

Расчет матрицы рассеяния цели и ее инвариантов по измерениям мощности отраженного сигнала на многоканальном поляриметре

А.В. Кочетов

АО «НПП «Радар ммс», Санкт-Петербург, Новосельковская,37, radar@radar-mms.com.

Приводится расчет матрицы рассеяния цели и ее инвариантов по измерениям мощности отраженных сигналов на некогерентном многоканальном поляриметре, при последовательном излучении радиолокационных (РЛ) сигналов круговой и линейной поляризации, а также параллельном приеме РЛ-сигналов шести поляризаций. Обосновывается минимально необходимый набор сигналов излучаемых и принимаемых радиолокационной станцией (РЛС). Предложенные алгоритмы расчета могут быть использованы для контрольных расчетов МР цели при работе когерентных РЛС и при работе сверхширокополосных сверхкороткоимпульсных РЛС (СКИ РЛС).

Совершенствование современных систем радиолокации по пути повышения информативности РЛ-изображений предполагает максимальное использование потенциала как излучаемых РЛС, так и отраженных целью сигналов. Одним из важных направлений повышения эффективности РЛС является использование поляризационных характеристик рассеяния цели.

Наиболее полную информацию о характеристиках рассеяния наблюдаемой цели представляет ее матрица рассеяния (МР), полученная в одном из поляризационных базисов, например, в базисе вертикаль-горизонталь:

$$\|S\| = \begin{vmatrix} S_{VV} & S_{VH} \\ S_{HV} & S_{HH} \end{vmatrix}, \quad (1)$$

где: $S_{VV} = s_{vv}e^{j\Phi_{vv}}$ – отклик цели при облучении ее сигналом с линейной вертикальной поляризацией и приеме на линейной вертикальной поляризации;

$S_{VH} = s_{vh}e^{j\Phi_{vh}}$ – отклик цели при облучении ее сигналом с линейной вертикальной поляризацией и приеме на линейной горизонтальной поляризации;

$S_{HV} = s_{hv}e^{j\Phi_{hv}}$ – отклик цели при облучении ее сигналом с линейной горизонтальной поляризацией и приеме на линейной вертикальной поляризации;

$S_{HH} = s_{hh}e^{j\Phi_{hh}}$ – отклик цели при облучении ее сигналом с линейной горизонтальной поляризацией и приеме на линейной горизонтальной поляризации.

Элементы МРЦ (1), суть комплексные числа, на практике могут быть получены непосредственными измерениями амплитуд и фаз отраженных сигналов в ортогонально-поляризованных каналах когерентной РЛС, а также в некогерентных РЛС при помощи многоканальных поляриметров. В последнем случае начальная фаза при элементе S_{VV} принимается равной нулю и рассматривается МРЦ с относительной фазой, где фазы элементов S_{VH} , S_{HV} , S_{HH} определяются относительно элемента S_{VV} .

Собственный поляризационный базис целей, определяющий поляризационные характеристики рассеяния отраженных сигналов, в общем случае может быть произвольным. Произвольным может быть и положение точки, характеризующей поляризационное состояние цели на сфере Пуанкаре [1]. Поэтому для вычисления этого положения многоканальный поляриметр должен иметь возможность излучать и принимать РЛ-сигналы с поляризациями, равноудаленно расположенными на сфере Пуанкаре. Один из вариантов выбора базиса поляризаций излучаемых и принимаемых сигналов может совпадать с наиболее распространенными поляризационными базисами: L-R, ± 45 , V-H. Таким образом, передающий тракт многоканального поляриметра должен обеспечивать излучение РЛ-сигналов с линейными

поляризациями, например $\pm 45^\circ$, V-Н и сигналов круговых поляризаций LC-RC. Соответственно, приемный тракт должен обеспечивать прием РЛ-сигналов с линейными поляризациями $\pm 45^\circ$, V-Н и сигналов круговых поляризаций L-R.

Таким образом, многоканальные поляриметры отличаются сравнительной простотой построения РЛС, не требующей применения когерентного передатчика и гетеродина. Структурная схема антенно-фидерного тракта поляриметра изображена на рис.1. Двух поляризационная антенна 1 имеет вход для сигнала, излучаемого в свободное пространство с вертикальной поляризацией, и вход для сигнала, излучаемого в свободное пространство с горизонтальной поляризацией. Антенно-фидерный тракт поляриметра обеспечивает формирование фазовых сдвигов между сигналами вертикальной и горизонтальной поляризациями в соответствии с выбранными поляризациями излучения и приема антенной системы РЛС.

Такая схема построения антенно-волноводного тракта, реализованная в экспериментальном макете радиолокационного измерительного комплекса “Орт” [2], обладает избыточностью для расчета параметров МР цели, однако позволяет проследить закономерности расчета, построения схемотехнических решений и алгоритмов обработки информации на многоканальном поляриметре.

Запишем сигнал, излучаемый поляриметром, в следующем виде:

$$\vec{E}_{\text{изл}} = \frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (\vec{e}_x + a\vec{e}_y),$$

где: E_0 – амплитуда напряженности электрического поля, возбуждаемая антенной РЛС в свободном пространстве;

\vec{e}_x, \vec{e}_y – единичные орты декартовой системы координат, связанной с антенной РЛС, причем орту \vec{e}_x соответствует вертикаль, а орту \vec{e}_y горизонталь;

a – коэффициент, учитывающий вид поляризации излучения:

$a = j$ при излучении круговой поляризации левого вращения LC,

$a = -j$ при излучении круговой поляризации правого вращения RC,

$a = 1$ при излучении линейной поляризации с углом наклона $+45^\circ$,

$a = -1$ при излучении линейной поляризации с углом наклона -45° .

Напряженность электрического поля у цели определяется выражением:

$$\vec{E}_{\text{ц}} = \frac{\sqrt{2}}{2} E_0 F (\vec{e}_x + a\vec{e}_y), \quad (2)$$

где: F – постоянный амплитудно-фазовый множитель, учитывающий распространение возбужденной антенной РЛС электромагнитной волны на трассе антенна РЛС – цель.

Сделаем допущение об отсутствии деполяризации в антенне РЛС и на трассе распространения и деполяризацией сигналов в фидерном тракте.

Тогда напряженность поля рассеянной целью электромагнитной волны у антенны РЛС определится как:

$$\begin{aligned} \vec{E}_{\text{отр}} = & \frac{\sqrt{2}}{2} E_0 F G e^{j\varphi_{vv}} (\vec{e}_x s_{vv} + \vec{e}_y s_{vh} e^{j\varphi_{vh}} + \\ & + a(\vec{e}_x s_{hv} e^{j\varphi_{hv}} + \vec{e}_y s_{hh} e^{j\varphi_{hh}}), \end{aligned} \quad (3)$$

где: G – постоянный амплитудно-фазовый множитель, учитывающий распространение возбужденной антенной РЛС электромагнитной волны на трассе цель – антенна РЛС.

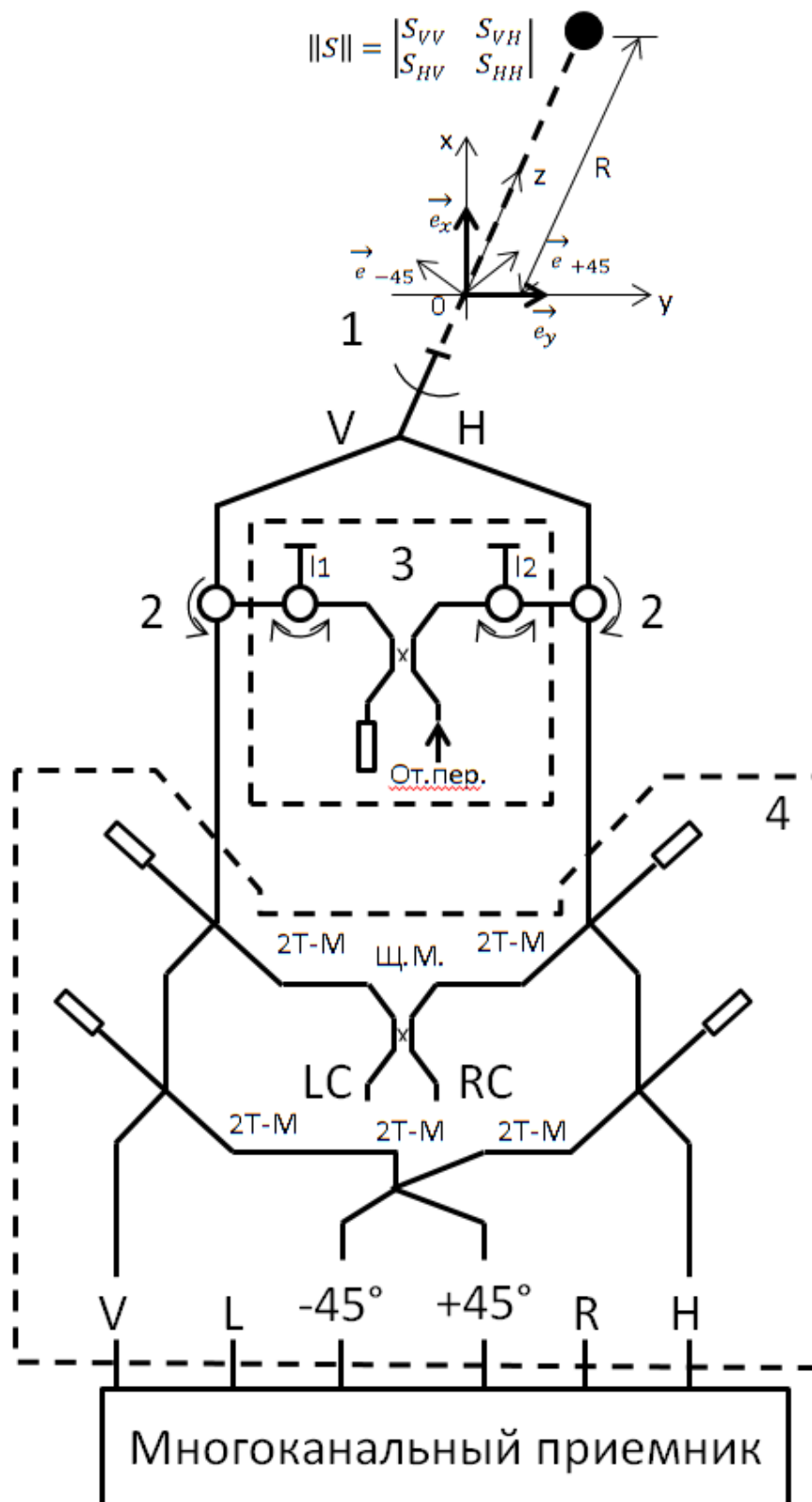


Рис. 1. Структурная схема многоканального поляриметра:
 1 – двух поляризация антенна;
 2 - циркуляторы развязки приемного и передающего трактов;
 3 – передающий тракт;
 4- приемный тракт.

Фазовый множитель в формуле (3) при элементе S_{VV} вынесен за скобки:

$$\begin{aligned}\varphi_{vh} &= \Phi_{vh} - \Phi_{vv}, \\ \varphi_{hv} &= \Phi_{hv} - \Phi_{vv}, \\ \varphi_{hh} &= \Phi_{hh} - \Phi_{vv}.\end{aligned}$$

Если отражения от цели определяются МР, например, в базисе V-H (вертикаль-горизонталь), то ее элементы определяют коэффициенты преобразования падающей на цель и рассеянной целью волн.

В выражении (3) можно опустить все постоянные амплитудно-фазовые множители, тогда напряженность электрического поля у антенны с учетом МР цели имеет вид:

$$\vec{E}_{отр} = \frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (\vec{e}_x (s_{vv} + a s_{hv} e^{j\varphi_{hv}}) + \vec{e}_y (s_{vh} e^{j\varphi_{hv}} + s_{hh} e^{j\varphi_{hh}})). \quad (4)$$

Рассмотрим обратное прохождение сигнала в приемном тракте РЛС по функциональной схеме (см. рис.1). Принимаем, что фазовая длина фидеров в приведенной схеме выровнена, потери отсутствуют, коэффициенты преобразования падающей на антенну электромагнитной волны в сигналы приемного тракта для ортогональных поляризаций одинаковы.

Тогда при излучении антенной электромагнитной волны круговой поляризации левого вращения в вертикальном канале приемного тракта имеем следующий сигнал

$$L_{\vec{e}_x} = \frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (s_{vv} + j s_{hv} e^{j\varphi_{hv}}),$$

а в горизонтальном канале

$$L_{\vec{e}_y} = \frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (s_{vh} e^{j\varphi_{vh}} + j s_{hh} e^{j\varphi_{hh}}).$$

Для случая однопозиционной ЭПР справедливо: $s_{vh} = s_{hv}$ и $\varphi_{vh} = \varphi_{hv}$, поэтому при облучении цели РЛ-сигналом круговой поляризации левого вращения на выходах приемного антенно-фидерного тракта получаем следующие сигналы:

$$\begin{aligned}\mathcal{L}_V &= \frac{1}{2} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (s_{vv} + j s_{vh} e^{j\varphi_{vh}}) \right] \\ \mathcal{L}_H &= \frac{1}{2} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (s_{vh} e^{j\varphi_{vh}} + j s_{hh} e^{j\varphi_{hh}}) \right] \\ \mathcal{L}_D &= \frac{\sqrt{2}}{4} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (s_{vv} + (1+j) s_{vh} e^{j\varphi_{vh}} + j s_{hh} e^{j\varphi_{hh}}) \right] \\ \mathcal{L}_C &= \frac{\sqrt{2}}{4} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (s_{vv} - (1-j) s_{vh} e^{j\varphi_{vh}} - j s_{hh} e^{j\varphi_{hh}}) \right] \\ \mathcal{L}_R &= \frac{\sqrt{2}}{4} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (j s_{vv} + j s_{hh} e^{j\varphi_{hh}}) \right] \\ \mathcal{L}_L &= \frac{\sqrt{2}}{4} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (s_{vv} + 2j s_{vh} e^{j\varphi_{vh}} + s_{hh} e^{j\varphi_{hh}}) \right]\end{aligned} \quad (5)$$

Аналогичным образом могут быть получены следующие соотношения для сигналов на выходе антенно-фидерного тракта:

- при облучении цели РЛ-сигналом круговой поляризации правого вращения

$$\begin{aligned}
\mathcal{R}_V &= \frac{1}{2} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (js_{vv} + s_{vh} e^{j\varphi_{vh}}) \right] \\
\mathcal{R}_H &= \frac{1}{2} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (js_{vh} e^{j\varphi_{vh}} + s_{hh} e^{j\varphi_{hh}}) \right] \\
\mathcal{R}_D &= \frac{\sqrt{2}}{4} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (js_{vv} + (1+j)s_{vh} e^{j\varphi_{vh}} + s_{hh} e^{j\varphi_{hh}}) \right] \\
\mathcal{R}_C &= \frac{\sqrt{2}}{4} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (js_{vv} + (1-j)s_{vh} e^{j\varphi_{vh}} + s_{hh} e^{j\varphi_{hh}}) \right] \\
\mathcal{R}_R &= \frac{\sqrt{2}}{4} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (-s_{vv} + 2js_{vh} e^{j\varphi_{vh}} + s_{hh} e^{j\varphi_{hh}}) \right] \\
\mathcal{R}_L &= \frac{\sqrt{2}}{4} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (js_{vv} + js_{hh} e^{j\varphi_{hh}}) \right]
\end{aligned} \tag{6}$$

- при облучении цели РЛ-сигналом линейной поляризации с углом наклона -45°

$$\begin{aligned}
\mathcal{D}_V &= \frac{1}{2} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (s_{vv} + s_{vh} e^{j\varphi_{vh}}) \right] \\
\mathcal{D}_H &= \frac{1}{2} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (s_{vh} e^{j\varphi_{vh}} + s_{hh} e^{j\varphi_{hh}}) \right] \\
\mathcal{D}_D &= \frac{\sqrt{2}}{4} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (s_{vv} + 2s_{vh} e^{j\varphi_{vh}} + s_{hh} e^{j\varphi_{hh}}) \right] \\
\mathcal{D}_C &= \frac{\sqrt{2}}{4} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (s_{vv} - s_{hh} e^{j\varphi_{hh}}) \right] \\
\mathcal{D}_R &= \frac{\sqrt{2}}{4} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (js_{vv} + (1+j)s_{vh} e^{j\varphi_{vh}} + s_{hh} e^{j\varphi_{hh}}) \right] \\
\mathcal{D}_L &= \frac{\sqrt{2}}{4} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (s_{vv} + (1+j)s_{vh} e^{j\varphi_{vh}} + js_{hh} e^{j\varphi_{hh}}) \right]
\end{aligned} \tag{7}$$

- при облучении цели РЛ-сигналом линейной поляризации с углом наклона $+45^\circ$

$$\begin{aligned}
\mathcal{C}_V &= \frac{1}{2} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (s_{vv} - s_{vh} e^{j\varphi_{vh}}) \right] \\
\mathcal{C}_H &= \frac{1}{2} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (s_{vh} e^{j\varphi_{vh}} - s_{hh} e^{j\varphi_{hh}}) \right] \\
\mathcal{C}_D &= \frac{\sqrt{2}}{4} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (s_{vv} - s_{hh} e^{j\varphi_{hh}}) \right] \\
\mathcal{C}_C &= \frac{\sqrt{2}}{4} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (s_{vv} - 2s_{vh} e^{j\varphi_{vh}} + s_{hh} e^{j\varphi_{hh}}) \right] \\
\mathcal{C}_R &= \frac{\sqrt{2}}{4} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (js_{vv} + (1-j)s_{vh} e^{j\varphi_{vh}} - s_{hh} e^{j\varphi_{hh}}) \right] \\
\mathcal{C}_L &= \frac{\sqrt{2}}{4} \left[\frac{\sqrt{2}}{2} E_0 (s_{vv} - (1-j)s_{vh} e^{j\varphi_{vh}} - js_{hh} e^{j\varphi_{hh}}) \right]
\end{aligned} \tag{8}$$

В выражениях (5) - (8) индекс \mathcal{D} – соответствует излучению или приему линейной поляризации с углом наклона -45° , а индекс \mathcal{C} – соответствует излучению или приему линейной поляризации с углом наклона $+45^\circ$.

Выходы антенно-фидерного тракта РЛС нагружены на амплитудные приемники, которые фиксируют амплитуду РЛ-сигнала, поступающего на его вход. Мощность сигнала, рассеянного целью в направлении РЛС вычисляется как квадраты амплитуд сигналов, принимаемых поляриметром $|Z|^2 = Z Z^*$.

Из выражений (5) – (8) после преобразований получим формулы для мощностей сигналов на выходе антенно-фидерного тракта (табл.1), устанавливающие связь для откликов цели на выбранных поляризациях излучения и приема зондирующих сигналов через параметры МРЦ в базисе V-H.

Для общности представления в табл.1 записаны формулы для откликов цели при излучении вертикальной или горизонтальной поляризации с учетом потери мощности

на излучение при переключении вертикального или горизонтального каналов передающего фидерного тракта на согласованную нагрузку.

Из полученных соотношений (табл.1) могут быть определены элементы МРЦ в базисе V-H:

$$\begin{aligned}\varphi_{vh} &= \tan^{-1} \left(\frac{R_V - L_V}{C_V - D_V} \right) \\ \varphi_{hh} &= \varphi_{vh} + \tan^{-1} \left(\frac{R_H - L_H}{C_H - D_H} \right).\end{aligned}\quad (9)$$

Расчет по формулам (9) возможен, если $s_{hv} > 0$, иначе следует пользоваться следующей формулой:

$$\varphi_{hh} = \tan^{-1} \left(\frac{L_V + R_V + L_H + R_H - 2L_C - D_R}{L_R - 2D_C} \right).$$

Соотношения для квадратов амплитудных коэффициентов МРЦ:

$$\begin{aligned}s_{vv}^2 &= \frac{2}{E_0^2} [(L_V + R_V) - (L_H + R_H) + (L_R + 2D_C)] \\ s_{vh}^2 &= \frac{2}{E_0^2} [(L_V + R_V) + (L_H + R_H) - (L_R + 2D_C)] \\ s_{hh}^2 &= \frac{2}{E_0^2} [-(L_V + R_V) + (L_H + R_H) + (L_R + 2D_C)]\end{aligned}\quad (10)$$

В формулах (10) постоянный коэффициент $\frac{2}{E_0^2}$ включает параметры передатчика, антенны, трассы распространения и т.д. Данный коэффициент учитывается при расчете элементов МР, измеряемых в единицах ЭПР, прямым (по уравнению дальности радиолокации) методом. Для косвенного расчета элементов МР по известному эталону ЭПР этот множитель можно опустить.

Недостаток формул (10) заключается в том, что при заданном выборе поляризаций излучения базиса круговых L-R и базиса линейных $\pm 45^\circ$ поляризаций для расчета квадратов амплитуд коэффициентов МРЦ в базисе линейных поляризаций V-H, необходимо произвести арифметические операции над шестью слагаемыми. Так как это измеренные уровни амплитуд сигналов с выходов, как минимум, с четырех приемников, то возрастают погрешности расчетов самих коэффициентов МРЦ.

Амплитудные коэффициенты МРЦ желательно получать прямыми измерениями в поляризационном базисе, связанном с видами излучения и приема многоканального поляриметра. Это значит, что при наличии приемников вертикального и горизонтального каналов желательно иметь излучение вертикальной и горизонтальной составляющих РЛ-сигнала. Однако переход к другому поляризационному базису линейных поляризаций может привести к аппаратурному усложнению передающего тракта или к снижению полной мощности излучения РЛС. Поэтому, исходя из имеющихся видов излучения, наиболее целесообразно получить МРЦ в базисе линейных $\pm 45^\circ$ или в базисе круговых L-R поляризаций.

В формулу (2) сделаем подстановку

$$\vec{e}_x = \frac{\sqrt{2}}{2} (\vec{e}_{+45^\circ} + \vec{e}_{-45^\circ}); \quad \vec{e}_y = \frac{\sqrt{2}}{2} (\vec{e}_{+45^\circ} - \vec{e}_{-45^\circ}),$$

а в формулу (3) обратную замену

$$\vec{e}_{-45^\circ} = \frac{\sqrt{2}}{2} (\vec{e}_x - \vec{e}_y); \quad \vec{e}_{+45^\circ} = \frac{\sqrt{2}}{2} (\vec{e}_x + \vec{e}_y).$$

После преобразований получим соотношения для мощностей сигналов на выходе антенно-фидерного тракта через параметры МРЦ в базисе линейных поляризаций $\pm 45^\circ$ (см. табл.2). Индексы элементов МРЦ V, v и H, h для базиса линейных поляризаций V-H заменены на индексы C, c и D, d . Индекс C – соответствует излучению или приему линейной поляризации с углом наклона $+45^\circ$, а индекс D – излучению или приему линейной поляризации с углом наклона -45° . Значения элементов МР:

$$\begin{aligned}
s_{dd}^2 &= \frac{4}{E_0^2} D_D \\
s_{dc}^2 &= \frac{4}{E_0^2} D_C = \frac{4}{E_0^2} C_D \\
s_{cc}^2 &= \frac{4}{E_0^2} C_C \\
\varphi_{dc} &= \tan^{-1} \left(\frac{D_R - D_L}{2(D_V - D_H)} \right) \\
\varphi_{cc} &= \varphi_{cd} + \tan^{-1} \left(\frac{C_R - C_L}{2(C_V - C_H)} \right)
\end{aligned} \tag{11}$$

Из полученных соотношений (табл.2) следует важный вывод: для того, чтобы восстановить МР в базисе линейных поляризаций $\pm 45^\circ$ (при условии $s_{dc}^2 > 0$), достаточно двух излучений ортогональных РЛ-сигналов линейной поляризации $\pm 45^\circ$ и приема отраженного сигнала на шести поляризациях L, R, D, C, V, H. На практике количество каналов приема отраженного сигнала может быть уменьшено до четырех.

В случае если $s_{dc}^2 = 0$, для вычисления значения φ_{cc} необходимо произвести еще два излучения на линейных поляризациях базиса V-H, или круговых поляризациях базиса L-R.

$$\varphi_{cc} = \tan^{-1} \left(\frac{L_H + R_V - L_V - R_H}{2L_C - (D_D + 2C_C)} \right) .$$

При малых значениях s_{dc}^2 для вычисления значения φ_{cc} предпочтительнее переход в тот поляризационный базис, где при уменьшении значений мощности отраженного сигнала по кроссовым компонентам излучения и приема РЛ-сигнала данного поляризационного базиса наблюдается увеличение мощности кроссовых составляющих излучения и приема. Это может быть, как базис линейных поляризаций V-H, так и базис круговых поляризаций L-R.

Соотношения для базиса круговых поляризаций L-R могут быть получены, если в формуле (2) сделать замену переменной на излучение:

$$\vec{e}_{lc} = \frac{\sqrt{2}}{2} (\vec{e}_x + j\vec{e}_y); \quad \vec{e}_{rc} = \frac{\sqrt{2}}{2} (\vec{e}_x - j\vec{e}_y)$$

и провести рассмотрение прохождения РЛ-сигнала для МР, записанной в базисе круговых поляризаций L-R.

После преобразований для обратной замены переменной, с учетом противоположного направления распространения отраженной электромагнитной волны на прием, сделаем подстановку:

$$\vec{e}_{lc} = \frac{\sqrt{2}}{2} (\vec{e}_x - j\vec{e}_y); \quad \vec{e}_{rc} = \frac{\sqrt{2}}{2} (\vec{e}_x + j\vec{e}_y)$$

и получим формулы расчета мощности отраженных сигналов на выходе антенно-фидерного тракта, выраженные через элементы МР в базисе круговых поляризаций (см. табл.3).

Элементы МРЦ в базисе круговых поляризаций определяются следующими выражениями:

$$s_{ll}^2 = \frac{2}{E_0^2} L_L$$

$$s_{lr}^2 = \frac{2}{E_0^2} L_R = \frac{2}{E_0^2} R_L$$

$$s_{rr}^2 = \frac{2}{E_0^2} R_R$$

При $s_{lr}^2 > 0$

$$\varphi_{lr} = \tan^{-1} \left(\frac{L_D - L_C}{L_V - L_H} \right)$$

$$\varphi_{rr} = \varphi_{lr} + \tan^{-1} \left(\frac{R_D - R_C}{R_V - R_H} \right) \quad (12)$$

При $s_{lr}^2 = 0$

$$\varphi_{rr} = \tan^{-1} \left(\frac{D_V - C_V - D_H + C_H}{8D_C - (R_R + L_L)} \right).$$

Приведенные соотношения позволяют рассчитать параметры МРЦ в одном из поляризационных базисов излучения и приема. Формулы табл. 1-3 устанавливают связь между элементами МР, записанными в поляризационных базисах: L-R, $\pm 45^\circ$, V-H. Последующим пересчетом по известным формулам [3], могут быть получены значения амплитуд отраженных сигналов в любом другом поляризационном базисе, которые используются при разработке РЛ-комплексов с заранее выбранными параметрами излучения и приема антенных систем.

Наибольший интерес представляет задача расчета инвариантных параметров МР исследуемой цели. Эти параметры дают возможность перейти к рассмотрению и анализу инвариантов цели, которые в ряде случаев могут охарактеризовать исследуемую цель и позволяют оператору РЛС произвести ее интерпретацию – классификацию по поляризационным признакам.

Связь между МРЦ, например, в базисе линейных поляризаций V-H и МРЦ на ее собственных поляризациях имеет вид [4]:

$$\|H^t\| \cdot \|R^t\| \cdot \|S\| \cdot \|R\| \cdot \|H\| = \begin{vmatrix} \Lambda_1 & 0 \\ 0 & \Lambda_2 \end{vmatrix}, \quad (13)$$

где: Λ_1, Λ_2 – собственные числа МРЦ;

$$\|S\| = \begin{vmatrix} S_{VV} & S_{VH} \\ S_{HV} & S_{HH} \end{vmatrix} \text{ – МРЦ в базисе линейных поляризаций V-H;}$$

$$\|R\| = \begin{vmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{vmatrix} \text{ – оператор вращения;}$$

$$\|H\| = \begin{vmatrix} \cos \alpha & j \sin \alpha \\ j \sin \alpha & \cos \alpha \end{vmatrix} \text{ – оператор эллиптичности;}$$

θ – угол поворота поляризационного базиса излучения и приема;

α – угол эллиптичности.

Учитывая свойства

$$\|H(\gamma)\| \cdot \|H(\beta)\| = \|H(\gamma + \beta)\|$$

$$\|R(q)\| \cdot \|R(p)\| = \|R(q + p)\|$$

из выражения (13) получим формулу обратного преобразования матрицы $\|S\|$ в матрицу $\|A\|$

$$\|S\| = \|R^t(-\theta)\| \cdot \|H^t(-\alpha)\| \cdot \|A\| \cdot \|H(-\alpha)\| \cdot \|R(-\theta)\| \quad (14)$$

Раскрывая выражение (14) установим связь S_{VV}, S_{VH}, S_{HH} и инвариантов МРЦ:

$$S_{VV} = (\Lambda_1 \cos^2 \alpha - \Lambda_2 \sin^2 \alpha) \cos^2 \theta + 2j(\Lambda_1 + \Lambda_2) \sin \alpha \cos \alpha \sin \theta \cos \theta + \quad ; \quad (15)$$

$$S_{VH} = (\Lambda_1 \cos^2 \alpha - \Lambda_2 \sin^2 \alpha) \sin^2 \theta + (-\Lambda_1 \sin^2 \alpha + \Lambda_2 \cos^2 \alpha) \sin^2 \theta + j(\Lambda_1 + \Lambda_2) \sin \alpha \cos \alpha (\sin^2 \theta - \cos^2 \theta) - \quad ; \quad (16)$$

$$S_{HH} = (\Lambda_1 \cos^2 \alpha - \Lambda_2 \sin^2 \alpha) \sin^2 \theta - (-\Lambda_1 \sin^2 \alpha + \Lambda_2 \cos^2 \alpha) \sin \theta \cos \theta - 2j(\Lambda_1 + \Lambda_2) \sin \alpha \cos \alpha \sin \theta \cos \theta + (-\Lambda_1 \sin^2 \alpha + \Lambda_2 \cos^2 \alpha) \cos^2 \theta \quad . \quad (17)$$

Принимая фазовый множитель при Λ_1 равным нулю и подставляя выражения (15) – (17) в (4) – (7), получим выражения для мощностей сигналов на выходе антенно-фидерного тракта (см. табл.4). Для сокращения записи введены следующие обозначения:

$$\begin{aligned} \mu^+ &= \lambda_1^2 + \lambda_2^2 & \mu_c &= 2\lambda_1\lambda_2 \cos \varphi \\ \mu^- &= \lambda_1^2 - \lambda_2^2 & \mu_s &= 2\lambda_1\lambda_2 \sin \varphi \end{aligned} \quad ,$$

где $\Lambda_1 = \lambda_1 e^{j\varphi_1}$, $\Lambda_2 = \lambda_2 e^{j\varphi_2}$, $\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$.

Полученные соотношения определяют связь мощностей РЛ-сигналов полученных от цели на выходе антенно-фидерного тракта с инвариантами МРЦ: α – угол эллиптичности собственного базиса цели ($-\frac{\pi}{4} \leq \alpha \leq \frac{\pi}{4}$); θ – угол наклона эллипса поляризации собственного базиса цели ($-\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \frac{\pi}{2}$); λ_1, λ_2 – собственные числа МРЦ; φ – фазовый сдвиг λ_2 относительно λ_1 .

По измерениям мощности отраженного сигнала на выходе антенно-фидерного тракта многоканального поляриметра решается обратная задача – расчет инвариантов МРЦ.

След энергетической матрицы рассеяния определяется суммированием мощностей РЛ-сигналов, принимаемых по ортогонально поляризованным каналам при двукратном излучении ортогонально поляризованных РЛ-сигналов:

$$P_0 = \lambda_1^2 + \lambda_2^2 = s_{vv}^2 + 2s_{vh}^2 + s_{hh}^2 = s_{ll}^2 + 2s_{lr}^2 + s_{rr}^2 = s_{dd}^2 + 2s_{dc}^2 + s_{cc}^2 .$$

Этот же результат может быть получен суммированием мощностей кросс-компонент РЛ-сигналов в основных поляризационных базисах цели:

$$P_0 = 2s_{vh}^2 + 2s_{lr}^2 + 2s_{dc}^2 .$$

Представление полной мощности РЛ-сигналов через сумму кросс-компонент дает возможность уменьшить число переменных и реализовать цветное отображение поляризационной информации на экране РЛС в палитре R-G-B сигналов.

Расчет инвариантов МРЦ следует начинать с проверки условий

$$\begin{aligned} s_{vv}^2 - s_{hh}^2 &= 0 \\ s_{ll}^2 - s_{rr}^2 &= 0 \quad , \\ s_{dd}^2 - s_{cc}^2 &= 0 \end{aligned} \quad (18)$$

выполнение которых при $P_0 > 0$ соответствует случаю n – кратных отражений электромагнитной волны от цели и на трассе распространения, например, отражения от плоской поверхности, шар, диск, двухгранные или трехгранные уголкового отражатели (УО).

Выполнение условий (18) соответствует равенству собственных значений

$$\lambda_1^2 = \lambda_2^2 = \frac{1}{2} P_0$$

и неопределенному значению углов α и θ .

Различать четные и нечетные отражения следует при выполнении условия $s_{ll}^2 > s_{lr}^2$. Если условие выполняется, это соответствует случаю $(2n + 1)$ - кратных отражений электромагнитной волны. При этом искомым углам следует присвоить значения $\alpha = 0$, θ – не определен. Если условие не выполняется, это соответствует случаю $(2n)$ - кратных отражений электромагнитной волны. При этом искомым углам следует присвоить значения $\theta = 0$, α – не определен. Фазовый сдвиг φ может быть рассчитан по формуле (11) или (12).

Вычисление инвариантов МРЦ в случае, если хотя бы одно из условий (18) не выполняется, следует начинать с последовательного анализа этих условий (18). В этом случае каждому варианту выполнения условий (18) будет соответствовать своя ветвь алгоритма расчета. Несколько вариантов расчета параметров МРЦ обусловлено тем, что невозможно записать общую формулу, которая может в некоторых случаях привести к неопределенности $0/0$ или делению на 0.

Для случая, когда условие (18) не выполняется, расчет инвариантов МРЦ следует начинать с вычисления угла наклона эллипса поляризации собственного базиса цели:

$$\tan 2\theta = \frac{(C_V + C_H) - (D_V + D_H)}{(C_V + D_H) - (C_H + D_H)}. \quad (19)$$

Угол эллиптичности собственного базиса МРЦ можно определить из излучения двух линейных или двух круговых поляризаций или их комбинаций. Например, при излучении двух круговых поляризаций левого и правого вращения

$$\tan 2\alpha = \frac{1}{2} \frac{L_L - R_R}{(L_V + R_V) - (L_H + R_H)} \cos 2\theta.$$

или

$$\tan 2\alpha = \frac{1}{2} \frac{L_L - R_R}{(L_C + R_C) - (L_D + R_D)} \sin 2\theta.$$

Разность собственных чисел МРЦ

$$\lambda_1^2 - \lambda_2^2 = \frac{4}{E_0^2 \cos 2\alpha} \left\{ \frac{[(C_V + C_H) - (D_V + D_H)] \pm [(C_V + D_V) - (C_H + D_H)]}{\sin 2\theta \pm \cos 2\theta} \right\}. \quad (20)$$

Знак угла θ определяется из выражения (19) и в выражении (20) следует взять:

- знак “+”, если угол 2θ находится в I и III квадрантах;
- знак “-”, если угол 2θ находится в II и IV квадрантах.

Значение фазового сдвига φ можно определить в общем виде, используя всего два излучения РЛ-сигнала левой и правой круговых поляризаций:

$$\begin{aligned} \tan \varphi = & \frac{2 \cos 2\alpha}{4L_R - \cos 2\alpha (L_L + 2L_R + R_R)} \times \\ & \times \left\{ \sin 2\theta \left[2(L_V + R_V) - \frac{1}{2} (L_L - R_R) \right] + \right. \\ & \left. + \cos 2\theta \left[2(L_D + R_D) - \frac{1}{2} (L_L - R_R) \right] \right\} \quad (21) \end{aligned}$$

Таблица 1.1. РЛ-сигналы поляриметра, выраженные через базис круговых поляризаций цели L-R (при приеме в базисе круговых поляризаций L-R)

Пер. \ Пр.	L $\frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{4} \{ \dots \}$	R $\frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{4} \{ \dots \}$
L	$\{ 4 s_{ll}^2 \}$	$\{ 4 s_{lr}^2 \}$
R	$\{ 4 s_{lr}^2 \}$	$\{ 4 s_{rr}^2 \}$
D	$2 \{ s_{ll}^2 + s_{lr}^2 + 2 s_{ll} s_{lr} \sin \varphi_{lr} \}$	$2 \{ s_{lr}^2 + s_{rr}^2 + 2 s_{lr} s_{rr} \sin (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) \}$
C	$2 \{ s_{ll}^2 + s_{lr}^2 - 2 s_{ll} s_{lr} \sin \varphi_{lr} \}$	$2 \{ s_{lr}^2 + s_{rr}^2 - 2 s_{lr} s_{rr} \sin (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) \}$
V	$2 \{ s_{ll}^2 + s_{lr}^2 + 2 s_{ll} s_{lr} \cos \varphi_{lr} \}$	$2 \{ s_{lr}^2 + s_{rr}^2 + 2 s_{lr} s_{rr} \cos (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) \}$
H	$2 \{ s_{ll}^2 + s_{lr}^2 - 2 s_{ll} s_{lr} \cos \varphi_{lr} \}$	$2 \{ s_{lr}^2 + s_{rr}^2 - 2 s_{lr} s_{rr} \cos (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) \}$

Таблица 1.2. РЛ-сигналы поляриметра, выраженные через базис круговых поляризаций цели L-R (при приеме в базисе линейных поляризаций $\pm 45^\circ$)

Пр. Пер.	$D \frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{8} \{ \dots \}$	$C \frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{8} \{ \dots \}$
L	$2 \{ s_{ll}^2 + s_{lr}^2 + 2 s_{ll} s_{lr} \sin \varphi_{lr} \}$	$2 \{ s_{ll}^2 + s_{lr}^2 - 2 s_{ll} s_{lr} \sin \varphi_{lr} \}$
R	$2 \{ s_{lr}^2 + s_{rr}^2 + 2 s_{lr} s_{rr} \sin (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) \}$	$2 \{ s_{lr}^2 + s_{rr}^2 - 2 s_{lr} s_{rr} \sin (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) \}$
D	$\{ s_{ll}^2 + 4 s_{lr}^2 + s_{rr}^2 - 2 s_{ll} s_{rr} \cos \varphi_{rr} + 4 s_{ll} s_{lr} \cos \varphi_{lr} + 4 s_{lr} s_{rr} \cos (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) \}$	$\{ s_{ll}^2 + s_{rr}^2 + 2 s_{ll} s_{rr} \cos \varphi_{rr} \}$
C	$\{ s_{ll}^2 + s_{rr}^2 + 2 s_{ll} s_{rr} \cos \varphi_{rr} \}$	$\{ s_{ll}^2 + 4 s_{lr}^2 + s_{rr}^2 - 2 s_{ll} s_{rr} \cos \varphi_{rr} - 4 s_{ll} s_{lr} \cos \varphi_{lr} - 4 s_{lr} s_{rr} \cos (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) \}$
V	$\{ s_{ll}^2 + 2 s_{lr}^2 + s_{rr}^2 + 2 s_{ll} s_{rr} \sin \varphi_{rr} + 2 s_{ll} s_{lr} (\cos \varphi_{lr} + \sin \varphi_{lr}) + 2 s_{lr} s_{rr} \cos (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) + 2 s_{lr} s_{rr} \sin (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) \}$	$\{ s_{ll}^2 + 2 s_{lr}^2 + s_{rr}^2 - 2 s_{ll} s_{rr} \sin \varphi_{rr} + 2 s_{ll} s_{lr} (\cos \varphi_{lr} - \sin \varphi_{lr}) + 2 s_{lr} s_{rr} \cos (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) - 2 s_{lr} s_{rr} \sin (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) \}$
H	$\{ s_{ll}^2 + 2 s_{lr}^2 + s_{rr}^2 - 2 s_{ll} s_{rr} \sin \varphi_{rr} - 2 s_{ll} s_{lr} (\cos \varphi_{lr} - \sin \varphi_{lr}) - 2 s_{lr} s_{rr} \cos (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) + 2 s_{lr} s_{rr} \sin (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) \}$	$\{ s_{ll}^2 + 2 s_{lr}^2 + s_{rr}^2 + 2 s_{ll} s_{rr} \sin \varphi_{rr} - 2 s_{ll} s_{lr} (\cos \varphi_{lr} + \sin \varphi_{lr}) - 2 s_{lr} s_{rr} \cos (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) - 2 s_{lr} s_{rr} \sin (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) \}$

Таблица 1.3. РЛ-сигналы поляриметра, выраженные через базис круговых поляризаций цели L-R (при приеме в базисе линейных поляризаций V-H)

Пр. Пер.	V $\frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{8} \{ \dots \}$	H $\frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{8} \{ \dots \}$
L	$2 \{ s_{ll}^2 + s_{lr}^2 + 2 s_{ll} s_{lr} \cos \varphi_{lr} \}$	$2 \{ s_{ll}^2 + s_{lr}^2 - 2 s_{ll} s_{lr} \cos \varphi_{lr} \}$
R	$2 \{ s_{lr}^2 + s_{rr}^2 + 2 s_{lr} s_{rr} \cos (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) \}$	$2 \{ s_{lr}^2 + s_{rr}^2 - 2 s_{lr} s_{rr} \cos (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) \}$
D	$\{ s_{ll}^2 + 2 s_{lr}^2 + s_{rr}^2 + 2 s_{ll} s_{rr} \sin \varphi_{rr} + 2 s_{ll} s_{lr} (\cos \varphi_{lr} + \sin \varphi_{lr}) + 2 s_{lr} s_{rr} \cos (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) + 2 s_{lr} s_{rr} \sin (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) \}$	$\{ s_{ll}^2 + 2 s_{lr}^2 + s_{rr}^2 - 2 s_{ll} s_{rr} \sin \varphi_{rr} - 2 s_{ll} s_{lr} (\cos \varphi_{lr} - \sin \varphi_{lr}) - 2 s_{lr} s_{rr} \cos (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) + 2 s_{lr} s_{rr} \sin (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) \}$
C	$\{ s_{ll}^2 + 2 s_{lr}^2 + s_{rr}^2 - 2 s_{ll} s_{rr} \sin \varphi_{rr} + 2 s_{ll} s_{lr} (\cos \varphi_{lr} - \sin \varphi_{lr}) + 2 s_{lr} s_{rr} \cos (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) - 2 s_{lr} s_{rr} \sin (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) \}$	$\{ s_{ll}^2 + 2 s_{lr}^2 + s_{rr}^2 + 2 s_{ll} s_{rr} \sin \varphi_{rr} - 2 s_{ll} s_{lr} (\cos \varphi_{lr} + \sin \varphi_{lr}) - 2 s_{lr} s_{rr} \cos (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) - 2 s_{lr} s_{rr} \sin (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) \}$
V	$\{ s_{ll}^2 + 4 s_{lr}^2 + s_{rr}^2 + 2 s_{ll} s_{rr} \cos \varphi_{rr} + 4 s_{ll} s_{lr} \cos \varphi_{lr} + 4 s_{lr} s_{rr} \cos (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) \}$	$\{ s_{ll}^2 + s_{rr}^2 - 2 s_{ll} s_{rr} \cos \varphi_{rr} \}$
H	$\{ s_{ll}^2 + s_{rr}^2 - 2 s_{ll} s_{rr} \cos \varphi_{rr} \}$	$\{ s_{ll}^2 + 4 s_{lr}^2 + s_{rr}^2 + 2 s_{ll} s_{rr} \cos \varphi_{rr} - 4 s_{ll} s_{lr} \cos \varphi_{lr} - 4 s_{lr} s_{rr} \cos (\varphi_{rr} - \varphi_{lr}) \}$

Таблица 2.1. РЛ-сигналы поляриметра, выраженные через базис линейных поляризаций цели $\pm 45^\circ$ (при приеме в базисе круговых поляризаций L-R)

Пер. \ Пр.	L $\frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{4} \{ \dots \}$	R $\frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{4} \{ \dots \}$
L	$\{ s_{dd}^2 + 4 s_{dc}^2 + s_{cc}^2 - 2 s_{dd} s_{cc} \cos \varphi_{cc} - 4 s_{dd} s_{dc} \cos \varphi_{dc} - 4 s_{dc} s_{cc} \cos (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) \}$	$\{ s_{dd}^2 + s_{cc}^2 + 2 s_{dd} s_{cc} \cos \varphi_{cc} \}$
R	$\{ s_{dd}^2 + s_{cc}^2 + 2 s_{dd} s_{cc} \cos \varphi_{cc} \}$	$\{ s_{dd}^2 + 4 s_{dc}^2 + s_{cc}^2 - 2 s_{dd} s_{cc} \cos \varphi_{cc} + 4 s_{dd} s_{dc} \cos \varphi_{dc} + 4 s_{dc} s_{cc} \cos (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) \}$
D	$2 \{ s_{dd}^2 + s_{dc}^2 - 2 s_{dd} s_{dc} \sin \varphi_{dc} \}$	$2 \{ s_{dd}^2 + s_{dc}^2 + 2 s_{dd} s_{dc} \sin \varphi_{dc} \}$
C	$2 \{ s_{dc}^2 + s_{cc}^2 - 2 s_{dc} s_{cc} \sin (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) \}$	$2 \{ s_{dc}^2 + s_{cc}^2 + 2 s_{dc} s_{cc} \sin (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) \}$
V	$\{ s_{dd}^2 + 2 s_{dc}^2 + s_{cc}^2 - 2 s_{dd} s_{cc} \sin \varphi_{cc} + 2 s_{dd} s_{dc} (\cos \varphi_{dc} - \sin \varphi_{dc}) + 2 s_{dc} s_{cc} \cos (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) - 2 s_{dc} s_{cc} \sin (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) \}$	$\{ s_{dd}^2 + 2 s_{dc}^2 + s_{cc}^2 + 2 s_{dd} s_{cc} \sin \varphi_{cc} + 2 s_{dd} s_{dc} (\cos \varphi_{dc} + \sin \varphi_{dc}) + 2 s_{dc} s_{cc} \cos (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) + 2 s_{dc} s_{cc} \sin (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) \}$
H	$\{ s_{dd}^2 + 2 s_{dc}^2 + s_{cc}^2 + 2 s_{dd} s_{cc} \sin \varphi_{cc} - 2 s_{dd} s_{dc} (\cos \varphi_{dc} + \sin \varphi_{dc}) - 2 s_{dc} s_{cc} \cos (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) - 2 s_{dc} s_{cc} \sin (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) \}$	$\{ s_{dd}^2 + 2 s_{dc}^2 + s_{cc}^2 - 2 s_{dd} s_{cc} \sin \varphi_{cc} - 2 s_{dd} s_{dc} (\cos \varphi_{dc} - \sin \varphi_{dc}) - 2 s_{dc} s_{cc} \cos (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) + 2 s_{dc} s_{cc} \sin (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) \}$

Таблица 2.2. РЛ-сигналы поляриметра, выраженные через базис линейных поляризаций цели $\pm 45^\circ$ (при приеме в базисе линейных поляризаций $\pm 45^\circ$)

Пр. Пер.	D $\frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{8} \{ \dots \}$	C $\frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{8} \{ \dots \}$
L	$2 \{ s_{dd}^2 + s_{dc}^2 - 2 s_{dd} s_{dc} \sin \varphi_{dc} \}$	$2 \{ s_{dc}^2 + s_{cc}^2 - 2 s_{dc} s_{cc} \sin (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) \}$
R	$2 \{ s_{dd}^2 + s_{dc}^2 + 2 s_{dd} s_{dc} \sin \varphi_{dc} \}$	$2 \{ s_{dc}^2 + s_{cc}^2 + 2 s_{dc} s_{cc} \sin (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) \}$
D	$\{ 4 s_{dd}^2 \}$	$\{ 4 s_{dc}^2 \}$
C	$\{ 4 s_{dc}^2 \}$	$\{ 4 s_{cc}^2 \}$
V	$2 \{ s_{dd}^2 + s_{dc}^2 + 2 s_{dd} s_{dc} \cos \varphi_{dc} \}$	$2 \{ s_{dc}^2 + s_{cc}^2 + 2 s_{dc} s_{cc} \cos (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) \}$
H	$2 \{ s_{dd}^2 + s_{dc}^2 - 2 s_{dd} s_{dc} \cos \varphi_{dc} \}$	$2 \{ s_{dc}^2 + s_{cc}^2 - 2 s_{dc} s_{cc} \cos (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) \}$

Таблица 2.3. РЛ-сигналы поляриметра, выраженные через базис линейных поляризаций цели $\pm 45^\circ$ (при приеме в базисе линейных поляризаций V-H)

Пер. \ Пр.	V $\frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{8} \{ \dots \}$	H $\frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{8} \{ \dots \}$
L	$\{ s_{dd}^2 + 2 s_{dc}^2 + s_{cc}^2 - 2 s_{dd} s_{cc} \sin \varphi_{cc} + 2 s_{dd} s_{dc} (\cos \varphi_{dc} - \sin \varphi_{dc}) + 2 s_{dc} s_{cc} \cos (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) - 2 s_{dc} s_{cc} \sin (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) \}$	$\{ s_{dd}^2 + 2 s_{dc}^2 + s_{cc}^2 + 2 s_{dd} s_{cc} \sin \varphi_{cc} - 2 s_{dd} s_{dc} (\cos \varphi_{dc} + \sin \varphi_{dc}) - 2 s_{dc} s_{cc} \cos (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) - 2 s_{dc} s_{cc} \sin (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) \}$
R	$\{ s_{dd}^2 + 2 s_{dc}^2 + s_{cc}^2 + 2 s_{dd} s_{cc} \sin \varphi_{cc} + 2 s_{dd} s_{dc} (\cos \varphi_{dc} + \sin \varphi_{dc}) + 2 s_{dc} s_{cc} \cos (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) + 2 s_{dc} s_{cc} \sin (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) \}$	$\{ s_{dd}^2 + 2 s_{dc}^2 + s_{cc}^2 - 2 s_{dd} s_{cc} \sin \varphi_{cc} - 2 s_{dd} s_{dc} (\cos \varphi_{dc} - \sin \varphi_{dc}) - 2 s_{dc} s_{cc} \cos (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) + 2 s_{dc} s_{cc} \sin (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) \}$
D	$2 \{ s_{dd}^2 + s_{dc}^2 + 2 s_{dd} s_{dc} \cos \varphi_{dc} \}$	$2 \{ s_{dd}^2 + s_{dc}^2 - 2 s_{dd} s_{dc} \cos \varphi_{dc} \}$
C	$2 \{ s_{dc}^2 + s_{cc}^2 + 2 s_{dc} s_{cc} \cos (\varphi_{dd} - \varphi_{dc}) \}$	$2 \{ s_{dc}^2 + s_{cc}^2 - 2 s_{dc} s_{cc} \cos (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) \}$
V	$\{ s_{dd}^2 + 4 s_{dc}^2 + s_{cc}^2 + 2 s_{dd} s_{cc} \cos \varphi_{cc} + 4 s_{dd} s_{dc} \cos \varphi_{dc} + 4 s_{dc} s_{cc} \cos (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) \}$	$\{ s_{dd}^2 + s_{cc}^2 - 2 s_{dd} s_{cc} \cos \varphi_{cc} \}$
H	$\{ s_{dd}^2 + s_{cc}^2 - 2 s_{dd} s_{cc} \cos \varphi_{cc} \}$	$\{ s_{dd}^2 + 4 s_{dc}^2 + s_{cc}^2 + 2 s_{dd} s_{cc} \cos \varphi_{cc} - 4 s_{dd} s_{dc} \cos \varphi_{dc} - 4 s_{dc} s_{cc} \cos (\varphi_{cc} - \varphi_{dc}) \}$

Таблица 3.1. РЛ-сигналы поляриметра, выраженные через базис линейных поляризаций цели V-H (при приеме в базисе круговых поляризаций L-R)

Пр. Пер.	L $\frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{4} \{ \dots \}$	R $\frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{4} \{ \dots \}$
L	$\{ s_{vv}^2 + 4 s_{vh}^2 + s_{hh}^2 - 2 s_{vv} s_{hh} \cos \varphi_{hh} - 4 s_{vv} s_{vh} \sin \varphi_{vh} - 4 s_{vh} s_{hh} \sin (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) \}$	$\{ s_{vv}^2 + s_{hh}^2 + 2 s_{vv} s_{hh} \cos \varphi_{hh} \}$
R	$\{ s_{vv}^2 + s_{hh}^2 + 2 s_{vv} s_{hh} \cos \varphi_{hh} \}$	$\{ s_{vv}^2 + 4 s_{vh}^2 + s_{hh}^2 - 2 s_{vv} s_{hh} \cos \varphi_{hh} + 4 s_{vv} s_{vh} \sin \varphi_{vh} + 4 s_{vh} s_{hh} \sin (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) \}$
D	$\{ s_{vv}^2 + 2 s_{vh}^2 + s_{hh}^2 + 2 s_{vv} s_{hh} \sin \varphi_{hh} - 2 s_{vv} s_{vh} (\cos \varphi_{vh} + \sin \varphi_{vh}) - 2 s_{vh} s_{hh} \cos (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) - 2 s_{vh} s_{hh} \sin (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) \}$	$\{ s_{vv}^2 + 2 s_{vh}^2 + s_{hh}^2 - 2 s_{vv} s_{hh} \sin \varphi_{hh} - 2 s_{vv} s_{vh} (\cos \varphi_{vh} - \sin \varphi_{vh}) - 2 s_{vh} s_{hh} \cos (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) + 2 s_{vh} s_{hh} \sin (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) \}$
C	$\{ s_{vv}^2 + 2 s_{vh}^2 + s_{hh}^2 - 2 s_{vv} s_{hh} \sin \varphi_{hh} + 2 s_{vv} s_{vh} (\cos \varphi_{vh} - \sin \varphi_{vh}) + 2 s_{vh} s_{hh} \cos (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) - 2 s_{vh} s_{hh} \sin (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) \}$	$\{ s_{vv}^2 + 2 s_{vh}^2 + s_{hh}^2 + 2 s_{vv} s_{hh} \sin \varphi_{hh} + 2 s_{vv} s_{vh} (\cos \varphi_{vh} + \sin \varphi_{vh}) + 2 s_{vh} s_{hh} \cos (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) + 2 s_{vh} s_{hh} \sin (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) \}$
V	$2 \{ s_{vv}^2 + s_{vh}^2 - 2 s_{vv} s_{vh} \sin \varphi_{vh} \}$	$2 \{ s_{vv}^2 + s_{vh}^2 + 2 s_{vv} s_{vh} \sin \varphi_{vh} \}$
H	$2 \{ s_{vh}^2 + s_{hh}^2 - 2 s_{vh} s_{hh} \sin (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) \}$	$2 \{ s_{vh}^2 + s_{hh}^2 + 2 s_{vh} s_{hh} \sin (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) \}$

Таблица 3.2. РЛ-сигналы поляриметра, выраженные через базис линейных поляризаций цели V-H (при приеме в базисе линейных поляризаций $\pm 45^\circ$)

Пр. Пер.	D $\frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{8} \{ \dots \}$	C $\frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{8} \{ \dots \}$
L	$\{ s_{vv}^2 + 2 s_{vh}^2 + s_{hh}^2 + 2 s_{vv} s_{hh} \sin \varphi_{hh} - 2 s_{vv} s_{vh} (\cos \varphi_{vh} + \sin \varphi_{vh}) - 2 s_{vh} s_{hh} \cos (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) - 2 s_{vh} s_{hh} \sin (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) \}$	$\{ s_{vv}^2 + 2 s_{vh}^2 + s_{hh}^2 - 2 s_{vv} s_{hh} \sin \varphi_{hh} + 2 s_{vv} s_{vh} (\cos \varphi_{vh} - \sin \varphi_{vh}) + 2 s_{vh} s_{hh} \cos (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) - 2 s_{vh} s_{hh} \sin (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) \}$
R	$\{ s_{vv}^2 + 2 s_{vh}^2 + s_{hh}^2 - 2 s_{vv} s_{hh} \sin \varphi_{hh} - 2 s_{vv} s_{vh} (\cos \varphi_{vh} - \sin \varphi_{vh}) - 2 s_{vh} s_{hh} \cos (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) + 2 s_{vh} s_{hh} \sin (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) \}$	$\{ s_{vv}^2 + 2 s_{vh}^2 + s_{hh}^2 + 2 s_{vv} s_{hh} \sin \varphi_{hh} + 2 s_{vv} s_{vh} (\cos \varphi_{vh} + \sin \varphi_{vh}) + 2 s_{vh} s_{hh} \cos (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) + 2 s_{vh} s_{hh} \sin (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) \}$
D	$\{ s_{vv}^2 + 4 s_{vh}^2 + s_{hh}^2 + 2 s_{vv} s_{hh} \cos \varphi_{hh} - 4 s_{vv} s_{vh} \cos \varphi_{vh} - 4 s_{vh} s_{hh} \cos (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) \}$	$\{ s_{vv}^2 + s_{hh}^2 - 2 s_{vv} s_{hh} \cos \varphi_{hh} \}$
C	$\{ s_{vv}^2 + s_{hh}^2 - 2 s_{vv} s_{hh} \cos \varphi_{hh} \}$	$\{ s_{vv}^2 + 4 s_{vh}^2 + s_{hh}^2 + 2 s_{vv} s_{hh} \cos \varphi_{hh} + 4 s_{vv} s_{vh} \cos \varphi_{vh} + 4 s_{vh} s_{hh} \cos (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) \}$
V	$2 \{ s_{vv}^2 + s_{vh}^2 - 2 s_{vv} s_{vh} \cos \varphi_{vh} \}$	$2 \{ s_{vv}^2 + s_{vh}^2 + 2 s_{vv} s_{vh} \cos \varphi_{vh} \}$
H	$2 \{ s_{vh}^2 + s_{hh}^2 - 2 s_{vh} s_{hh} \cos (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) \}$	$2 \{ s_{vh}^2 + s_{hh}^2 + 2 s_{vh} s_{hh} \cos (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) \}$

Таблица 3.3. РЛ-сигналы поляриметра, выраженные через базис линейных поляризаций цели $\pm 45^\circ$ (при приеме в базисе линейных поляризаций V-H)

Пр. Пер.	V $\frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{8} \{ \dots \}$	H $\frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{8} \{ \dots \}$
L	$2 \{ s_{vv}^2 + s_{vh}^2 - 2 s_{vv} s_{vh} \sin \varphi_{vh} \}$	$2 \{ s_{vh}^2 + s_{hh}^2 - 2 s_{vh} s_{hh} \sin (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) \}$
R	$2 \{ s_{vv}^2 + s_{vh}^2 + 2 s_{vv} s_{vh} \sin \varphi_{vh} \}$	$2 \{ s_{vh}^2 + s_{hh}^2 + 2 s_{vh} s_{hh} \sin (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) \}$
D	$2 \{ s_{vv}^2 + s_{vh}^2 - 2 s_{vv} s_{vh} \cos \varphi_{vh} \}$	$2 \{ s_{vh}^2 + s_{hh}^2 - 2 s_{vh} s_{hh} \cos (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) \}$
C	$2 \{ s_{vv}^2 + s_{vh}^2 + 2 s_{vv} s_{vh} \cos \varphi_{vh} \}$	$2 \{ s_{vh}^2 + s_{hh}^2 + 2 s_{vh} s_{hh} \cos (\varphi_{hh} - \varphi_{vh}) \}$
V	$\{ 4 s_{vv}^2 \}$	$\{ 4 s_{vh}^2 \}$
H	$\{ 4 s_{vh}^2 \}$	$\{ 4 s_{hh}^2 \}$

Таблица 4.1. РЛ-сигналы поляриметра, выраженные через собственный поляризационный базис цели (при приеме в базисе круговых поляризаций L-R)

Пер. \ Пр.	L $\frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{4} \{ \dots \}$	R $\frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{4} \{ \dots \}$
L	$\{ \mu^+ (1 + \sin^2 2\alpha) + \mu^- 2 \sin 2\alpha - \mu_C \cos^2 2\alpha \}$	$\{ (\mu^+ + \mu_C) \cos^2 2\alpha \}$
R	$\{ (\mu^+ + \mu_C) \cos^2 2\alpha \}$	$\{ \mu^+ (1 + \sin^2 2\alpha) - \mu^- 2 \sin 2\alpha - \mu_C \cos^2 2\alpha \}$
D	$\{ \mu^+ (1 - \sin 2\alpha \cos 2\alpha \sin 2\theta) - \mu^- (\cos 2\alpha \sin 2\theta - \sin 2\alpha) - \mu_C (\sin 2\alpha \cos 2\alpha \sin 2\theta) + \mu_S (\cos 2\alpha \cos 2\theta) \}$	$\{ \mu^+ (1 + \sin 2\alpha \cos 2\alpha \sin 2\theta) - \mu^- (\cos 2\alpha \sin 2\theta + \sin 2\alpha) + \mu_C (\sin 2\alpha \cos 2\alpha \sin 2\theta) - \mu_S (\cos 2\alpha \cos 2\theta) \}$
C	$\{ \mu^+ (1 + \sin 2\alpha \cos 2\alpha \sin 2\theta) + \mu^- (\cos 2\alpha \sin 2\theta + \sin 2\alpha) + \mu_C (\sin 2\alpha \cos 2\alpha \sin 2\theta) - \mu_S (\cos 2\alpha \cos 2\theta) \}$	$\{ \mu^+ (1 - \sin 2\alpha \cos 2\alpha \sin 2\theta) + \mu^- (\cos 2\alpha \sin 2\theta - \sin 2\alpha) - \mu_C (\sin 2\alpha \cos 2\alpha \sin 2\theta) + \mu_S (\cos 2\alpha \cos 2\theta) \}$
V	$\{ \mu^+ (1 + \sin 2\alpha \cos 2\alpha \cos 2\theta) + \mu^- (\cos 2\alpha \cos 2\theta + \sin 2\alpha) + \mu_C (\sin 2\alpha \cos 2\alpha \cos 2\theta) + \mu_S (\cos 2\alpha \sin 2\theta) \}$	$\{ \mu^+ (1 - \sin 2\alpha \cos 2\alpha \cos 2\theta) + \mu^- (\cos 2\alpha \cos 2\theta - \sin 2\alpha) - \mu_C (\sin 2\alpha \cos 2\alpha \cos 2\theta) - \mu_S (\cos 2\alpha \sin 2\theta) \}$
H	$\{ \mu^+ (1 - \sin 2\alpha \cos 2\alpha \cos 2\theta) - \mu^- (\cos 2\alpha \cos 2\theta - \sin 2\alpha) - \mu_C (\sin 2\alpha \cos 2\alpha \cos 2\theta) - \mu_S (\cos 2\alpha \sin 2\theta) \}$	$\{ \mu^+ (1 + \sin 2\alpha \cos 2\alpha \cos 2\theta) - \mu^- (\cos 2\alpha \cos 2\theta + \sin 2\alpha) + \mu_C (\sin 2\alpha \cos 2\alpha \cos 2\theta) + \mu_S (\cos 2\alpha \sin 2\theta) \}$

Таблица 4.2. РЛ-сигналы поляриметра, выраженные через собственный поляризационный базис цели (при приеме в базисе линейных поляризаций $\pm 45^\circ$)

Пер. \ Пр.	D $\frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{8} \{ \dots \}$	C $\frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{8} \{ \dots \}$
L	$\{ \mu^+ (1 - \sin 2\alpha \cos 2\alpha \sin 2\theta) - \mu^- (\cos 2\alpha \sin 2\theta - \sin 2\alpha) - \mu_C (\sin 2\alpha \cos 2\alpha \sin 2\theta) + \mu_S (\cos 2\alpha \cos 2\theta) \}$	$\{ \mu^+ (1 + \sin 2\alpha \cos 2\alpha \sin 2\theta) + \mu^- (\cos 2\alpha \sin 2\theta + \sin 2\alpha) + \mu_C (\sin 2\alpha \cos 2\alpha \sin 2\theta) - \mu_S (\cos 2\alpha \cos 2\theta) \}$
R	$\{ \mu^+ (1 + \sin 2\alpha \cos 2\alpha \sin 2\theta) - \mu^- (\cos 2\alpha \sin 2\theta + \sin 2\alpha) + \mu_C (\sin 2\alpha \cos 2\alpha \sin 2\theta) - \mu_S (\cos 2\alpha \cos 2\theta) \}$	$\{ \mu^+ (1 - \sin 2\alpha \cos 2\alpha \sin 2\theta) + \mu^- (\cos 2\alpha \sin 2\theta - \sin 2\alpha) - \mu_C (\sin 2\alpha \cos 2\alpha \sin 2\theta) + \mu_S (\cos 2\alpha \cos 2\theta) \}$
D	$\{ \mu^+ (1 + \sin^2 2\theta \cos^2 2\alpha) - \mu^- (2 \sin 2\theta \cos 2\alpha) + \mu_C (1 - \sin^2 2\theta (1 + \sin^2 2\alpha)) + \mu_S (\sin 4\theta \sin 2\alpha) \}$	$\{ \mu^+ (1 - \cos^2 2\alpha \sin^2 2\theta) - \mu_C (1 - \sin^2 2\theta (1 + \sin^2 2\alpha)) - \mu_S (\sin 4\theta \sin 2\alpha) \}$
C	$\{ \mu^+ (1 - \cos^2 2\alpha \sin^2 2\theta) - \mu_C (1 - \sin^2 2\theta (1 + \sin^2 2\alpha)) - \mu_S (\sin 4\theta \sin 2\alpha) \}$	$\{ \mu^+ (1 + \sin^2 2\theta \cos^2 2\alpha) + \mu^- (2 \sin 2\theta \cos 2\alpha) + \mu_C (1 - \sin^2 2\theta (1 + \sin^2 2\alpha)) + \mu_S (\sin 4\theta \sin 2\alpha) \}$
V	$\{ \mu^+ (1 - \sin 2\theta \cos 2\theta \cos^2 2\alpha) - \mu^- (\cos 2\alpha (\sin 2\theta - \cos 2\theta)) + \mu_C (\sin 2\theta \cos 2\theta (1 + \sin^2 2\alpha)) + \mu_S (\sin 2\alpha \cos 4\theta) \}$	$\{ \mu^+ (1 + \sin 2\theta \cos 2\theta \cos^2 2\alpha) + \mu^- (\cos 2\alpha (\sin 2\theta + \cos 2\theta)) - \mu_C (\sin 2\theta \cos 2\theta (1 + \sin^2 2\alpha)) + \mu_S (\sin 2\alpha \cos 4\theta) \}$
H	$\{ \mu^+ (1 + \sin 2\theta \cos 2\theta \cos^2 2\alpha) - \mu^- (\cos 2\alpha (\sin 2\theta + \cos 2\theta)) - \mu_C (\sin 2\theta \cos 2\theta (1 + \sin^2 2\alpha)) + \mu_S (\sin 2\alpha \cos 4\theta) \}$	$\{ \mu^+ (1 - \sin 2\theta \cos 2\theta \cos^2 2\alpha) + \mu^- (\cos 2\alpha (\sin 2\theta - \cos 2\theta)) + \mu_C (\sin 2\theta \cos 2\theta (1 + \sin^2 2\alpha)) - \mu_S (\sin 2\alpha \cos 4\theta) \}$

Таблица 4.3. РЛ-сигналы поляриметра, выраженные через собственный поляризационный базис цели (при приеме в базисе линейных поляризаций V-H)

Пр. Пер.	V $\frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{8} \{ \dots \}$	H $\frac{1}{2} E_0^2 \frac{1}{8} \{ \dots \}$
L	$\{ \mu^+ (1 + \sin 2\alpha \cos 2\alpha \cos 2\theta) + \mu^- (\cos 2\alpha \cos 2\theta + \sin 2\alpha) + \mu_C (\sin 2\alpha \cos 2\alpha \cos 2\theta) + \mu_S (\cos 2\alpha \sin 2\theta) \}$	$\{ \mu^+ (1 - \sin 2\alpha \cos 2\alpha \cos 2\theta) - \mu^- (\cos 2\alpha \cos 2\theta - \sin 2\alpha) - \mu_C (\sin 2\alpha \cos 2\alpha \cos 2\theta) - \mu_S (\cos 2\alpha \sin 2\theta) \}$
R	$\{ \mu^+ (1 - \sin 2\alpha \cos 2\alpha \cos 2\theta) + \mu^- (\cos 2\alpha \cos 2\theta - \sin 2\alpha) - \mu_C (\sin 2\alpha \cos 2\alpha \cos 2\theta) - \mu_S (\cos 2\alpha \sin 2\theta) \}$	$\{ \mu^+ (1 + \sin 2\alpha \cos 2\alpha \cos 2\theta) - \mu^- (\cos 2\alpha \cos 2\theta + \sin 2\alpha) + \mu_C (\sin 2\alpha \cos 2\alpha \cos 2\theta) + \mu_S (\cos 2\alpha \sin 2\theta) \}$
D	$\{ \mu^+ (1 - \sin 2\theta \cos 2\theta \cos^2 2\alpha) - \mu^- (\cos 2\alpha (\sin 2\theta - \cos 2\theta)) + \mu_C (\sin 2\theta \cos 2\theta (1 + \sin^2 2\alpha)) + \mu_S (\sin 2\alpha \cos 4\theta) \}$	$\{ \mu^+ (1 + \sin 2\theta \cos 2\theta \cos^2 2\alpha) - \mu^- (\cos 2\alpha (\sin 2\theta + \cos 2\theta)) - \mu_C (\sin 2\theta \cos 2\theta (1 + \sin^2 2\alpha)) + \mu_S (\sin 2\alpha \cos 4\theta) \}$
C	$\{ \mu^+ (1 + \sin 2\theta \cos 2\theta \cos^2 2\alpha) + \mu^- ((\sin 2\theta + \cos 2\theta) \cos 2\alpha) - \mu_C (\sin 2\theta \cos 2\theta (1 + \sin^2 2\alpha)) + \mu_S (\sin 2\alpha \cos 4\theta) \}$	$\{ \mu^+ (1 - \sin 2\theta \cos 2\theta \cos^2 2\alpha) + \mu^- ((\sin 2\theta - \cos 2\theta) \cos 2\alpha) + \mu_C (\sin 2\theta \cos 2\theta (1 + \sin^2 2\alpha)) - \mu_S (\cos 4\theta \sin 2\alpha) \}$
V	$\{ \mu^+ (1 + \cos^2 2\theta \cos^2 2\alpha) + \mu^- (2 \cos 2\theta \cos 2\alpha) + \mu_C (1 - \cos^2 2\theta (1 + \sin^2 2\alpha)) - \mu_S (\sin 4\theta \sin 2\alpha) \}$	$\{ \mu^+ (1 - \cos^2 2\theta \cos^2 2\alpha) - \mu^- (2 \cos 2\theta \cos 2\alpha) - \mu_C (1 - \cos^2 2\theta (1 + \sin^2 2\alpha)) - \mu_S (\sin 4\theta \sin 2\alpha) \}$
H	$\{ \mu^+ (1 - \cos^2 2\theta \cos^2 2\alpha) - \mu^- (2 \cos 2\theta \cos 2\alpha) + \mu_C (1 - \cos^2 2\theta (1 + \sin^2 2\alpha)) - \mu_S (\sin 4\theta \sin 2\alpha) \}$	$\{ \mu^+ (1 + \cos^2 2\theta \cos^2 2\alpha) - \mu^- (2 \cos 2\theta \cos 2\alpha) + \mu_C (1 - \cos^2 2\theta (1 + \sin^2 2\alpha)) - \mu_S (\sin 4\theta \sin 2\alpha) \}$

Заключение

Предлагаемая методика и инженерные формулы расчетов позволяют определить элементы матрицы рассеяния цели и ее инварианты по измерениям мощности

отраженных сигналов на выходе антенно-фидерного тракта многоканального поляриметра.

Для определения элементов МРЦ, в общем случае, необходимо произвести не менее трех излучений РЛ-сигналов, поляризационный базис которых выбирается согласно полученным соотношениям, и принять РЛ-сигналы на многоканальном поляриметре не менее, чем по четырем поляризационно-разнесенным каналам. В случае если кроссовые элементы искомой матрицы не равны нулю, достаточно произвести два ортогонально-поляризованных излучения РЛ-сигналов.

Представление полной мощности рассеянного целью сигнала через сумму кросс - поляризационных компонент дает возможность реализовать цветное отображение поляризационной информации на экране РЛС в палитре R-G-B сигналов, что позволит оператору РЛС произвести предварительную классификацию целей по поляризационным признакам.

Литература

1. Козлов А.И., Логвин А.И., Сарычев В.А. Поляризация радиоволн. Книга 2. Радиолокационная поляриметрия. - М.: Радиотехника, 2007.
2. Головачев М.В., Калугин Н.Ю., Кочетов А.В. Некогерентная поляризационная РЛС для измерения матрицы рассеяния цели // Доклады Сибирского поляризационного семинара. СибПол 2004. Сургут. 7-9 сентября 2004 г.
3. Giuli D. Polarization diversity in radars // IEEE. v.74. 1985. №2.
4. Бикел С. Некоторые инвариантные свойства поляризационной матрицы рассеяния// ТИИЭР. 1965. т.53. №8.