

**Цикл работ: Исследование атмосферы Венеры от поверхности до мезосферы в эксперименте СПИКАВ/СУАР на КА Венера-Экспресс**  
Беляев Д.А., Федорова А.А., Кораблев О.И., (ИКИ РАН)

Эксперимент СПИКАВ/СУАР на КА Венера-Экспресс проработал на орбите Венеры с апреля 2006 по ноябрь 2014 года. Большая часть представленных на конкурс работ вошла в специальный выпуск *Planetary and Space Science: Exploration of Venus*, вышедший в августе 2015 года. Полученные результаты покрывают широкий круг задач от зондирования подоблачной атмосферы в ночных окнах прозрачности до исследования структуры и состава мезосферы на дневной и ночной стороне различными методами.

- 1) **Поляриметрические измерения облачного слоя Венеры по данным СПИКАВ ИК.** В работе представлены уникальные результаты поляриметрических измерений ИК каналом спектрометра СПИКАВ на борту КА ЕКА Venus Express (VEx) и первое восстановление параметров облаков. Данные были собраны с 2006 по 2010 год, и покрывают в основном северное полушарие планеты, измерения проводятся в спектральном диапазоне 0.65-1.7 мкм. Используя численное моделирование для интерпретации надирных наблюдений, были получены средние значения эффективного радиуса и вариаций распределения облачных частиц по размерам, соответственно,  $r_{\text{eff}}=1$  мкм и  $v_{\text{eff}}=0.07$  и действительная часть коэффициента преломления  $n_r=1.42$  на длине волны 1.101 мкм. Получены также верхний предел оптической толщины дымки в высоких широтах со значениями  $\tau = 0.17$  на длине волны 1.101 мкм.
- 2) **Тепловая структура криосферы Венеры на ночной стороне по данным звездных затмений.** По результатам звездного просвечивания УФ канала прибора СПИКАВ впервые получена карта температур на ночной стороне верхней мезосферы-нижней термосферы Венеры на высотах 90-130 км, местное время 18:00-06:00. Эта область обычно столь холодна, что ее часто называют криосферой Венеры. Набрана статистика за 8 лет наблюдений по всему ночному полушарию планеты. Обнаружено, что в утреннее время суток температура криосферы Венеры на 10-20 градусов выше вечернего. Кроме того, практически во всех сеансах наблюдений (их было около 500) на высотах около 100 км атмосфера оказалась теплее на 20-40 градусов относительно общего тренда уменьшения температуры с высотой.
- 3) **Измерения континуального поглощения  $\text{CO}_2$  и содержания  $\text{H}_2\text{O}$  в окнах 1.10- и 1.18-мкм на Венере над горами Максвелла**  
Получены значения континуума  $\text{CO}_2$  в окнах 1.18 и 1.10 мкм по прохождению над горами Максвелла в 2011-2013 годах. Континуум важен при измерении и моделировании поглощения углекислого газа при высоких давлениях. Лабораторные измерения континуума в диапазоне 1.18 мкм были получены только в 2013 году, но диапазон давлений был не достаточно широким. В нашей работе получены значения континуума от  $0.29$  до  $0.67 \times 10^{-9} \text{ cm}^{-1} \text{ amagat}^{-2}$  и от  $0.31$  to  $0.79 \times 10^{-9} \text{ cm}^{-1} \text{ amagat}^{-2}$ , для окон 1.10 и 1.18 мкм, соответственно, в зависимости от предполагаемых входных параметров модели. Найдены ограничения на континуум для окна 1.28 мкм (не должен превышать  $2.0 \times 10^{-9} \text{ cm}^{-1} \text{ amagat}^{-2}$ ). Используя окно прозрачности 1.18 мкм, определено относительное содержание  $\text{H}_2\text{O}$  на высотах 10-15 км изменяется от  $25.7^{+1.4}_{-1.2}$  ppm до  $29.4^{+1.6}_{-1.4}$  ppm, предполагая излучательную способность поверхности 0.95 и 0.6, и соответствующее значение континуума  $\text{CO}_2$ .
- 4) **Диоксид серы в мезосфере Венеры по данным СУАР**  
По результатам солнечного просвечивания ИК спектрометра СУАР получено вертикальное распределение содержания диоксида серы ( $\text{SO}_2$ ) на высотах 70-90

км в период 2006-2014 гг. В среднем, относительное содержание газа составляет 300 ppbv на 70-80 км и 100 ppbv на 80-90 км. Годовые вариации показывают высокую изменчивость концентрации SO<sub>2</sub> на этих высотах с наличием периодических пиков в поглощении газа. Точной причины подобных всплесков пока не выявлено. В работе проведен анализ по сравнению другими экспериментами в этой области.

1. Piccialli A., F. Montmessin, **D. Belyaev**, A. Mahieux, **A. Fedorova**, E. Marcq, J.-L. Bertaux, S. Tellmann, A.C. Vandaele, **O. Korablev**, Thermal structure of Venus nightside upper atmosphere measured by stellar occultations with SPICAV/Venus Express, *Planetary and Space Science* 113-114, pp. 321-335, 2015, <http://dx.doi.org/10.1016/j.pss.2014.12.009>.
2. Rossi Loïc, Emmanuel Marcq, Franck Montmessin, **Anna Fedorova**, Daphne Stam, Jean-Loup Bertaux, **Oleg Korablev**, Preliminary study of Venus cloud layers with polarimetric data from SPICAV/VEx, *Planetary and Space Science* 113–114, 159-168, 2015. <http://dx.doi.org/10.1016/j.pss.2014.11.011>.
3. **Fedorova A.**, Bruno Bézard, Jean-Loup Bertaux, **Oleg Korablev**, Colin Wilson, The CO<sub>2</sub> continuum absorption in the 1.10- and 1.18- $\mu$ m windows on Venus from Maxwell Montes transits by SPICAV IR onboard Venus express, *Planetary and Space Science* 113–114, pp. 66-77, 2015, <http://dx.doi.org/10.1016/j.pss.2014.08.010>.
4. Mahieux, A.; Vandaele, A. C.; Robert, S.; Wilquet, V.; Drummond, R.; Chamberlain, S.; **Belyaev, D.**; Bertaux, J. L. Venus mesospheric sulfur dioxide measurement retrieved from SOIR on board Venus Express, *Planetary and Space Science*, Volume 113, p. 193-204, 2015.
5. Vandaele A.C., S. Chamberlain, A. Mahieux, B. Ristic, S. Robert, I. Thomas, L. Trompet, V. Wilquet, **D. Belyaev**, **A. Fedorova**, **O. Korablev**, and J.L. Bertaux, Contribution from SOIR/VEEX to the updated Venus International Reference Atmosphere (VIRA), *Advanced in Space Research*, accepted, 2015