

**УТВЕРЖДАЮ:**

Директор Федерального государственного  
бюджетного учреждения науки Института  
астрономии Российской академии наук  
(ИНАСАН)



Доктор ф.-м. н., профессор РАН

М.Е. Сачков

19

мая 2026 года.

**Отзыв ведущей организации**

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт  
астрономии Российской академии наук (ИНАСАН)

на диссертационную работу

**Горина Дмтрия Алексеевича**

«ЦИРКУЛЯЦИЯ НОЧНОЙ АТМОСФЕРЫ ВЕНЕРЫ»,

представленную на соискание ученой степени кандидата физико-  
математических наук

по специальности 1.3.1 — Физика космоса, астрономия

Диссертационная работа Горина Д.А. посвящена исследованию параметров циркуляции верхней мезосферы (90–110 км) и нижнего облачного слоя (44–48 км) Венеры на ночной стороне по данным изображающего спектрометра VIRTIS-M (КА «Венера-Экспресс») и инфракрасной камеры IR2 (КА «Акацуки»). Особое внимание уделяется вариациям динамических

характеристик и изучению влияния рельефа поверхности Венеры на динамику атмосферы.

В работе впервые была рассчитана скорость ветра на ночной стороне Венеры на основе анализа всех имеющихся изображений нетеплового на 1,27 мкм и теплового на 1,74 мкм атмосферных свечениях, измеренных инструментами на борту КА «Венера-Экспресс» и КА «Акацуки».

Экспериментальное исследование динамической структуры необходимо для создания теоретических моделей, описывающих физические процессы в атмосфере Венеры. Актуальность темы диссертации подтверждается планируемым запуском научного космического комплекса «Венера-Д» в рамках Национального проекта «Космос» в 2030-х гг.

Результаты диссертационной работы являются новыми и опубликованы в международных журналах с высоким рейтингом, широко цитируются и признаны научным сообществом.

Диссертация состоит из введения, где обосновывается актуальность и новизна работы, и формулируются выносимые на защиту положения, из трёх глав и заключения. В конце работы представлены выводы и список литературы.

**Глава 1** посвящена измерению горизонтальной скорости ветра на длине волны 1,27 мкм по перемещению областей («облаков») свечения  $O_2(a^1\Delta_g)$  — маркера циркуляции верхней мезосферы (90–110 км) по данным прибора VIRTIS-M (КА «Венера-Экспресс»). Обсуждаются особенности и методика обработки инфракрасных изображений. Анализ глобального поля скорости ветра на ночной стороне Венеры в верхней мезосфере показал асимметрию относительно полуночного меридиана: область конвергенции потоков, движущихся от терминаторов, смещена на 1–2 ч до полуночи, в отличие от предполагавшейся ранее симметричной моды SS-AS. Впервые предложено объяснение этого смещения: влияние термического прилива (совпадение области максимума свечения и максимума температуры на

уровне 95 км). По анализу одиночных орбит впервые обнаружено влияние волн плавучести на циркуляцию верхней мезосферы. Впервые в верхней мезосфере Венеры по перемещению областей свечения кислорода были обнаружены вихревые течения, подобные циклонам и антициклонам.

В **Главе 2** приведены результаты исследования динамики атмосферы по перемещению облачных деталей в окне прозрачности 1,74 мкм по данным прибора VIRTIS-M на уровне нижнего облачного слоя (44–48 км). Впервые была обнаружена (фрагментарно) прямая ячейка Хэдли в нижнем облачном слое (которая предсказывалась ранее моделями). Этот результат подтверждает, что и в нижнем облачном слое Венеры, аналогично верхнему, меридиональная циркуляция организована в виде ячеек Хэдли. Анализ долготных вариаций зонального потока выявил торможение потока в координатах, которые на поверхности соответствуют Области Имд, вероятно по косвенным признакам, вулканически активной в настоящее время.

В **Главе 3** рассмотрены результаты анализа атмосферной динамики по изображениям инфракрасной камеры IR2 (КА «Акацуки») на длине волны 1,74 мкм. Особенность этих измерений заключается в том, что они сделаны вблизи максимума солнечного цикла 8–10 лет спустя измерений VIRTIS-M, сделанных в минимуме. Показано, что возникающий в этот временной период экваториальный джет относится к среднему облачному слою, а не к нижнему, как предполагалось ранее.

**В Заключении** сформулированы основные результаты работы.

Все полученные в диссертации результаты удовлетворяют требованиям актуальности и новизны и вносят значительный вклад в исследование атмосферы Венеры и подобных Венере экзопланет.

**Достоверность научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации.**

Все положения, выносимые на защиту, имеют высокую или достаточную степень обоснованности. Они подкреплены комплексом доказательств: от теоретических оценок до обработки реальных данных космических наблюдений.

**Теоретическая значимость** диссертации заключается в возможности использования результатов для построения моделей общей циркуляции атмосферы Венеры, учитывающих процессы в термосфере и влияние рельефа поверхности. Полученные результаты имеют также **практическую значимость**: их необходимо учитывать при подготовке будущих научных космических проектов, в т.ч. научной аппаратуры на борту планируемой миссии «Венера-Д».

Положения, выносимые на защиту, достоверны и обоснованы. По теме диссертации опубликовано 5 статей в рецензируемых изданиях (из них 3 – в журналах 1-го квартиля реферативных баз данных Scopus/Web of Science) и сделано 17 докладов на конференциях. Автореферат диссертации соответствует ее содержанию.

### **Выводы**

Диссертационная работа Горинова Д.А. представляет собой завершённое научное исследование, вносящее значительный вклад в область изучения аэрономии планет земной группы. Автор демонстрирует глубокое понимание предмета, умение работать с большими массивами данных и разрабатывать специализированное программное обеспечение для интерпретации наблюдений и измерений в космических миссиях. Результаты работы имеют важное значение для планирования будущих научных космических миссий к планетам земной группы в Солнечной системе.

**Замечания к содержанию диссертации** носят в основном стилистический и рекомендательный характер. По содержанию и оформлению диссертации можно сделать несколько замечаний:

1) Автором диссертационной работы выполнен огромный труд по обработке атмосферных свечений, измеренных в космических миссиях к Венере - КА «Венера-Экспресс» и КА «Акацуки». Как следствие, в тексте диссертации размещено большое количество рисунков, представляющих результаты анализа и интерпретации наблюдений. Некоторые из рисунков перегружены информацией, например, рисунки 1.8, 1.11, 1.12, и сопровождается достаточно обширными, но не всегда полными, подписями к рисункам. Так, например, на рисунке 1.12 приведены цветовые шкалы без указания размерности, да и в подписи к рисунку они не описаны - что за величины закодированы цветом.

2) Соответственно появляются достаточно трудные для прочтения фрагменты текста со ссылками сразу на несколько рисунков. Например, на стр. 35 "*Стоит подробнее рассмотреть орбиту 367 (Рисунок 1.11а). Здесь поля скоростей показывают разнообразие движений; однако основной поток направлен на восток и к полюсу (Рисунок 1.12а), что типично для утренней стороны (Рисунок 1.6).*"

3) На рисунке 1.7 отсутствуют обозначения панелей (а) и (б).

4) В Главе 1 нарушен порядок нумерации рисунков 1.8, 1.9 и 1.10, а именно, рисунок 1.10 размещен в тексте сразу после рисунка 1.7. Это конечно, техническая ошибка.

5) Ссылка на статью [Мингалёв и др., 2015] (стр. 43) отсутствует в списке литературы.

Указанные замечания носят в основном рекомендательный характер и не умаляют значимости полученных результатов и общего высокого уровня диссертации.

Рассматриваемая диссертационная работа отвечает требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям. Представленная работа заслуживает высокой оценки, а ее автор Горинов Д.А. – присуждения степени

кандидата физико-математических наук по специальности 1.3.1 — Физика космоса, астрономия.

Отзыв обсуждён и одобрен на Астрофизическом семинаре ИНАСАН 16 апреля 2026 г.

Научный руководитель ИНАСАН,  
академик РАН

Б.М. Шустов

Подпись Б.М. Шустова заверяю:

Ученый секретарь ИНАСАН,  
к. ф.-м. н.



М.С. Мурга

**Сведения о ведущей организации:**

Федеральное государственное бюджетное учреждение  
науки Институт астрономии Российской академии наук (ИНАСАН)

119017, г. Москва, ул. Пятницкая 48

Тел.: +7(495)951-54-61

e-mail: [admin@inasan.ru](mailto:admin@inasan.ru)