

Секция «Вычислительная математика и кибернетика»

Использование вейвлет-анализа в климатических исследованиях

Хазиахметов Максим Шамилович

Аспирант

*Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Факультет
вычислительной математики и кибернетики, Москва, Россия*

E-mail: khaziakhmetov@yandex.ru

В настоящее время существует множество методов анализа и обработки цифровых сигналов. Классическим подходом является преобразование Фурье. Сравнительно новый метод для данной предметной области – вейвлет-анализ. Он применяется для удаления шумов в сигналах, сжатии, задачах распознавания образов и т. п. Подробные сведения о теории вейвлет-преобразования и его приложениях можно найти в [1, 2, 3, 5].

Данная работа (более полно она описана в [4]) посвящена применению вейвлет-анализа в исследованиях поля водяного пара Земли. Изучение именно этой составляющей земной атмосферы обусловлено тем, что она включает в себе наибольшую энергию вследствие большой теплоемкости воды. Многие процессы, происходящие в данном поле, являются периодическими, вместе с тем, значительный интерес представляют и непериодические явления. Изучение процессов, происходящих в поле водяного пара, способно помочь объяснить и предсказать многие атмосферные явления, например, тропические циклоны.

Данные для исследований были предоставлены Институтом космических исследований РАН. Они имели вид карт плотности водяного пара над поверхностью Земли размером 360 на 720 точек (то есть с шагом в 0,5 градуса широты/долготы) для каждого дня с 01.01. 1999 до 31.12.2009 включительно, на которых каждой точке ставилось в соответствие целочисленное значение – плотность в $\text{кг}/\text{м}^2$.

Обработка данных была проведена в 2-х направлениях:

1. Анализ временных рядов для каждой точки карт плотности;
2. Меридиональный анализ (анализ плотности водяного пара вдоль меридиана).

Применение вейвлет-разложения к временным рядам позволило выделить главные частоты для каждого уровня декомпозиции, что позволило ввести т. н. «карты частот», показывающие изменчивость поля водяного пара в каждой точке на заданном интервале времени. Предложенный подход позволил выявить сотрудникам ИКИ РАН новые более тонкие закономерности в данных, локализовать зоны с различной вариабельностью поля водяного пара, а также подтвердить известные сезонные закономерности.

Меридиональный анализ подразумевает исследование временных рядов плотности водяного пара вдоль фиксированного меридиана совместно. Это позволило рассматривать активность в поле водяного пара с позиций не только времени, но и пространства. Были зафиксированы различия как в краткосрочных, так и в долгосрочных процессах в зависимости от географической широты.

В настоящее время исследуется возможность применения результатов работы для прогнозирования атмосферных явлений.

Литература

1. Захарова Т. В., Шестаков О. В. Вейвлет-анализ и его приложения. Учебное пособие. 2-е изд. М., 2012.
2. Малла С. Вэйвлеты в обработке сигналов. Пер. с англ. М., 2005.
3. Смоленцев Н. К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в Matlab. М., 2005.
4. Хазиахметов М. Ш., Шрамков Я. Н., Захарова Т. В. О применении вейвлет-анализа в задачах климатических исследований // Обозрение прикладной и промышленной математики, 2011. Т.18. Вып. 1. С. 153-155.
5. Bogges A., Narkovich F. A first course in wavelets with Fourier analysis. Prentice Hall, 2001.