frac{\lambda}{D}$

Затягивание фронта

$$L = Du_0$$



Ширина полосы ФАР с точки зрения затягивания фронта сигнала

Дополнительное время, вносимое антенной, не должно быть больше
характерного времени сигнала

Дополнительное время $\frac{Du_0}{c}$

Характерное время фронта $\frac{1}{\Delta f}$ или $\frac{1}{2\delta f}$

для ширины полосы $\Delta f = 2\delta f$, частоты $f = \frac{c}{\lambda}$

Итак, характерное время $\frac{\lambda}{2\delta c}$

Соотношение $\frac{Du_0}{c} < \frac{\lambda}{2\delta c}$ или $2\delta u_0 < \frac{\lambda}{D}$

Ширина полосы ФАР с точки зрения частотного сканирования

Уход ДН не должен изменять мощность сигнала более чем на 3 дБ.

Ширина ДН $u_{3dB} = \frac{\lambda}{D}$ (уход должен быть в половину меньше)

Относительная отстройка частоты δ

Максимальный угол отклонения u_0 (направляющий косинус)

Частотный уход максимума ДН δu_0

Соотношение для оценки ширины полосы $\delta u_0 < \frac{u_{3dB}}{2}$

Альтернативное соотношение для оценки $2\delta u_0 < \frac{\lambda}{D}$

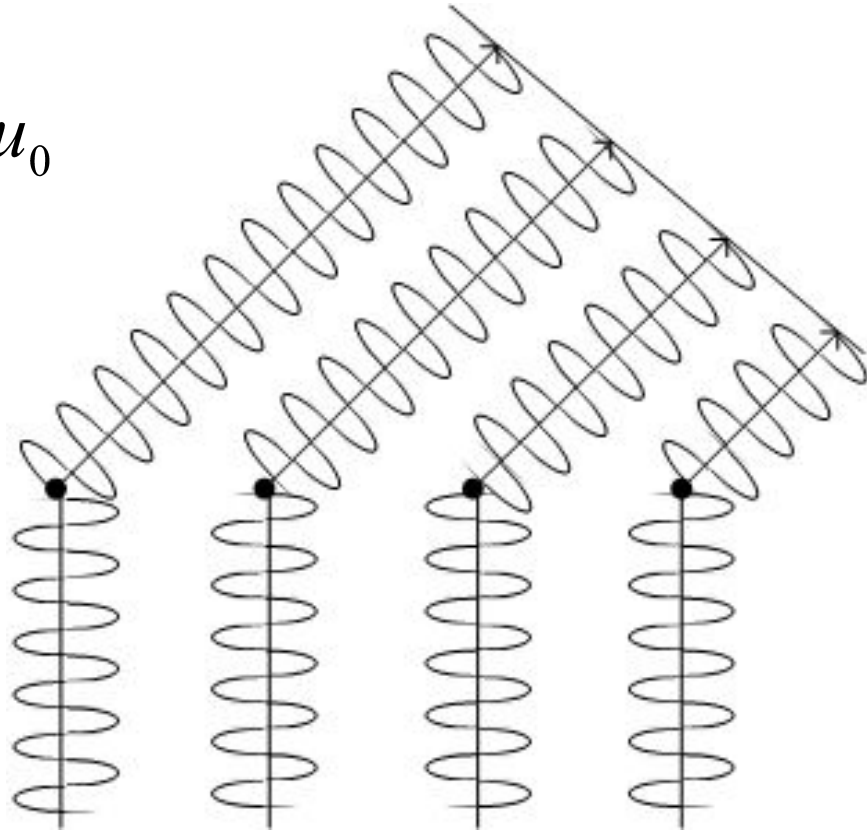
Условие широкополосности ФАР - обсуждение

$$2\delta u_0 < \frac{\lambda}{D}$$

- Чем больше СЭС, тем уже полоса
- Чем больше апертура, тем уже полоса
- Чем выше частота (меньше длина волны – тем уже полоса)
- И наоборот

Условие широкополосности ФАР – альтернативное представление

$$L = Du_0$$



$$2\delta u_0 \frac{D}{\lambda} < 1$$

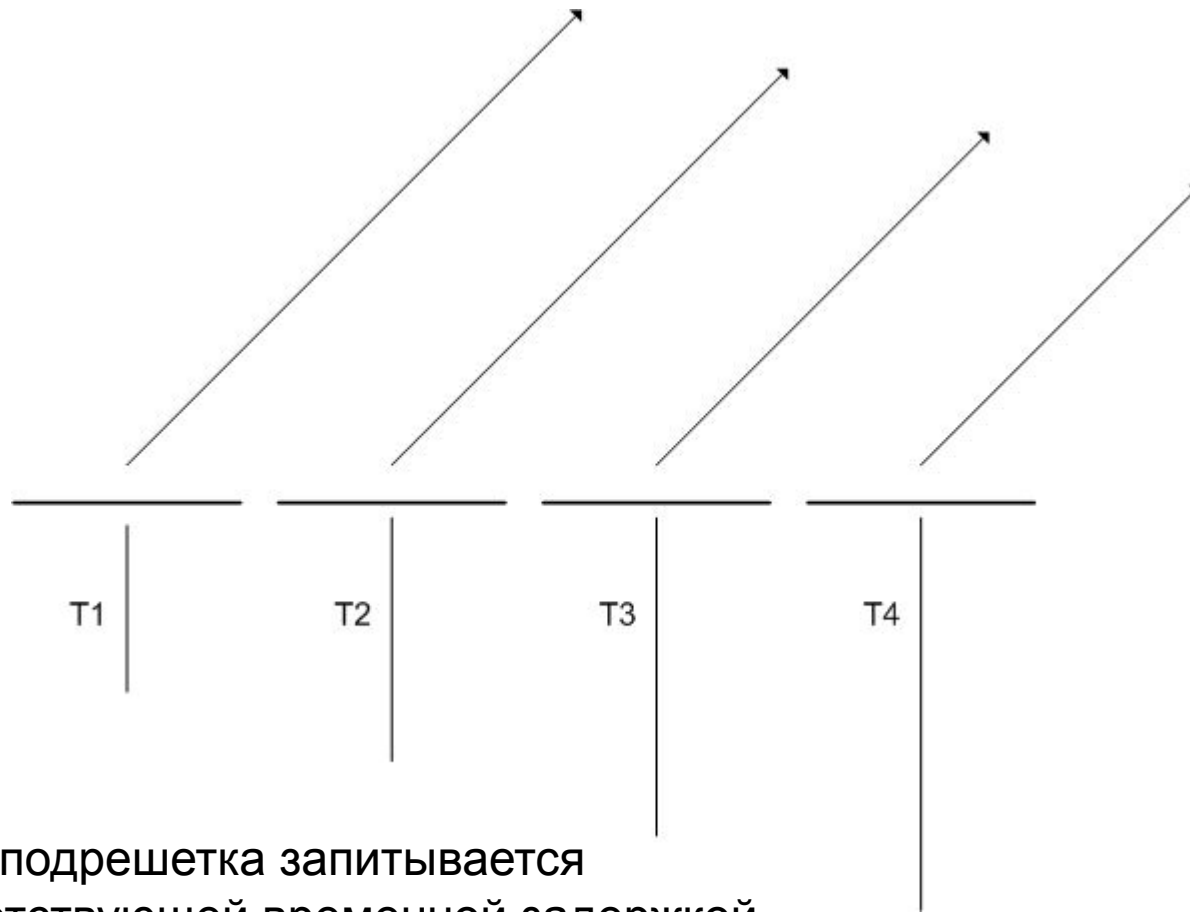
Пути увеличения широкополосности ФАР

- Использование задержек в каждом канале
- Разбиение на подрешетки с двухступенчатым формированием диаграммы

Задержки в каждом канале радикально решают проблему, но:

- Сложно (даже для ЦФДН)
- Дорого
- Затруднения при формировании луча (метод парциальных диаграмм не работает)

Разбиение на подрешетки

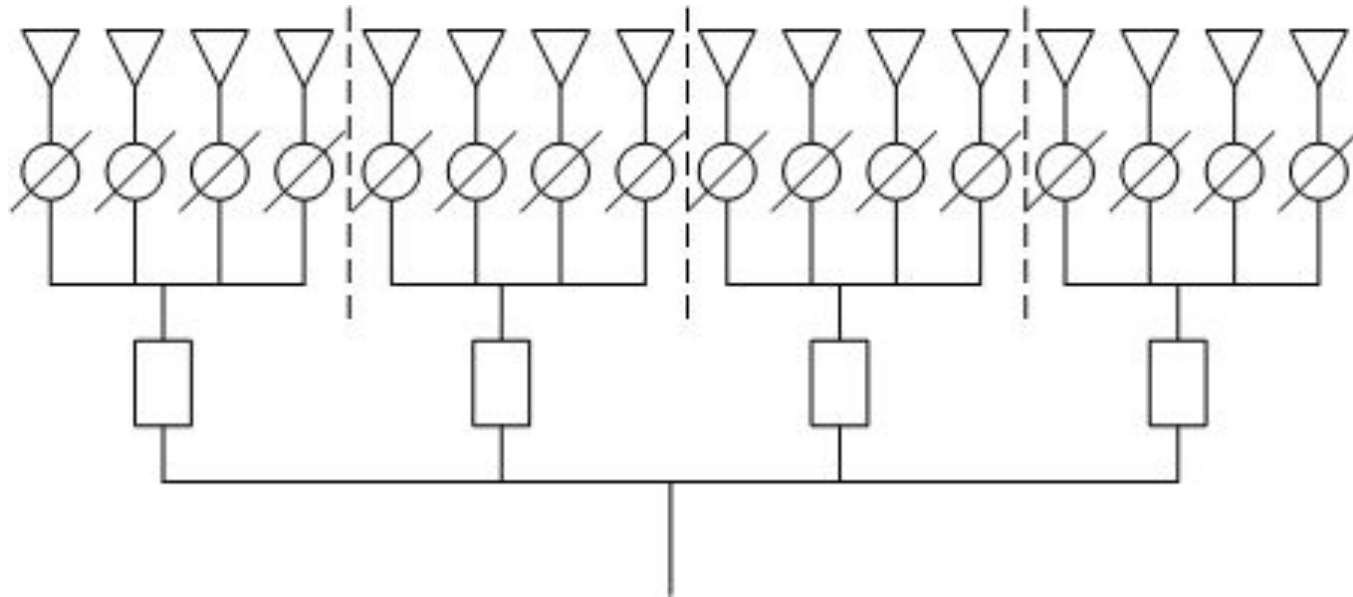


Каждая подрешетка запрашивается
с соответствующей временной задержкой

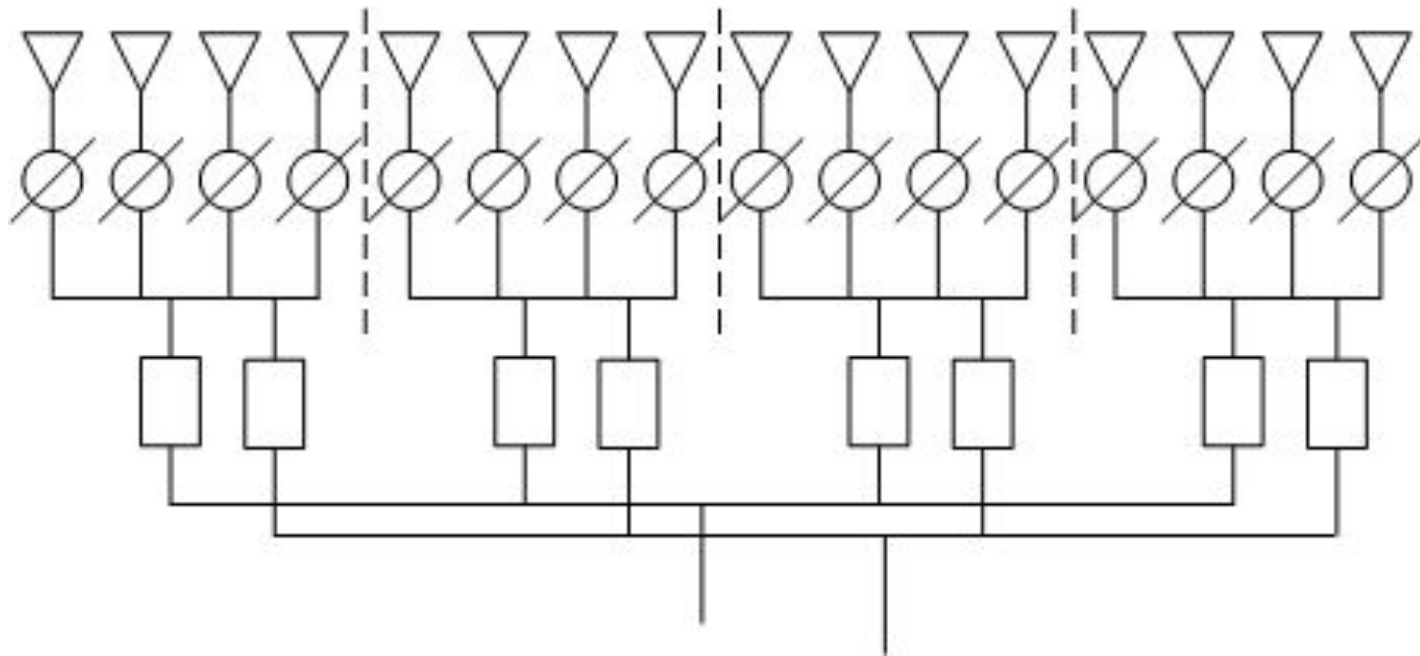
Концепция двухступенчатого диаграммоформирования

- Предполагает, что апертура ФАР разделена на подрешетки
- Вначале каждая из подрешеток формирует свою диаграмму
- Затем сигналы подрешеток складываются, формируя диаграмму ФАР
- Для увеличения широкополосности – сложение происходит через временные задержки
- И вообще используется тогда, когда хотят на чем-то сэкономить (например, на цифровом диаграммоформировании)

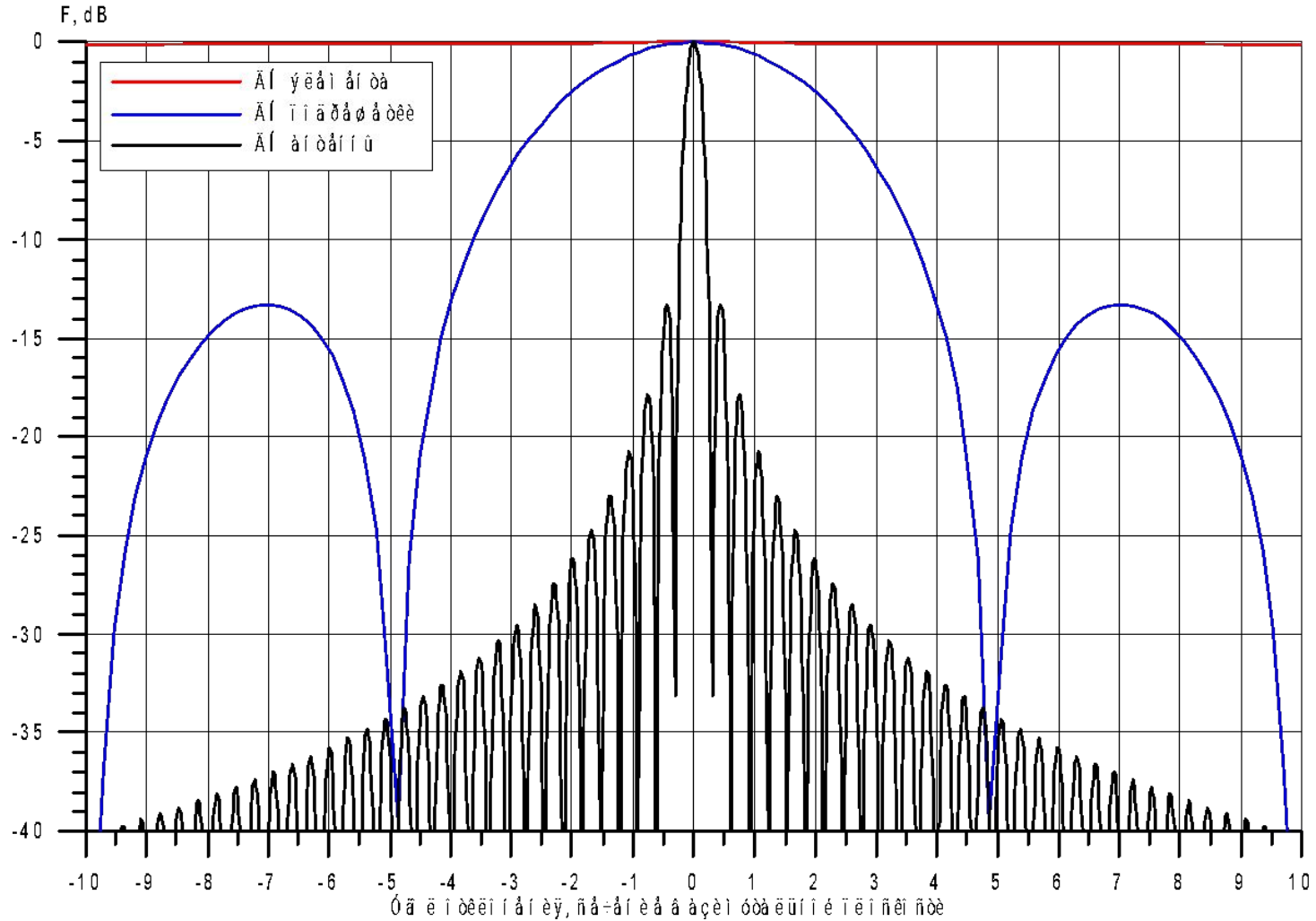
ФАР с двухступенчатым диаграммоформированием



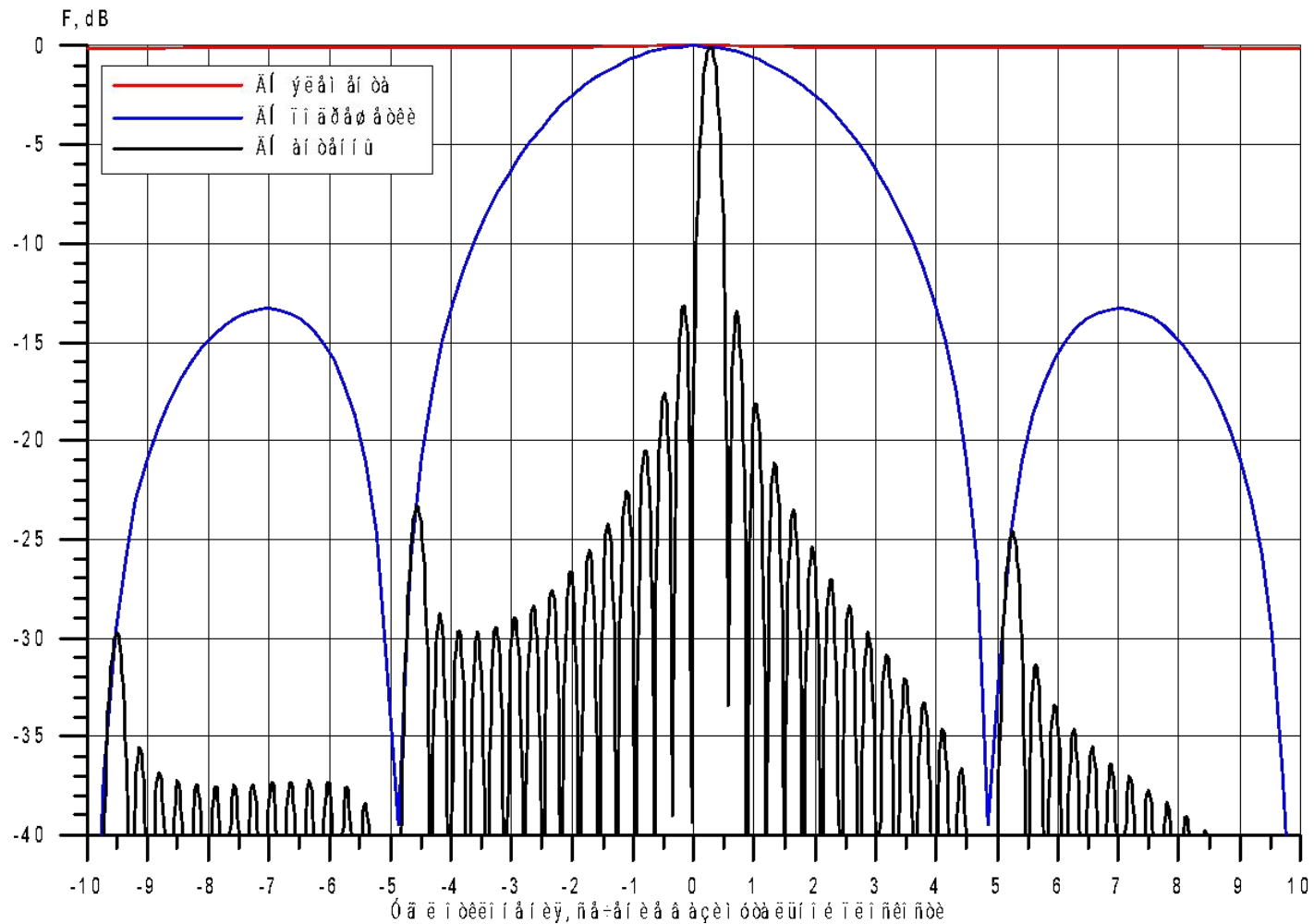
Двухлучевая ФАР с двухступенчатым диаграммоформированием



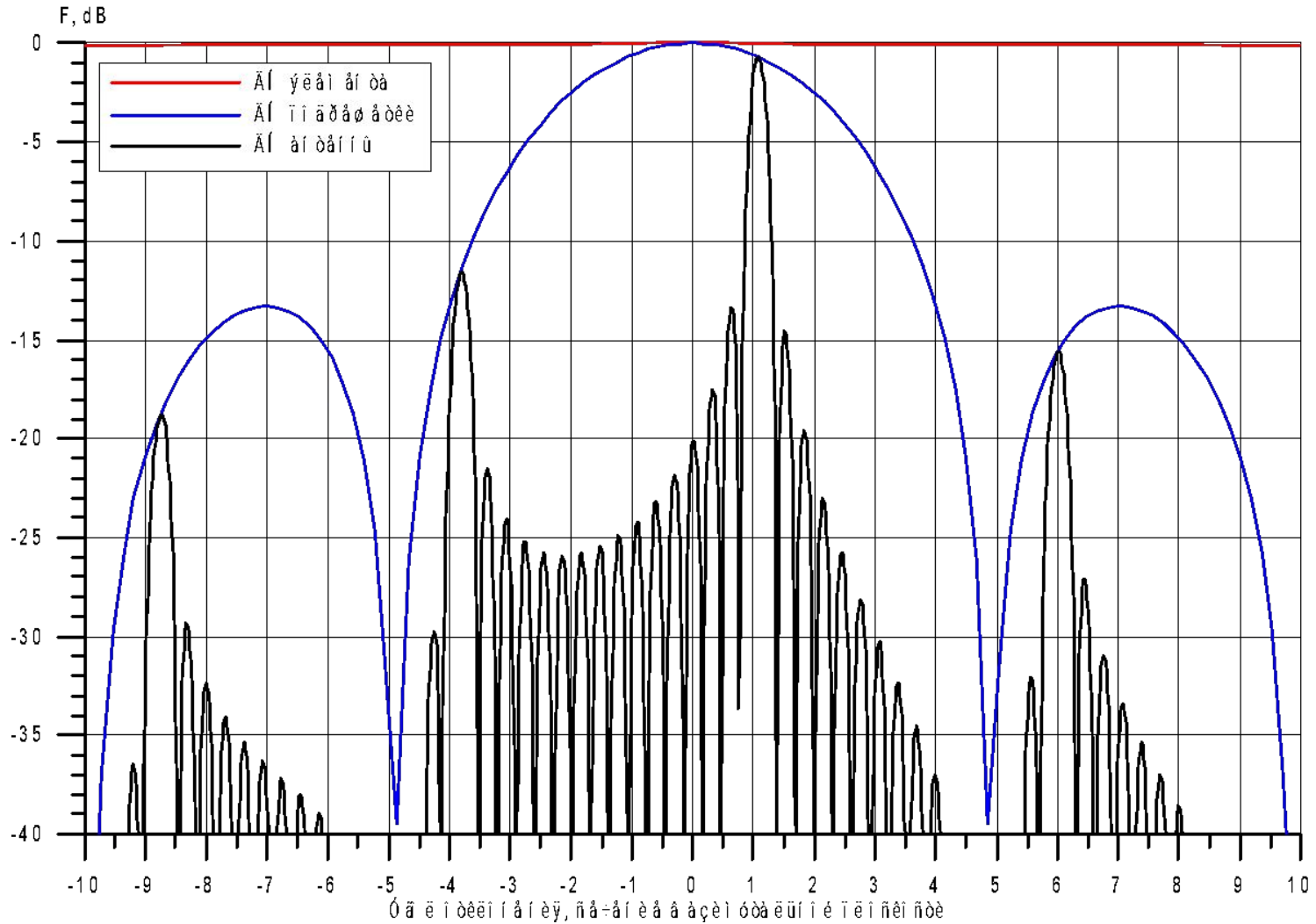
Двухступенчатая схема: луч по оси



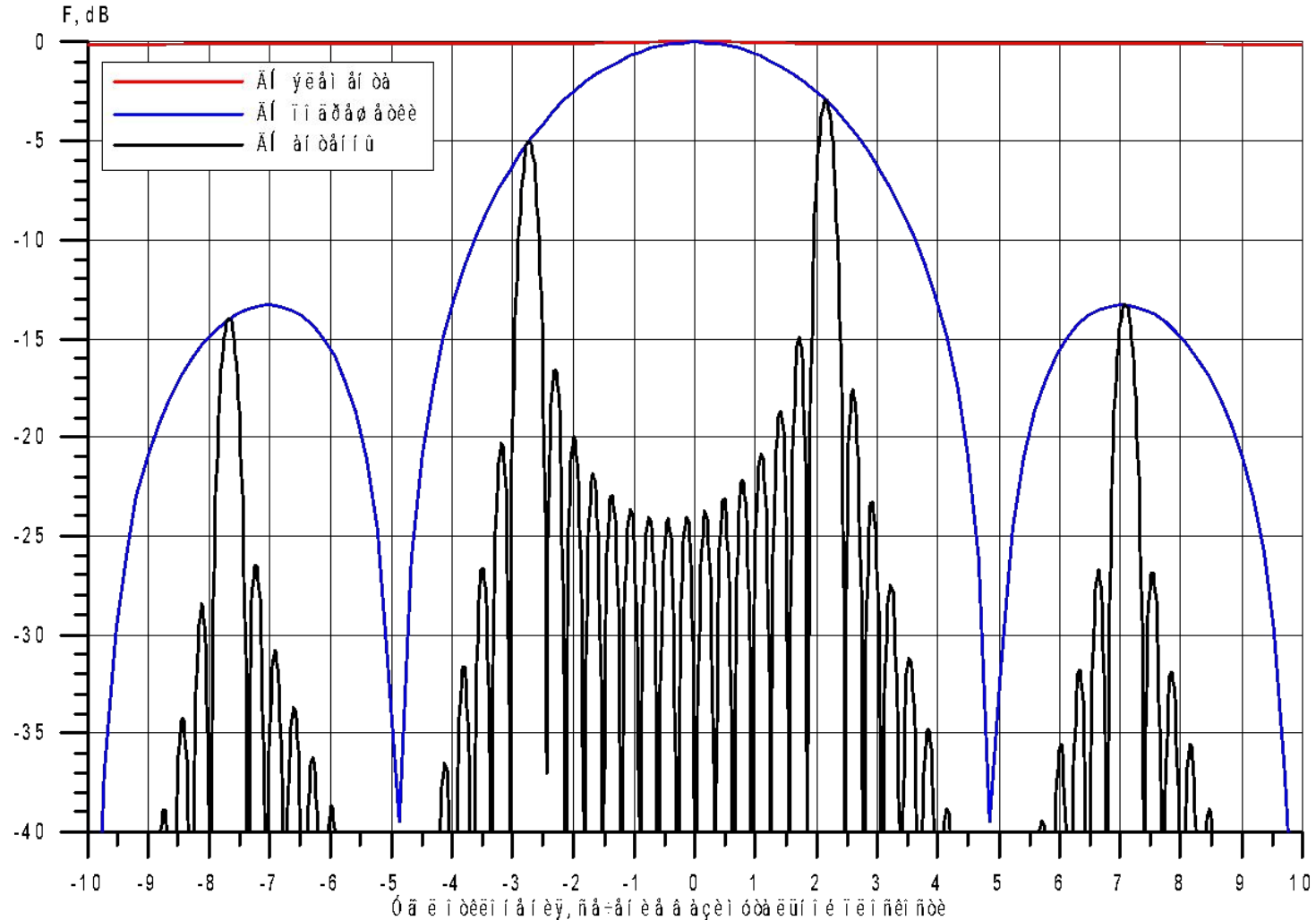
Двухступенчатая схема: луч отклонен



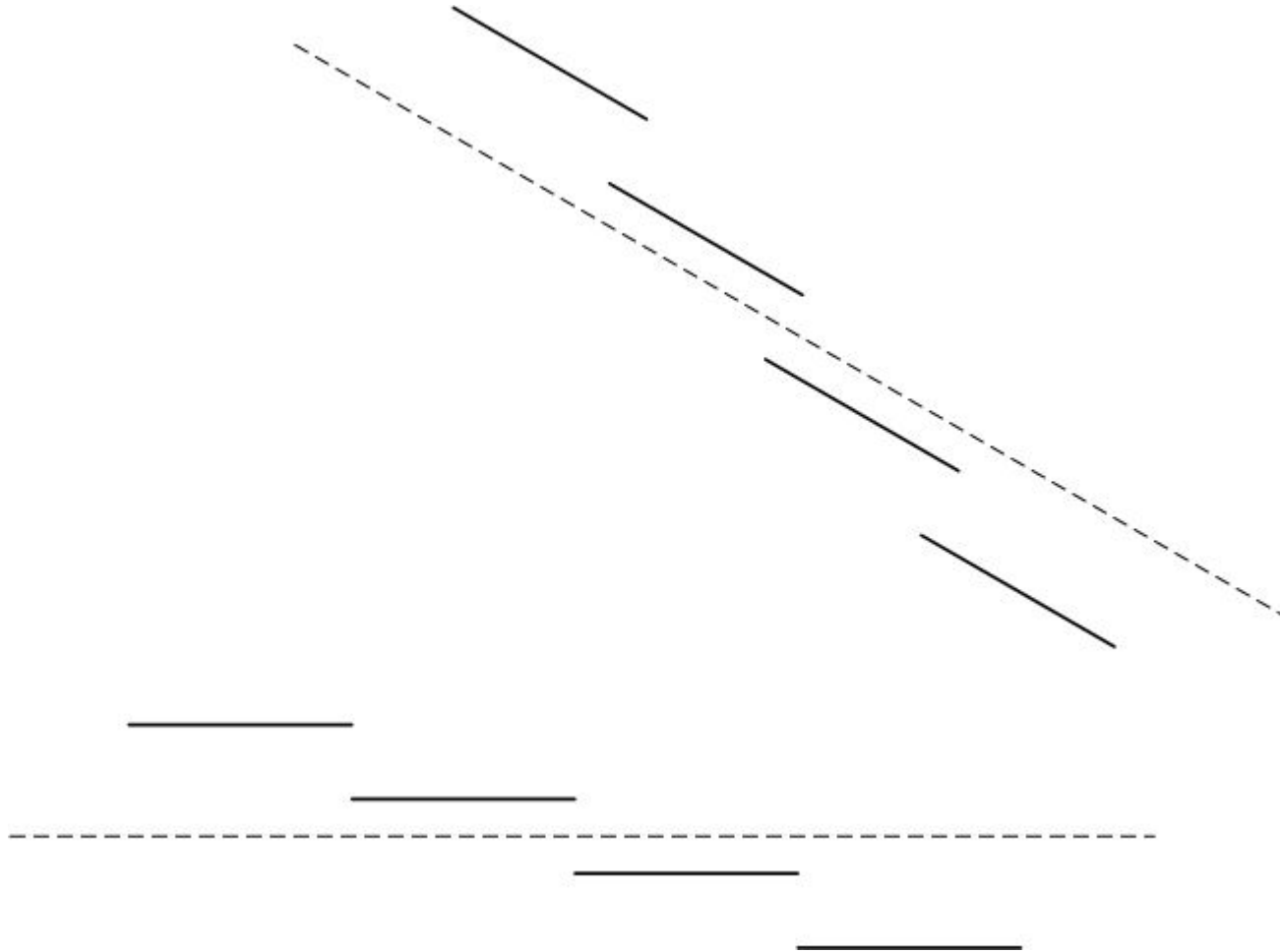
Двухступенчатая схема: луч отклонен



Двухступенчатая схема: луч отклонен



Двухступенчатая схема: разрыв непрерывности фазы



Двухступенчатая схема

