ISARD-2025-dynamic007

Численное моделирование влияния солнечной активности на амплитуды атмосферных приливов

Андрей В. Коваль[1] , Татьяна С. Ермакова[2] , Ксения А. Диденко[3]

[1] St Petersburg University
[2] Russian State Hydrometeorological University
[3] Pushkov Institute of Terrestrial Magnetism, Ionosphere and Radiowave Propagation of the Russian Academy of Sciences

a.v.koval@spbu.ru

Солнечные термические приливы, оказывают существенное влияние на динамику атмосферы, при этом на высотах мезосферы и нижней термосферы (МНТ) приливы, наряду с гравитационными волнами, играют основную роль в формировании термодинамического режима атмосферы. Солнечные приливы – это колебания глобального масштаба с периодами солнечных суток (24 ч) и его гармоник (12, 8 и 6 ч), которые возникают главным образом в результате поглощения солнечной радиации водяным паром в тропосфере, озоном в стратосфере и ионизацией кислорода УФ излучением в термосфере/ионосфере. В рамках цикла работ, посвященных изучению чувствительности крупномасштабных волновых процессов к изменению солнечной активности (СА), были проведены численные расчеты глобальной атмосферной циркуляции с помощью нелинейной модели средней и верхней атмосферы МСВА. Рассматривались два ансамбля модельных расчетов, состоящие их 16 реализаций. Амплитуды приливов были осреднены по соответствующим ансамблям (высокая/низкая СА). Были рассмотрены следующие приливы: мигрирующие суточный и полусуточный приливы с зональными волновыми числами, соответственно, 1 и 2, немигрирующие суточный и полусуточный приливы с зональными числами, соответственно, 2 и 1, а также немигрирующий суточный прилив, распространяющийся на восток, с волновым числом 3. Для анализа был выбран январь месяц. Это позволило нам детально рассмотреть изменчивость немигрирующих приливов: основной механизм их генерации, заключается в нелинейных взаимодействиях мигрирующих приливов с квазистационарными планетарными волнами, амплитуды которых максимизируются в течение зимних месяцев, что повышает эффективность указанного механизма. В модели МСВА генерация приливов происходит самосогласованно, за счет параметризации солнечного нагрева и нелинейных взаимодействий между гравитационными волнами и планетарными волнами. Показано, в частности, характерное для усиления солнечного воздействия ослабление амплитуды прилива в диапазоне высот 100-150 км и усиление – на больших высотах. Объяснить этот эффект можно увеличением вертикального температурного градиента в нижней термосфере, а также увеличением теплопроводности, которая пропорциональна температуре, что затрудняет проникновение приливов в термосфере на больше высоты при увеличении СА. Однако на высотах больше 160 км эффект от усиления поглощения прямого ЭУФ излучения, возрастающего при высокой СА, доминирует, и амплитуды приливов на больших высотах при максимальной СА увеличиваются. Дальнейший анализ изменения амплитуд немигрирующих приливов показал их существенную зависимость от особенностей распространения в термосферу стационарных планетарных волн с зональным числом 1 и 2. Для анализа направления распространения были рассмотрены также фазы приливов.