

Мезомасштабные циклоны в Южном океане: визуальная идентификация, построение траекторий и детектирование с использованием сверточных нейронных сетей.
Вреземская П.С., Криницкий М.А., Степаненко В.М., Тилинина Н.Д., Гулев С.К.

Полярные мезоциклоны – это интенсивные короткоживущие (от 6 до 36 часов) атмосферные вихри диаметром от 100 до 800 км, формирующиеся над поверхностью океана в субполярных и полярных областях. В этих регионах даже незначительные изменения атмосферных характеристик и турбулентных потоков на поверхности могут существенно влиять на характеристики поверхностных вод, изменяя их плотность, и, как следствие, скорость и интенсивность конвективных процессов в океане.

Современные реанализы и климатические модели не способны надежно воспроизводить динамику мезоциклонов ввиду грубого пространственного разрешения, а также вследствие использования упрощенного описания вертикальных движений в атмосфере. Поэтому оценки, полученные с использованием автоматического построения траекторий мезоциклонов по данным реанализов, сильно разнятся между собой, а оценки, полученные по данным спутниковых наблюдений, представлены регионально или для коротких промежутков времени. Как следствие, наши знания о свойствах мезомасштабных циклонов, особенно в Южном полушарии, строятся на очень ограниченной выборке, что существенно сдерживает прогресс в понимании механизмов влияния мезомасштабной атмосферной динамики на теплообмен океана и атмосферы в Южной полярной области.

В лаборатории взаимодействия океана и атмосферы ИО РАН была построена база траекторий мезомасштабных циклонов для зимы 2004 г. в ЮП с применением метода визуальной идентификации и построения траекторий по данным спутниковых наблюдений (www.sail.msk.ru/antarctica). Были проанализированы 976 спутниковых изображений облачности в инфракрасном канале, и по известным из литературы методикам были визуально идентифицированы и построены траектории 1735 мезоциклонов в Южном океане. В результате были уточнены характеристики жизненного цикла мезоциклонов. Исследование характеристик ветра в мезоциклонах с использованием данных спутниковых наблюдений о ветре и данных реанализов показало, что современные реанализы занижают скорость ветра в мезомасштабных циклонах на 5 м/с (~35% от абсолютного значения). Также было показано, что реанализы до 23% недооценивают количество интенсивных систем (со скоростями ветра от 15 м/с). Созданная база траекторий предоставляет уникальную основу для валидации автоматических схем построения траекторий.

Разработан и апробирован альтернативный метод автоматического детектирования полярных мезоциклонов с использованием глубоких сверточных нейронных сетей на данных спутниковых мозаик поля облачности в инфракрасном канале и канала водяного пара. Представлено исследование эффективности нескольких архитектур глубоких сверточных

нейронных сетей, выделена архитектура, показавшая лучшую точность. Метод показывает качество 98% в терминах доли верно классифицированных объектов. Разработанный метод в дальнейшем расширяется на все типы циклонов и атмосферных явлений, имеющих различимую структуру в поле облачности и в канале водяного пара. Этот метод в дальнейшем открывает возможность автоматического построения траектории полярных мезомасштабных циклонов по данным спутниковых мозаик. В дальнейшем планируется использовать полученную базу данных траекторий для детального исследования механизмов формирования полярных мезоциклонов с помощью высокоразрешающего гидродинамического моделирования.