

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

С-Пб ГУАП

Исследования
фазовых методов
измерения дальности

Инструкция к выполнению лабораторной
работы

Составитель - В.Б.Андронников

Санкт-Петербург
1996 год

Порядок выполнения работы

1. Включение установки

1.1. Включить осциллограф С1-83, для чего слегка вытянуть на себя шток "**Питание**".

Исходное положение органов управления.

а) Канал I вертикального усиления (Y):

- аттенюатор V/дел в положении "50";

- малая ручка, соосная с аттенюатором - в крайнем правом положении.

б) Канал II вертикального усиления:

- аттенюатор V/дел в положении "50";

- малая ручка, соосная с аттенюатором - в крайнем правом положении;

- кнопка "X-Y" - нажата.

в) Канал синхронизации:

- кнопка "внеш. X-Y" - нажата.

1.2. Включить частотомер (выключатель "**Сеть**")

Ручка "**Время индикации**" в положении, обеспечивающем индикацию информации в течение 1-2 с.

Переключатель "**Время счета**" в положении 10^3 .

Переключатель "**Метки времени**" в положении 1 μ s.

Переключатель "**Род работы**" в положении "**Частота**".

Переключатель "**Аттенюатор**" в положении "1:1".

1.3. Включить лабораторную установку, нажав кнопку "**Сеть вкл.**" на пульте управления полигона.

Положение органов управления установки

Кнопка "**сигнал вкл.**" - нажата.

Кнопки "**шум вкл.**" и "**строб вкл.**" - отжаты.

Переключатель "осциллограммы" - в положении 9.

Переключатель "**частота**" - в положении 2F.

Переключатель "**режим работы**" - в положении 1. При этом включается передатчик №1 (правая стенка полигона) и подвижный приемник.

Кнопка "**Вкл.33 кГц**" - нажата.

Кнопка "**Вкл.3,3 кГц**" и "**Вкл.0,33 кГц**" - отжаты.

На осциллографе должна появиться кольцевая развертка с двумя отметками ("нуля" и отметки дальности). Если развертка эллиптическая, то ручками "Усиление Y" и "Усиление X" добиться окружности диаметром 4-5 см. Яркую точку центра окружности совместить с центром экрана.

2. Исследование одночастотного фазового метода измерения дальности. Пассивный вариант: цель - приемник.

2.1. Ознакомление с поведением отметок на экране. Установить приёмник напротив Прд-1 на расстоянии 8-12 см. Для этого на пульте управления полигоном установить скорость 1. Красная клавиша "откл." должна быть отжата.

На экране видны две отметки, в общем случае несовпадающие. Считая положение цели за начало отсчёта, совместить обе отметки с нулём дальности (верхняя точка кольца) с помощью ручек "установка нулей фазометров, 33 кГц" и "установка начальной дальности, 33 кГц".

Исследовать зависимость показаний фазометра от перемещения цели.

а) радиальное удаление-приближение. Ручкой управления отодвигать цель от передатчика (влево) и приближать (вправо). Наблюдать за характером вращения отметки в обоих случаях. Определить масштаб кольца. Для этого совместить нулевую и дальностную (целевую) отметки на экране движением цели, отметить на подстилающей бумаге положение цели, приняв за базовую точку угол прямоугольной платформы, на которой закреплён приёмник (цель). В дальнейшем эту точку платформы считать положением цели. Далее осторожным нажатием на рукоятку отодвигать цель, пока её отметка на экране не совершит полный оборот, и вновь сделать отметку положения цели.

Отодвинуть цель в сторону и измерить на полигоне расстояние между двумя отметками. Чему равна длина волны излучаемого сигнала?

б) поперечное движение (относительно передатчика). Вернуть цель в исходное положение. Смещая её на 10 см в сторону пульта управления, наблюдать за поведением отметки на экране осциллографа и объяснить его. Наблюдая только за отметкой на экране, остановить цель на кратчайшем расстоянии от передатчика. Убедиться в этом по положению цели на полигоне. Перемещая цель перпендикулярно направлению излучения передатчика, сделать несколько отметок положения цели на полигоне через каждый оборот отметки цели на экране.

Почему расстояния между ними неодинаковы?

2.2. Повторить пункты 2.1.а) и б), когда включен только Прд-2 (на дальней стенке полигона). Для этого переключатель "Режим работы" поставить в положение 2.

3. Многочастотный метод

Устранение неоднозначностей. Работа по Прд-1. Переключатель "Режим работы" в положении 1. Можете ли вы по положению отметки на экране определить полную дальность цель-Прд? Нет. Потому же, почему вы не можете определить время по часам, у которых отсутствует часовая стрелка.

Способ устранения неоднозначности состоит во введении в работу дополнительных длин волн, кратных исходной, что обеспечивает многошкальность отметчика.

а) нажать клавишу "**Вкл.3,3 кГц**". При этом на экране фазометра (осциллографа) появляется дополнительное кольцо.

Приблизить цель к Прд-1 вплоть до срабатывания концевых выключателей. Установить её напротив передатчика. В дальнейшем эту точку будем считать нулём измеряемой дальности. Отключить движение вдоль борта АВ нажатием на красную клавишу пульта "**откл.**" (утопить её), установить скорость 1.

Ручками "**Установка начальной дальности**" совместить на обеих шкалах экрана отметки дальности с нулевыми. Отметить нуль на полигоне.

Наблюдая за обеими шкалами фазометра, отодвигать цель от Прд-1, пока отметка цели на точной шкале (внутреннее кольцо) не совершит один оборот. Отметить на полигоне положение цели и определить по экрану на сколько сдвинулась отметка цели по грубой (внешней) шкале. Сдвинуть цель ещё на один оборот точной шкалы. Отметить на полигоне новое положение цели. На сколько повернулась отметка по грубой шкале?

Продолжать движение цели, каждый раз отмечая её положение на полигоне по совершении отметкой по точной шкале полного оборота (после 6 оборотов возможно понадобится наклонный отражатель НО). На сколько повернулась отметка по грубой шкале? Измерить линейкой расстояние на полигоне между нулём дальности и точкой полного оборота отметки по грубой шкале? Чему равна длина волны в точном и грубом каналах?

б) Итак, мы освободились от неоднозначностей сантиметровой шкалы, но только в пределах ёмкости шкалы дециметровой. Если $R > 10$ см, то возникают дециметровые неоднозначности, которые можно устранить введением метровой шкалы.

Включите третью шкалу клавишей "**Вкл.0,33 кГц**". Установить цель в нуль дальности. Проверить нули всех трёх шкал. Если нужно - скорректировать соответствующими ручками.

Наблюдая за всеми тремя шкалами фазометра, отодвигать цель до тех пор, пока отметка на точной шкале не совершит 15 оборотов. Отметить положение цели на полигоне. Сколько оборотов совершила отметка на дециметровой и метровой шкалах?

4. Вождение объекта по траектории

4.1. Окружность с центром в передатчике.

а) Установить цель на 15 см от Прд-1. Перемещать её перпендикулярно направлению на передатчик (маяк), т.е. соблюдая условие $R=\text{const}=15$ см. Очевидно, это будет окружность.

Для этого отжать клавишу "откл" на пульте. Ручка управления движением даёт два ортогональных движения поочередно. Необходимо синтезировать движение по окружности из двух ортогональных. Выполняется движение следующим образом. Продвинуть цель по одной из осей координат, наблюдая за поведением отметки на экране, которая при этом сместится. Запомнив величину (например, 1 оборот) и направление смещения, продвинуть цель по другой оси так, чтобы отметка вернулась в исходное положение. Отметить положение цели на полигоне. Продолжить продвижение цели по первой оси, а затем по второй, компенсируя получающийся набег фаз в 2π (1 оборот). Вновь отметить положение цели. Многократно повторяя процедуру перемещения цели с компенсацией набега фазы, снять траекторию движения.

б) Вернуться на траверз по прямой. Для этого включить движение "на себя" и считать обороты отметки по точной шкале. Момент прохождения траверза обнаруживается по прекращению движения отметки на экране и началу её движения в обратную сторону (цель на кратчайшем расстоянии от передатчика!). Остановиться на траверзе. Запомнить сосчитанное по экрану число оборотов и их направление.

Включив движение от передатчика (влево), перемещать цель, пока полученное ранее число оборотов не скомпенсируется (мы, таким образом, совершили интегрирование по замкнутому контуру. Этот интеграл должен быть равен нулю. Тогда конечное положение цели совпадает с начальным).

в) Продолжить снятие траектории, перемещая цель "на себя".

4.2. Гипербола.

Переключатель "**режим работы**" - в положении 4. При этом система становится двухпозиционной, оба канала имеют одинаковую рабочую 16,5 кГц (при разных несущих 33 и 49,5 кГц). На экране фазометра - одна шкала (16,5 кГц). Клавишу "**синхр.от Прм.**" - отжать. При этом развёртка формируется из принимаемого напряжения одного из каналов. Это обеспечивает неподвижность отметки этого канала.

Найти на полигоне зону уверенного приёма обоих сигналов, учитывая ограниченную направленность излучения передатчиков. В этой зоне осуществить движение объекта по гиперболе. Запомнить исходное положение отметки на экране. Отметить на полигоне исходное положение цели. Повторяя процедуру, описанную при снятии окружности, снять гиперболическую траекторию. По форме и положению гиперболы определить базу системы (указать и отметить на листе работающие передатчики).

5. Влияние отношения сигнал/шум на дисперсию оценки дальности

5.1. Калибровка системы.

Установить цель в центр полигона. Переключатель "**режим работы**" в

положение 1. Клавишу "сигнал" нажать.

Регулировки "Установка Рс/Рш дБ" в положениях: ручка "Плавно" - крайнее левое, переключатель - 0 дБ. Переключатель "Контроль напряжений" - в положение АРУ. Запомнить показания микроамперметра. Отжать клавишу "сигнал", нажать клавиши "шум" и "строб". Вращая ручку "плавно", установить те же показания микроамперметра. Нажать клавишу "сигнал". При этом отношение $c/ш = 1$ (0 дБ).

Переключатель "Частота" - в положение СС. Клавиши "вкл.33 кГц" и "вкл.0,33 кГц" - отжать (остаётся среднее кольцо, на котором индицируется положение строба и отметка цели).

5.2. Измерения.

Установить $c/ш = +24$ дБ. Строб - в положение 5. Ручкой "Установка начальной дальности" (3,3 кГц) подвести отметку цели под строб. Перемещая строб переключателем "перемещение строба", снимать показания счетчика (частотомера) как функцию положения строба. Внести результат в таблицу (каждый результат снимать трижды, при расчётах усреднить) зависимости числа совпадений оценки с данным положением строба (при нескольких значениях $c/ш$).

6. СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА

Описание исследованных схем, результаты эксперимента, лист, снятый с полигона, комментарии к нему.

Таблица оценок при различных $c/ш$. Результаты расчета при различных $c/ш$: дисперсии, среднеквадратического отклонения в градусах базы и мм расстояния. Графики вероятности совпадения как функции номера строба (можно ограничиться огибающей), нормированные так, что полная вероятность равна единице (для каждого отношения сигнал/шум).