



**• ЧАСТОТНЫЙ МЕТОД ПЕЛЕНГОВАНИЯ ПОДВОДНОГО
АППАРАТА ГИДРОАКУСТИЧЕСКОЙ СИСТЕМОЙ
ЛОКАЛЬНОГО ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ**

***Каевицер В.И., Кривцов А.П., Смольянинов И.В.,
Элбакидзе А.В.***

***Институт радиотехники и электроники им. В.А.Котельникова
Российской академии наук, Фрязинский филиал***

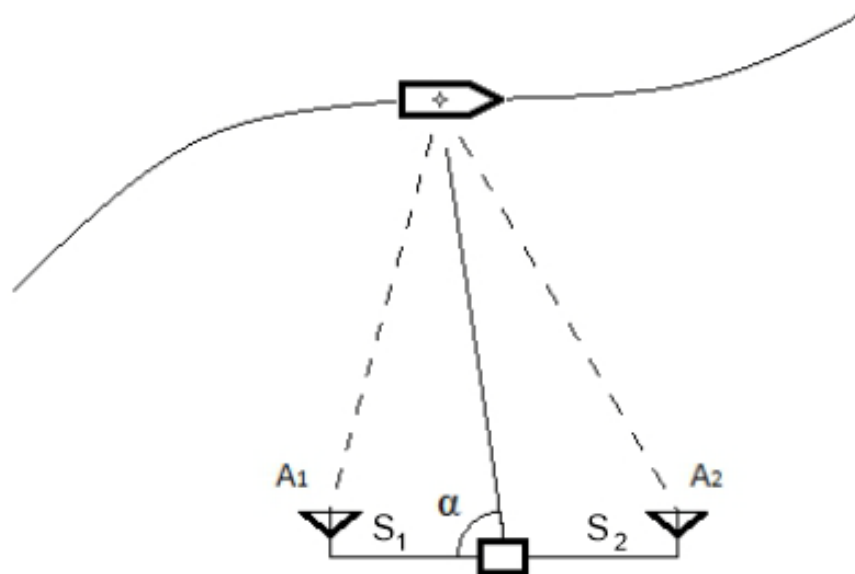


Объект исследований

- Рассмотрен частотный метод пеленгования подводных аппаратов системой позиционирования использующей сигналы с линейной частотной модуляцией (ЛЧМ).
- Проведено моделирование и обработка экспериментальных данных с помощью предложенного метода.



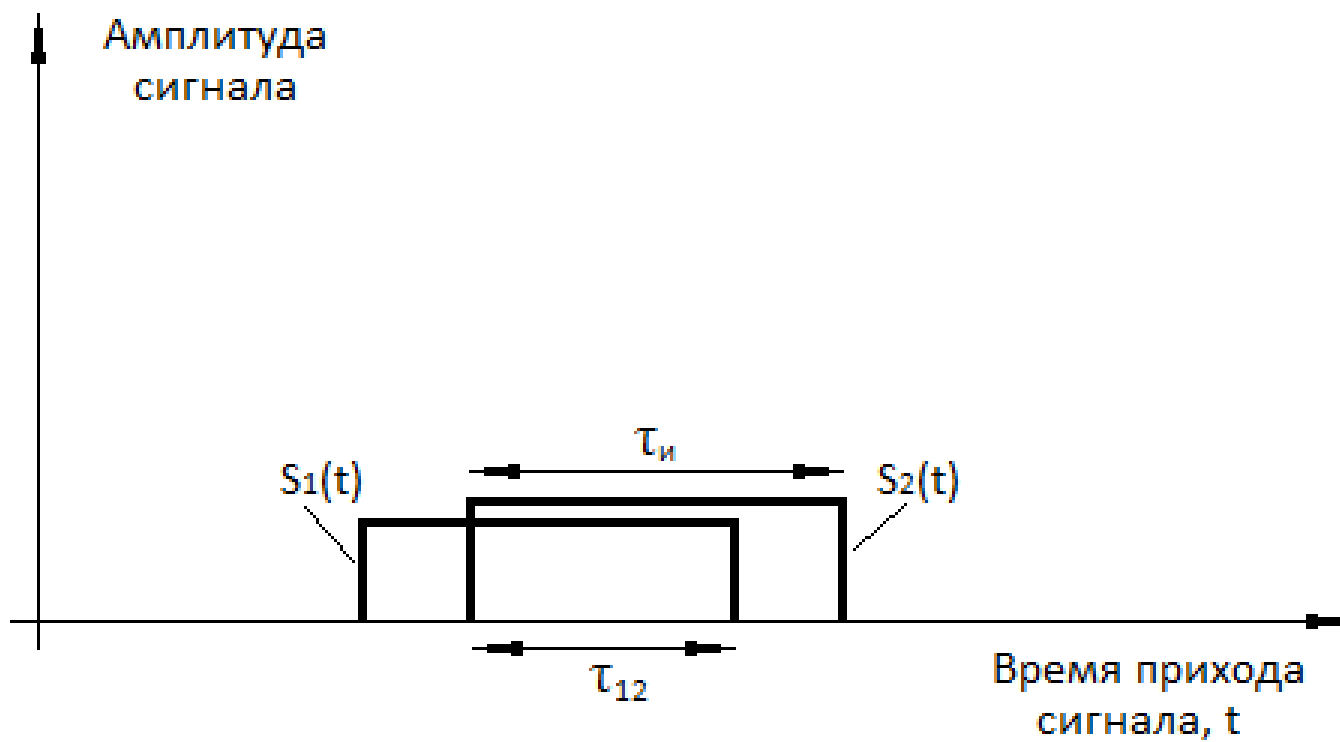
- Схема движения ПА с акустическим маяком относительно двух антенного интерферометра.



Сигналы от маяка принимаются на антенны пеленгатора A_1 и A_2 и соответствуют $S_1(t)$ и $S_2(t)$.

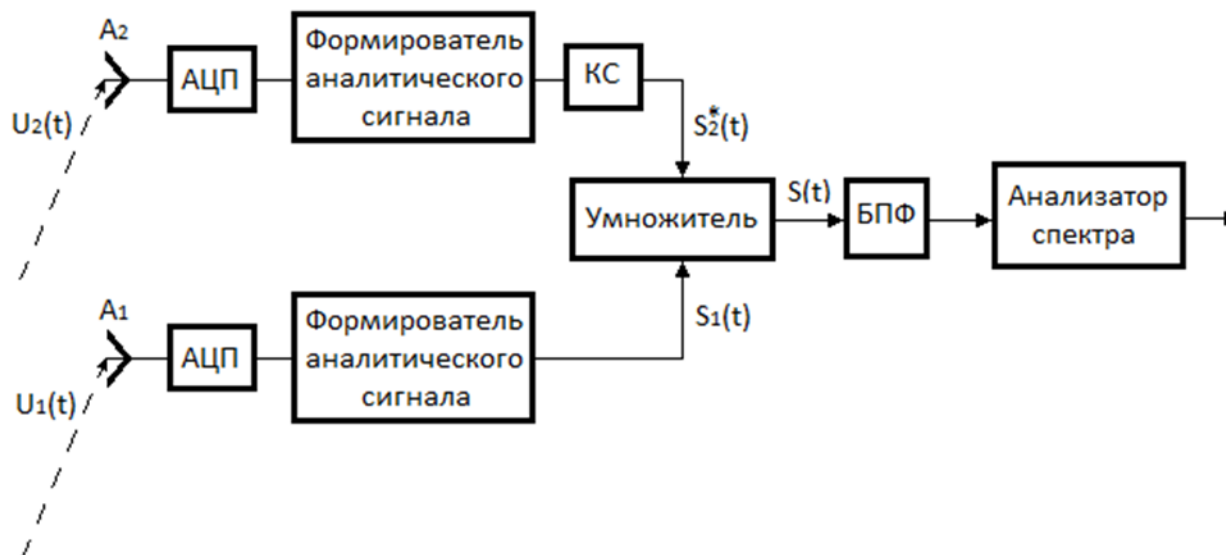


Положение сигналов $S_1(t)$ и $S_2(t)$





Функциональная схема измерителя угловой координаты подводного аппарата.



Аналитический ЛЧМ сигнал $S_{1,2}(t)$

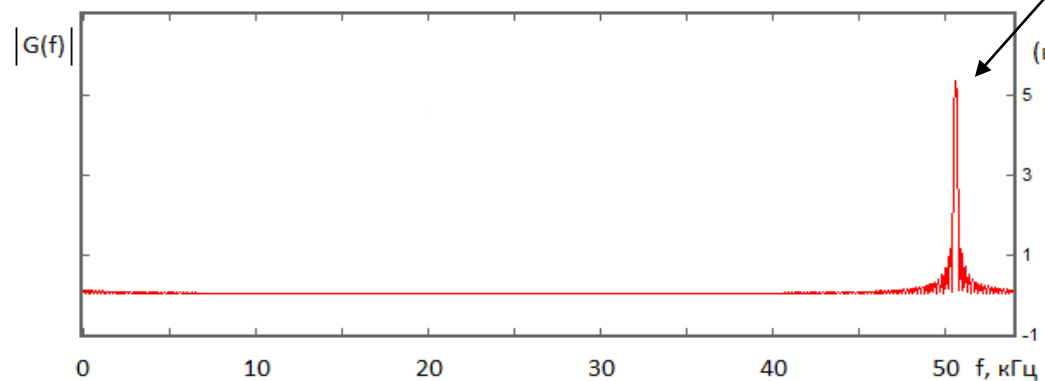
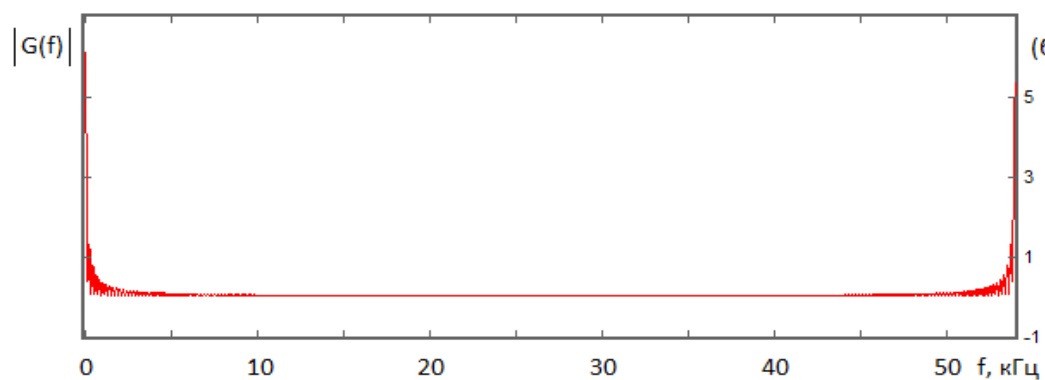
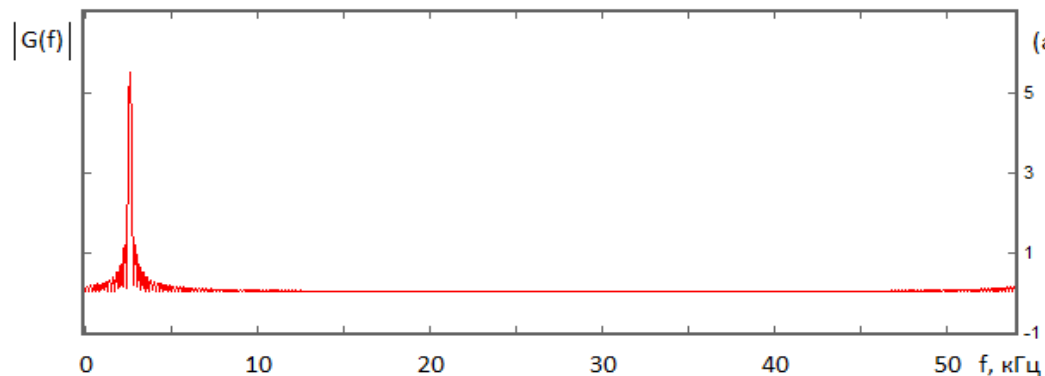


- $S_1(t) = S_{01} e^{j\left(2\pi f_{\text{H}} + \frac{\pi f_{\text{Дев}}}{\tau_{\text{И}}} t\right) t}$
- $S_2(t) = S_{02} e^{j\left(2\pi f_{\text{H}} + \frac{\pi f_{\text{Дев}}}{\tau_{\text{И}}} (t - \Delta t)\right) (t - \Delta t)}$
- $\Delta t = \frac{d}{c} \cos(\alpha)$



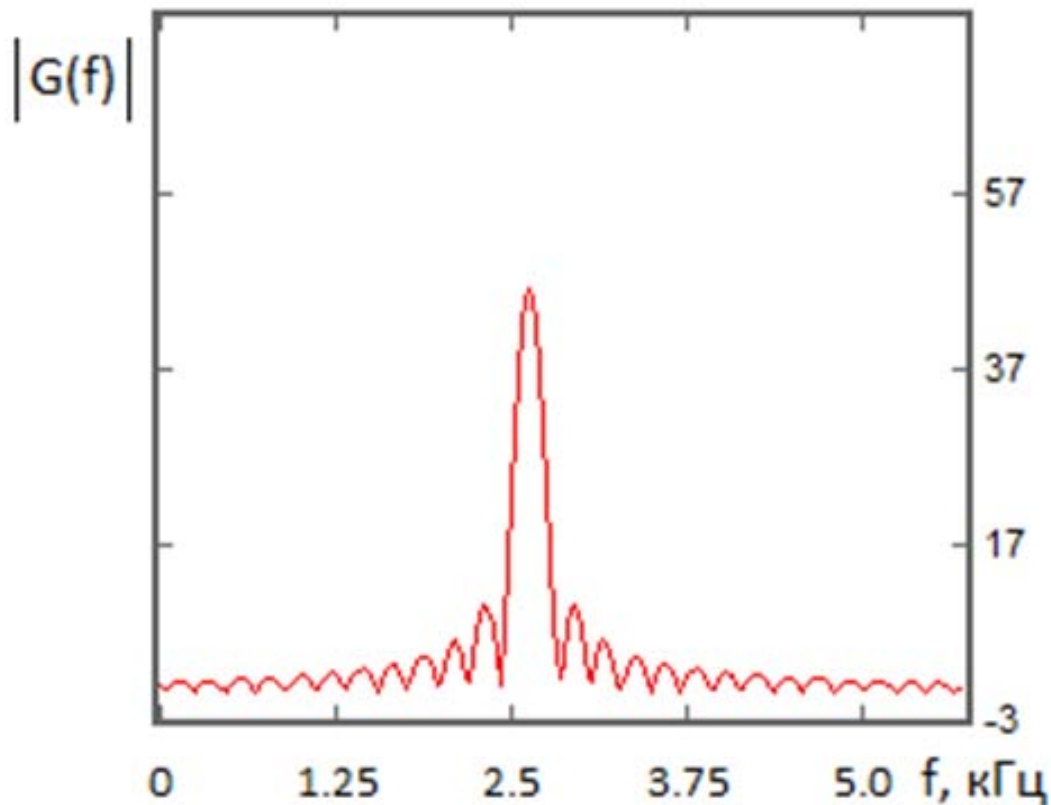
Обработка данных

- $S(t) = S_1(t)S_2^*(t) =$
 $S_{01}S_{02}e^{j(2\pi f_H\Delta t - \frac{\pi f_{\text{дев}}}{\tau_{\text{И}}}\Delta t^2)} e^{j\left(\frac{2\pi f_{\text{дев}}\Delta t}{\tau_{\text{И}}}\right)t}$
- $|G(f)| = \left| \frac{S_{01}S_{02}}{\pi(f-f_0)} \sin(\pi(f-f_0)\tau_{12}) \right|$
- $f_0 = \frac{f_{\text{дев}}\Delta t}{\tau_{\text{И}}}$
- $\alpha = \arccos\left(\frac{f_0\tau_{\text{И}}c}{f_{\text{дев}}d}\right)$



Спектры модельных сигналов для различных направлений прихода.

Модуль спектральной плотности аналитического сигнала $S(t)$.



$$\alpha = 60^\circ$$

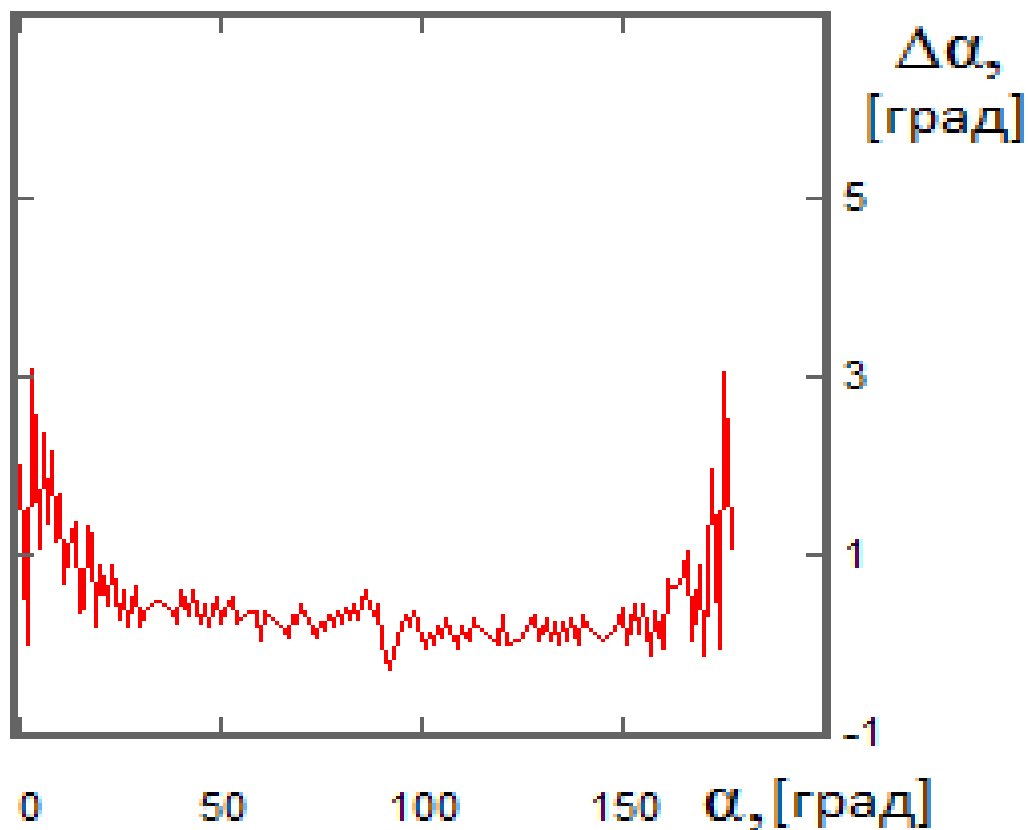
$$f = f_0 = 2,64 \text{ кГц}$$

*Разрешающая
способность:*

$$\Delta f = |f - f_0| = 0,21 \text{ кГц}$$



Погрешность вычисления угла прихода сигнала в зависимости от направления на источник излучения.



Излучающий маяк и аппарат носитель маяка

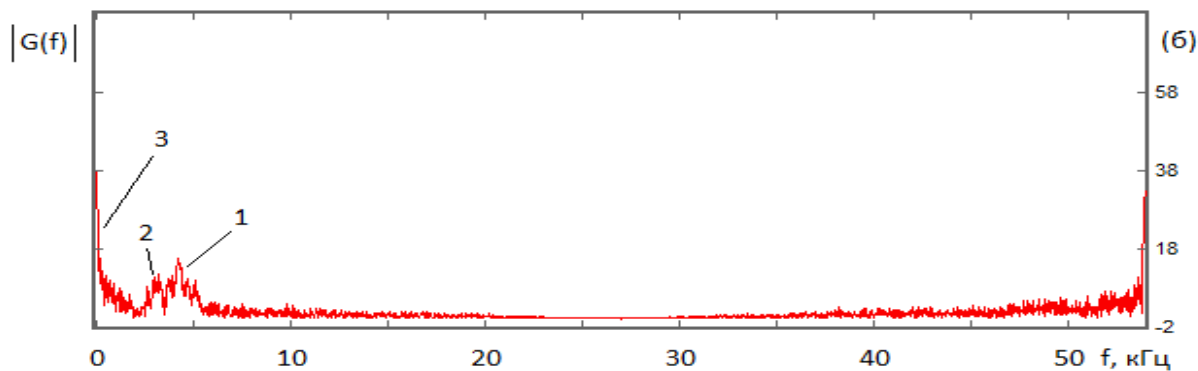
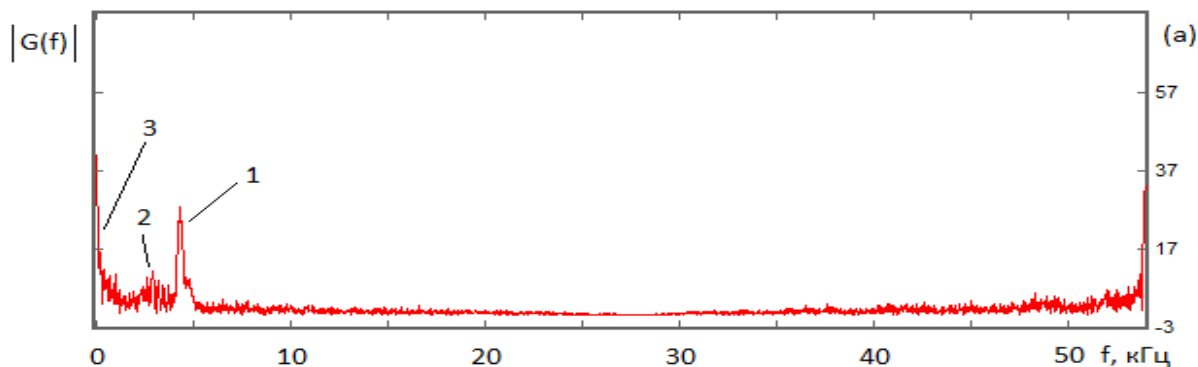


Антенны пеленгатора





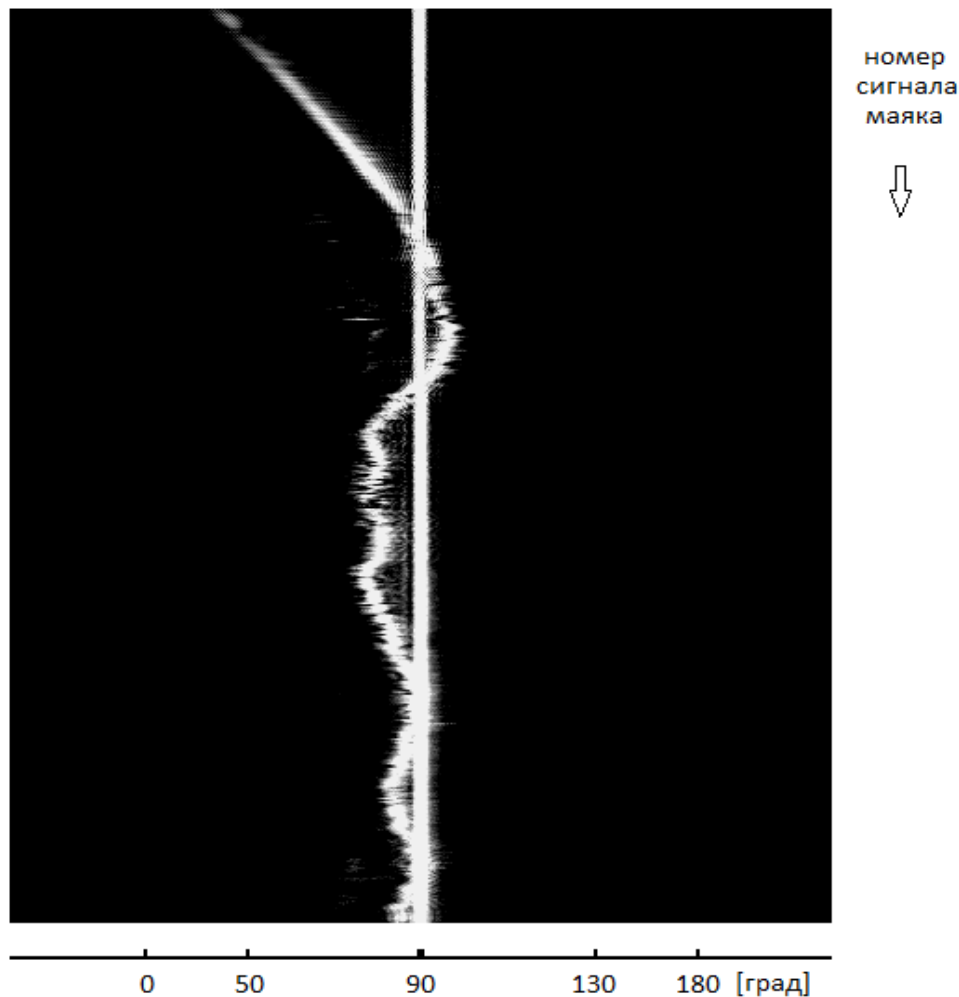
Спектры экспериментальных данных



1 – спектральная компонента сигнала маяка ПА; 2 – компоненты спектра связанные с многолучевым распространением; 3 – составляющая спектра, возникающая из-за взаимного проникновения сигналов в приемных каналах антенн A_1 и A_2 .



Отметка углового положения акустического маяка





Выводы

- 1. Моделирование работы и проверка на экспериментальных данных предложенного частотного способа измерения угловых координат показали возможность его применения для определения местоположения подводного аппарата.
- 2. Существенным преимуществом представленного способа измерения угловых координат является то, что для данного измерителя не требуется жесткой синхронизации акустического маяка ПА и приемной аппаратуры на судне сопровождения.

Катамаран (ЈАВО) с профилографом и гидролокатором в работе



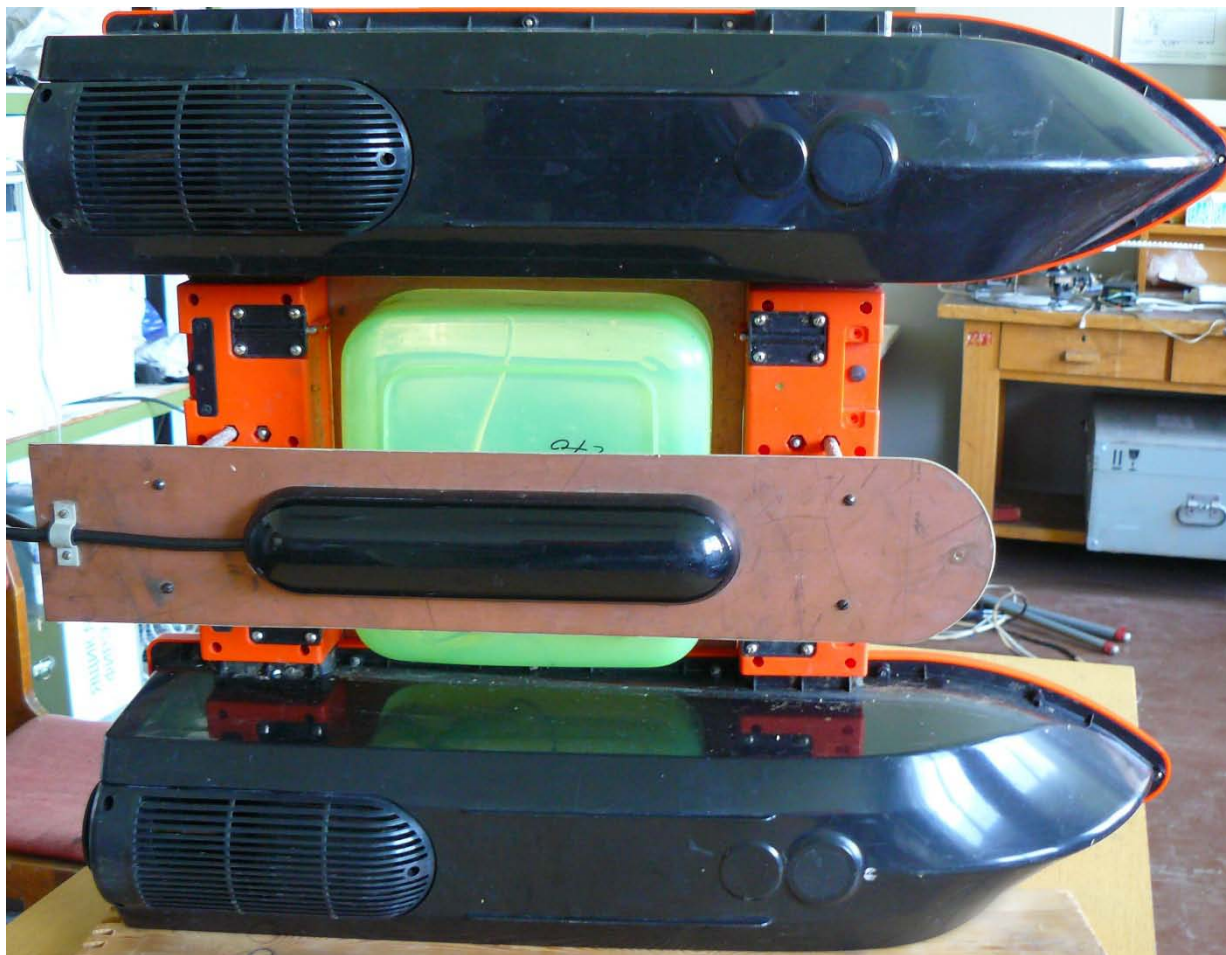


Антенна профилографа и ГБО

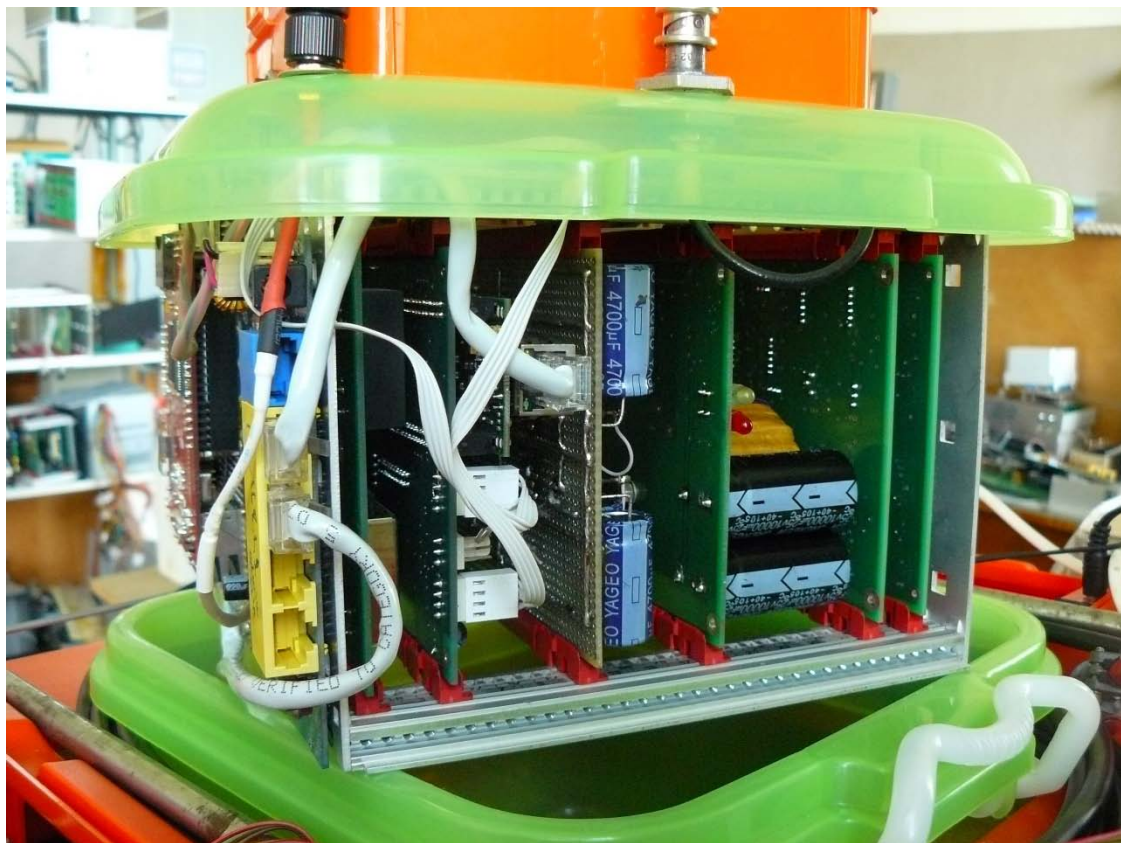




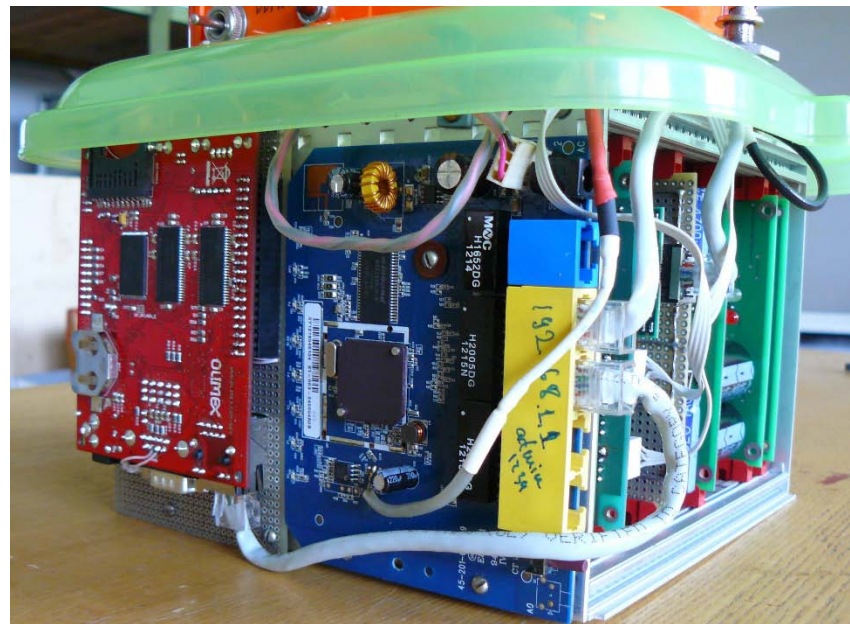
Антенна ГБО 450 КГц



Аппаратура катера и берега



Аппаратура катамарана



Базовая станция

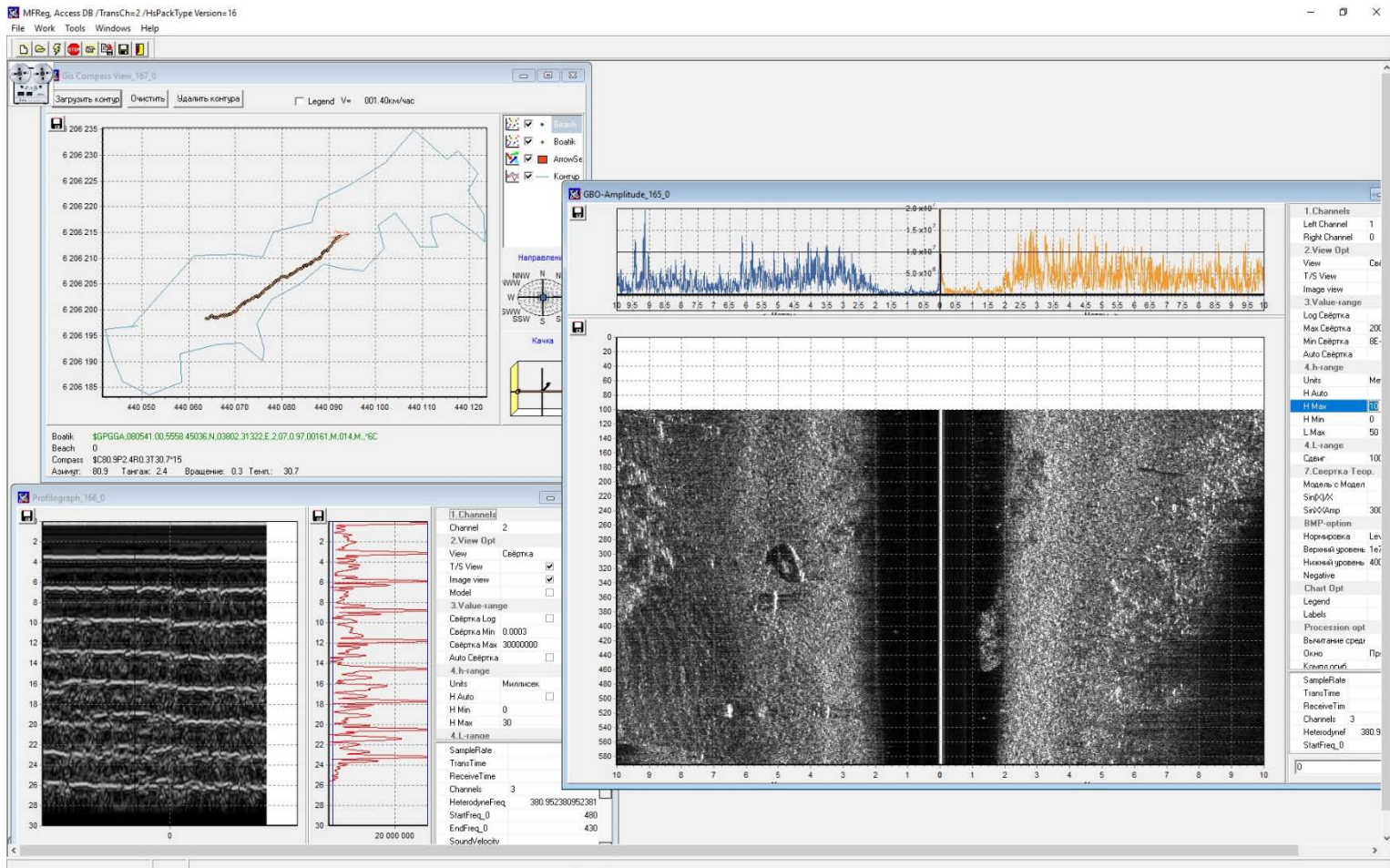




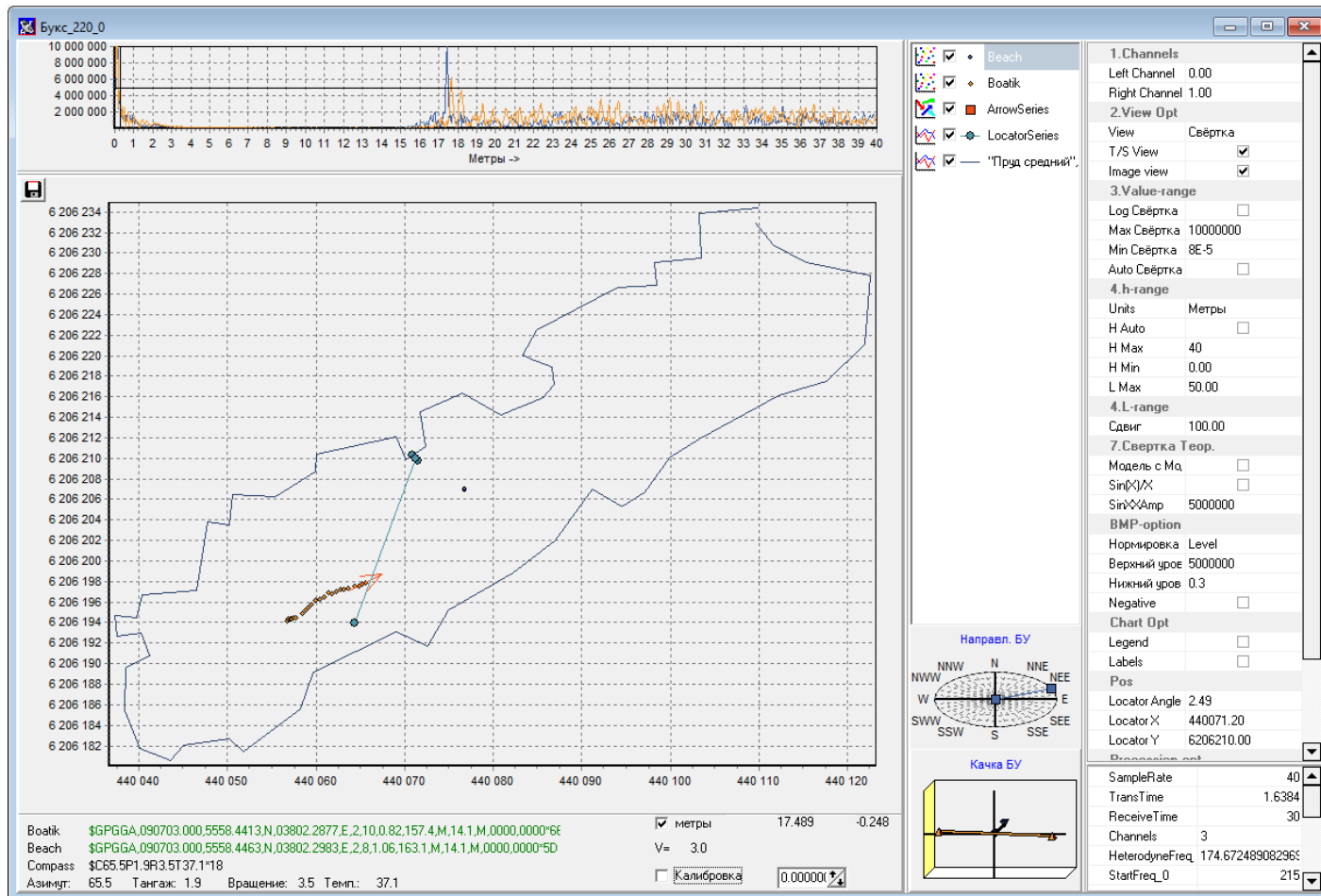
Измерения



Программа реального времени



Программа реального времени, окно пеленга



Спасибо за внимание

