

## ДЕШИФРИРОВАНИЕ «НЕВИДИМЫХ» ОРОГРАФИЧЕСКИХ ВОЛН ПО ДАННЫМ СПУТНИКОВОЙ СЪЕМКИ В КАНАЛАХ ВОДЯНОГО ПАРА

Федосеева Н.В.<sup>1</sup>, Ефимова Ю.В.<sup>1</sup>, Куроплина В.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> – РГГМУ, Санкт-Петербург, Россия, fednat@mail.ru

**Аннотация.** Данная работа посвящена анализу синоптических условий возникновения орографических волн в условиях недостаточной влажности, обнаруживаемых по спутниковым изображениям в канале водяного пара.

Ключевые слова: орографические волны, спутниковая съемка, MODIS/Terra, Aqua.

«Невидимые» горные волны, возникающие в условиях недостаточной влажности без формирования волнистых облаков, являются особо опасным видом атмосферных возмущений, связанным с большим риском эксплуатации воздушных судов в условиях орографической турбулентности. Обнаружение таких зон осложняется тем фактом, что они не определяются даже с помощью радиолокаторов. Съемка в спектральных диапазонах, расположенных в полосе поглощения водяного пара, позволяет исследовать эти области [1-3].

Орографические волны формируются вследствие нарушения горизонтального потока воздуха горным препятствием, когда в атмосфере наблюдаются устойчивые условия. Такие волны также называют подветренными или горными.

Орографические волны, которые образуются за препятствиями, представляют собой самые распространенные в природе и хорошо изученные атмосферные гравитационные волны. Характеристики подветренных волн в целом определяются скоростью потока, ориентацией горного хребта относительно потока, стратификацией воздушной массы, высотой препятствия.

В вершинах горных волн может возникать турбулентность, при этом ее появление возможно не только в облаках, но и при безоблачном небе. Условиями, благоприятными для развития турбулентности, являются все процессы, при которых направление ветра ориентировано перпендикулярно горному хребту. Формирование облачных полос над гребнями орографических волн возможно при достаточной относительной влажности. В зависимости от высоты препятствия облачные полосы могут быть представлены слоисто-кучевыми, высоко-кучевыми, реже перистыми облаками, при этом тип облаков определяется высотой горного препятствия.

В ходе работы была проанализированы 20 снимков, полученных MODIS/Terra, Aqua. Особенностью циркуляционных условий, сопутствующих формированию орографических волн является прохождение полярной высотной фронтальной зоны (ВФЗ) в непосредственной близости от горного массива.

Наиболее часто орографические волны наблюдаются на южной стороне ВФЗ. На высоте стандартной изобарической поверхности АТ 850, в данном случае, фиксируется гребень тепла. А на приземной карте - зона высокого барического градиента, в некоторых случаях с волнообразным изгибом изобар. Следует отметить, что зона формирования орографических волн находится на границе двух обширных барических образований: антициклона – на западе и циклона на востоке. Причем, линия, соединяющая их центры, имеет широтную ориентацию.

Другая, характерная синоптическая ситуация также связана с близостью ВФЗ, однако орографические волны фиксируются на ее северной стороне. На АТ850 в данном случае наблюдается ложбина холода, причем приземные градиенты не так выра-

жены и линия соединяющая центры барических объектов ориентирована с юго-запада на северо-восток.

Единственным надежным доказательством существования горных волн даже в условиях недостаточной влажности для формирования волнистых облаков являются спутниковые снимки в полосах поглощения водяного пара.

#### **Литература**

1. Wimmers, Anthony; Griffin, Sarah; Gerth, Jordan; Bachmeier, Scott; Lindstrom. Observations of gravity waves with high-pass filtering in the new generation of geostationary imagers and their relation to aircraft turbulence. *Weather and Forecasting*, Volume preprint: 1 – Oct 30 2017.
2. D. Eckermann and D. L. Wu. Satellite detection of orographic gravity-wave activity in the winter subtropical stratosphere over Australia and Africa, *GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS*, 2012, 39. pp 23-27.
3. Федосеева Н.В., Ефимова Ю.В. Применение спутниковой съемки в каналах водяного пара при дешифрировании горных волн.// Материалы V научно-технической конференции «Проблемы военной геофизики и контроля состояния природной среды». СПб, 23-25 мая, 2018 г. С. 736-739.

## **DETECTION OF INVISIBLE MOUNTAIN WAVES WITH SATELLITE WATER VAPOR IMAGERY**

**Fedoseeva N.V.<sup>1</sup>, Efimova Yu.V.<sup>1</sup> Kuroplina V.I.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> – *RSHMU, Saint-Petersburg, Russia, fednat@mail.ru*

**Abstract.** This paper denotes synoptic analysis of invisible mountain wave formation observed with satellite water vapor imagery.

**Key words:** mountain waves, satellite imagery, MODIS/Terra, Aqua.