

ОТЗЫВ

официального оппонента на диссертационную работу **Нгуен Тонг Там** «Диагностика фазового состояния тропосферных облаков по спутниковым данным», представленную на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.30 - «Метеорология, климатология, агрометеорология»

Тема представленной к защите диссертации, безусловно, является **актуальной**, поскольку связана с интенсивным развитием методов дистанционного зондирования Земли из космоса и использованием спутниковых данных для решения задач гидрометеорологии, связанных с определением фазового состава облаков. Их решение позволит получить дополнительные критерии прогноза выпадения осадков, выбора способов активных воздействий на облака и необходимостью разработки дистанционных методов диагностики обледенения летательных аппаратов.

Новизна работы заключается в том, что на основе многоспектральных спутниковых данных оценивается фазовое состояние смешанных тропосферных облаков.

Для достижения поставленной цели автором последовательно решаются сформулированные им четыре основные задачи. **Диссертация** состоит из четырех глав, представляющих собой обзорную часть, описание решения прямой задачи дистанционного зондирования облачной атмосферы и собственно полученные результаты проведенного исследования.

В первой главе обзорной части диссертационной работы автор описывает основные характеристики облаков, рассматривает микрофизические и диэлектрические свойства облаков. На основе оценки диэлектрических свойств облачных частиц обосновывается теоретическая значимость работы, связанная с определением фазового состояния смешанных облаков, основанном на различии взаимодействия кристаллов льда и капель воды с электромагнитным излучением в различных спектральных диапазонах. **Во второй главе** проведен детальный обзор современных спутниковых систем дистанционного зондирования.

В третьей главе автор диссертации приводит результаты многократных расчетов для моделирования взаимодействия облачных частиц с электромагнитным излучением на основе теории Ми с учетом фрактальных свойств кристаллов льда для улучшения качества оценки параметров кристаллических и смешанных облаков. Детально описываются оптические модели облачной атмосферы. Путем сравнительного анализа двух моделей атмосферы соискатель выбрал приближение дельта-Эддингтона, как наиболее универсальное, используемое в широком диапазоне значений альbedo однократного рассеяния. Полученные в этой главе результаты служат основой для решения обратной задачи дистанционного зондирования облачной атмосферы, рассматриваемой в четвертой главе.

В четвертой главе диссертации автор обосновывает все выносимые на защиту положения. Для получения первичных спутниковых данных разработана программа на современном скриптовом языке Python. Интересными представляются многокритериальный алгоритм определения облачных пикселей на спутниковом изображении, методика определения оптической толщины кристаллических и жидкокапельных облаков на основе их зависимости от регистрируемого альbedo системы облако-подстилающая поверхность и зенитного угла Солнца, а также разработка

малопараметрической зависимости оптической толщины капельно-жидких облаков как функции их водозапаса. Приведены результаты определения фазового состояния облаков и проведено их сопоставление с результатами проекта ISCCP и наземными данными, полученными с помощью микроволнового радиометра.

Среди недостатков работы можно отметить следующие:

1. Непонятно, о какой зависимости оптических свойств облачной атмосферы от высоты Солнца идет речь (стр. 5, 6);
2. Работа перегружена описанием характеристик спутниковых многоспектральных приборов (раздел 2), общеизвестными формулами теории Ми (раздел 3). При этом обзор работ по теме диссертации практически отсутствует, хотя решаемая задача является действительно актуальной, и она рассматривается многими исследователями. Поэтому сложно понять место полученных результатов в современных исследованиях;
3. В таблицах 4.2, 4.3 и 4.4 присутствуют неопределенные значения, о которых ничего не говорится в тексте диссертации;
4. В работе, без каких либо пояснений приведена параметрическая зависимость (4.12) для определения оптической толщины жидкокапельной фракции облака от водозапаса. Это соотношение является одним из основных для предложенной методики диагностики фазового состава облаков. Приведенная ссылка на магистерскую диссертацию является недоступной;
5. Оптическая толща жидкокапельной фракции (4.7) облаков находится как разность оптических толщин облака и его кристаллической фракции, определяемых по данным первого (4.4) и третьего каналов (4.6) соответственно. Фактически не учитывается спектральная зависимость используемой характеристики;

6. В работе ничего не говорится о границах применимости полученных результатов обусловленных, например, эффектами многократного рассеяния оптически плотных облаков;

7. В работе нет обоснования выбора весовых коэффициентов в таблице 4.1 для решающего правила детектирования облачных пикселей. Автор не провел исследования эффективности предложенного алгоритма, что можно было бы сделать путем привлечения наблюдений наземных метеостанций или сопоставлением с облачной маской, получаемой по данным MODIS. Из работы не ясно, как определялся порог, равный 0,17, и находилась вероятность ложных срабатываний. Какие при этом статистические критерии использовались?

8. В работе отсутствуют аргументированные объяснения причин расхождения результатов измерений водозапаса облаков по данным прибора SEVIRI и с помощью микроволнового радиометра, показанных на рис. 4.22, а также низкой корреляции этих результатов, приведенных на рис. 4.23;

9. Утверждение о том, что «создана численная модель рассеяния электромагнитных волн ...» является достаточно сильным. В этой области ведется большое число исследований различными научными коллективами за рубежом и в России, например работы Ивлева Л. С. и т.д. Поэтому следовало бы пояснить степень новизны полученного результата.

Следует подчеркнуть, что высказанные замечания не влияют на положительную оценку полученных в диссертации результатов.

Автореферат и публикации соответствуют основному содержанию диссертации.

Полагаю, что диссертация Т. Т. Нгуен представляет собой законченное научное исследование, выполненное на достаточно хорошем научном уровне, результаты работы достаточно полно изложены в публикациях и докладах на конференциях различного уровня. Содержание диссертации соответствует

требованиям паспорта специальности 25.00.30 – «Метеорология, климатология, агрометеорология».

По актуальности темы, объему проведенных исследований, новизне полученных результатов и практической значимости работа Т. Т. Нгуен отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к диссертационным исследованиям на соискание ученой степени кандидата наук и соответствует пунктам 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Постановлениями Правительства РФ №842 от 24.09.2013 г. и №335 от 21.04.2016 г., а ее автор Нгуен Тонг Там заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 25.00.30 – «Метеорология, климатология, агрометеорология».

Официальный оппонент,
профессор кафедры автоматизированных
систем управления Федерального
государственного бюджетного образовательного
учреждения высшего образования «Томский государственный
университет систем управления и радиоэлектроники»,
доктор физико-математических наук (01.04.05 – Оптика)

23.03.2017 г.



Астафуров Владимир Глебович

Подпись профессора В.Г. Астафурова заверяю

Ученый секретарь ТУСУРа



Е.В. Прокопчук

Контактная информация:

Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования «Томский государственный
университет систем управления и радиоэлектроники» (ТУСУР)

Адрес: 634050, Томск, пр. Ленина, 40

Телефон (3822) 51-05-30

Факс (3822) 51-32-62

E-mail office@tusur.ru

Веб-сайт <http://www.tusur.ru>