

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

Томский государственный университет систем управления и  
радиоэлектроники

**РАДИОЛОКАЦИОННАЯ СТАНЦИЯ «РЕКА»**

Методические указания к лабораторной работе  
для студентов радиотехнических специальностей

Томск

2023

Зайков К.Д.  
Захаров Ф.Н.  
Калашников Г.А.  
Зайков Д.Д.

УДК 621.396.96

ББК 32.95

З 17

**Рецензент:**

**Аникин А.С.**, доцент кафедры радиотехнических систем ТУСУР, кандидат  
технических наук

**Зайков, Кирилл Денисович**

З 17 Радиолокационная станция «РЕКА»: методическое указание по лабораторной работе для студентов радиотехнических специальностей / К.Д. Зайков, Ф.Н. Захаров, Г.А. Калашников, Д.Д. Зайков — Томск: Томск. гос. ун-т систем упр. и радиоэлектроники, 2023. – 19 с.

Настоящее методическое указание по лабораторной работе составлено с учётом требований федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (ФГОС ВО).

Методические указания содержат краткие теоретические сведения о основных характеристиках РЛС, приведены элементы и схемы отдельных устройств радиолокационных станции «РЕКА», описан порядок работы с специализированным программным обеспечением, порядок проведения лабораторной работы, а также контрольные вопросы для допуска к их выполнению.

Лабораторная работа выполняется на РЛС «РЕКА» производства НПФ «Микран» с использованием специализированного программного обеспечения.

Одобрено на заседании каф. РТС, протокол № 7 от 22.02.2023.

УДК 621.396.96

ББК 32.95

© Зайков К.Д., Захаров Ф.Н.,  
Калашников Г.А., Зайков Д.Д., 2023

© Томск. гос. ун-т систем упр. и  
радиоэлектроники, 2023

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	5
1 КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ .....	6
1.1 Основные характеристики РЛС .....	6
1.2 Назначение РЛС .....	7
1.3 Сигналы используемые в РЛС .....	8
2 ОПИСАНИЕ РЛС «РЕКА» .....	9
2.1 Математическая модель сигнала .....	9
2.2 Описание приемо-передающего устройства .....	10
3 ИНДИКАТОР КРУГОВОГО ОБЗОРА .....	12
3.1 Поиск и обнаружение целей .....	12
3.2 Определение координат цели .....	13
3.3 Влияние системы оператор - индикатор .....	13
4 ЗАПУСК ПРОГРАММЫ И ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ .....	15
5 ЗАДАНИЕ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ .....	17
6 Список контрольных вопросов .....	18
7 Список рекомендуемой литературы .....	19

## Введение

Радиолокация — это обнаружение и распознавание объектов с помощью радиоволн, а также определение их местоположения и параметров движения в пространстве. Принципы действия радиолокации основан на рассеянии радиоволн объектами, метеобразованиями и другими неоднородностями.

Радиотехнические системы и устройства, решающие задачи радиолокации, называются радиолокационными системами (РЛС) и устройствами, радиолокационными станциями и реже радиолокаторами или радарам.

Радиолокационные станции обеспечивают решение широкого круга задач, связанных с обнаружением воздушных и наземных объектов (целей), навигацией (обеспечением вождения) различных судов (воздушных и морских), с управлением воздушным и морским движением, управлением средствами противовоздушной обороны, с обеспечением безопасности движения транспортных средств, с предсказанием возникновения погодных явлений, а также с поражением наземных (морских) и воздушных объектов в любое время суток и в любых метеословиях.

Одну из первых РЛС, предназначенных для радиолокации воздушных объектов, изобрел Роберт Уотсон и получил первый патент на изобретение подобной системы в 1934 году, а 26 февраля 1935 года успешно продемонстрировал своё изобретение, которое могло обнаружить самолёт на расстоянии 64 км. В СССР 3 января 1934 г. было осуществлено на практике обнаружение самолета с помощью РЛС, работающей в непрерывном режиме излучения группой дециметровых волн под руководством Юрия Константиновича Коровина. И хотя самолет обнаруживался всего на расстоянии 600 – 700 м, это был большой прорыв в области радиолокации.

Одним из самых современных радиолокаторов является «Дон-2Н», который имеет две фазированные антенные решетки, состоящие из 60 тысяч элементов. Антенна позволяет обнаруживать цель на расстоянии 3,7 тыс. км.

Среди разработок Томских инженеров выделяется РЛС, разработанная выпускниками ТУСУР – радиолокационная станция «РЕКА». Данная РЛС – это судовой радар для речного транспорта, позволяющий осуществлять непрерывный мониторинг навигационной обстановки. Уникальность РЛС РЕКА заключается в способности обнаружения малоразмерных целей. Излучение передатчика меньше, чем у мобильного телефона - 1 Ватт, что обеспечивает безопасность для человека.

Целью лабораторной работы «Радиолокационная станция «РЕКА» является:

1. Знакомство студентов с особенностями отображением рельефа местности
2. Изучения особенностей построения радиолокационной станции «РЕКА»
3. Изучение влияние девиации частоты на разрешающую способность

Лабораторная работа выполняется на ЭВМ подключенной к радиолокационной станции «РЕКА» с помощью специализированного программного обеспечения.

## 1 КРАТКИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ

Радиолокация (РЛ) – наблюдение различных объектов посредством направленного излучения и приема отраженных от них радиоволн (активная РЛ) или приема собственного радиоизлучения объектов (пассивная РЛ), а также область науки и техники, изучающая методы и создающая средства для такого наблюдения. Применяется в военном деле, воздушной, морской и космической навигации, астрономии и т.д.

Процесс обнаружения объектов, измерения их координат и параметров движения называют радиолокационным наблюдением, а используемые для этого системы – радиолокационными станциями, радарамии или радиолокаторами.

Под радиолокационной целью понимают любой материальный объект, который можно обнаружить, измерить его местоположение и параметры движения методами радиолокации.

В зависимости от природы возникновения электромагнитных волн, достигающих антенны РЛС и доставляющих информацию об объекте радиолокационного наблюдения, различают *активную, полуактивную, активную с активным ответом и пассивную* радиолокацию.

При *активной* радиолокации сигнал, принимаемый приемником РЛС, создается в результате отражения (рассеивания) объектом электромагнитных колебаний, излучаемых антенной РЛС и облучающих объект. Сигнал, излучаемый антенной РЛС, называют прямым или зондирующим, а сигнал, принимаемый приемной антенной РЛС – отраженным или радиолокационным. Таким образом, при активной радиолокации применяют передатчик в составе РЛС и работают с отраженным (рассеянным) сигналом.

При *полуактивной* радиолокации носителем информации также является сигнал, но источник облучающих объект радиоволн вынесен относительно приемника РЛС и может действовать независимо от него. Передающее устройство, облучающее цель, может быть расположено, например, на земле или корабле, а приемное, использующее отраженный сигнал, – на ракете, направленной на цель.

Достоинством активного и полуактивного метода радиолокации является возможность обнаружения объектов, не являющихся источником радиоизлучения.

Пассивная радиолокация – обнаружение и определение координат объектов по их собственному излучению. Пассивная РЛС не содержит в своем составе передающих устройств, предназначенных для облучения цели. Имеются два основных направления пассивной радиолокации:

1) радиотехническая разведка - обнаружение, определение координат и параметров излучения РТС противника.

2) радиотеплолокация - локация объектов по их тепловому радиоизлучению.

Отсутствие зондирующего сигнала исключает определение дистанции до цели по его задержке.

### 1.1 Основные характеристики РЛС

Тактические характеристики РЛС – это система показателей, используемых для оценки боевых возможностей РЛС и проведения тактических расчетов.

Основными тактическими характеристиками являются:

- форма и размеры зоны обслуживания;
- состав выдаваемой информации;
- точность измерения координат целей;
- разрешающие способности по измеряемым координатам;
- информационная способность;
- вероятность правильного обнаружения, вероятность ложной тревоги;
- помехозащищенность;
- эксплуатационная надежность;

- мобильность;
- живучесть.

В задачах радиолокации часто требуется получить заданную разрешающую способность по дальности, определяемую как минимальное расстояние между двумя целями, при которой дальность до каждой из целей определяется раздельно. Эта величина обратно пропорциональна ширине спектра сигнала. Следовательно, необходимо увеличивать ширину спектра для уменьшения значения разрешающей способности, которая вычисляется.

$$R = \frac{c}{2 \cdot \Delta f} . \quad (1.1)$$

Увеличение ширины спектра сигнала можно достичь с помощью уменьшения длительности сигнала. Но это в свою очередь приводит к уменьшению энергии сигнала и дальности обнаружения.

Под дальностью действия понимают максимальное расстояние, при котором радиосистема выполняет свои функции с заданными характеристиками качества. Компромиссное решение – использование сигналов сложной формы, в частности ЛЧМ-сигналов.

Помимо, разрешающей способности, не мало важными характеристиками являются пропускная способность и точность местоопределения. Пропускная способность характеризуется числом объектов, обслуживаемых системой одновременно или в единицу времени. Пропускная способность зависит от принципа действия системы и ряда ее тактических и технических параметров и, в частности, рабочей зоны, точности и разрешающей способности. Под точностью системы понимается погрешность при измерении координат и параметров движения объекта.

К основным техническим характеристикам радиосистемы относятся параметры, непосредственно определяющие ее тактические характеристики. Применительно к РЛС основными техническими характеристиками являются:

- Несущая частота колебаний (или длина волны);
- Параметры сигнала (ширина спектра, длительность, период повторения, излучаемая мощность);
- Чувствительность приемного устройства;
- Характеристики антенны (размеры апертуры или ширина диаграммы направленности, уровень боковых лепестков);
- Метод обзора пространства и скорость обзора;
- Тип оконечного устройства;
- Габариты и масса станции;
- Мощность, потребляемая от источника питания;
- Параметры приемного устройства (коэффициент шума приемника, полоса пропускания приемника, номинальная промежуточная частота, общий коэффициент усиления приемника и т.д.).

## 1.2 Назначение РЛС

Существует большое число РЛС различного назначения. Однако принципы их построения и основные показатели имеют много общего. Поэтому целесообразно разделить РЛС в зависимости от выполняемых функций на два класса:

- РЛС обнаружения;
- РЛС точного измерения координат целей (слежение).

Радиолокационные станции обнаружения работают в режиме обзора, то есть периодического просмотра заданной области пространства. При этом производится грубое определение координат обнаруженных целей. Точное измерение координат осуществляется

в РЛС слежения за одной или несколькими целями. Они осуществляют сопровождение выбранных целей по дальности, угловым координатам и скорости.

Следует отметить, что деление радиолокационных станций на РЛС обнаружения и слежения в некоторых случаях является условным. Имеются многофункциональные РЛС, которые поочередно работают в режиме обзора и сопровождения большого количества целей.

### 1.3 Сигналы используемые в РЛС

Радиолокационные станции могут излучать импульсные, непрерывные и квазинепрерывными. В соответствии с используемым сигналом различают *импульсные РЛС*, *РЛС с непрерывным излучением* и *РЛС с квазинепрерывным излучением*.

**Импульсный радиолокатор** - это радиолокационное устройство, которое излучает короткие мощные импульсы, а между ними (во время так называемого интервала покоя) принимает эхо-сигналы. В отличие от радиолокатора непрерывного излучения, передатчик импульсного радиолокатора выключен до момента окончания измерения. Характерной особенностью этого метода является то, что зондирующие импульсы имеют очень малую длительность (обычно их длительность составляет  $\tau \approx 0,1 \dots 1$  мкс). Между зондирующими импульсами имеются продолжительные паузы  $T \gg \tau$ , которые называют интервалами приема (обычно  $T \approx 1$  мс). Дальности до отражающих объектов определяют путем измерения времени запаздывания эхо-сигнала.

**Радиолокатор непрерывного излучения** излучает высокочастотный сигнал постоянно. Эхо-сигнал принимается и обрабатывается непрерывно. Для применения такого метода необходимо решить две проблемы: 1. предотвратить непосредственное проникновение энергии передатчика в приемник (обратная связь); 2. привязать принимаемые сигналы к системе времени, чтобы иметь возможность измерять время запаздывания. Для решение второй проблемы используют частотную или фазовую модуляции.

**Радиолокационные станции с квазинепрерывными излучением**, то есть с импульсными сигналами малой скважности ( $Q \gg 5 \dots 10$ ), занимают промежуточное положение между импульсными РЛС и РЛС с непрерывным излучением.



## 2 ОПИСАНИЕ РЛС «РЕКА»

РЛС «РЕКА» — это радар открытого типа, устанавливается на небольших судах и яхтах. Навигационная радиолокационная станция «РЕКА» комплектуется сенсорным дисплеем. РЛС обеспечивает четкое и качественное обнаружение даже малых целей благодаря использованию ширококостного сигнала и цифровой обработке изображения.

Локатор с легкостью определяет и разделяет цели, в том числе и на близких расстояниях – менее 3 метров. Все выводимые данные обновляются оперативно за счет высокой скорости вращения антенны – 24 оборота в минуту.

Таблица 2.1 – Основные тактико-технические показатели РЛС «РЕКА»

Разрешающая способность по дальности: - на шкалах дальности от 0,25 до 1,60 км, м, не более - на остальных шкалах дальности, % от установленной шкалы дальности, не более	4 0,5
Разрешающая способность по направлению, не более	1°
Минимальная дальность обнаружения (при высоте установки антенны 7 м), м, не более	10
Рабочая частота, МГц	9400
Конструктивное исполнение приемопередатчика	Твердотельный приемопередающий модуль
Максимальная выходная мощность передатчика, Вт, не более	1
Ширина диаграммы направленности устройства антенного в вертикальной плоскости, не более	30°
Чувствительность приемника, дБм, не более	Минус 132
Степень защиты, обеспечивается оболочкой: - устройства приёмо-передающего в сборе - блока управления и индикации, блока сопряжения	IP56 IP22
Напряжения питания в бортовой сети постоянного тока, В	от 21,6 до 26,4
Питание от сети переменного тока «220 В» - напряжения, В - частота, Гц	От 198 до 233 От 47,5 до 52,5
Потребляемая мощность, Вт, не более	200
Рабочая температура, °С - блока управления и индикации, блока сопряжения - устройства приёмо-передающего	От минус 10 до плюс 55 От минус 40 до плюс 55

### 2.1 Математическая модель сигнала

Радиолокационная станция «Река» использует 6 типов квазинепрерывных ЛЧМ сигналов (см. рисунок 2.1), выбор сигнала осуществляется в зависимости от требуемой дальности наблюдения.

Идея метода измерения дальности с помощью непрерывного/ квазинепрерывного зондирующего излучения заключается в том, чтобы использовать частотную модуляцию. Тогда, за время распространения излучения до цели и обратно частота генератора излучения изменится и ее можно будет сравнить с частотой отраженного от цели излучения. Разница частот при линейном законе изменения частоты будет пропорциональна дальности.

Сигналы с линейной частотной модуляцией – это такой класс сигналов с частотной модуляцией, при которой частота несущего сигнала изменяется по линейному закону:

$$f(t) = f_0 + \mu \cdot t, \quad (2.2)$$

где  $f_0$  – несущая частота сигнала,  $\mu$  – параметр характеризует скорость изменения частоты модулированного колебания.

Аналитическая запись импульсного сигнала с линейной частотной модуляцией имеет вид:

$$u(t) = \begin{cases} U_0 \cdot \cos \left[ f_0 \cdot t + \frac{\mu \cdot t^2}{2} \right], & \text{при } 0 \leq t \leq \tau \\ 0, & \text{при } t < T \end{cases} \quad (2.3)$$

где  $U_0$  – амплитуда сигнала,  $f_0$  – несущая частота сигнала,  $\mu$  – параметр характеризует скорость изменения частоты модулированного колебания,  $t \in [0, T]$  – время наблюдения за ЛЧМ-импульсов в течении одного периода  $T$ .

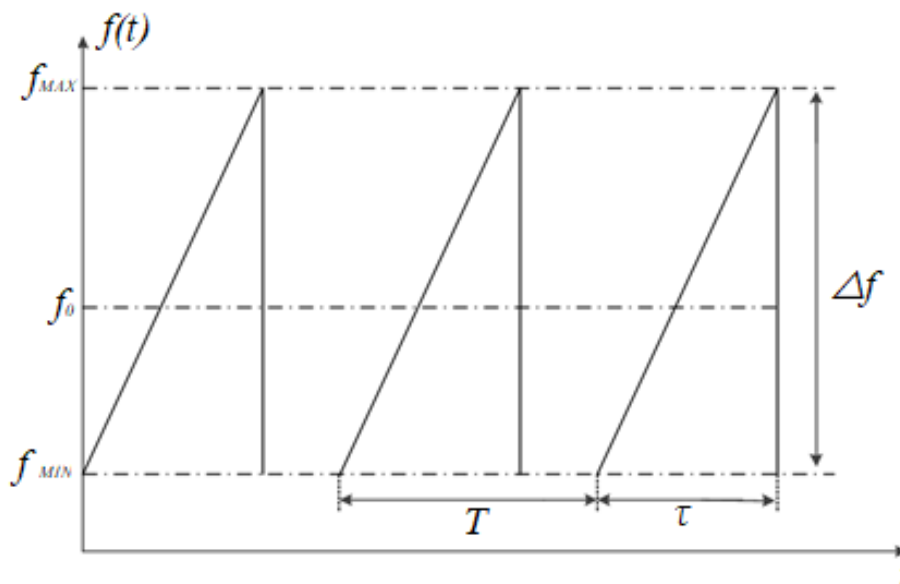


Рисунок 2.1 – Зависимость частоты сигнала от времени квазипрерывного сигнала с ЛЧМ

Характеристики используемых в РЛС «РЕКА» ЛЧМ сигналов представлены в таблице 2.2.

Таблица 2.2 - Типы излучаемых сигналов

Тип сигнала	Ширина спектра, МГц	Число передаваемых отсчетов	Число значимых отсчетов	Дальность максимального значимого отсчета, м	Разрешение по дальности, м
0	191,2	4096	3500	2750	~ 0,79
1	154,68	4096	3500	3400	~ 0,97
2	78,48	4096	3500	6700	~ 1,91
3	19,68	4096	3500	26750	~ 7,64
4	~	4096	3500	—	—
5	9,84	4096	3500	53500	~ 15,29

Четвертый сигнал служит для калибровки устройства, поэтому его характеристики не включают в себя ширину спектра, разрешение по дальности и дальность максимального значимого отсчета.

## 2.2 Описание приемо-передающего устройства

Структурная схема приемопередающего устройства РЛС представлена на рисунке 2.2.

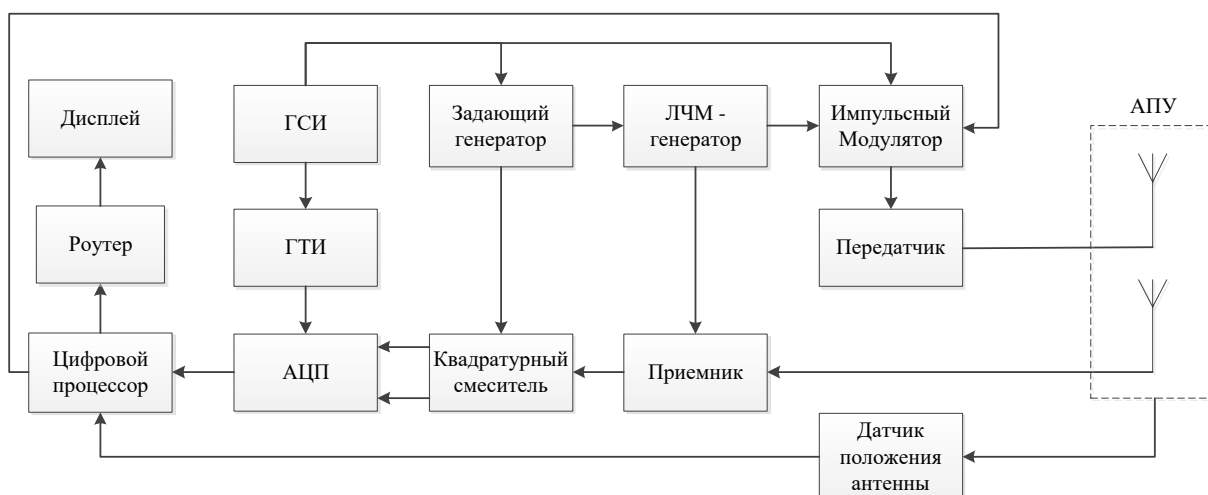


Рисунок 2.2 – Структурная схема РЛС «Река»

Задающий генератор формирует колебания несущей частоты, которые поступают на ЛЧМ-генератор, где формируется сигнал с линейно частотной модуляцией. После сформированный сигнал поступает на импульсный модулятор, который формирует из непрерывного излучения квазинепрерывное. Полученный сигнал поступает в передатчик, где сигнал усиливается, фильтруется и передаётся на антенно-поворотное устройство (АПУ).

Антенное устройство состоит из двух независимых линейных решёток, включает по восемь одинаковых подрешёток, сигнально объединённых двумя СВЧ сумматорами. Внешний вид приёмной и передающей антенны без радиопрозрачного экрана представлен на рисунке 2.3

Прием отраженного сигнала производится приёмной антенной, где принятый сигнал поступает на вход приемника, преобразующий его в сигнал биений, усиливается и в дальнейшем оцифровывается. В цифровом процессоре строится радиолокационное изображение, которое поступает на дисплей.



Рисунок 2.3 - Внешний вид приёмно-передающей антенны навигационной РЛС «Река»

Антенная система характеризуется: средней частотой излучения 9432 МГц, шириной полосы пропускания не менее 200 МГц, шириной главного лепестка диаграммы направленности  $2^\circ \times 25^\circ$ , коэффициентом усиления 26 дБ, уровнем первого бокового лепестка минус 26 дБ.

### 3 ИНДИКАТОР КРУГОВОГО ОБЗОРА

Индикатор кругового обзора (ИКО) – окончательное звено РЛС.

В обзорных навигационных РЛС с индикаторами кругового обзора для измерения дальности до радиолокационных объектов используется импульсный метод. При импульсном методе в направлении объекта излучается короткий зондирующий импульс и измеряется время запаздывания радиоимпульса, отраженного от цели, относительно момента излучения зондирующего сигнала.

Внешний вид ИКО изображен на рисунке 3.1.

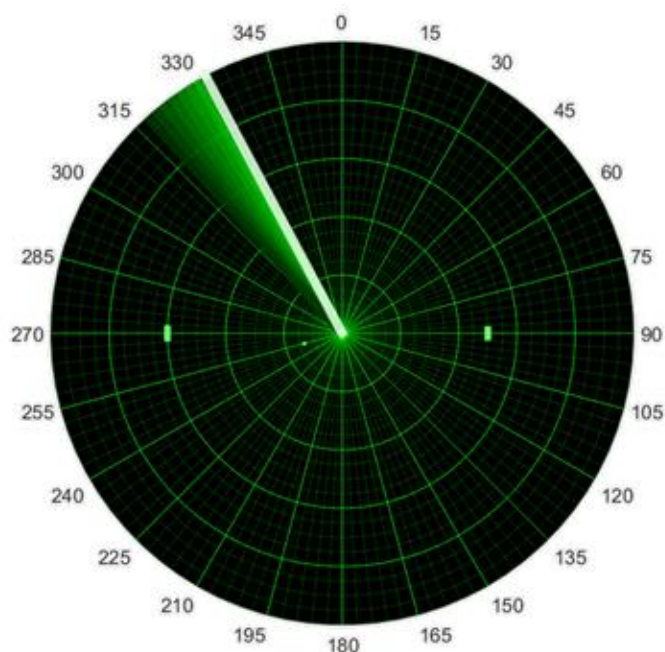


Рисунок 3.1 – Индикатор кругового обзора

Индикаторное устройство радиолокатора предназначено для получения на экране электронно-лучевой трубки изображения кругового обзора пространства в полярных координатах и отображения пеленга автоматического радиопеленгатора.

Линия развертки на экране РЛС вращается синхронно с вращением антенны. Одновременно на экране формируется масштабная сетка для измерения азимута и дальности цели. При облучении цели на входе приемника появляются отраженные от нее сигналы, которые усиливаются, поступают на индикатор и отображаются в виде яркой точки. Оператор с помощью масштабной сетки определяет ее азимут и дальность.

Индикатор кругового обзора предназначен для решения ряда задач:

- воспроизведения на экране электронно-лучевой трубки ИКО радиолокационного изображения о надводной окружающей обстановке на основе информации, получаемой от приемопередатчика, лага и гирокомпаса;
- измерения координат надводных объектов;
- оперативного управления и контроля работы приборов РЛС;
- решения задач безопасного расхождения.

#### 3.1 Поиск и обнаружение целей

В РЛС кругового обзора для обнаружения целей применяется круговой поиск. Обнаружение целей производится визуально операторами по ИКО. При появлении самолета в зоне обнаружения на экране индикатора на соответствующем расстоянии и азимуте появится отраженный сигнал в виде дужки.

Оператор станции обязан знать картину местных предметов (их азимут и дальность), изображаемую на экранах индикаторов, а также характер сигналов, чтобы во время работы не путать их с сигналами от целей.

### 3.2 Определение координат цели

Определение координат цели производится при соответствующем положении переключателя масштаба ИКО в зависимости от места нахождения цели. При считывании координат целей с экранов индикаторов точность определения координат зависит от масштаба развертки.

Наклонная дальность определяется оператором по ИКО как расстояние от начала развертки до ближнего края дужки (отметки цели). Расстояние до цели считывается по электрическим масштабным отметкам дальности (по масштабным кольцам).

Азимут цели определяется оператором по индикатору кругового обзора путём визуального отсчёта азимута середины дужки (цели) с помощью электрических азимутальных отметок.

### 3.3 Влияние системы оператор - индикатор

Визуальное обнаружение и оценка координат электронно-лучевыми индикаторами дальности и кругового обзора имеют ряд характерных особенностей, которые обусловлены свойствами электронно-лучевых трубок, психофизиологическими возможностями оператора и условиями наблюдения. Оператор совместно с индикатором образуют общую часть системы обработки информации и выполняют функции накопителя энергии сигналов пачки, порогового устройства и устройства отсчета координаты.

Рассмотрим кратко влияние системы оператор-индикатор на основные характеристики РЛС.

Оператор на основании анализа получаемой информации с учетом априорных сведений, полученных в процессе обучения и тренировок, принимает решение о наличии или отсутствии целей. При этом возможен режим визуальной корреляции, характерный при работе оператора ИКО.

Особенность ИКО состоит в том, что траектории движения электронного луча в последовательных развертках по дальности не совпадают вследствие кругового вращения луча. Яркостная отметка сигнала оставляет на экране близко расположенные следы, которые оператор благодаря особенностям памяти обнаруживает лучше, чем обычную яркостную отметку, формируемую наложением разверток на индикаторе дальности. Указанный способ «накопления» не эквивалентен простому суммированию и называется визуальной корреляцией.

Экспериментальные исследования показывают, что эффект накопления при визуальной корреляции находится по своему значению между когерентной и некогерентной обработкой слабых сигналов (рисунок 3.2).

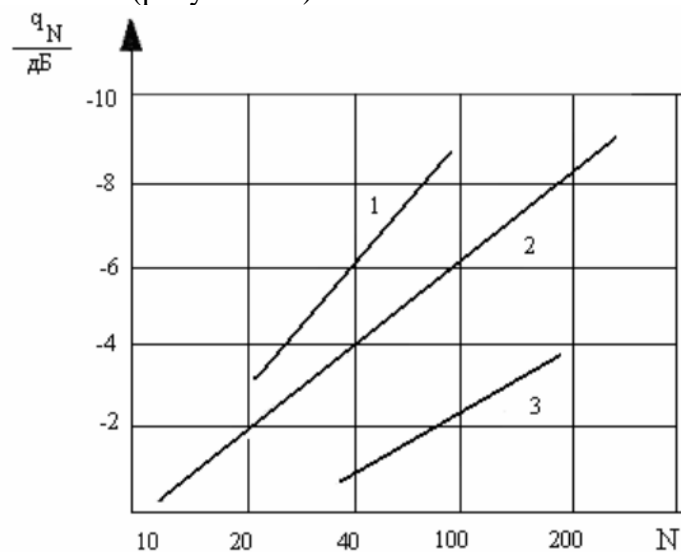


Рисунок 3.2 – Зависимость порогового отношения сигнал/шум от числа интегрируемых импульсов N для 50 % вероятности правильного обнаружения

На рисунке 3.2 линии: 1 – при когерентной обработке; 2 – при визуальной корреляции; 3 – при некогерентной обработке и идеальном интегрировании.

Для яркостных индикаторов типа ИКО контрастность, определяется динамическим диапазоном изменений яркости свечения, составляющим для ИКО довольно малую величину 10-15 дБ. Практически достаточной считается наблюдаемость, при которой обеспечивается различение сигналов от морской поверхности, земли и цели, то есть индикатор имеет три градации: «темный» – гладкая морская поверхность; «серый» – земля; «белый» – цель.

## 4 ЗАПУСК ПРОГРАММЫ И ПОДГОТОВКА К РАБОТЕ

Для запуска и настройки программного обеспечения выполните следующий порядок действий.

1. Запустите программное обеспечение, нажав на иконку, представленную на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1 – Иконка программного обеспечения

2. Настройте параметры подключения, как указано на рисунке 4.2.

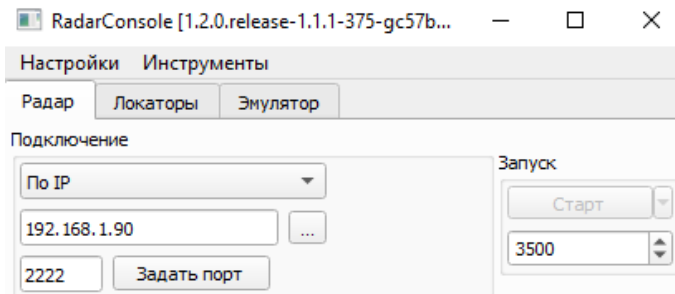


Рисунок 4.2 – Настройка сетевого подключения

3. Внизу окна программы нажать на иконку «Радар» (на рисунке 4.3 выделено красным овалом), а затем на иконку «Запуск» (на рисунке 4.3 выделено красным прямоугольником).

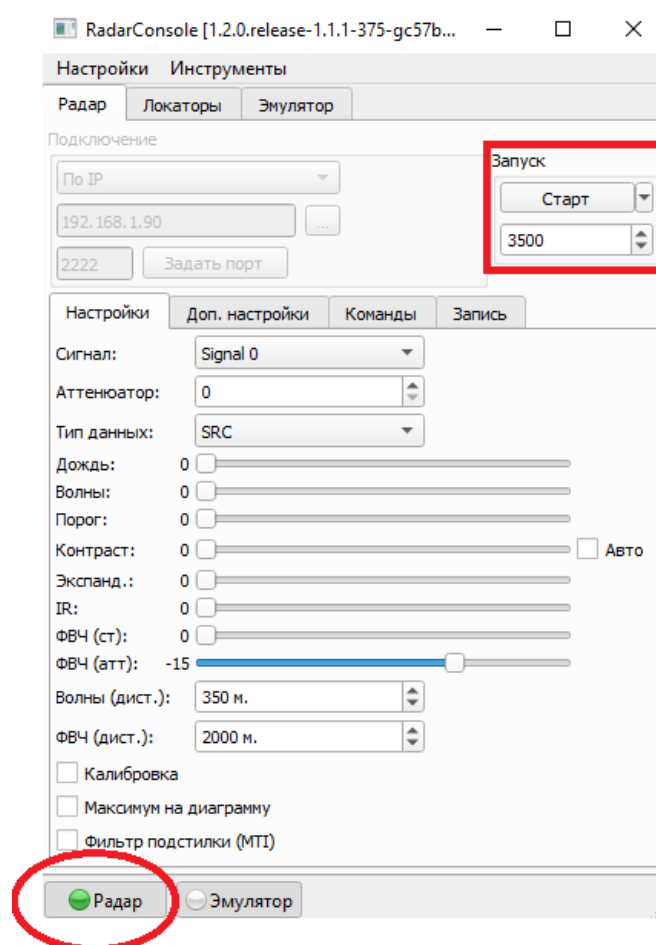


Рисунок 4.3 – Запуск работы РЛС

- Для отображения рабочих окон программы зайдите в панель «Инструменты» и поставьте галочки напротив каждого нужного вам окна, см. рисунок 4.4.

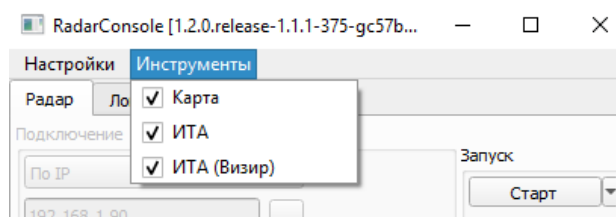


Рисунок 4.4 – Панель «Инструменты»

- В зависимости от погодных условий и требуемой дальности наблюдения, а также четкости отображаемой картинке, могут быть настроены параметры РЛС. Для этого нужно открыть вкладку «Параметры» и произвести настройку. Пример настройки РЛС представлен на рисунках 4.5-4.6.

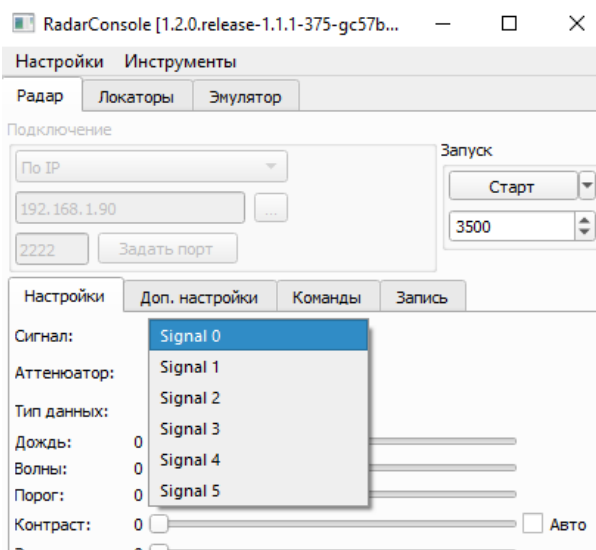


Рисунок 4.5 – Выбор излучаемого сигнала

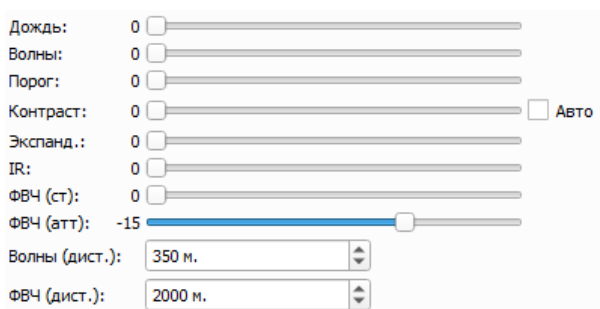


Рисунок 4.6 – Настройка параметров погодных условий и отображения

- В окнах «ИТА(Визир)» и «ИТА» по необходимости настроить параметр усреднение и способ построения спектра сигнала, для более точной визуализации. Окно выбора способа построения спектра представлено на рисунке 4.7.

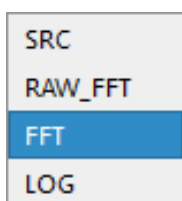


Рисунок 4.7 - Окно выбора способа построения спектра



## 5 ЗАДАНИЕ К ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

1. Запустите программу «*RadarConsol*».
2. Определите, что изображено в выделенной области на рисунке 5.1. Для этого соотнесите изображение РЛС с картой местности.

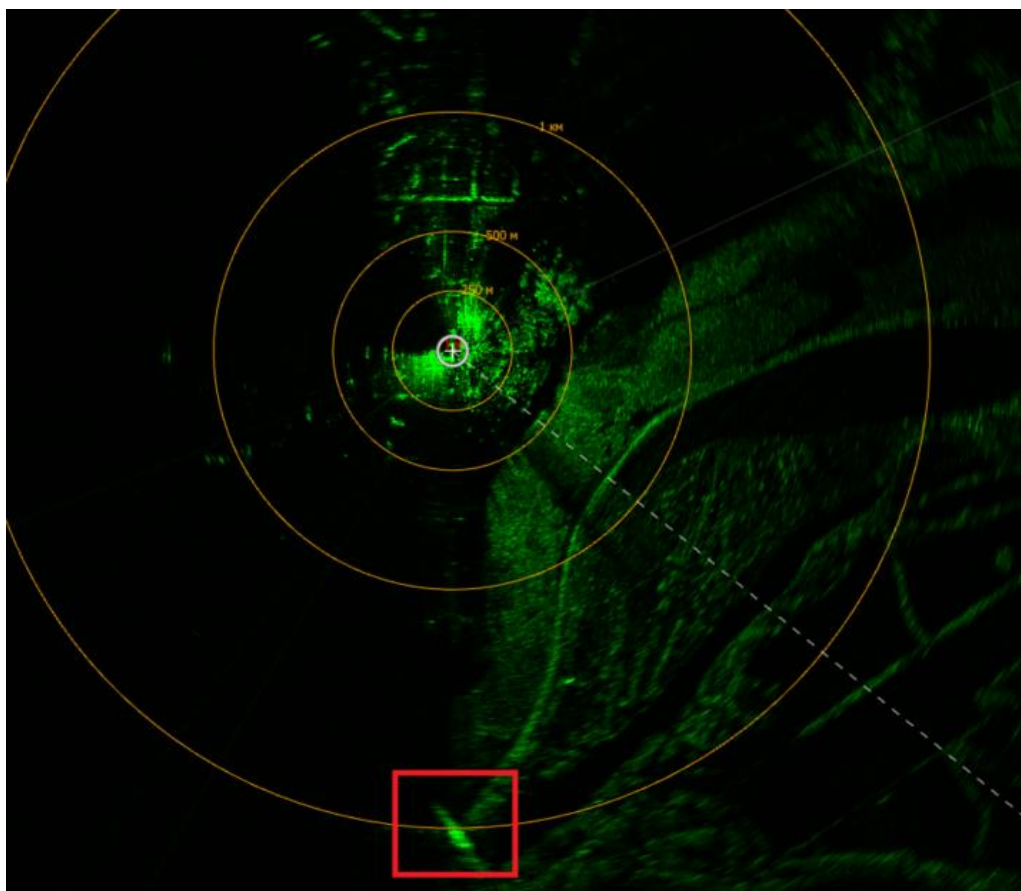


Рисунок 5.1

3. Приблизьте РЛИ в область сквера между корпусам РТК и ФЭТ, где находится скульптура «Древо знаний» ТУСУР. Подберите излучаемый сигнал (из таблицы 3.2), так чтобы получить наилучшее разрешение. Зафиксируйте номер сигнала. Объясните, почему данный сигнал обеспечивает наилучшее разрешение.
4. Численно оцените разрешающую способность РЛС по дальности, с помощью изменения типа сигнала, оценку производить в области скульптуры.
5. Настройте тип сигнала на максимальную дальность действия. Рассмотрите радиолокационное изображение, в пределах  $160^\circ - 170^\circ$ . По спектру сигнала биений (окно ИТА) найти объект на расстоянии 8 км, с явно большей ЭПР (блестящую точку). Зафиксируйте пеленг.
6. Найдите и соотнесите с картой местности, остров «Басандайский».
7. Пронаблюдайте на разных типах сигнала движение машин по дороге на противоположном берегу реки Томь. Сделайте выводы.
8. Составьте отчёт, в который необходимо включить описание РЛС «РЕКА», ход выполнения лабораторной работы, необходимые иллюстрации и выводы.

## **6 Список контрольных вопросов**

1. Радиолокация - это...?
2. Виды радиолокации, в чем заключаются их основные преимущества?
3. Опишите импульсный метод измерения дальности до радиолокационных объектов.
4. Что такое радиолокационная станция?
5. Основные технические характеристики РЛС?
6. Какие радиолокационные станции бывают?
7. Описать работу частотного радиолокатора, привести эюры.
8. Что такое ИКО, где используется, в чем особенность?
9. Понятие ЭПР, как и зачем увеличивают ЭПР реальных объектов?
10. Что такое блестящие точки?

## 7 Список рекомендуемой литературы

1. Радиотехнические системы: Учебное пособие / Дудко Б. П., Денисов В. П. — 2012. 334 с.
2. Дудко Б.П. Радионавигация: Учебное пособие. - Томск, ТУСУР, 2003 г.
3. Васин В.В., Степанов Б.М. Справочник-задачник по радиолокации. Изд-во «Сов. радио». - М., 1977, 320 с.
4. Бакулев П.А. Сосновский А.А. Радиолокационные и радионавигационные системы: Учебное пособие для вузов. - М.: Радио и связь, 1986.
5. Микран. Навигационная радиолокационная станция РЕКА. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.micran.ru/productions/radiolocation/reka/> (Дата обращения: 25.12.22).