**О приложении**

Разработанное приложение позволяет обрабатывать параметры вращения Земли (ПВЗ) и строить прогнозы по этим данным используя метод сингулярного спектрального анализа (Singular Spectrum Analysis – SSA).

**Алгоритм SSA**

## Построение траекторной матрицы

Первым шагом SSA является разбиение временного ряда *F*длинны *N* на последовательность векторов. Пусть целое число *L* – длина окна, 2 ≤ *L* ≤ *N* / 2. Мы перемещаем это окно вдоль временного ряда формируя вектор . То есть

Эти вектора формируют *L*-траекторную матрицу *X* временного ряда *F*, где является количеством столбцов траекторной матрицы.

. (1)

Стоит отметить, что в матрице *X* на всех диагоналях, перпендикулярных главной, стоят равные элементы, следовательно, она является ганкелевой матрицей.

## Сингулярное разложение

Пусть . Выполним сингулярное разложение (Singular Value Decomposition, далее SVD) матрицы *S*. Пусть – собственные значения матрицы *S*, взятые в неубывающем порядке () и – ортонормированная система собственных векторов матрицы *S*, соответствующих собственным числам.

Пусть *d* равняется рангу матрицы *X*. Сингулярное разложение матрицы *X* может быть представлено как

(2)

Видно, что траекторная матрица X является суммой элементарных матриц *Xi*, где *i*∈[1, *L*]. *Xi* можно представить как:

,

где

Набор мы будем называть i-й собственной тройкой сингулярного разложения, а матрицы *U* и *V*

обозначаются как матрица эмпирических ортогональных функций и матрица главных компонент соответственно.

## Группировка

На основе разложения (2) процедура группировки делит все множество индексов {1, …, *d*} на *m* непересекающихся подмножеств *I1, …, Im*.

Пусть *I* = {*i1, …, ip*}. Тогда результирующая матрица *Xi*, соответствующая группе *I*, определяется как

.

Такие матрицы вычисляются для *I* = *I1, …, Im*, тем самым разложение (2) может быть записано в сгруппированном виде

. (3)

Типичной группировкой является та, где *m = L*, то есть *p* = 1, которая относится к случаю, когда каждый набор состоит только из одной компоненты. В общем случае вклад каждой матрицы *XI* в траекторную матрицу в сингулярном разложении связан с ее собственными значениями и поэтому может быть получен как

## Диагональное усреднение

Матрицы , полученные путем группировки, не обязательно являются ганкелевыми матрицами, как это было с траекторной матрицей. Чтобы спроецировать каждую из этих матриц в одномерный сигнал, они должны быть ганкелезированы. Этот шаг выполняется путем получения среднего значения по всем побочным диагоналям каждого .

Пусть *Y* – некоторая *L x K* матрица с элементами *yi,j*, где *1 ≤ i ≤ L, 1 ≤ j ≤ K* и . Диагональное усреднение переводит матрицу *Y* в ряд

Применяя диагональное усреднение (5) к результирующим матрицам мы получим ряды , и, следовательно, исходный ряд раскладывается в сумму *m* рядов: