

РЕЦЕНЗИЯ № 1

на статью «**БАЙЕСОВСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДА ИДЕНТИФИКАЦИИ МЕЗОМАСШТАБНЫХ ОКЕАНСКИХ ВИХРЕЙ В МОРЕ ЛАБРАДОР В ДАННЫХ ВИХРЕРАЗРЕШАЮЩЕГО МОДЕЛИРОВАНИЯ**»

авторского коллектива: **М. А. Калинин, П. С. Вереземская, М. А. Криницкий, М. А. Борисов, Н. Д. Тилинина**

В статье авторы разработали и протестировали схему идентификации колец Ирмингера, основанную на поиске локальных максимумов уровня поверхности океана и минимумов относительной завихренности, по численным расчетам рассматриваемых гидрофизических полей региона. В ходе исследования была выявлена необходимость оптимизации построенной схемы для повышения точности алгоритма поиска вихрей. В результате в работе предложены, описаны и внедрены методы оптимизации, которые привели к значительному улучшению результатов.

Оценка геометрических параметров вихря проводилась довольно упрощенным методом. После определения точки минимума относительной завихренности находилась граница вихря, как линия смены знака завихренности. На линии смены знака определялись две самые удаленные друг от друга точки. Расстояние между ними считалось диаметром вихря, а середина этого отрезка – центром вихря. Процесс повторялся для каждого последующего дня. Таким образом, определялась траектория вихря и эволюция его размеров. Эксперт сравнивал полученные таким способом траектории с траекториями визуального наблюдения. Поскольку реальный процесс всегда зашумлен, авторы использовали свои довольно трудоемкие подходы для нахождения положений центров вихрей и их размеров в этом случае. Моделирование таких явлений показало правдоподобие получаемых результатов.

В предлагаемом исследовании авторы оценивали качество идентификации в мерах средней точности (Average Precision, AP) и среднего значения F1-меры (aF1). Для вычисления этих метрик необходимы значения доли верно идентифицированных вихрей и пропущенных вихрей при сравнении результатов алгоритмической идентификации с экспертной разметкой. В соответствующем разделе статьи авторы приводят описание алгоритма вычисления этих величин с учетом особенностей идентификации Колец Ирмингера.

Основной целью статьи авторы ставят улучшение автоматического определения количества вихрей и их траектории. Сюда же входит и задача выбора метода оценки качества. После анализа использованных методов авторы приходят к выводу о том, что метод байесовской оптимизации, пришедший из теории вероятности, более успешен в задаче идентификации вихрей с точки зрения оптимальных значений гиперпараметров, чем стандартные методы искусственного интеллекта.

Задача автоматизации поиска вихрей по результатам численных эксперимента является одной из важнейших современной физической океанологии. Авторы же усложнили эту проблему дополнительными требованиями на достоверность получаемых результатов и уменьшение использованного машинного времени. Сама постановка такой задачи – уже путь к прогрессу, а предложенный подход – одно из возможных решений серьезной проблемы.

Тем не менее, к работе есть вопросы. Авторы используют очень простую модель вихрей, в которой фигурируют максимальный линейный размер вихря и положение центра вихря. Такое обеднение параметров приведет к тому, что суммарная площадь вихрей в плане окажется завышенной, равно как роль самих вихрей в динамике океана. В результате разработанный довольно изящный метод автоматической регистрации вихрей основан на довольно упрощенной модели самого вихря. Из работы не очень понятно, можно ли их метод распространить и на модели вихрей более сложной структуры и как это сделать. Сам же метод байесовской оптимизации идентификации мезомасштабных океанских вихрей

изящен и полезен для задач океанологии. В целом, работа производит хорошее впечатление, однако, рассчитана на читателя, подготовленного в области искусственного интеллекта и теории математической статистики.

ПРЕДЛАГАЮ: данную статью опубликовать в журнале «Океанологические исследования» с пояснением к вышеизложенному замечанию. Статья должна вызвать интерес математически подготовленных исследователей и представляется как методическая работа с численными вихре-разрешающими моделями с применением современных методов исследования.

Подпись. Рецензент № 1. 02.10.2024.

От редакции: рецензия была направлена авторскому коллективу.

Ответ рецензенту № 1 на Рецензию от 02.10.2024 на статью авторского коллектива: М. А. Калинин, П. С. Веземская, М. А. Криницкий, М. А. Борисов, Н. Д. Тилинина «БАЙЕСОВСКАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДА ИДЕНТИФИКАЦИИ МЕЗОМАСШТАБНЫХ ОКЕАНСКИХ ВИХРЕЙ В МОРЕ ЛАБРАДОР В ДАННЫХ ВИХРЕРАЗРЕШАЮЩЕГО МОДЕЛИРОВАНИЯ».

Рецензент: *Авторы используют очень простую модель вихрей, в которой фигурируют максимальный линейный размер вихря и положение центра вихря. Такое обеднение параметров приведет к тому, что суммарная площадь вихрей в плане окажется завышенной, равно как роль самих вихрей в динамике океана.*

Ответ: Основное направление нашего исследования заключается в разработке и оптимизации эвристического алгоритма для идентификации вихрей с акцентом на возможность улучшения его качества за счет оптимизации на пространстве гиперпараметров. В данном исследовании мы не ставили задачей анализ статистических характеристик самих вихрей. Чтобы избежать подобных вопросов у других читателей, мы кратко обозначим фокус данной работы в тексте. Мы согласны с тем, что используем достаточно простую модель вихрей. Но разработанный примитивный метод оправдан в рамках нашего исследования, так как позволяет продемонстрировать эффективность предложенного метода оптимизации.

Рецензент: *Из работы не очень понятно, можно ли их метод распространить и на модели вихрей более сложной структуры и как это сделать.*

Ответ: Метод оптимизации, предложенный в нашем исследовании, является универсальным и не зависит от внутренней структуры алгоритма. Он может быть адаптирован для других алгоритмов идентификации вихрей, где подразумевается использование гиперпараметров, от которых зависит качество идентификации. Мы добавили в тексте пояснение на этот счёт.

С уважением, авторский коллектив. 12.11.2024.

От редакции: ответ и доработанная версия статьи были направлены редакцией рецензенту.

Подтверждение Рецензента № 1 на публикацию:

Авторы внесли небольшую, но важную коррекцию, в текст статьи и ответили на замечания рецензента. С замечаниями и ответом авторов я согласен и полностью удовлетворен.

Учитывая важность направления исследований, считаю, что в этом варианте статью следует публиковать в журнал «Океанологические исследования» без всяких изменений и дополнений.

Подпись. Рецензент № 1. 13.11.2024.

