

ОТЗЫВ НАУЧНОГО РУКОВОДИТЕЛЯ
на диссертационную работу
ПАЦАЕВОЙ МАРИНЫ ВСЕВОЛОДОВНЫ

«ДИНАМИКА ВЕРХНЕГО ОБЛАЧНОГО СЛОЯ ВЕНЕРЫ ПО ДАННЫМ КАМЕРЫ
VMC ОРБИТАЛЬНОЙ СТАНЦИИ «ВЕНЕРА ЭКСПРЕСС»

представленную на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук
по специальности 01.03.02 - астрофизика и звездная астрономия

Венера, несмотря на кажущееся простое устройство (отсутствие океанов, которые переносят тепло и момент вращения и отсутствие сезонов) имеет сложную атмосферную динамику, для которой модели общей циркуляции не работают в полной мере. Зональная суперротация является основной характеристикой циркуляции атмосферы Венеры: скорость растёт от 0 - 2.0 м/с у поверхности, достигая 100 м/с на верхней границе облаков. Природа зональной суперротации до сих пор является нерешенной проблемой: неясен механизм поддержания суперротации, а также механизм обмена моментом вращения между поверхностью и атмосферой. Поэтому исследование закономерностей в поведении движения атмосферных масс, скорость и направления ветра на разных уровнях в атмосфере представляется важным и актуальным для понимания природы и механизма суперротации.

Работа посвящена изучению динамических характеристик атмосферы на уровне верхней границы облаков по изображениям, полученным камерой VMC/VEH в ультрафиолетовом диапазоне, 365 нм. Диссертация состоит из введения, трёх глав и заключения.

Для анализа УФ изображений камеры VMC/VEH разработан автоматизированный корреляционный метод измерения скорости ветра по перемещению деталей облачного покрова - это очень важная часть диссертации. Метод позволил проанализировать большой ряд наблюдений (около 7.5 лет), и создать базу данных векторов скорости ветра (более 170 тысяч). Были построены векторные поля скорости ветра в координатах долгота-широта для индивидуальных орбит. На основе анализа полученного массива данных исследовано поведение горизонтального потока в зависимости от долготы, широты и местного времени.

Перечислю наиболее важные научные результаты работы, полученные в результате анализа УФ-изображений с применением созданного автором алгоритма и представленные в диссертации:

- Впервые с использованием всего полученного объема данных было показано, что на верхней границе облаков минимум зональной скорости ветра наблюдается в полдень над наиболее высокой областью Земли Афродиты (Область Овда), при этом изолинии скорости ветра повторяют контуры рельефа поверхности.

- Исследование поведения горизонтального потока в экваториальной области планеты ($0-30^\circ$ ю.ш.), представленные в диссертации, продемонстрировали смещение минимума зональной скорости, связанного с Землёй Афродиты, в направлении суперротации с ростом широты при одновременном увеличении скорости в области минимума. Впервые было обнаружено влияние рельефа подстилающей поверхности на меридиональную компоненту скорости ветра от 0° до 30° ю.ш.

- Кроме влияния топографии, обнаружена солнечно-связанная зависимость скорости ветра, которая проявляется в уменьшении величины как зональной, так и меридиональной компонент скорости ветра после полудня (в 13-14 ч), и вместе с уменьшением скорости, обусловленным влиянием рельефа поверхности в полдень над Афродитой, приводит к широкому минимуму зональной скорости между 11 и 14 часами.

- Впервые была обнаружена (в области средних широт от 30° до 60° ю.ш.), связь видимого изменения поведения среднеширотного джета с присутствием на изображении крупномасштабной детали облачного покрова, ветви Y-структуры. Наблюдаемая ветвь Y-структуры характеризовалась изменением направления и увеличением скорости ветра. Сравнение с одновременными измерениями высоты верхней границы облаков VIRTIS-M/VEX (Ignatiev et al., 2009) показали, что темные области Y-структуры расположены на 1.5 – 2 км выше окружающего облачного слоя.

Таким образом, большое количество изображений, полученных камерой VMC, дали возможность провести детальные измерения скорости горизонтального потока в области верхней границы облачного слоя на дневной стороне южного полушария Венеры. В диссертацию вошли результаты более чем десятилетней работы автора. В настоящее время М.В. Пацаева активно участвует в обработке и интерпретации данных, поступающих с борта КА «Акацуки» с использованием ее метода обработки изображений.

Полученные результаты перспективны в плане продолжения проведенных исследований, и представляют большой научный интерес. Работы М.В. Пацаевой опубликованы в высоко рейтинговых журналах и хорошо известны среди специалистов как в России, так и за рубежом.

Основные выводы, полученные в диссертации и вынесенные на защиту, являются достоверными и важными, в том числе для построения и улучшения моделей общей циркуляции (GCM) атмосферы Венеры, для подготовки планируемых космических экспериментов. Они могут быть использованы в ИКИ РАН, ГАИШ МГУ, ИПМ РАН, ИФА РАН и других учреждениях, где в тематику исследований входит изучение планетных атмосфер. Разработанный метод показал свою эффективность и был использован при анализе инфракрасных изображений (965 нм) камеры VMC. В настоящий момент метод применяется для анализа изображений видимого канала (513 нм) камеры VMC и изображений, аппаратом JAXA Akatsuki. Метод может быть применён также при исследовании изображений в рамках будущего проекта «Венера-Д» (в состав КНА орбитального аппарата включено несколько камер), а также, после адаптации, для исследования циркуляции атмосфер планет и спутников с плотными атмосферами, таких, как Юпитер и Титан.

Автореферат диссертации соответствует ее содержанию.

Считаю, что работа Пацаевой Марины Всеволодовны удовлетворяет требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор, безусловно, заслуживает присуждения искомой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.03.02 «Астрофизика и звездная астрономия».

Научный руководитель,
ведущий научный сотрудник,
зав. лаб. 531, д.ф.-м.н

Л.В. Засова

Подпись Л.В. Засовой заверяю,
Ученый секретарь ИКИ РАН, к.ф.-м.н.



А.М. Садовский