

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертацию Еременко Александра Сергеевича «Автоматический мониторинг тропических циклонов по данным метеорологических спутников Земли», представленную на соискание учёной степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Актуальность.

В настоящее время науки о Земле уже невозможно представить себе без систем космического наблюдения и данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса. Технологии ДЗЗ прежде всего востребованы в области диагностики и прогноза погоды, прослеживания развития отдельных погодных систем, являющихся источником опасных и особо опасных явлений. Тропические циклоны (ТЦ), достигающие в своей эволюции стадий тайфунов и ураганов, являются яркими примерами таких систем. Не смотря на длительную историю развития и достижения в области ДЗЗ и информационных технологий одной из проблем остается разработка и создание интегрированных систем автоматизированной обработки огромных потоков данных от разнообразных приборов на борту спутников Земли, двигающихся по различным орбитам. Важной задачей в этой проблеме является извлечение из этого потока данных максимальной информации о погодных системах и представление ее в удобном для пользователей виде с помощью систем автоматизированного анализа данных, развитие этих систем и адаптация их к новым задачам и технологиям космических наблюдений. Это определяет актуальность темы диссертационной работы и значение полученных в ней результатов.

Текст диссертации изложен на 104 страницах, содержит 31 рисунок и список использованных литературных источников из 83 наименований. Результаты диссертации опубликованы в 13 печатных работах, четыре из которых в журналах из списка ВАК, и докладывались на научных конференциях разного уровня.

Во введении кратко обосновывается актуальность темы, определяются цель и задачи работы, перечислены используемые методы, формулируются научная новизна и защищаемые положения, указана научная и практическая значимость результатов, даны сведения об апробации и публикациях результатов работы и структура диссертации. Здесь указано, что «Создана система мониторинга тропических циклонов» и что она «внедрена в ЦКП Регионального спутникового мониторинга окружающей среды ДВО РАН».

В первой главе представлен краткий обзор публикаций по теме работы, дающий некоторое представление о тропических циклонах (ТЦ) и о современном состоянии исследований в области спутникового мониторинга ТЦ и степени его автоматизации.

Во второй главе рассмотрена задача определения центра ТЦ и алгоритмы автоматического детектирования «глаза» ТЦ, расчета координат центра ТЦ по изображениям в видимом и инфракрасном диапазонах. Приводятся результаты применения алгоритмов на серии изображений облачности ТЦ в северо-западной части Тихого океана. Здесь применяются подходы и методы, использующие представление структуры изображений в виде т.н. доминантных ориентаций термических контрастов (ДОТК). Описаны разработанные и реализованные программно алгоритмы обнаружения «глаза» ТЦ, круговой циркуляции, обнаружения ТЦ. На примерах конкретных ТЦ демонстрируется эффективность и точность алгоритмов, проведено сравнение с данными визуального анализа и архивов агентства JMA и центра JTWC.

В третьей главе представлены методы «улучшения точности определения центра ТЦ» и оценки некоторых динамических и термодинамических характеристик ТЦ. Описан и реализован метод уточнения с использованием уравнения для спирали (полученном в [37] из простейшей кинематической модели), описывающей форму линий тока, вдоль которых, по мнению автора, должны выстраиваться облачность и «доминантные

ориентации». Здесь же для уточнения положения центра ТЦ и его интенсивности (перепад приземного давления воздуха между периферией и центром) используются вертикальные профили температуры и влажности воздуха и поля влагосодержания атмосферы. Представлены результаты расчетов и оценки параметров для некоторых ТЦ и проведено сравнение их с оценками метеорологических центров.

В четвертой главе представлена программно-алгоритмическая реализация системы автоматического мониторинга и построения траекторий перемещения ТЦ, в которой использованы методы и алгоритмы, описанные в двух предыдущих главах. Эта глава представляет основной практически значимый результат диссертации. Здесь описаны особенности реализации в системе этих методов и взаимодействие системы с пользователем. Работа системы иллюстрируется результатами опытной эксплуатации для расчета и визуализации траекторий реальных ТЦ в северо-западной части Тихого океана.

Основные результаты работы сведены в **заключении** (в автореферате они сформулированы в разделе «Основные результаты работы»). Следует отметить, что они в диссертации и в автореферате разнятся по числу и по формулировкам, но в целом отражают основные результаты и согласуются с положениями, выносимыми на защиту.

Защищаемые положения и результаты в основном обоснованы, а их достоверность демонстрируют расчеты параметров реальных ТЦ. Практически все технические решения по реализации описанных методов и алгоритмов внедрены в ЦКП Регионального спутникового мониторинга окружающей среды ДВО РАН.

По работе сделаны следующие замечания:

Введение

1) Здесь было бы уместно сразу прояснить смысл терминов «мониторинг тропических циклонов» и «автоматическая система» и их значение в контексте задач работы.

Глава 1

2) Из обзора должны следовать формулировки нерешенных проблем и задач и постановка конкретных задач диссертационной работы. Можно отметить недостаточный охват литературы по теме. Автоматическая система описана, например, в [OLANDER T. L. AND VELDEN C. S. The Advanced Dvorak Technique: Continued Development of an Objective Scheme to Estimate Tropical Cyclone Intensity Using Geostationary Infrared Satellite Imagery// WEATHER AND FORECASTING. 2007. P.287-297], а в [Bankert R.L. Tag P.M. An Automated Method to Estimate Tropical Cyclone Intensity// J. Appl. Met. 2001. P. 461-472] описан автоматизированный метод оценки интенсивности ТЦ.

3) Отсутствует обсуждение вопроса о перечне и точности оценок «макропараметров» ТЦ в процессе мониторинга.

Глава 2

4) Нет анализа возможных подходов и существующих методов анализа изображений для выделения глаза или обнаружения ТЦ.

5) Для выделения глаза используется статистический критерий (1) без каких либо пояснений его применимости (для каких распределений он справедлив), оценок выбора размеров областей и др.

6) В обоснование применения метода ДОТК приводится не совсем точное утверждение: «Сдвиговой характер атмосферных потоков приводит к тому, что изотермы в таком потоке вытягиваются вдоль его направления» (с. 43). При этом не упоминаются разнообразные методы подобных оценок локальных ориентаций давно и широко используемые в практике обработки изображений [Прэтт У. Цифровая обработка изображений, 1982; Мэпп Д. Зрение. Информационный подход к изучению представления и обработки зрительных образов, 1987; Фурман Я.А. и др. Введение в контурный анализ, 2003; Яне Б. Цифровая обработка изображений, 2007; и др.].

- 7) Рисунки не иллюстрируют хорошего согласования облачных рукавов и систем отрезков, показывающих «доминанты», а соответствующих комментариев нет.
- 8) Остаются неопределенными размеры «окрестностей» и выборки в статистических оценках (3), (4), (5).
- 9) Указываются «высокие значения корреляции доказывают возможность ...», но рассогласования ветра и доминант довольно большое 26-34 градуса.
- 10) Неясно, как «проводился анализ устойчивости структуры» (с. 47).
- 11) С.50 что такое «модельные оценки направлений ветра» и (6)
- 12) Рис.8. – «доминанты» на б) плохо соответствуют изображению на а). Что за спирали на в) и на рис 12 (геометрическая модель тайфуна) – не прописано!
- 13) Ложные объекты – ими могут быть тоже ТЦ, но т.н. быстроразвивающиеся (за ~ 12 часов) или т.н. малые тропические вихри.

Глава 3

- 14) Приводится формула (7) для спирали и рисунок из [37] без каких пояснений и комментариев. Путаница в названиях углов, размерностях.
- 15) Запись функционала (8) для подгонки параметров спирали вызывает вопросы. Почему минимизация проводится сразу по числу спиралей M , а не по каждой отдельно? Что такое «ε- окрестность данной точки» и что такое «начальные точки спиралей» и почему они «равномерно распределены по окружности».
- 16) Рис.16 (4 в автореферате). Показывает плохое соответствие спирали на а) и «доминант» на б).
- 17) С.67 – почему строилось именно 8 спиралей одновременно? Почему «перебор по двум параметрам V_m [10-1600 м/с] ... ». 1600 м/с – это пять скоростей звука!!!
- 18) «Вид целевой функции в зависимости от параметра ...» на рис.17 (рис.5 в автореферате) не дает оснований для заключения «... как видно из рисунка имеет ярко выраженный минимум ... ». Здесь возникает вопрос о необходимости достаточно устойчивой процедуры минимизации.
- 19) Рис. 18 (6 в автореферате) приводит автора к сомнительному утверждению: « То есть значения отношения параметров V_{max}/k по сути являются постоянными, что позволяет говорить о возможности использования ГЛС для подбора физических параметров ТЦ».
- 20) В контексте основных задач работы неясно - зачем нужно оценивать «коэффициент трения»? Кстати, по тексту три разных названия: коэффициент трения, коэффициент силы трения и коэффициент приводного трения.
- 21) Приводятся сечения с теплым (и холодным) ядром, влагосодержания, но об уточнении координат центра ТЦ ничего не говорится. Конкретные оценки степени «улучшения» не приводятся.
- 22) Очевидный (из приведенных рисунков с траекториями ТЦ) недостаток работы алгоритма трекинга ТЦ – сильная изрезанность траекторий, связанная с выбросами в оценках положения центра ТЦ.

Замечания редакторского плана:

- 1) Формула (2) (переопределение градиента) записана с ошибками.
- 2) Рис.20 (8 в автореферате) – горизонтальная ось $R(m)$ (в метрах !!), а в подписи «... в зависимости от полярного угла».
- 3) Рис. 19 (7 в автореферате) – что такое N . Если номер ТЦ (всего 98), то почему точки на рисунке доходят до $N=120$?
- 4) С. 74. « Барическая» формула (10) (с « T_m –средняя температура слоя») названа и записана неправильно,! (Правильно в автореферате на с.14 «барометрическая формула» (6) с « T_m –средняя барометрическая температура слоя»)
- 5) В комментариях к рис.20 - «Эту закономерность можно использовать для уточнения центра ТЦ путем минимизации средних отклонений». О какой «закономерности» идет

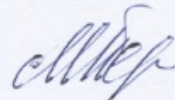
речь?

б) по тексту довольно часто встречаются неудачные или неуместные термины: вихри воды (с. 43), закрутка, расслоение облачности, кросс-секции, край спирали и др.

Отмеченные замечания не влияют на общую положительную оценку работы. Диссертация представляет законченное научное исследование с внедрением результатов в практику работы Центра коллективного пользования Регионального спутникового мониторинга окружающей среды ДВО РАН. Автореферат отражает основное содержание диссертации. Основные результаты опубликованы в открытой печати (четыре публикации в журналах из списка ВАК).

Считаю, что рецензируемая диссертационная работа отвечает требованиям ВАК России, а ее автор, Еременко Александр Сергеевич, несомненно, заслуживает присвоения ему ученой степени кандидата технических наук по специальности 05.13.18 – «математическое моделирование, численные методы и комплексы программ».

Официальный оппонент,
доктор физико-математических наук,
заведующий лабораторией
взаимодействия океана и атмосферы
Тихоокеанского океанологического института
им. В.И. Ильичева ДВО РАН

24.06.14  Пермяков М.С.

Подпись д.ф-м.н. Пермякова М.С. удостоверяю

Ученый секретарь
Тихоокеанского океанологического института
им. В.И. Ильичева, к.г.н.

Савельева Н.И.

