

Тема: **Принципы построения пассивных гидроакустических комплексов и систем**

Вопросы:

- 1) Принципы построения пассивных ГАС**
- 2) Принцип построения канала последовательного кругового обзора**
- 3) Принцип построения канала одновременного кругового обзора**
- 3) Принцип построения канала автоматического сопровождения целей**

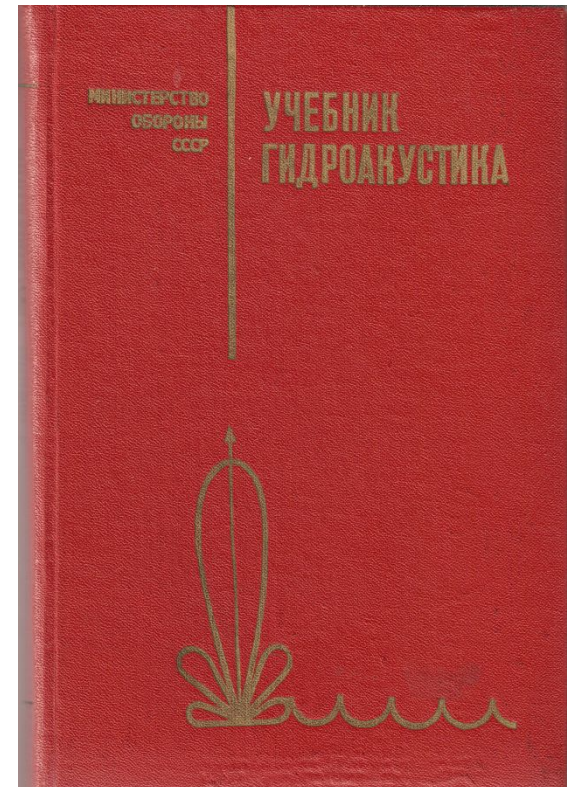
Учебная цель:

- 1.Изучить принципы построения пассивных ГАС**
- 2.Изучить принципы работы по структурным схемам пассивных ГАС**

II. Воспитательная цель 1. Активизация познавательной деятельности курсантов. 2. Формирование у курсантов командно-методических навыков (КМН) и навыков воспитательной работы (НВР).

Литература:

1. Государственные стандарты СССР и РФ. ГОСТ
2. Единая система конструкторской документации (ЕСКД)
3. Ю.А. Корякин, С.А. Смирнов, Г.В. Яковлев. Корабельная гидроакустическая техника: состояние и актуальные проблемы. – СПб.: Наука, 2004. – 410 с. 177 ил.
4. И.В. Соловьев, Г.Н. Корольков, А.А. Бараненко и др. Морская радиоэлектроника: Справочник. – СПб.: Политехника, 2003. –246 с.: ил.
5. Г.И. Казанцев, Г.Г. Котов, В.Б. Локшин и др. Учебник гидроакустика. – М.: Воен. издат. 1993. 230 с. ил.



В зависимости от способа получения гидроакустической информации (по способу использования энергии) гидроакустические системы делят на

Активные гидроакустические системы

Пассивные гидроакустические системы

а) *Пассивная гидроакустическая система (средство)* – устройство, которое принимает и обнаруживает излученные сигналы от подводных и надводных объектов в водной среде и на границах ее раздела на фоне помех, определяет пеленг, курс, дистанцию цели, автоматически сопровождает наблюдаемый подводный объект и выработывает данные для применения оружия.

Равнозначные термины пассивная гидроакустической системы – *пассивная гидролокация, шумопеленгование, обнаружение гидроакустических сигналов.*

Пассивная гидролокация – способ обнаружения и определения свойств подводных объектов, основанный на приеме и обработке сигналов, которые возникают в результате излучения акустической энергии подводных объектов.

Гидроакустические средства (системы), обеспечивающие пассивную гидролокацию, **называются шумопеленгационными гидроакустическими станциями (ШП ГАС), или трактами шумопеленгования (ШП) для ГАК.**

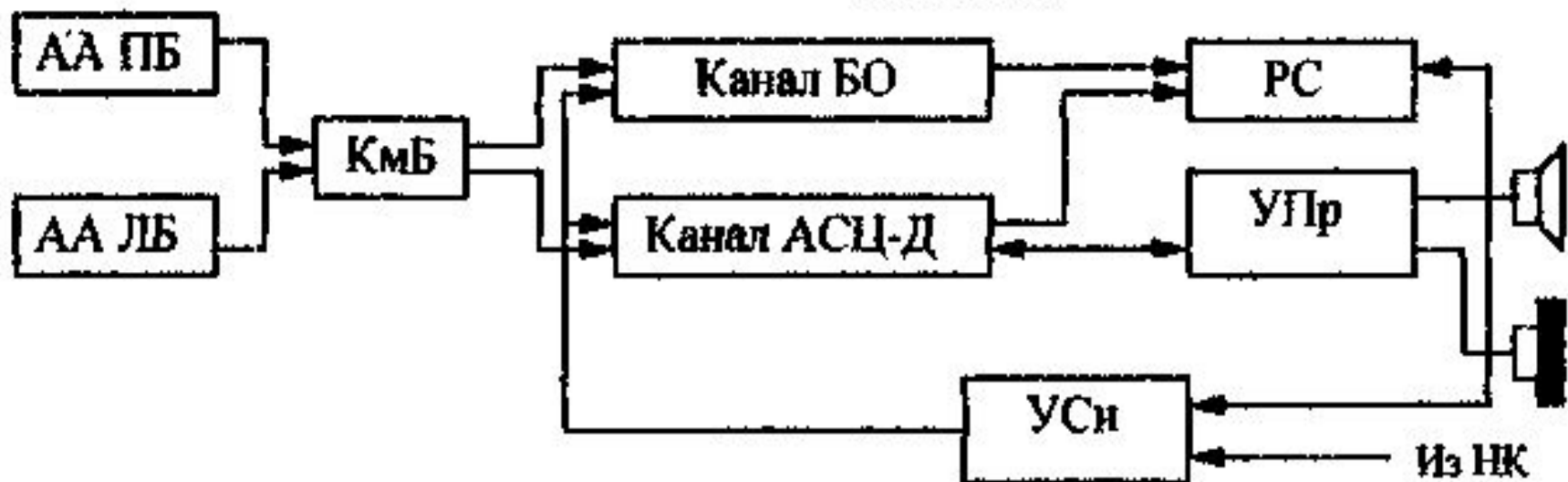
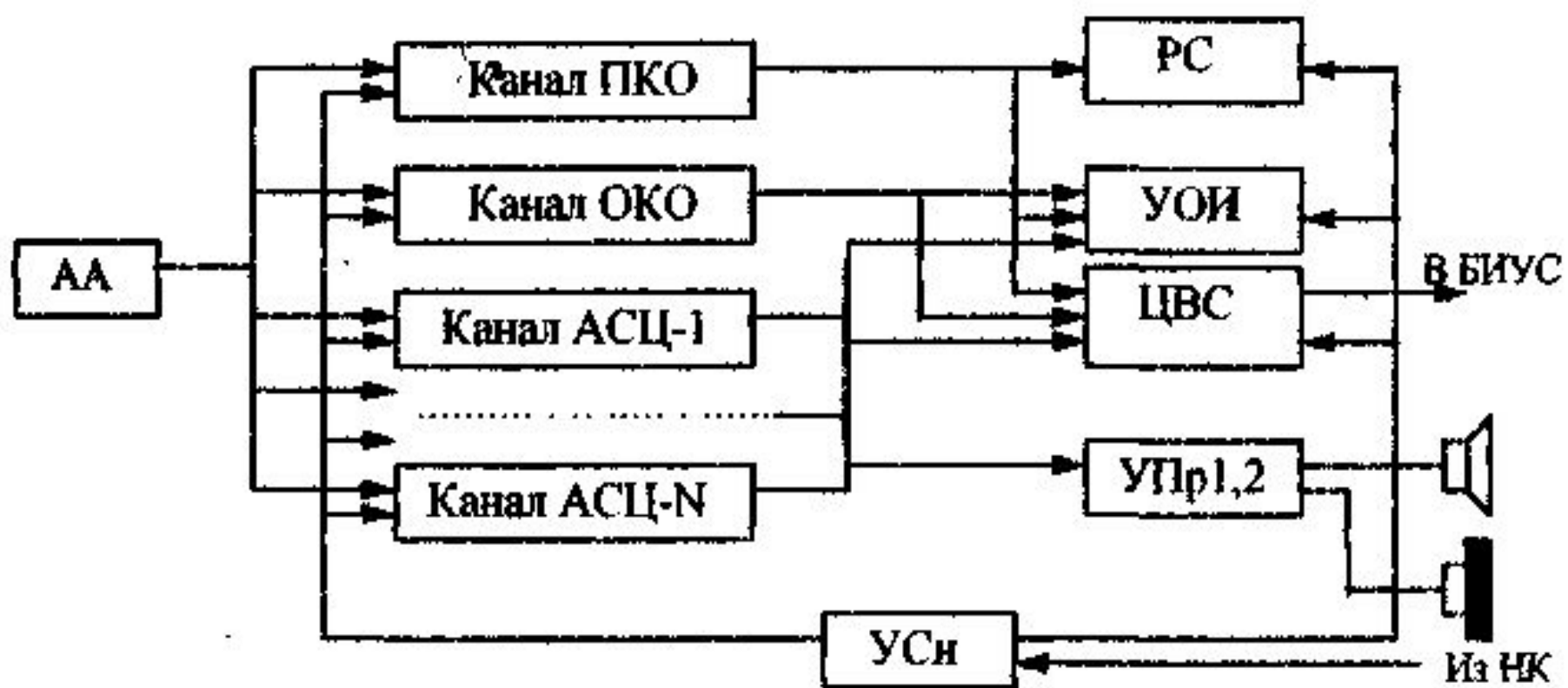
В классе пассивных ГАС могут быть выделены их три основные разновидности:

.ГАС шумопеленгования целей.

.ГАС пассивного определения КПДЦ.

.ГАС обнаружения сигналов работающих гидролокаторов (ОГС).

За рубежом данные типы ГАС называют гидроакустическими станциями перехвата (Intersept-Sonar)/



а) при использовании основной носовой цилиндрической антенны

- Акустической антенны цилиндрической или сферической формы;**
- канал последовательного кругового обзора – ПКО;**
- канал одновременного кругового обзора – ОКО;**
- несколько идентичных каналов автоматического сопровождения целей АСЦ-1, АСЦ-2, ... , АСЦ-ЛГ;**

- два идентичных устройства прослушивания - УПр-1, УПр-2, подключаемых независимо к любому из каналов АСЦ;
- регистрирующего устройства сигналов – РС,
- устройства отображения информации – УОИ,
- цифровой вычислительной системы – ЦВС,
- Сигнала поступающего из навигационного комплекса – (Из НК)

б) при использовании бортовой антенны в виде протяженной плоской решетки:

Акустической антенны правого или левого борта – АА ПБ или АА ПБ;

коммутатора подключения борта – КмБ;

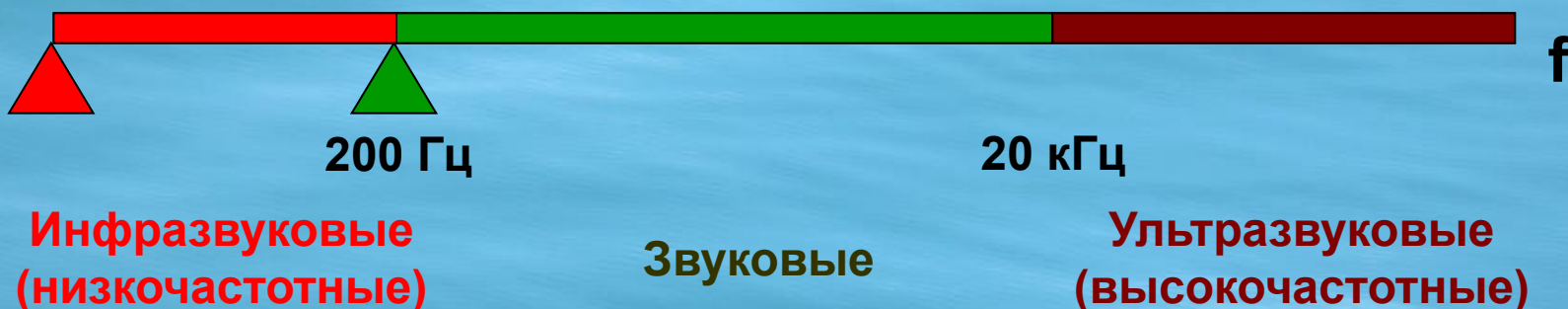
канал бортового (последовательного секторного) обзора - БО (ПСО),

дополнительный канал автоматического сопровождения целей – АСЦ-Д;

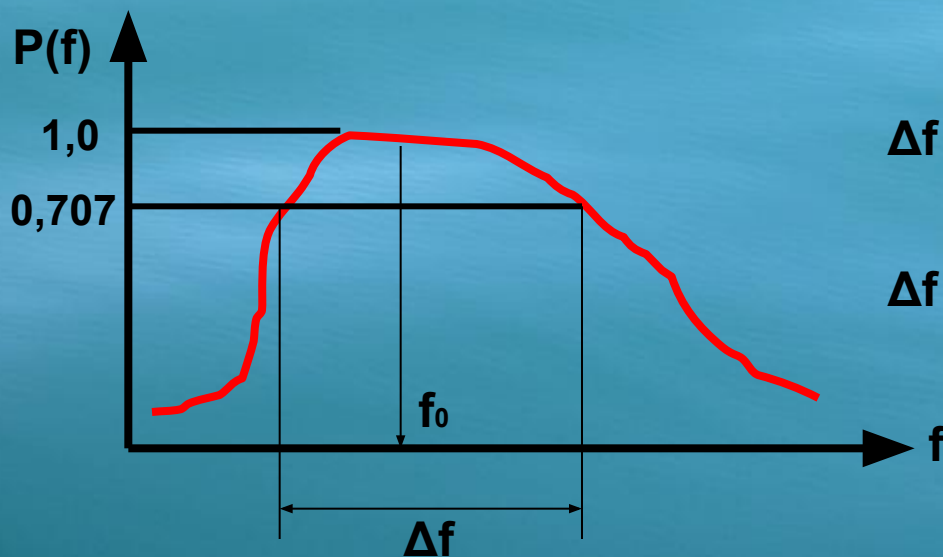
устройство прослушивания - УПр-3, подключаемое к каналу АСЦ-Д.

устройства управления и синхронизации – УСи.

В зависимости от диапазона частот принимаемого или излучаемого сигнала гидроакустические антенны разделяют на:



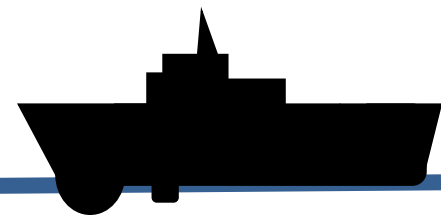
По своим частотным характеристикам антенны могут быть:



$\Delta f / f_0 \ll 1$ - узкополосная антенна

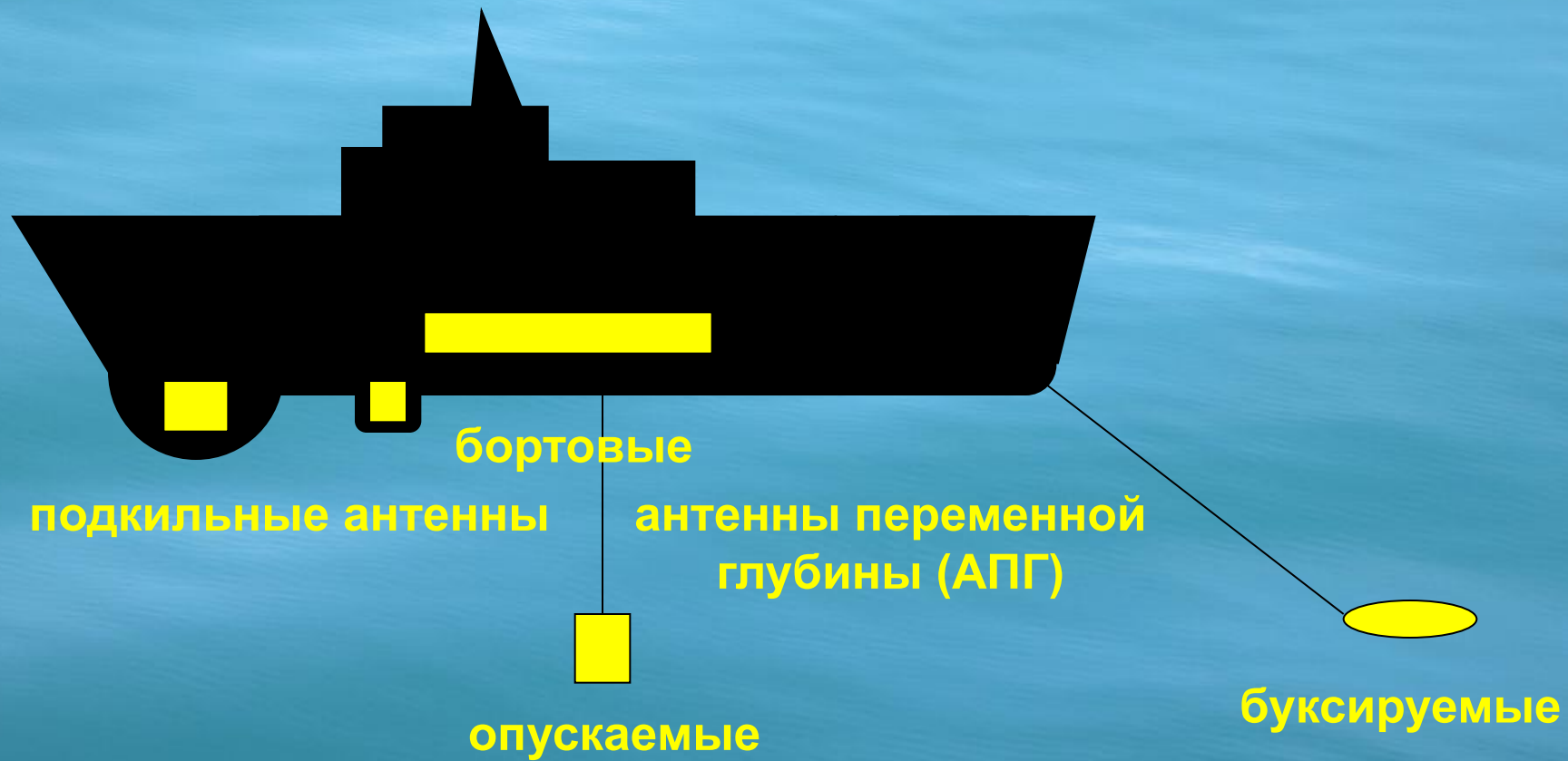
$\Delta f / f_0 \geq 1$ - широкополосная антенна

Тральщик

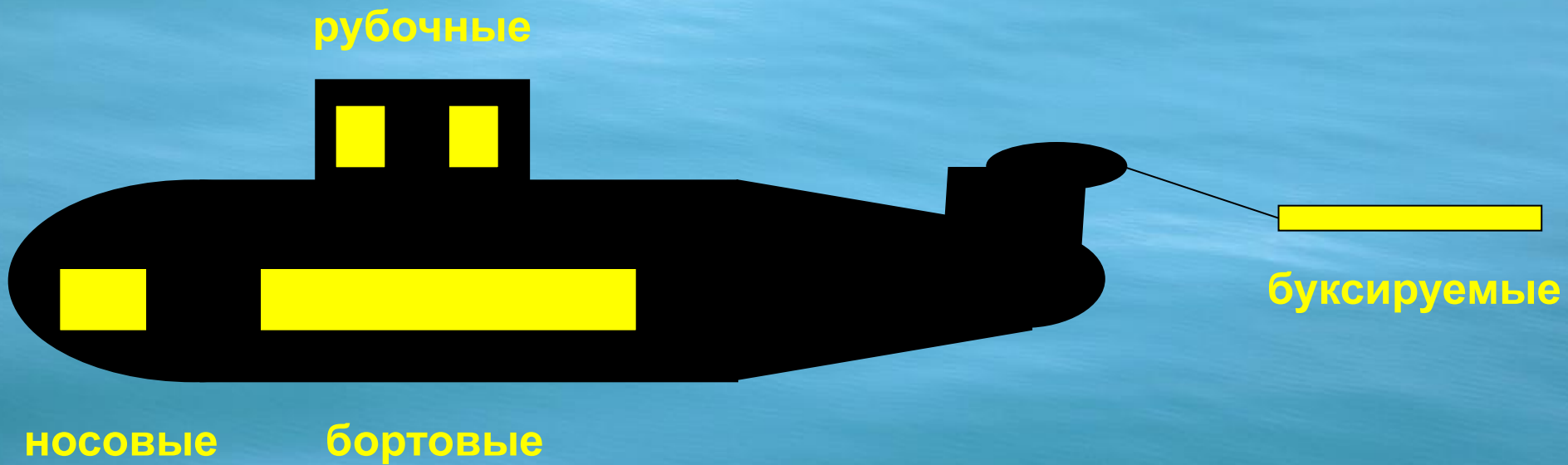


Антенны корабельных ГАС, в свою очередь, могут быть разделены по месту установки и эксплуатации на корабле:

На надводных кораблях:

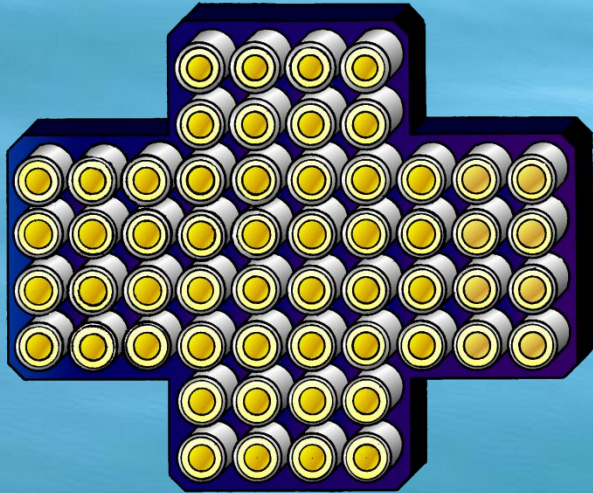


На подводных лодках:



Из поверхностных антенн в современных ГАК чаще всего применяются:

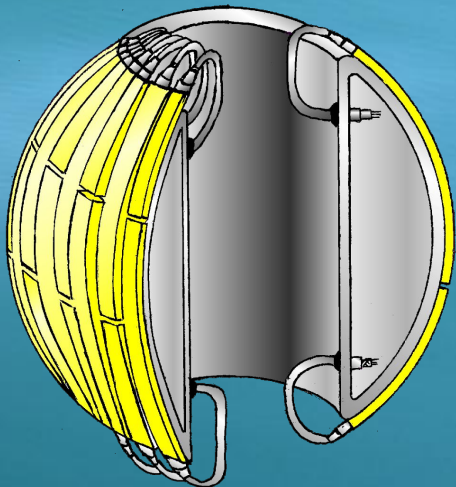
1. Плоские.



2. Цилиндрические.



2. Сферические.



2. Конформные.

Особый вид поверхностных антенн, повторяющих по форме контуры (обводы) корпуса корабля

Учебный вопрос №2.

**Классификация методов пеленгования
и пеленгационных устройств.**

В зависимости от того, как формируется пеленгационная характеристика различают:

Амплитудные методы пеленгования.

В основу классификации методов пеленгования положен способ использования сигналов на выходе антенны, определяющий пеленгационную характеристику.

Корреляционный метод пеленгования.

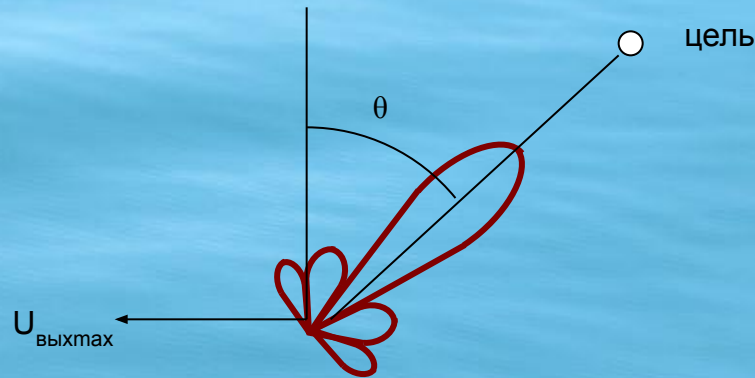
Амплитудные методы пеленгования:

Максимальный метод пеленгования.

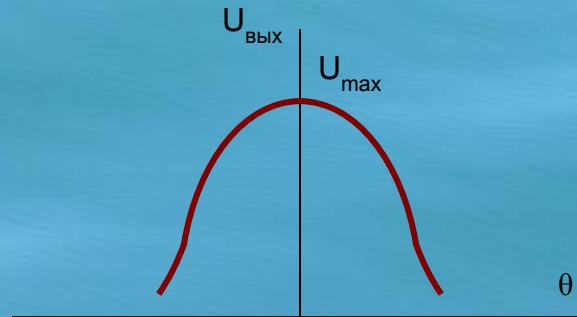
Метод пеленгования с помощью статического веера ХН.

Метод сравнения (метод равносигнальной зоны).

Отсчет пеленга осуществляется в момент достижения выходным напряжением максимального значения. Этот метод наиболее эффективно реализуется при наличии возможности поворота антенны или приемной ХН.



Амплитудный (максимальный) метод предусматривает пеленгационная характеристика данного метода при наблюдении точечной цели повторяет ХН приемной антенны.



Пеленгационная чувствительность при $\theta = 0$ обращается в нуль:

$$S_{\text{пел}} = U_{\text{max}} dR_p(\theta)/d\theta \Big|_{\theta=0} = 0$$

При фиксированном ОСП точность пеленгования и угол чувствительности (при заданной чувствительности по индикатору) практически полностью определяется ШХН.

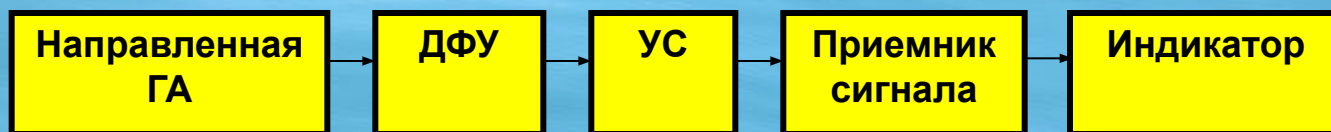
Основные недостатки метода:

- 1. Низкая точность пеленгования.**
- 2. Невозможность его применения при реализации системы АСЦ.**

Основные достоинства метода:

- 1. Простота технической реализации и одноканальность.**
- 2. Возможность субъективной классификации.**
- 3. Возможность работы при ОСП близких к максимальным значениям.**
- 4. Возможность пеленгования в широкой полосе частот.**

Типовая схема пеленгационного устройства, реализующего данный метод

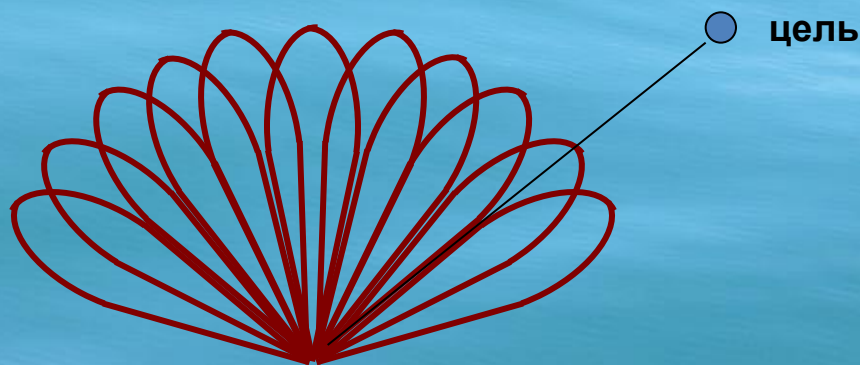


Данный метод обычно применяется в каналах кругового обзора для грубой оценки пеленга одновременно с обнаружением цели.

Принцип **метода пеленгования с помощью статического веера ХН** такой же, что и в случае максимального метода.

Обычно применяются достаточно узкие ХН, соответственно, число пространственных каналов достаточно велико (от 10 до сотен).

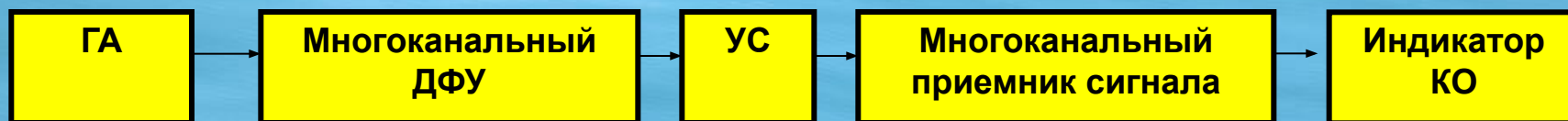
Направление на цель определяется по номеру пространственного канала с **максимальным выходным сигналом**.



При использовании статического веера приемных ХН вероятность расположения цели строго на оси главного максимума одной из ХН веера крайне мала. Поэтому пеленгование будет осуществляться не по максимуму выходного напряжения.

Точность пеленгования соответствует ШХН.

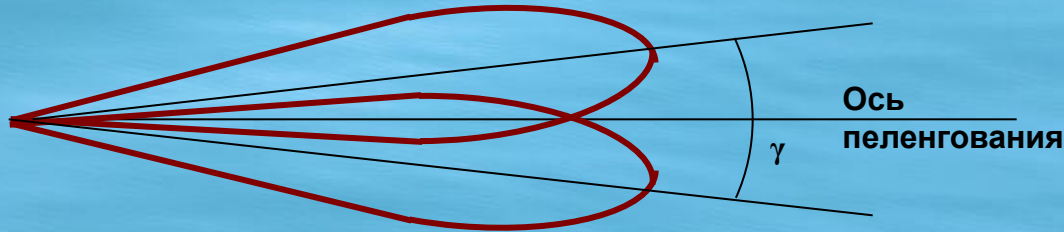
Типовая схема пеленгационного устройства, реализующего данный метод



Данный метод обычно применяется в каналах одновременного кругового обзора ШП и ГЛ или грубого пеленгования ОГС.

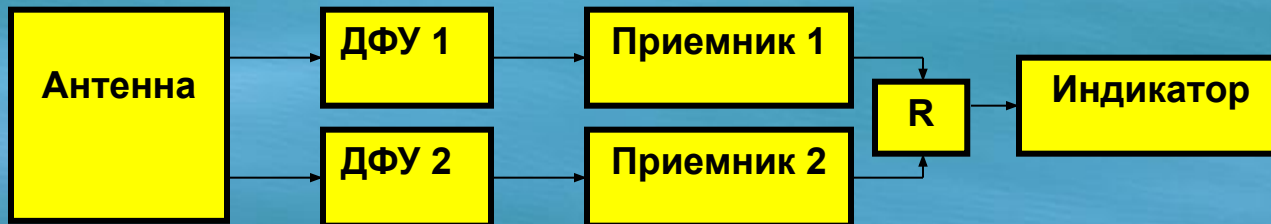
Метод сравнения или равносигнальной зоны

позволяет значительно повысить точность пеленгования за счет приема колебаний одновременно либо двумя антеннами с разнесенными в пространстве ХН на некоторый угол γ , либо одной антенной при двух различных положениях в пространстве ее ХН.



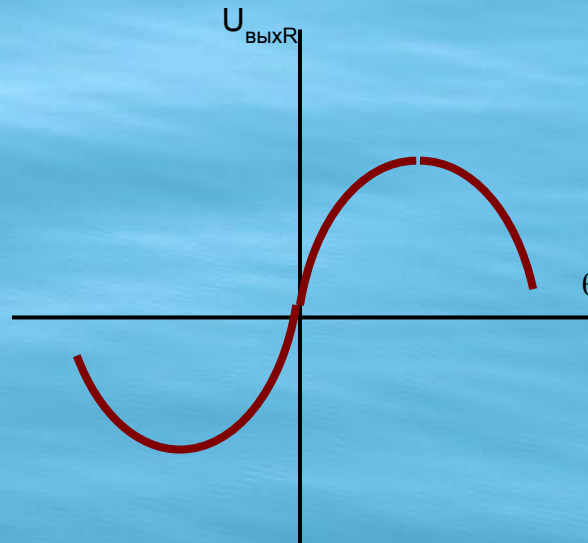
Пеленг цели при этом определяется по положению сканирующих синхронно ХН в момент, когда амплитуды принимаемых сигналов становятся равными.

Схема пеленгационного устройства:



При равенстве напряжений сигналов от цели на выходах приемников напряжение на выходе пеленгационного устройства будет равно нулю.

Пеленгационная характеристика метода равносигнальной зоны:

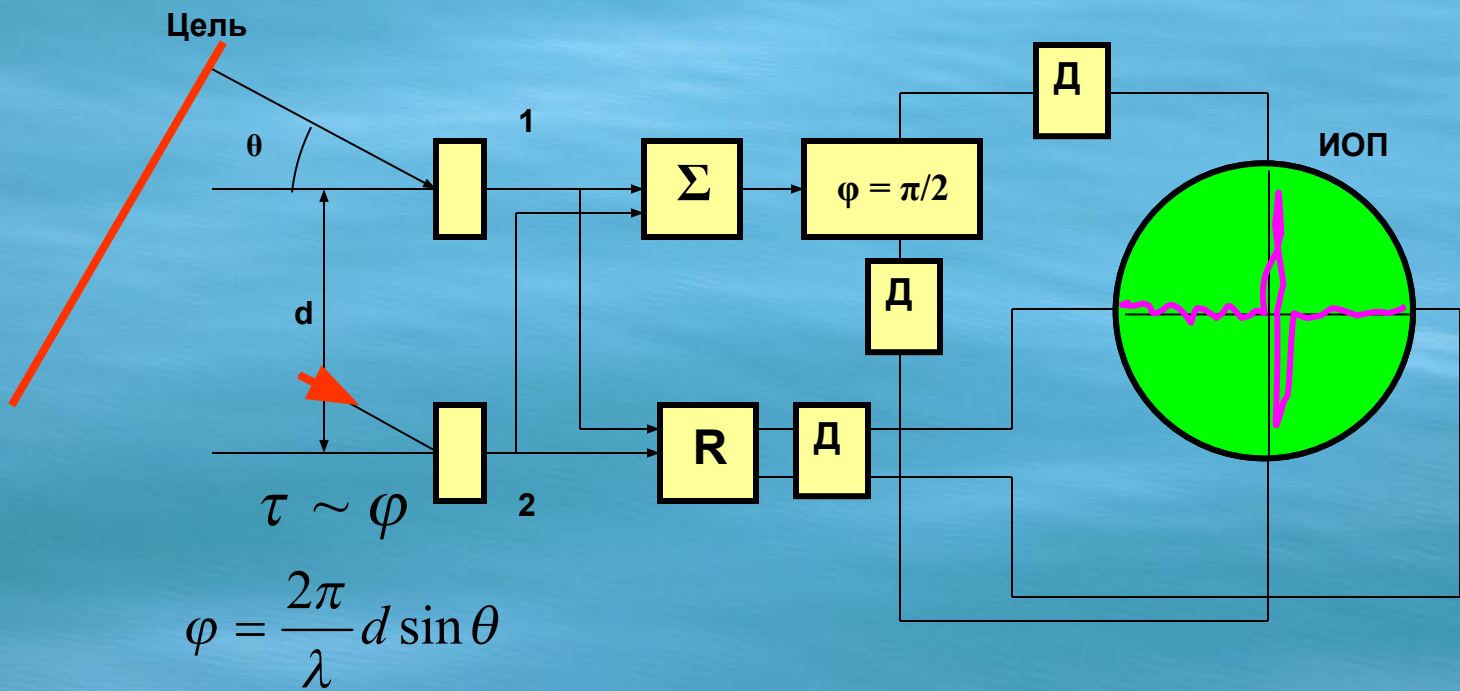


Пеленгационная чувствительность в момент равенства разности напряжений нулю принимает максимальное значение.

Данный метод по сравнению с максимальным методом позволяют существенно повысить точность пеленгования и достаточно просто осуществить автоматическое сопровождение за целью (АСЦ) по угловым координатам.

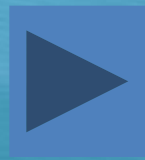
Однако в отличие от амплитудного метода слежение за целью осуществляется при более низких отношениях ОСП. Кроме того, требуется полная идентичность фазовых и амплитудных характеристик обоих каналов.

Сущность **фазового метода** заключается в непосредственной фиксации сдвигов фаз колебаний, развиваемых двумя группами преобразователей антенны 1 и 2 (расщепленная апертура), центры которых расположены на расстоянии $d > \lambda/2$ друг от друга



$$S_{\Sigma}(t) = \sum_{m \in \Sigma} U_m(t) \cos\left(\omega t + \frac{\varphi}{2}\right) \quad S_{R}(t) = \sum_{m \in R} U_m(t) \sin\left(\omega t + \frac{\varphi}{2}\right) \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)$$

$$\beta = 2\pi d \sin \theta / \lambda$$



Пеленгационная характеристика: Основные достоинства метода:

1. Более высокая точность по сравнению с амплитудным методом.
2. Высокая надежность поддержания контакта с целью.
3. Возможность реализации схемы АСЦ.

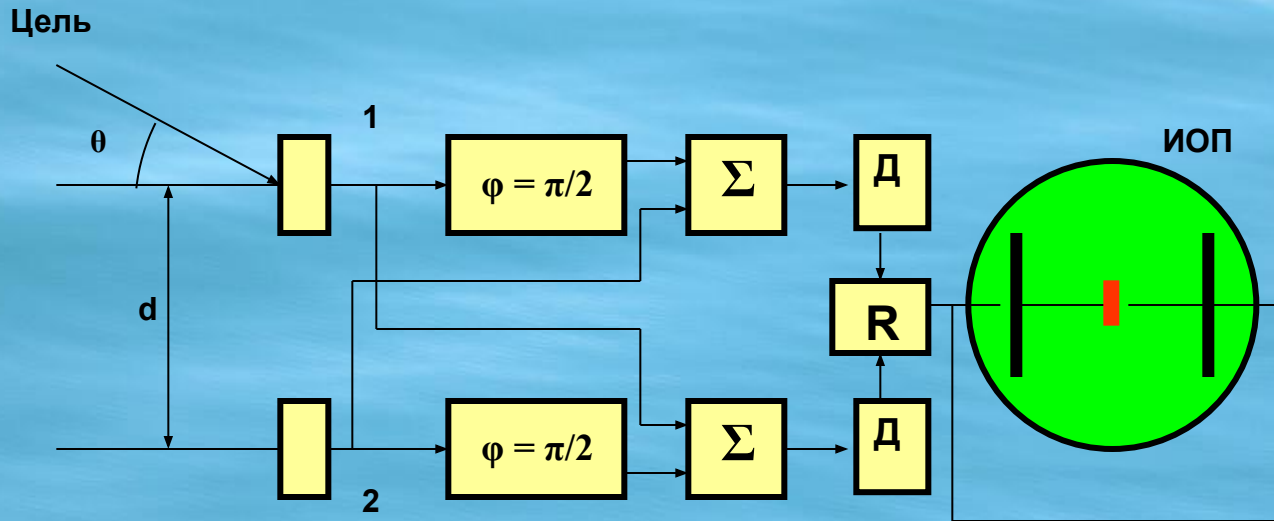
Основные недостатки метода:

1. Высокие требования к идентичности каналов пеленгования.
2. Сравнительно низкий коэффициент распознавания (как за счет ЭЛТ ИОПа, так и за счет меньшего ОСП).
3. Потеря некоторых классификационных признаков (тембра, эффекта Доплера и т. д.).
4. Уверенно работает только при приеме тональных (узкополосных) сигналов.

Сущность фазоамплитудного метода пеленгования сводится к преобразованию разности фаз принимаемых колебаний в разность амплитуд напряжений на выходе двух каналов пеленгования приемного тракта (аналогично фазовому методу).

Разновидностью фазового метода является фазоамплитудный метод пеленгования

ЭЛТ в ИОП при фазоамплитудном методе, как и в случае фазового метода, является указателем отклонения пеленга оператору ГАС. При этом достаточно иметь только одну пару отклоняющих пластин (как правило, горизонтальных).



$$S_1(t) = 2U_m \cos\left(\frac{\varphi}{2} + \frac{\pi}{4}\right) \quad S_2(t) = 2U_m \cos\left(\frac{\varphi}{2} - \frac{\pi}{4}\right)$$

$$S_{\text{ИОП}}(t) = 2\sqrt{2} \cdot U_m \sin\left(\frac{\varphi}{2}\right)$$

Обладая высокой точностью пеленгования и высокой надежностью поддержания контакта с целью, фазоамплитудный метод также может быть использован для АСЦ по угловым координатам.

Учебный вопрос №3.

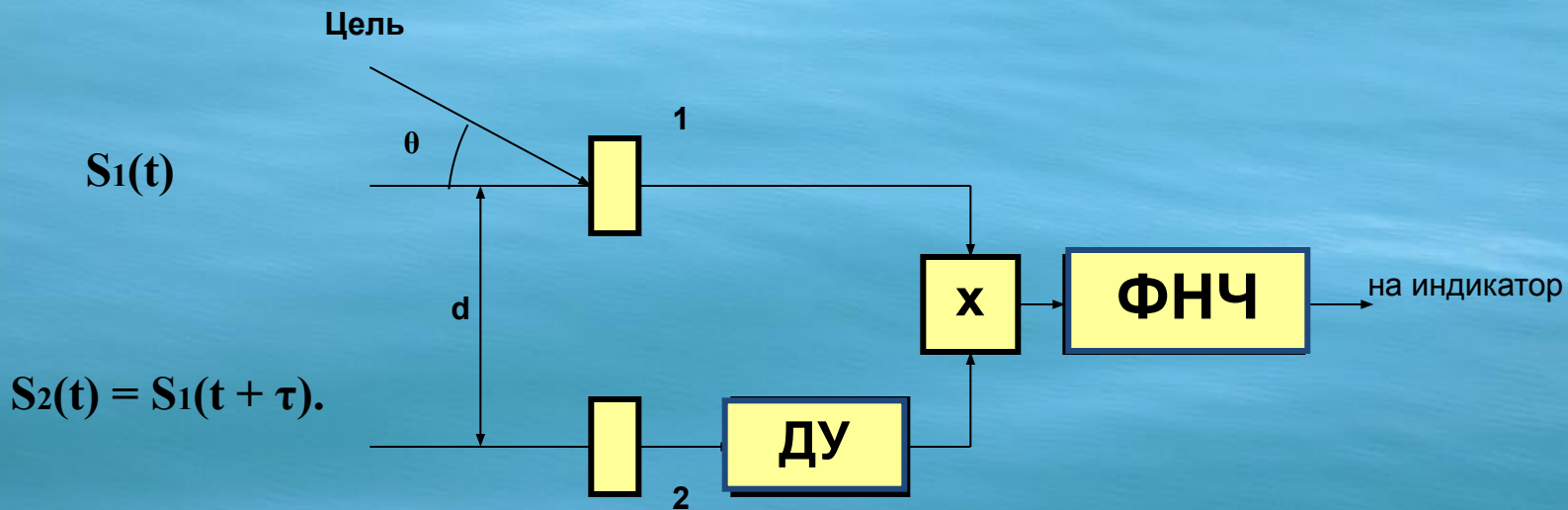
**Корреляционный метод пеленгования.
Понятие о синхронном пеленговании.**

Рассмотренные ранее методы пеленгования не учитывают:

- наличие помехи приему;**
- малые ОСП (менее единицы);**
- недетерминированность принимаемого сигнала;**
- широкополосность сигнала.**

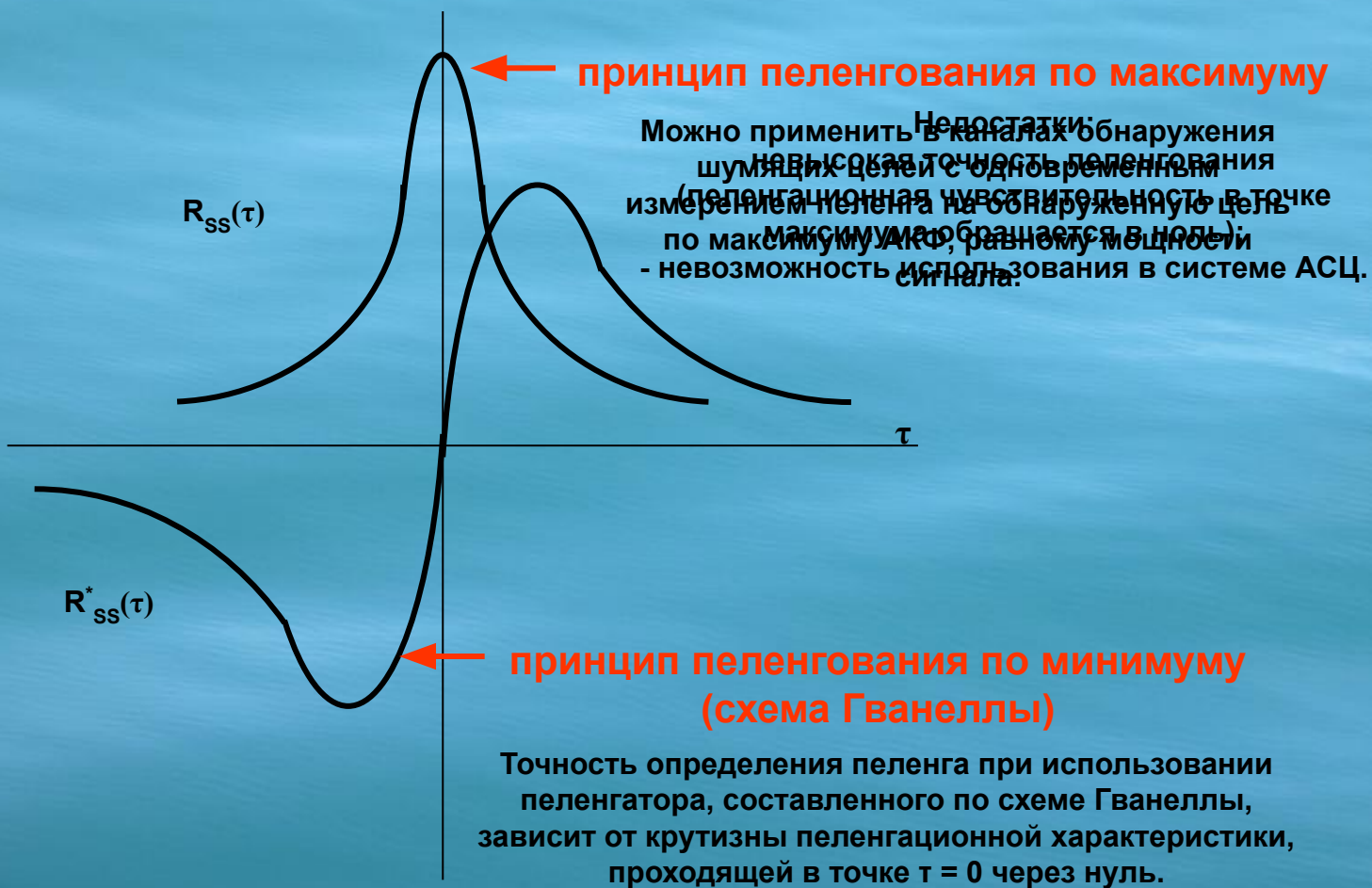
Сущность **корреляционного метода** заключается в в
вычислении автокорреляционной функции сигналов, принимаемых
преобразователей антенны 1 и 2 (расщепленная апертура), центры
которых расположены на расстоянии d друг от друга

Корреляционный пеленгатор на основе схемы Гванеллы:



$$R_{SS}^*(\tau) = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T S_1(t) \cdot S_2^*(t) dt$$

Графики пеленгационных характеристик при использовании симметричной и несимметричной АКФ.



Обладая высокой точностью пеленгования и высокой надежностью поддержания контакта с целью, метод пеленгования по схеме Гванеллы может быть использован для АСЦ по угловым координатам.

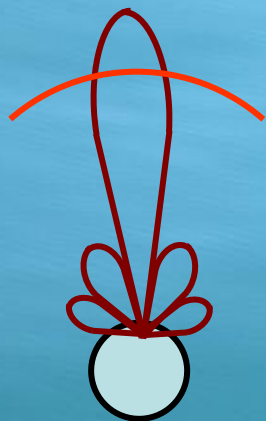
Достоинством корреляционного метода пеленгования является его высокая помехоустойчивость по сравнению с фазовыми методами, т. к. в процессе пеленгования осуществляется корреляционная обработка принимаемых сигналов.

К основным недостаткам метода следует отнести потерю информации для субъективной классификации сигнала от цели на слух.

Для улучшения рабочих характеристик обнаружения (снижения порога принятия решения) и повышения точности пеленгования целей при использовании схемы квадратичного приемника (перемножитель – интегратор (ФНЧ)) стремятся максимально увеличить время интегрирования T (или, как говорят, время накопления сигнала в ФНЧ).

При реализации последовательного кругового обзора одной вращающейся ХН

время интегрирования ограничивается двумя факторами:



Понятие синхронного пеленгования - относительно небольшой ЦХН;

- достаточно высокой скоростью вращения ХН.

Время накопления выбирается равным времени наблюдения сигнала при проходе сканирующей ХН через направление на цель:

$$T = \frac{\theta_0}{360^0} \cdot \frac{60}{n} [\text{сек}]$$

θ_0 – ОНД ХН антенны; n – скорость вращения (об/мин).

Например, при $\theta_0 = 12$ градусов и $n = 20$ об/мин $T = 0,1$ сек

Для увеличения возможного времени интегрирования в данном случае необходимо:

- снижать скорость обзора пространства;**
- увеличивать ОНД ХН антенны.**

Время кругового обзора пространства ограничено из тактических соображений (~ 6 сек ~ 10 об/мин);

Расширение ОНД приведет к ухудшению точности пеленгования и ухудшению углового разрешения целей.

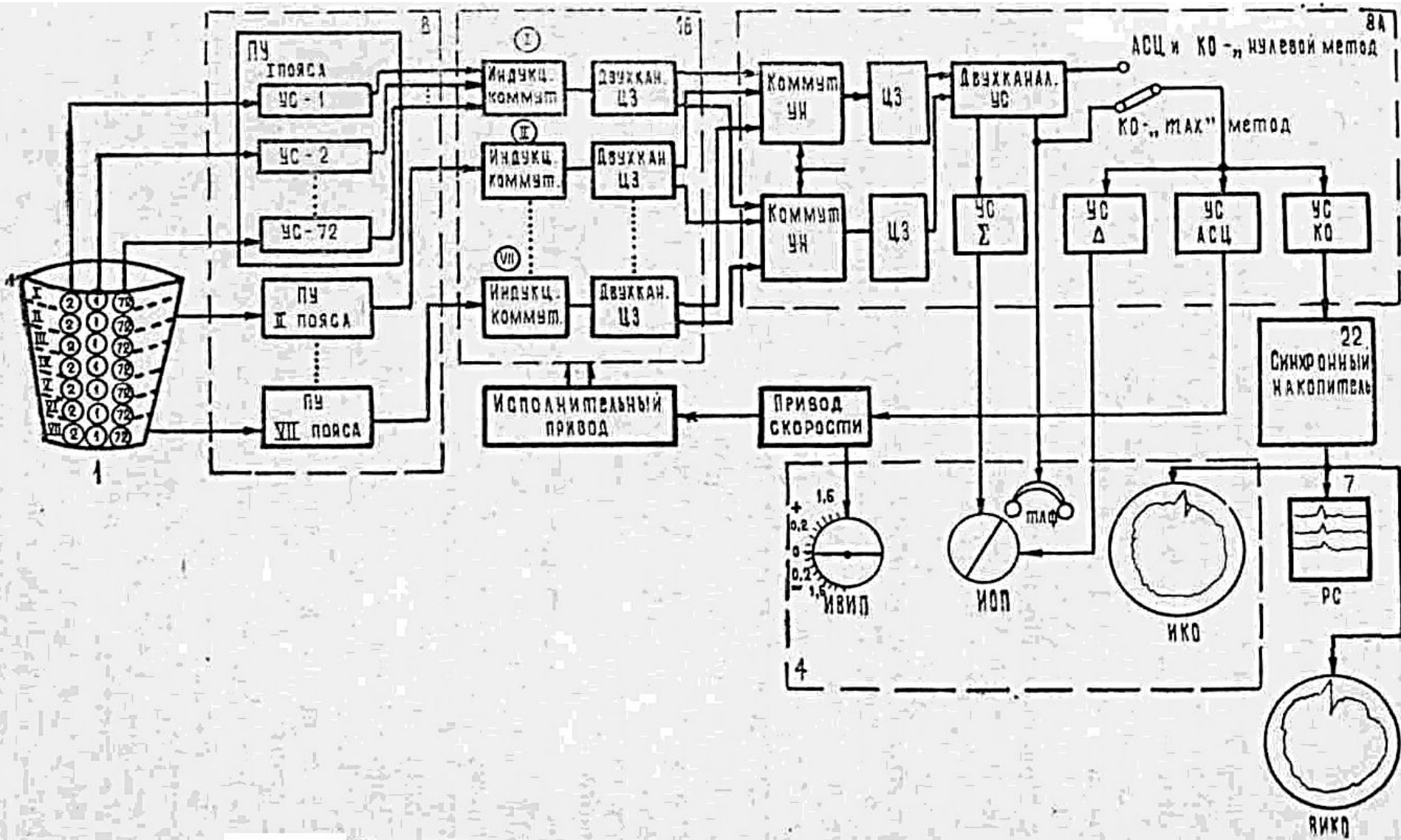
Сущность **синхронного пеленгования** заключается в пеленговании цели с помощью нескольких вращающихся в горизонтальной плоскости характеристик направленности (нескольких пар ХН при использовании корреляционного метода пеленгования) , равномерно разнесенных в пространстве.

Пример реализации метода синхронного пеленгования в тракте ШП ГАК НК МГК-335 в режиме кругового обзора при применении максимального метода пеленгования.

$$T = \frac{3\theta_0}{360^0} \cdot \frac{60}{n} [\text{сек}]$$



Метод синхронного пеленгования позволяет значительно увеличить время интегрирования пеленгуемого сигнала без изменения ширины ХН и без изменения скорости обзора.



Упрощенная функциональная схема одного канала тракта ШП

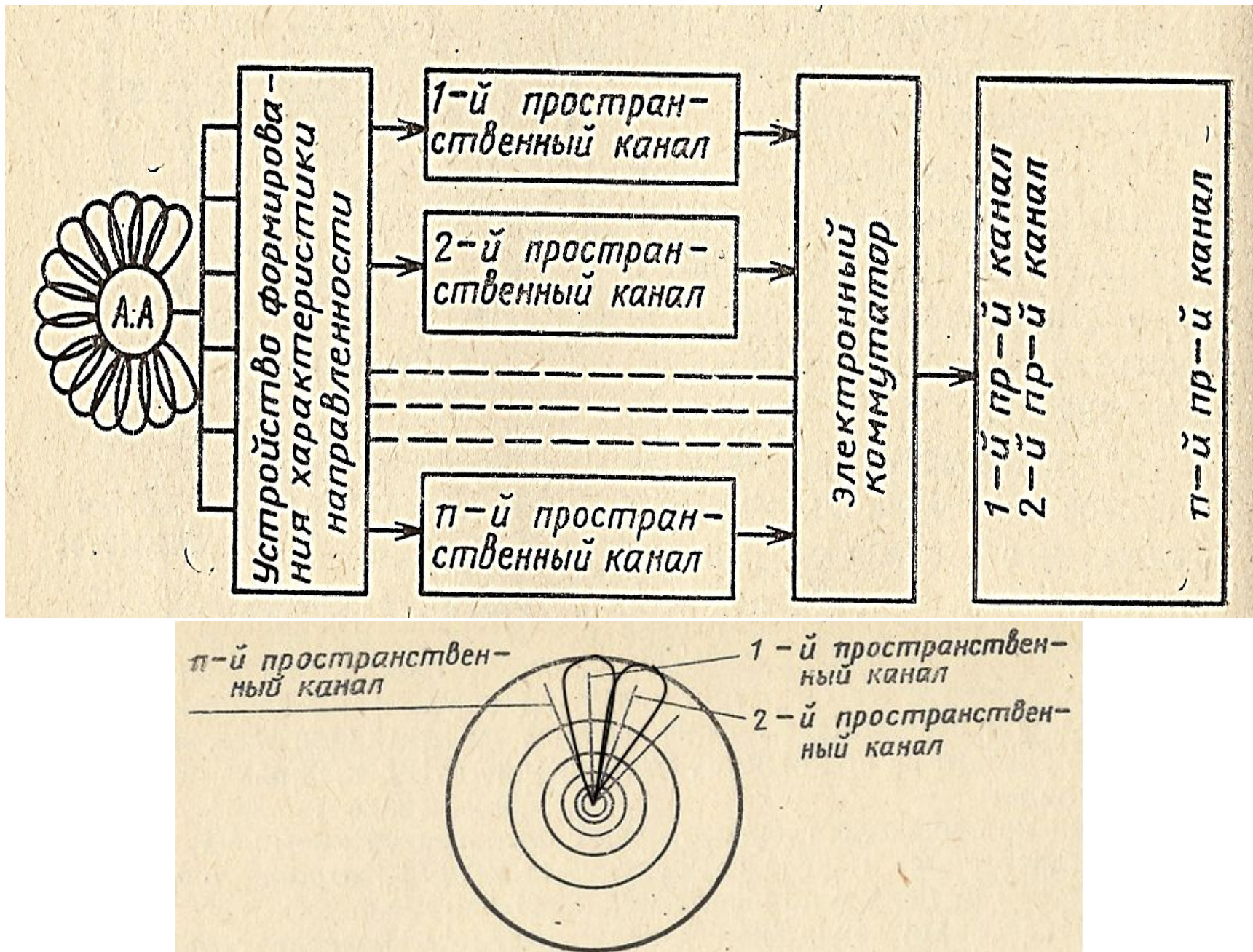


Рис. 7. Функциональная схема приемных каналов тракта обнаружения