

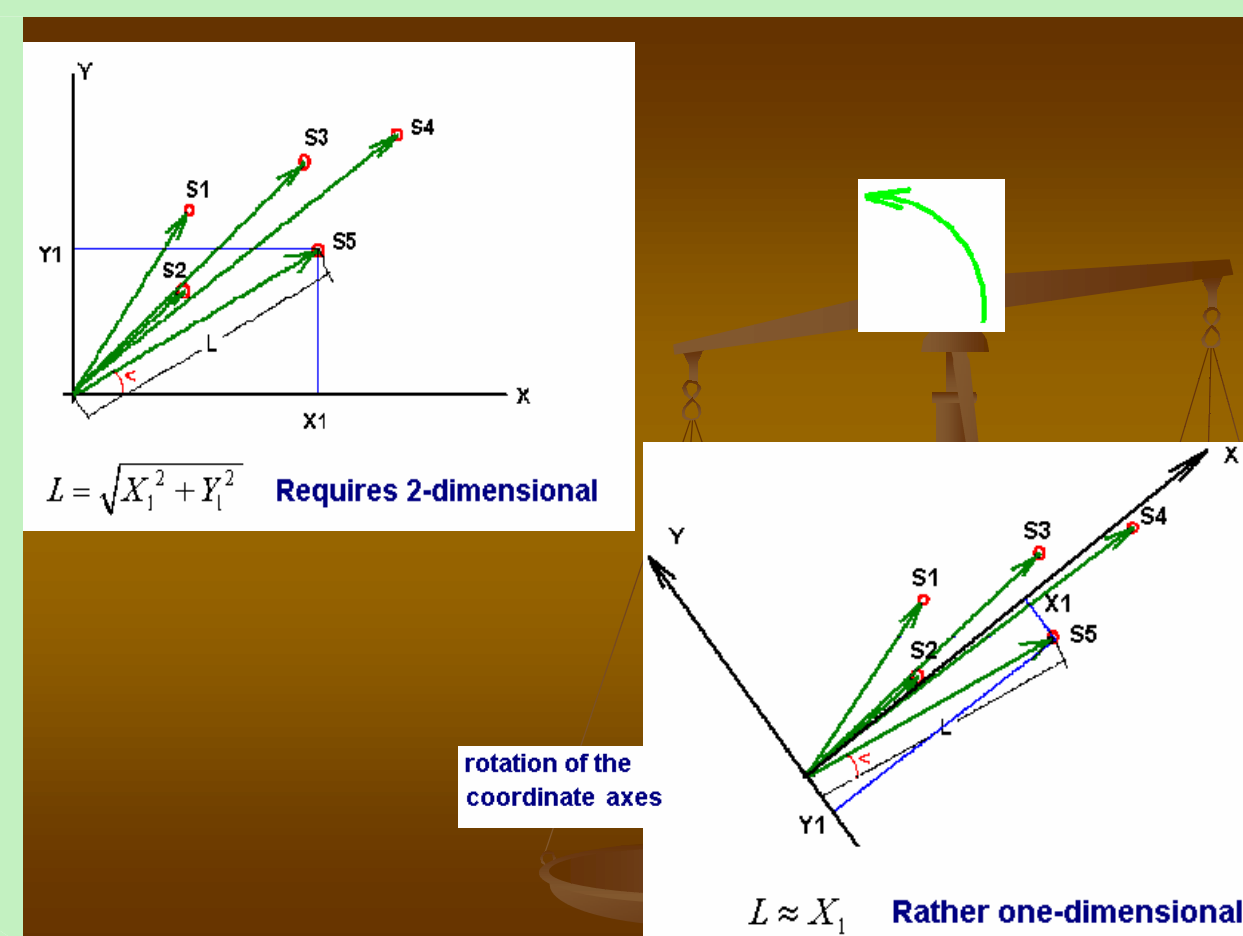
Retrieval information from the UWB pulse signal using the Karhunen Loeve transform

Modris Greitans, Vladimir Aristov

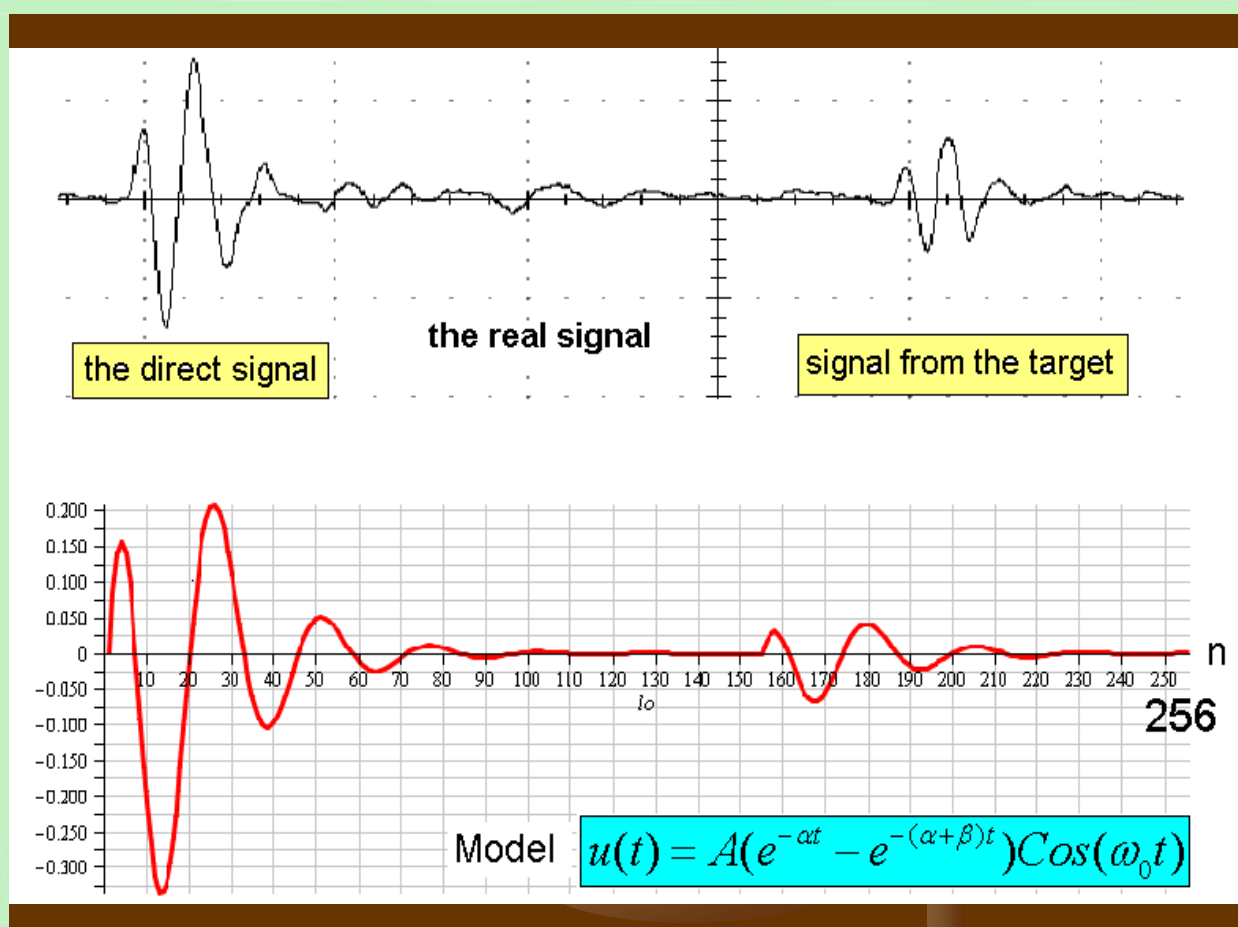
Problems



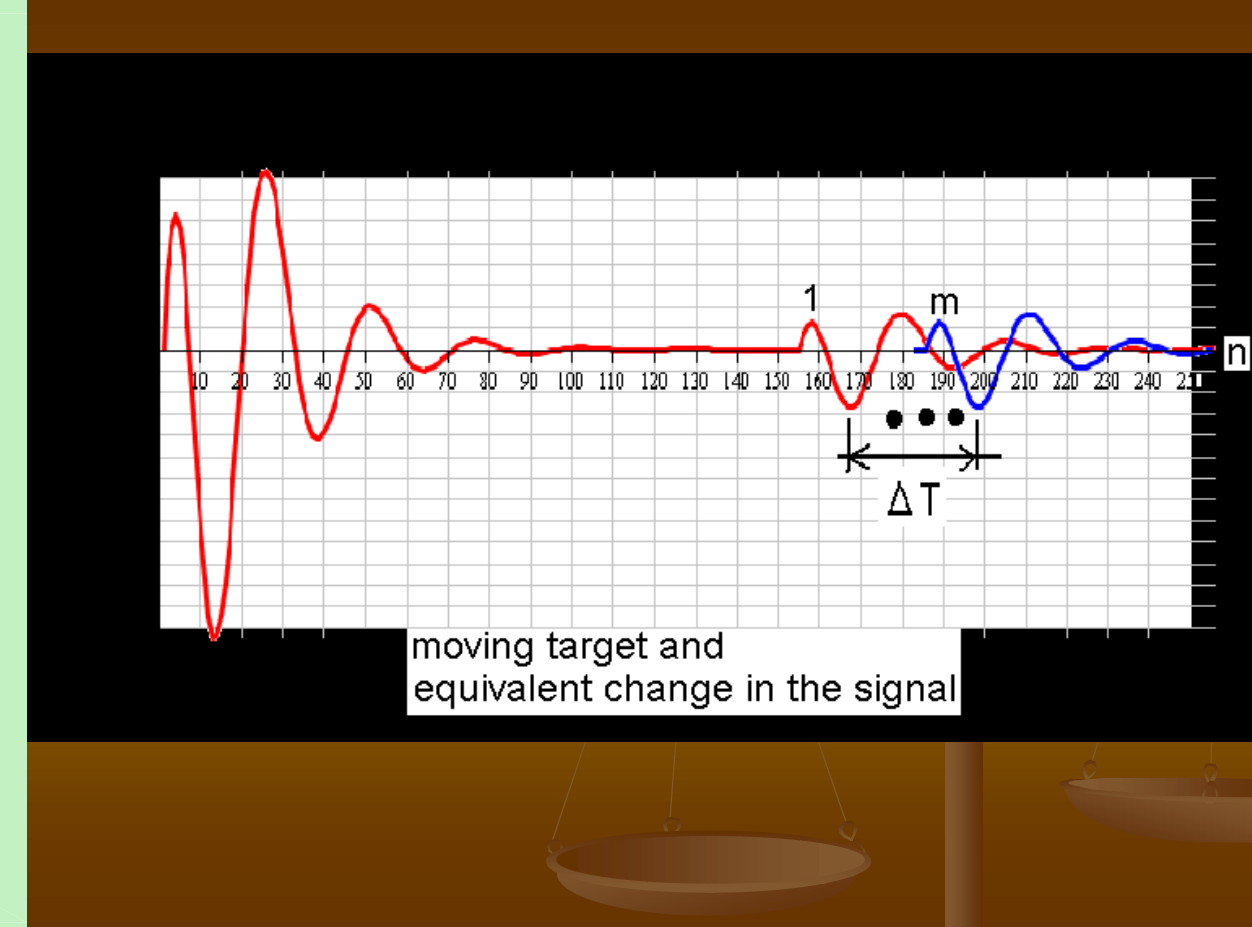
Используемые в биорадиолокации алгоритмы обработки ставят своей целью выявление в отраженном сигнале эквивалентного модулирующего напряжения, соответствующего незначительным перемещениям органов живого человека



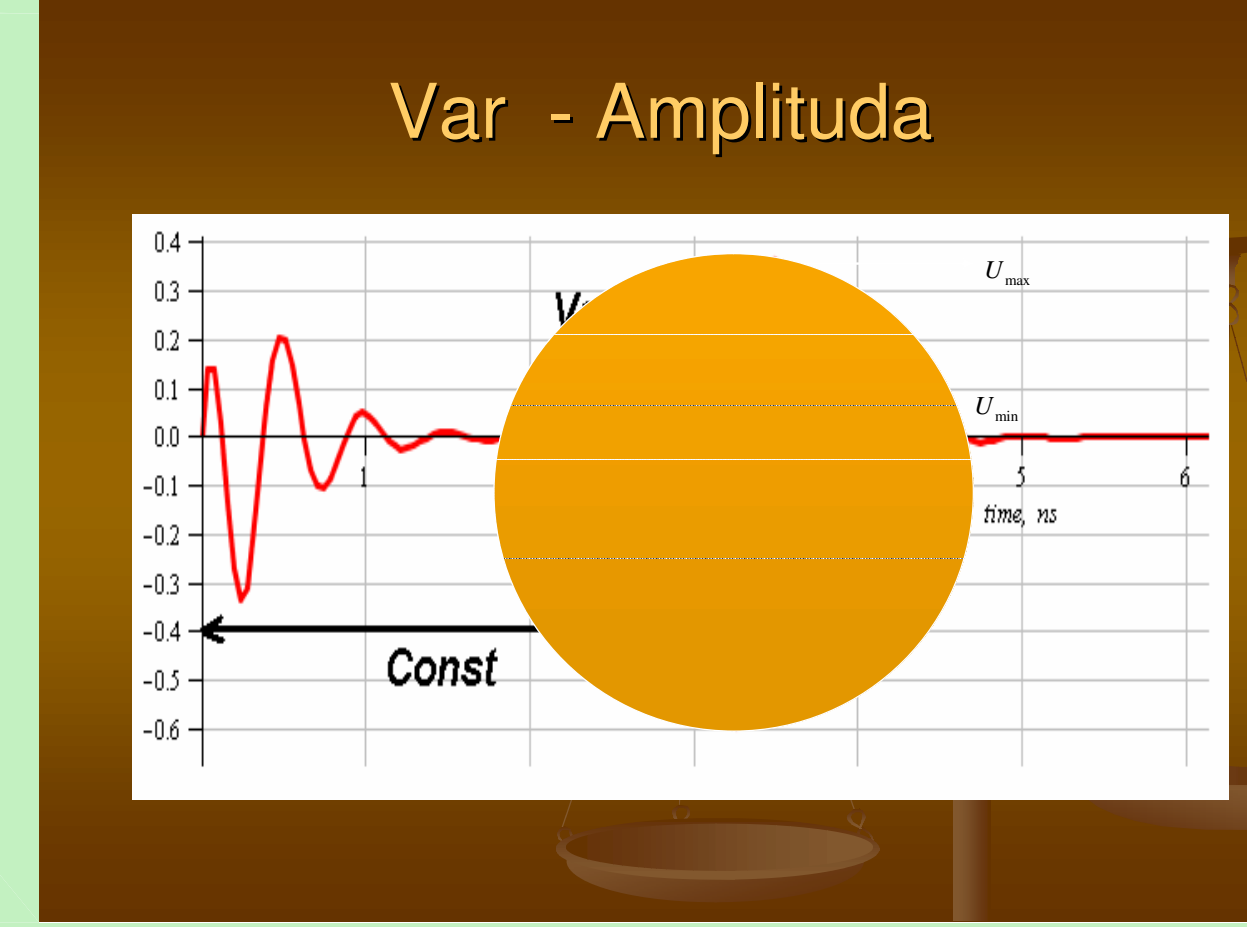
Предлагается использовать алгоритм преобразования Карунена-Лозва. Основой преобразования является поворот исходной системы координат в которой представлен дискретизированный исследуемый сигнал. Угол поворота в n - мерном пространстве выбирается по критерию минимизации среднеквадратичной ошибки представления сигнала в новой системе координат при отбрасывании большей части малоинформативных осей



Для исследования данного направления произведена обработка модельного сигнала, соответствующего амплитудным и временным изменениям отраженного от цели сигнала. Последний представлял собой модель отражения сверхширокополосного импульса с центральной частотой 2 GHz

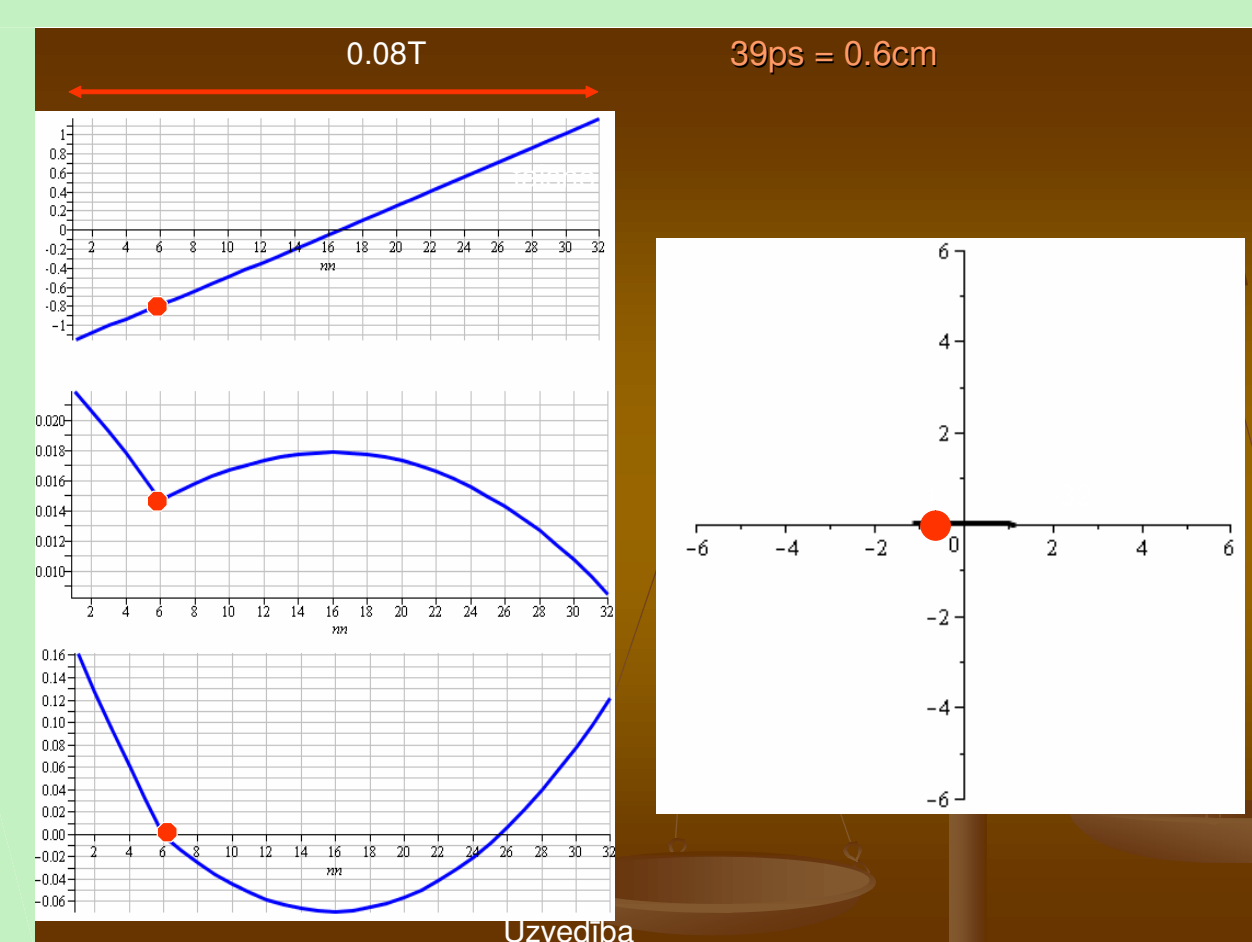
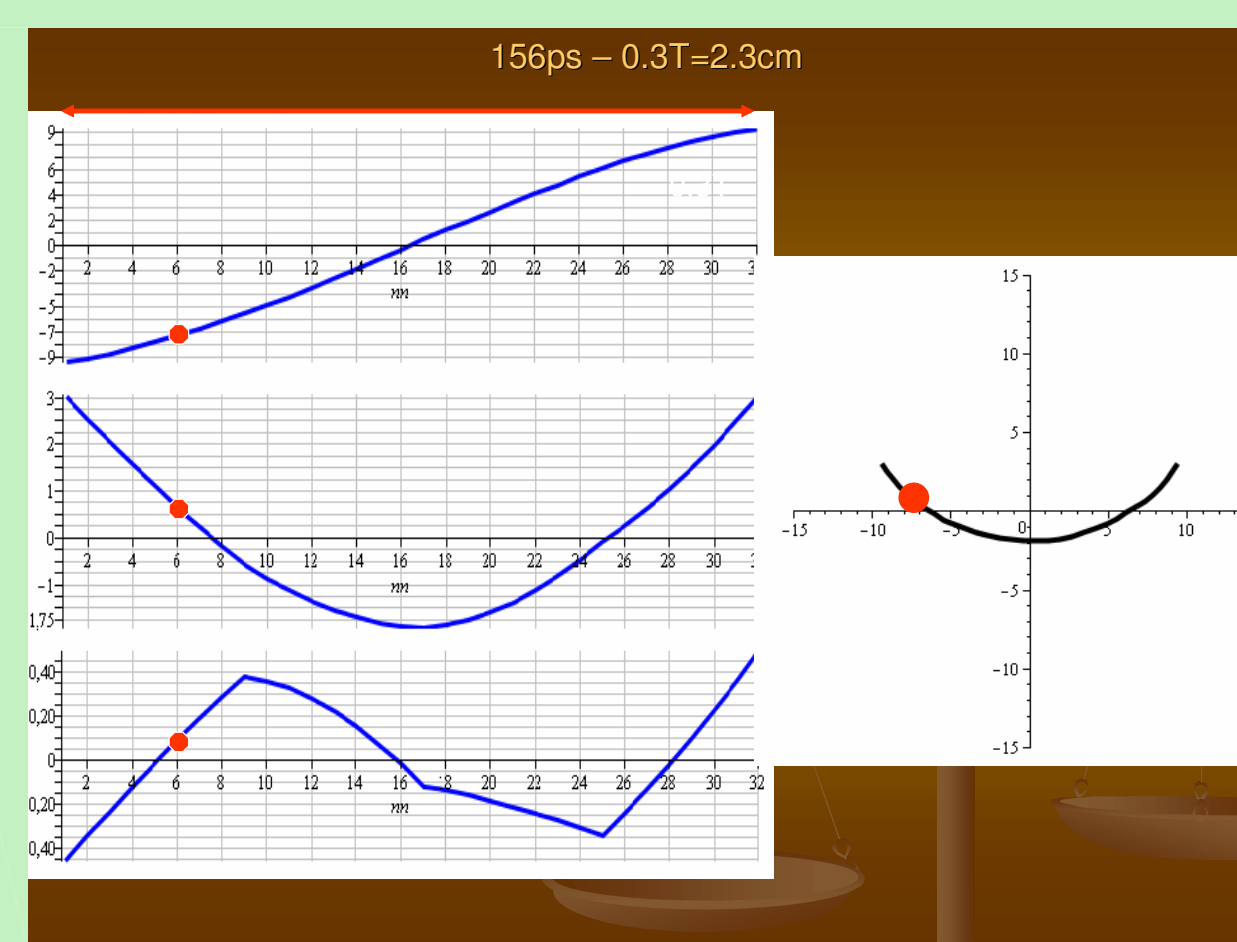
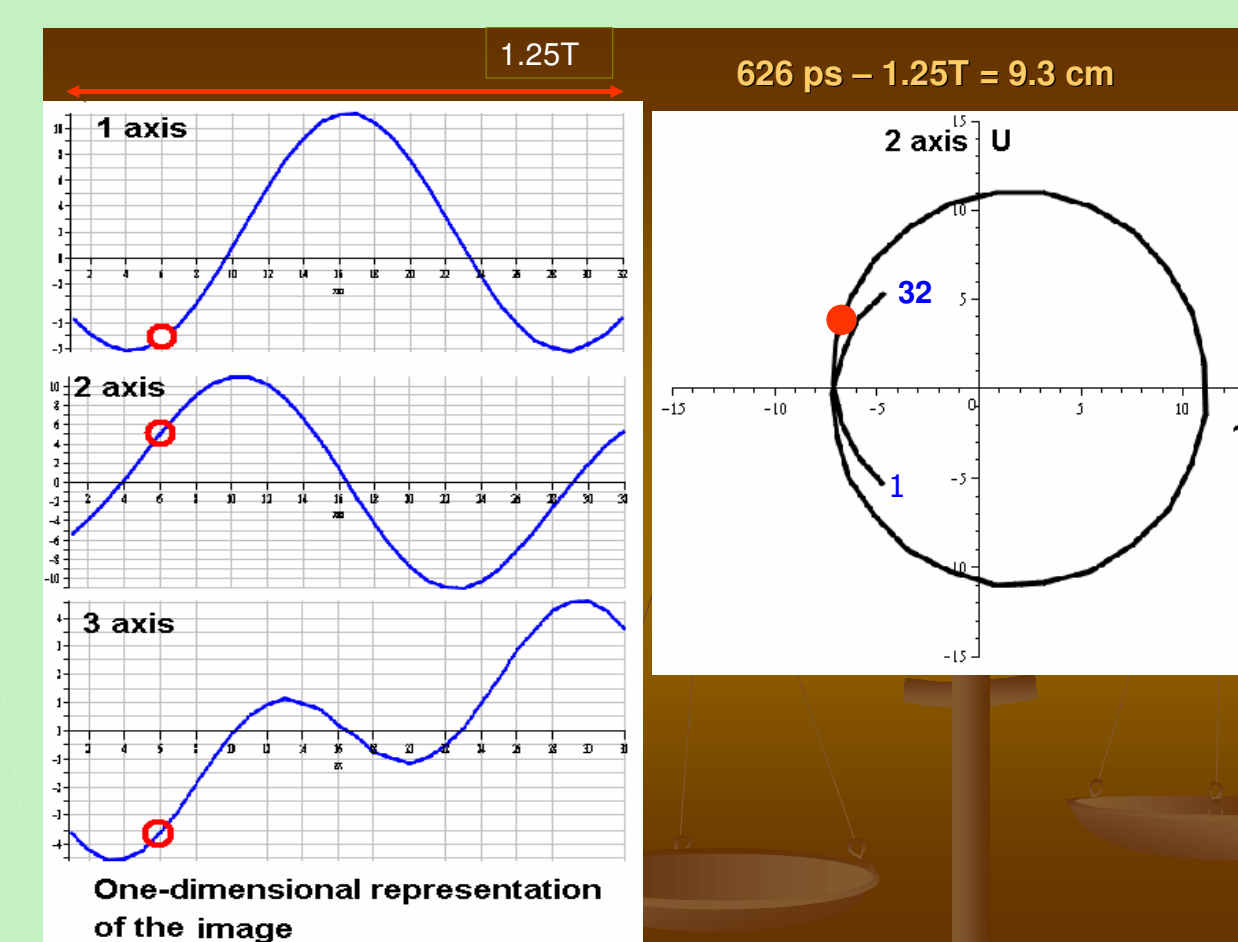
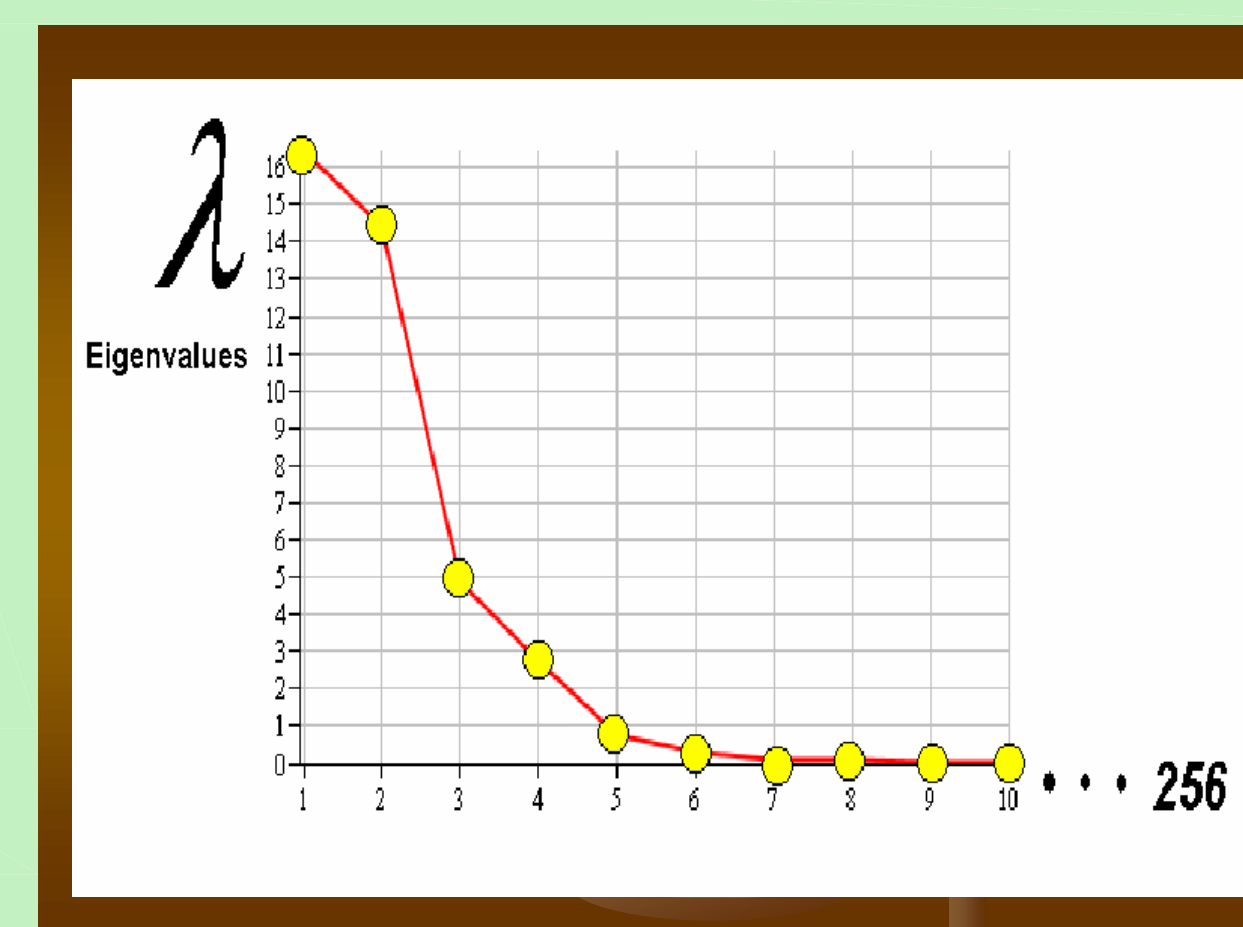
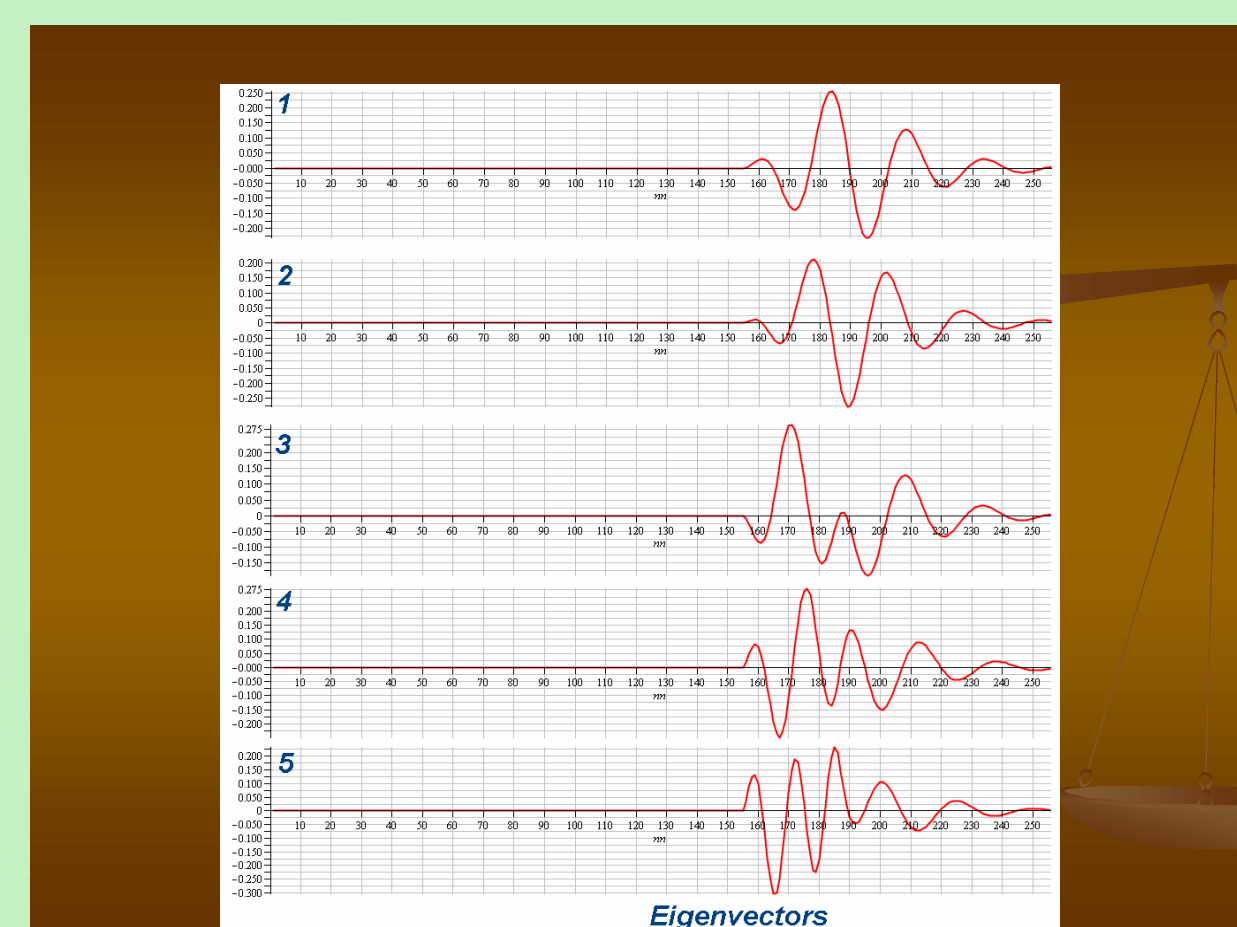
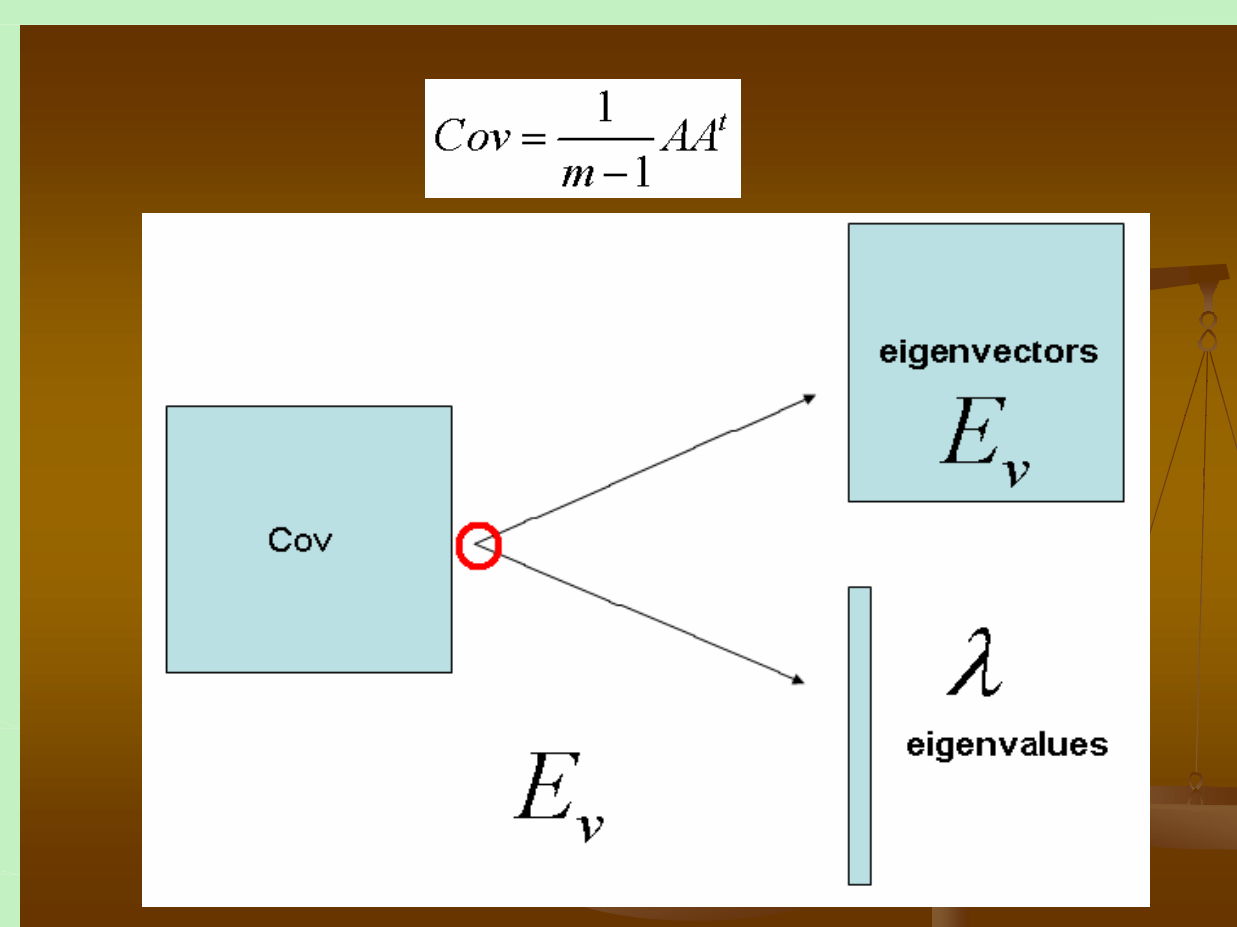


Формирование массива данных: слева-при фазовом сдвиге сигнала; справа - при амплитудном изменении



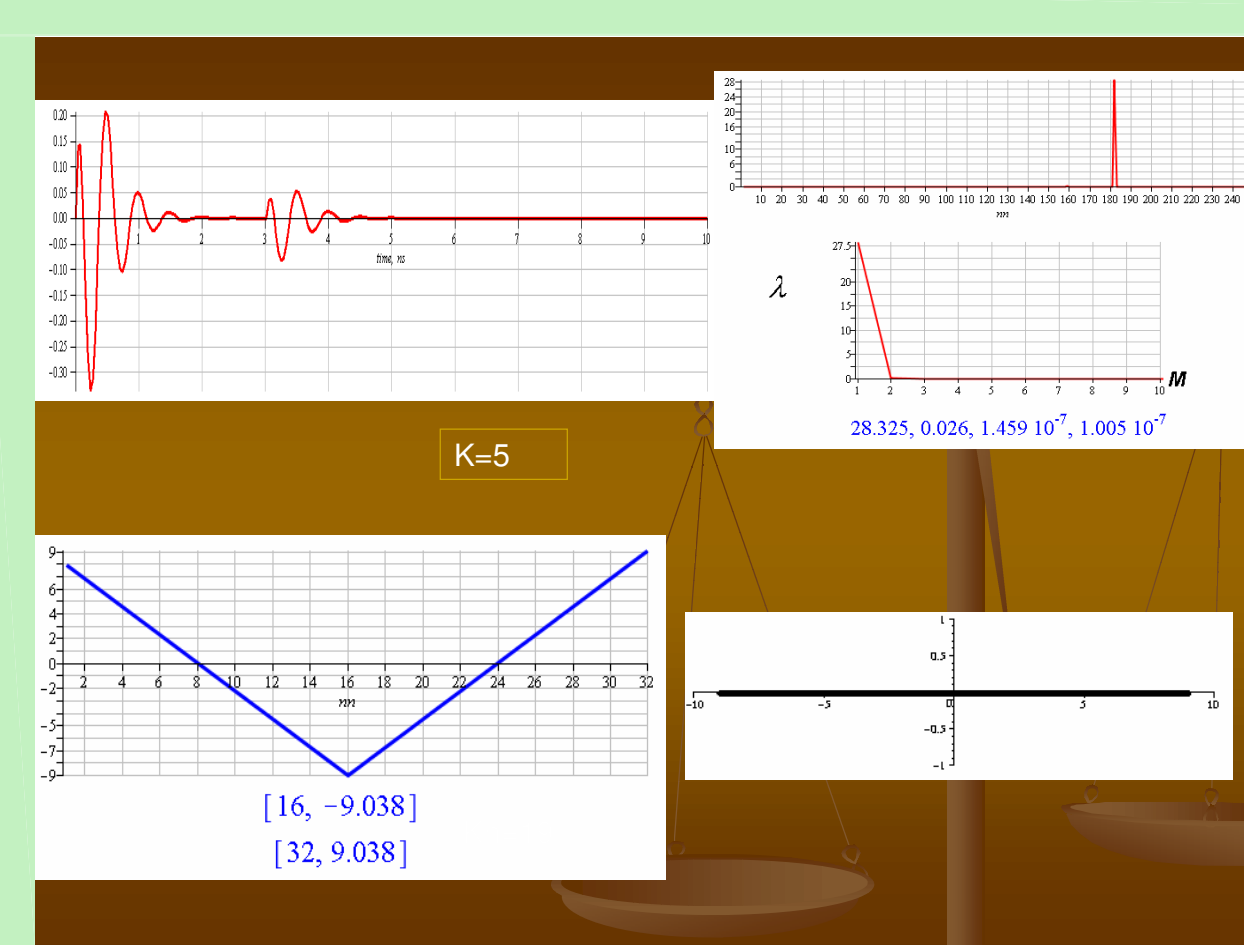
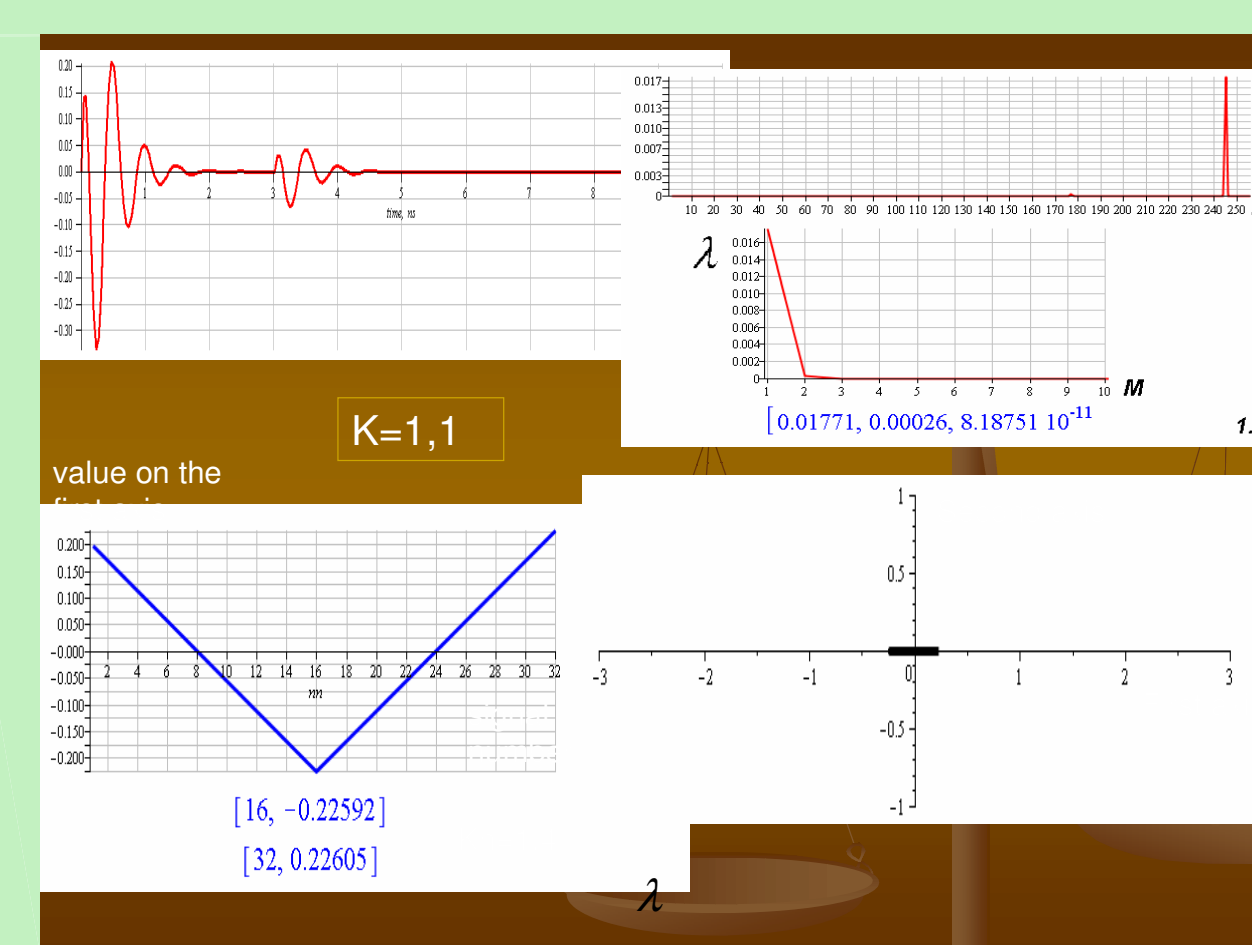
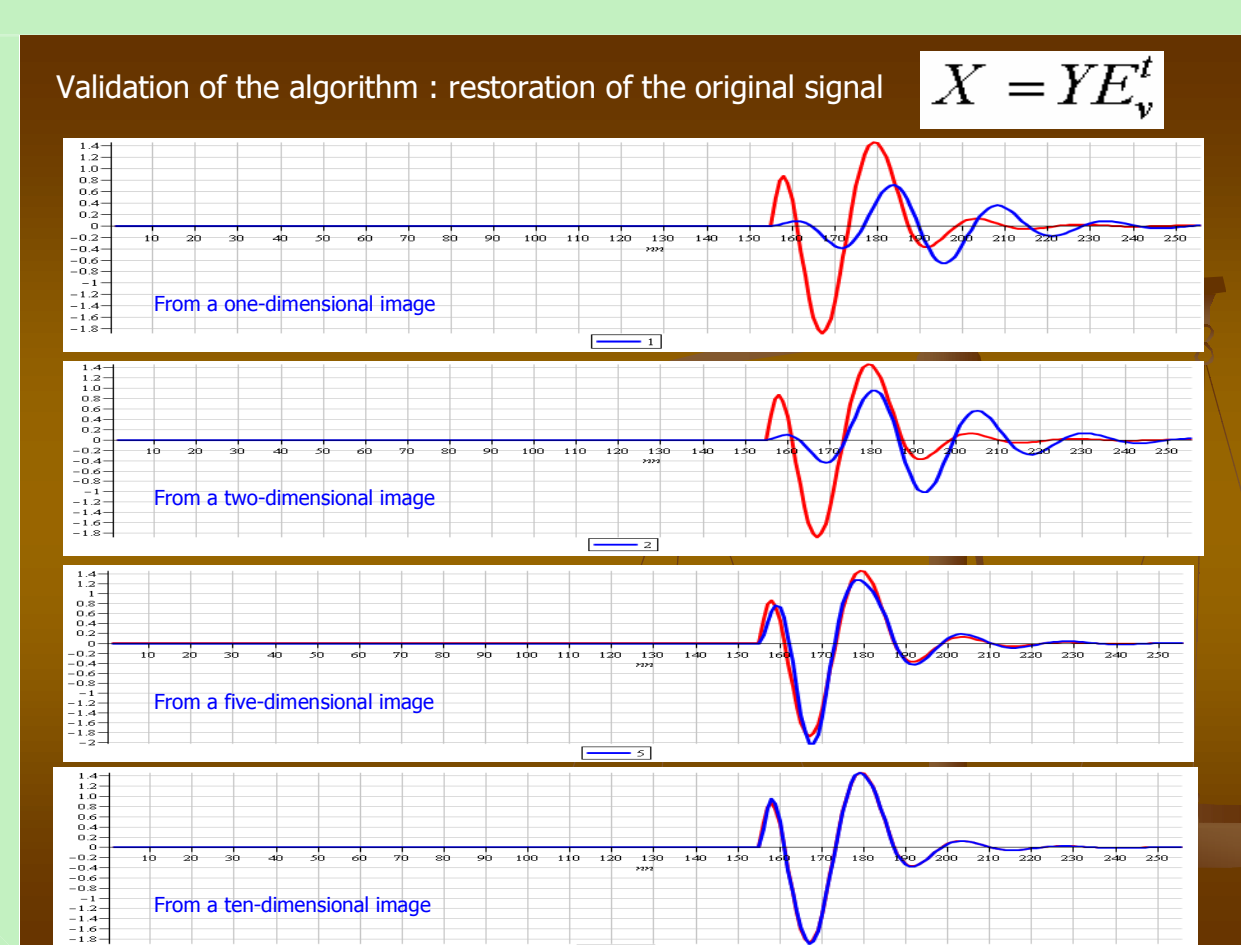
Поворот исходной n - мерной системы координат осуществляется посредством матрицы преобразования W, образованной из собственных векторов ковариационной матрицы Cov обучающей выборки, представленной массивом данных A.

$$y = W^T x$$

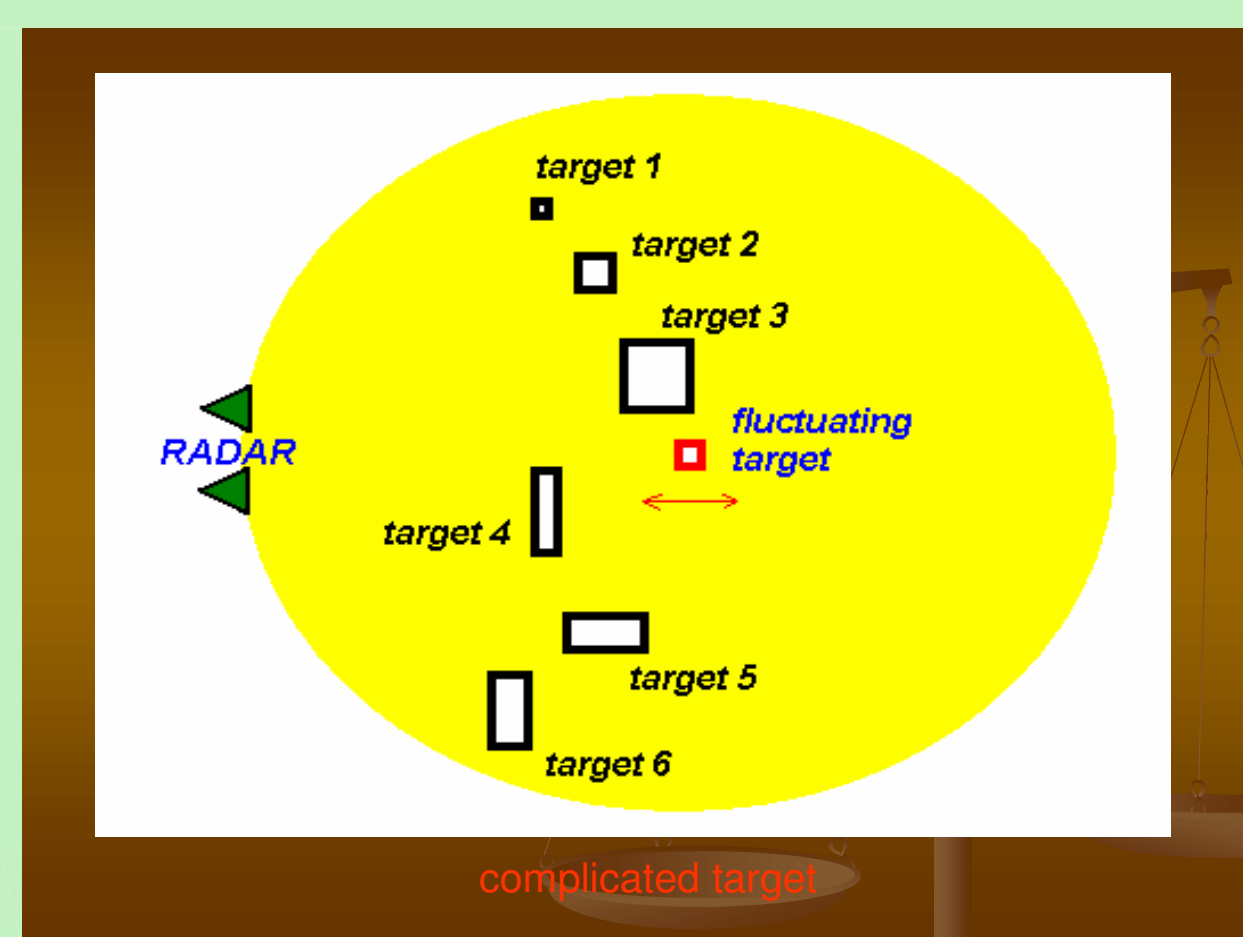


--При изменении задержки отраженного сигнала в пределах 100 ps (1/5 периода центральной частоты) его можно заменить точкой в новой двумерной новой системе координат, движущейся по дуге. Последняя, при меньшем размахе колебания цели, вырождается в прямую

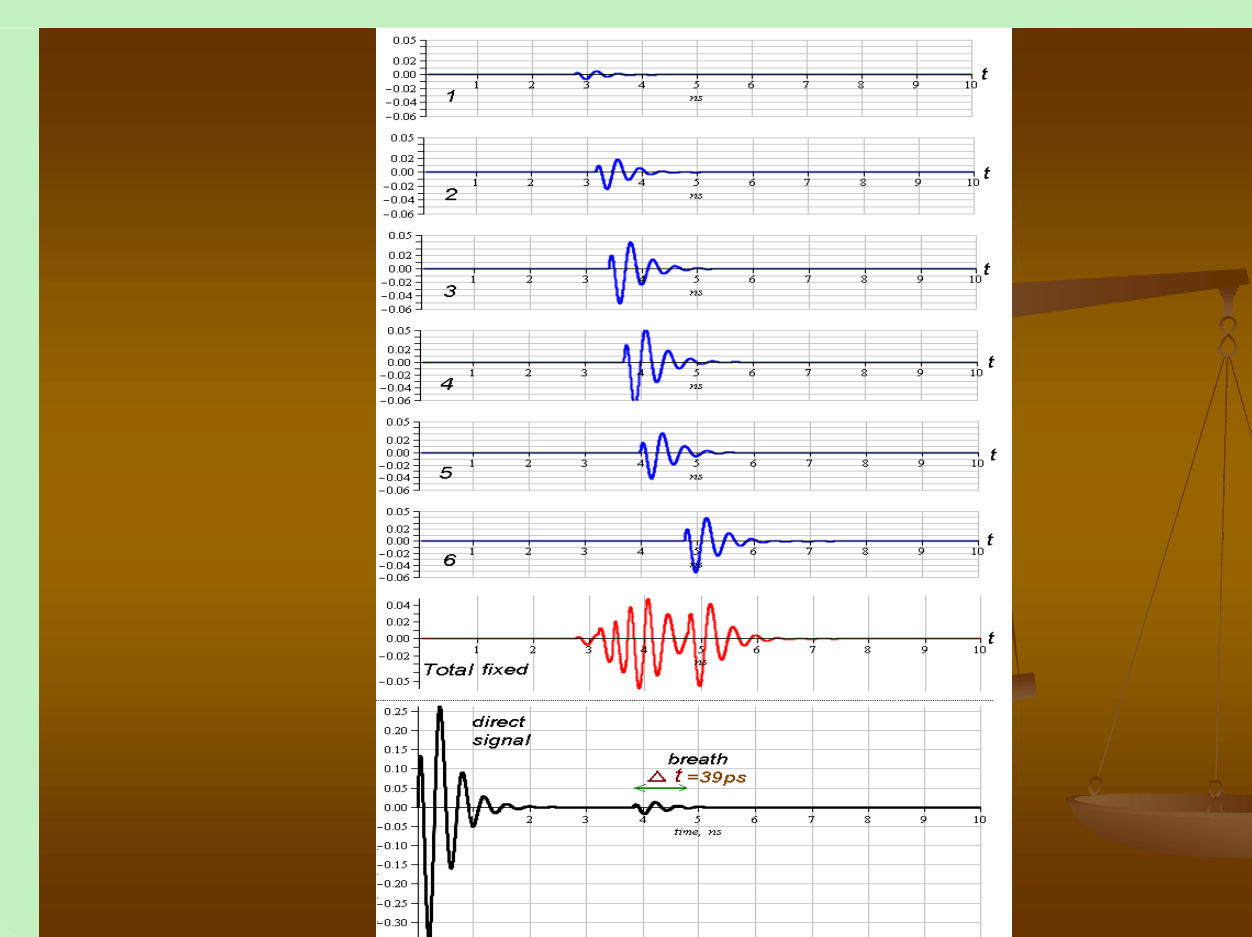
Для проверки верности работы алгоритма производилось обратное преобразование при ограниченной размерности образа



--При изменении амплитуды отраженного сигнала в пределах до 3-х раз его можно заменить одной выборкой в новой системе координат, значение которой изменяется по закону, совпадающему с таковым изменения амплитуды исходного сигнала;



Реальный сигнал представляет собой совокупность отражений от стационарных целей, на фоне которых присутствует слабый сигнал от подвижной цели, амплитудные и фазовые колебания которого практически неуловимы оператором



Переход в новую систему координат посредством преобразования Карунена-Лозва позволяет минимизировать сигналы от неподвижных целей и выделить лишь слабый сигнал от подвижной цели. Траектория движения точки в новой двумерной системе координат представляет собой практически прямую линию, а закон изменения величины образана на первой главной оси практически совпадает с таковым для модели сигнала соответствующего колебанию цели.

Выводы: 1- Для обработки импульсного широкополосного сигнала возможно применение преобразования Карунена-Лозва

2- Использование преобразования позволяет сократить размерность исходного дискретизированного сигнала в десять раз и более при малых изменениях его фазы и амплитуды

3- Незначительные перемещения цели, визуально не воспринимаемые по соответствующему сигналу на фоне множества отражений от стационарных целей, становятся видимыми по перемещению первых образов преобразованного сигнала