



Анализ и прогнозирование временных рядов с использованием SSA

Докторов Максим Георгиевич

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Томск, Россия. E-mail: mgd8@tpu.ru

Ботыгин Игорь Александрович

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, Россия. E-mail: bia@tpu.ru



Представлены результаты исследования метеорологических рядов наблюдений с использованием методологии сингулярного спектрального анализа. В качестве данных использованы высокочастотные

измерения ультразвуковых метеостанций, расположенных на испытательном полигоне ИМКЭС СО РАН. Обработка метеорологических данных включала два взаимодополняющих этапа – декомпозицию и реконструкцию. На этапе декомпозиции метеорологический ряд наблюдений преобразовывался в многомерный путем образования траекторной матрицы и ее разложением на сингулярные векторы – наборы аддитивных компонентов. На этапе реконструкции различными группировками компонентов формировались восстановленные ряды, интерпретируемые как трендовая, гармоническая и шумовая составляющие структуры метеорологического ряда.

Обработка данных с использованием метода сингулярно-спектрального анализа включала два взаимодополняющих этапа – декомпозицию и реконструкцию. На этапе декомпозиции одномерный температурный ряд преобразовывался в многомерный путем образования траекторной матрицы и ее разложением на сингулярные векторы. На этапе реконструкции формируются тройки сингулярных векторов. Далее каждая матрица сгруппированного разложения ганкелизуется (усредняется по анти-диагоналям) и затем полученная ганкелева матрица трансформируется в новый временной ряд на основе взаимно-однозначного соответствия между ганкелевыми матрицами и временными рядами. Диагональное усреднение, примененное к каждой результирующей матрице, производит восстановление ряда. Таким образом, исходный ряд раскладывается в сумму восстановленных рядов. Данное разложение является главным результатом процедуры SSA для анализа временного ряда. Это разложение имеет смысл, если каждый из его компонентов может быть интерпретируем как трендовая, гармоническая и шумовая составляющие структуры исследуемого ряда.

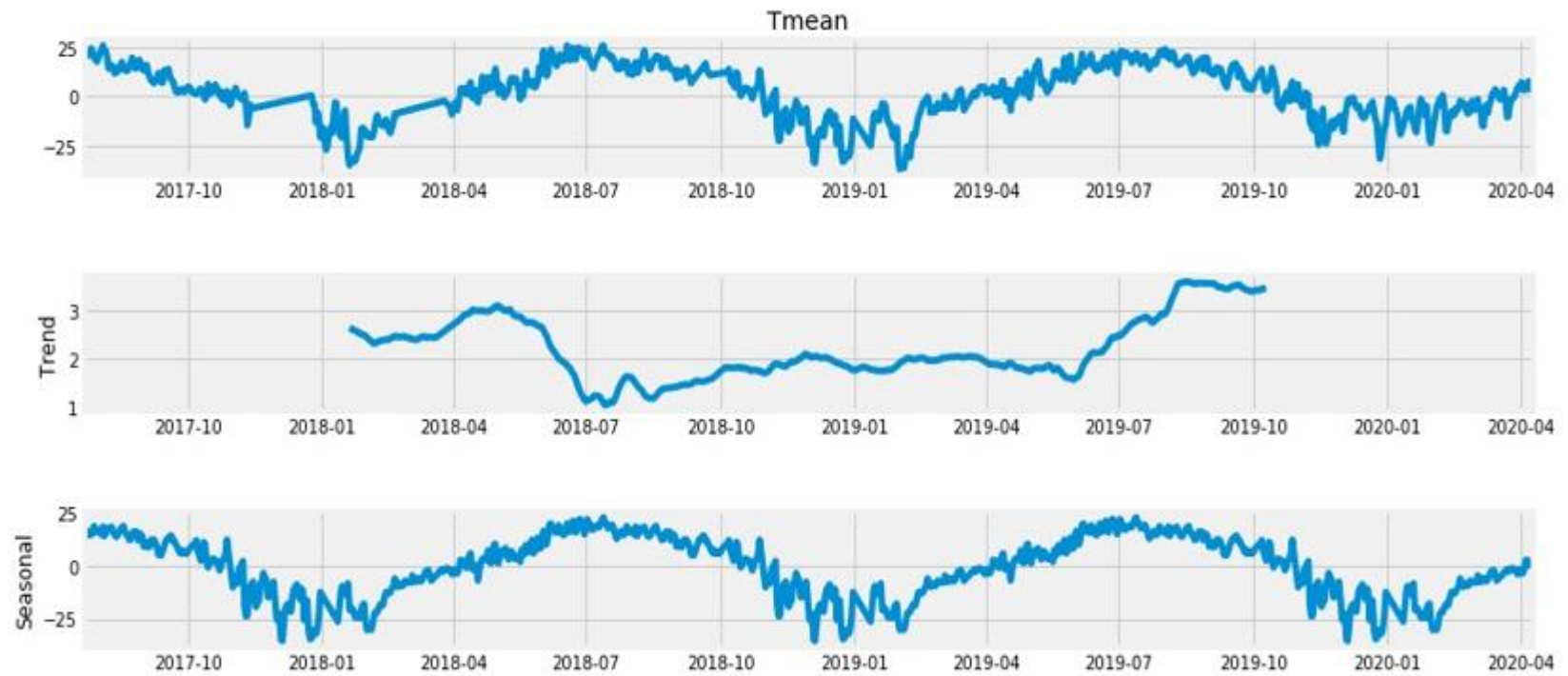
Ниже представлены графики, иллюстрирующие некоторые этапы проведенных исследований.

Визуализация исследуемого временного ряда

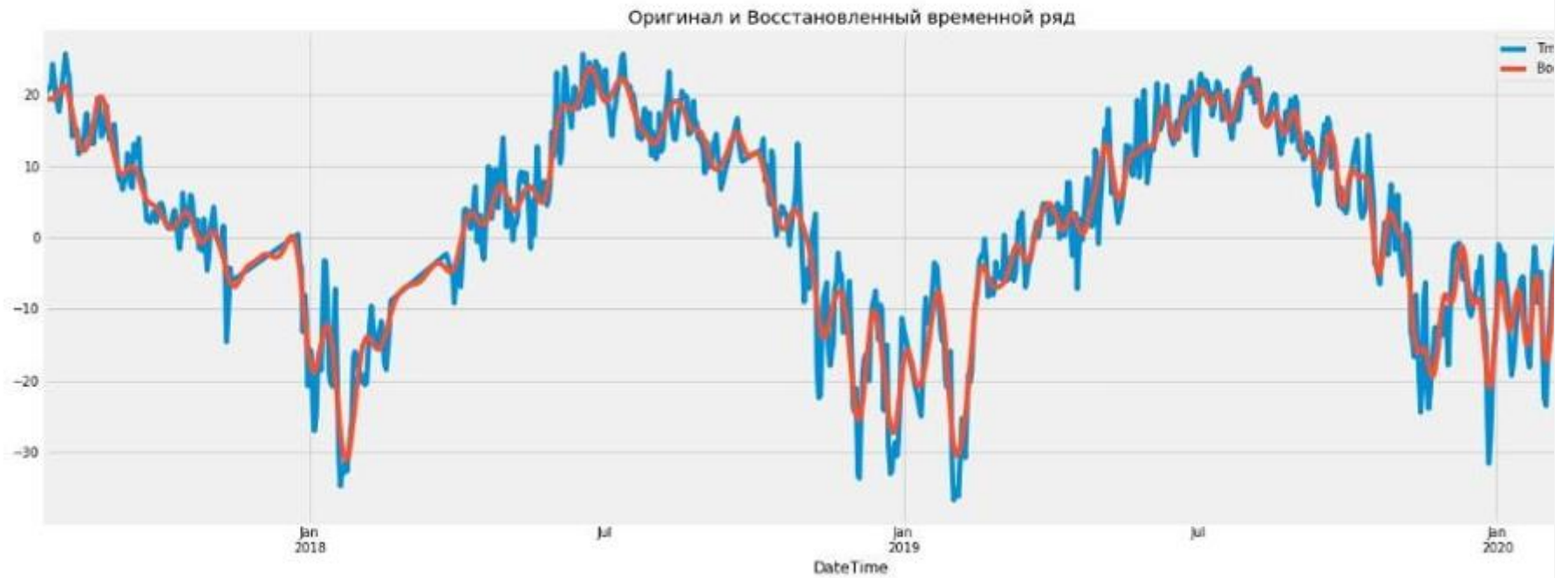
Температура выбранного периода ст. 105



Декомпозиция временного ряда

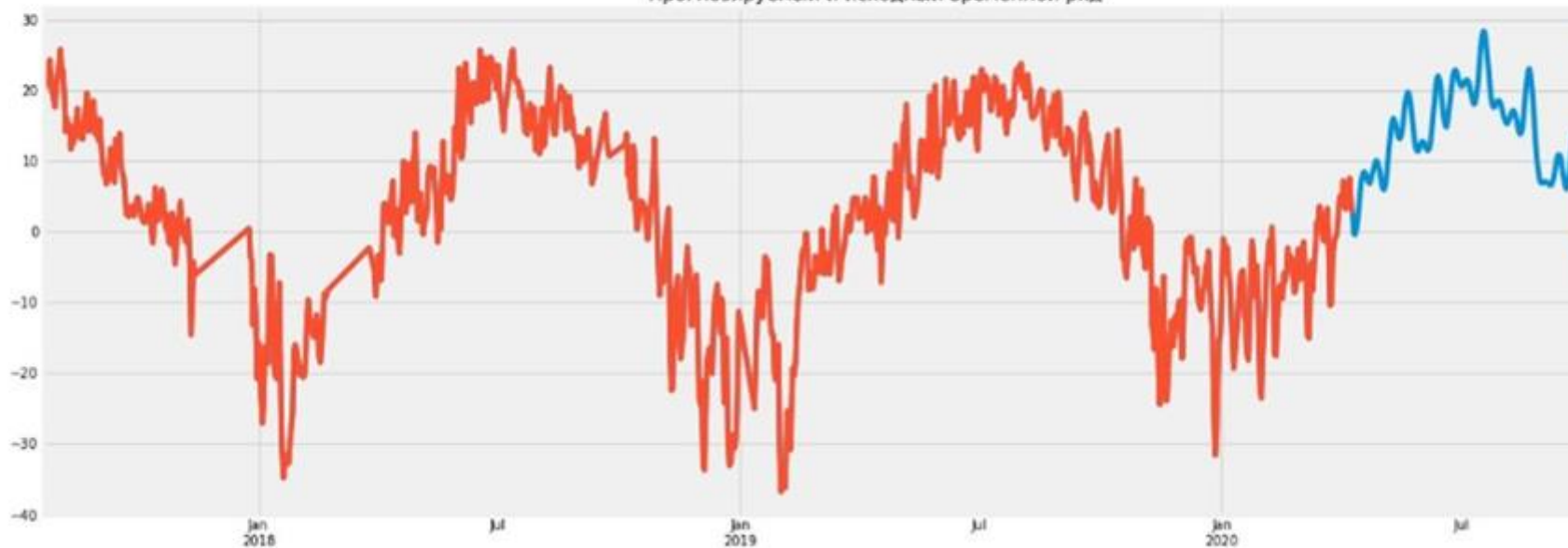


Результат применения метода SSA



Построение прогноза методом SSA

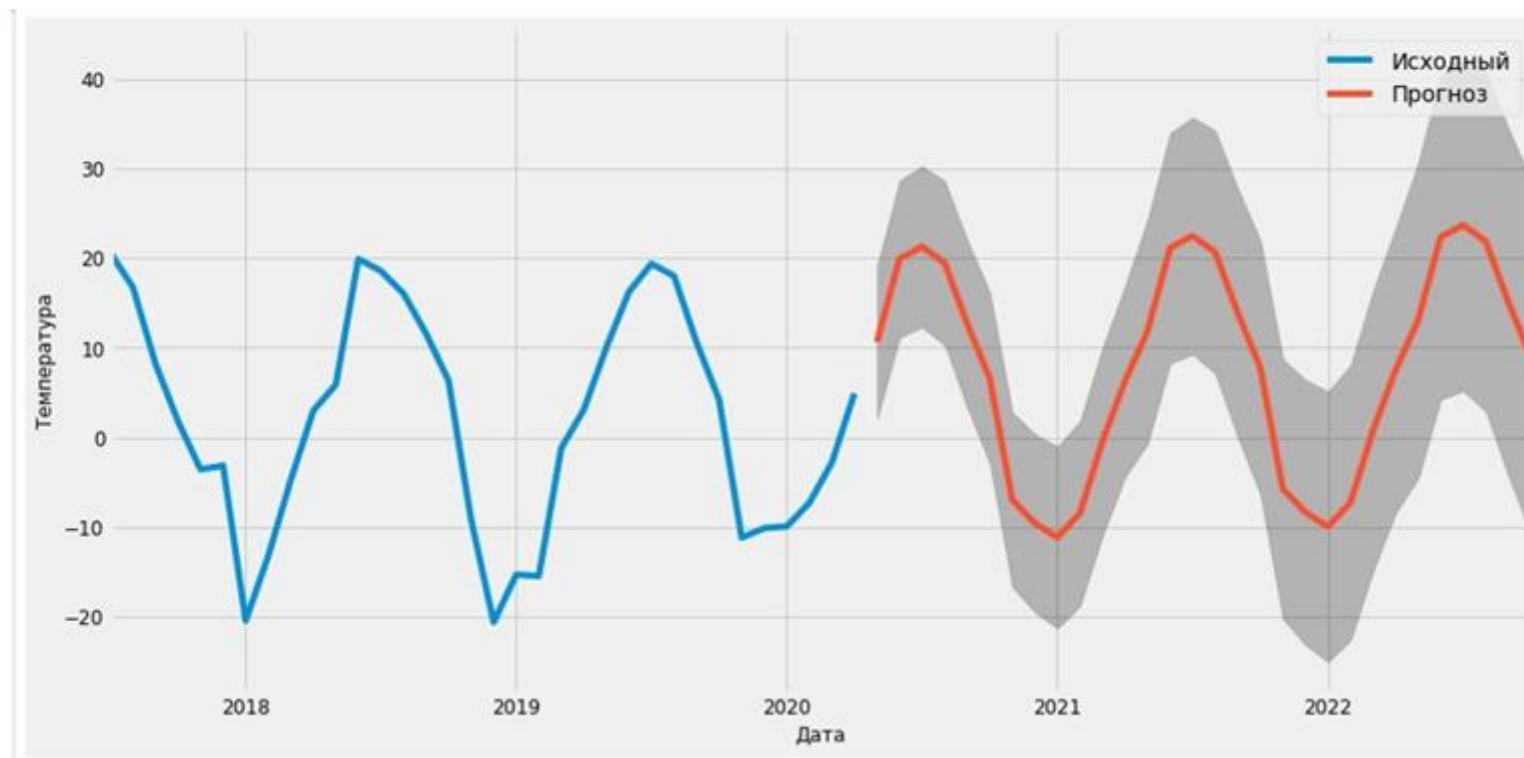
Прогнозируемый и исходный временной ряд



Построение прогноза методом SSA



Прогнозирование методом ARIMA



Разложение метеорологического ряда наблюдений на главные компоненты предоставляет неограниченные возможности по их группировке, в частности, с целью выделения тренда, сезонности, шума и исследования остаточного ряда. Но

еще более эффективна методология SSA при исследовании нестационарных нелинейных временных рядов со сложной и изменяемой структурой.



Спасибо за внимание