

УДК 523.5

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ, ПОЛУЧЕННЫЕ  
ПРИ ПОМОЩИ ИЗМЕРИТЕЛЯ НЕЙТРАЛЬНОГО ГАЗА ИНГ  
ПРИ ПРОЛЕТЕ КА «ВЕГА-1» КОМЕТЫ ГАЛЛЕЯ  
6 МАРТА 1986 Г.**

**Е. КЕШПЛЕР, В. В. АФОНИН, Ч. КЭРТИС,  
А. В. ДЬЯЧКОВ, Я. ЭРЁ, С. ФАН, К. С. ХСИ,  
Д. М. ХАНТЕН, В.-Г. ИЦ, А. РИХТЕР,  
А. ШМОДИ и Г. УМЛАУФТ**

Измеритель нейтрального газа на борту КА «Вега-1» регистрировал кометарный газ начиная с расстояния 60 000 км от ядра кометы Галлея. Предварительное изучение полученных данных позволило проанализировать относительные изменения плотности нейтрального газа. Обнаружена тонкая структура пространственного распределения частиц малой массы.

NEUTRAL GAS MEASUREMENTS OF COMET HALLEY FROM «VEGA-1», by E. Kessler, V. V. Afonin, C. Curtis, A. V. Dyachkov, J. Erö, C. Fan, K. S. Hsieh, D. M. Hunten, W.-H. Ip, A. Richter, A. Somogyi and G. Umlauf. The neutral gas experiment (ING) aboard the «Vega-1» spacecraft detected cometary gas within a distance of 60,000 km from the nucleus of comet Halley. A preliminary inspection of the data permits an analysis of the relative variation in neutral gas. Fine structure was detected in the spatial distribution of lower-mass species.

В измерителе нейтрального газа (ИНГ), установленном на КА «Вега», используется принцип полевой ионизации (FIS). Прибор ориентирован в направлении относительной скорости КА — кометы Галлея. Ионизация электрическим полем сохраняет исходные молекулы или атомы во время ионизации. После ионизации эти частицы ускоряются до 50 кэВ и их масса определяется по величине времени пролета (ВП) расстояния 7 см. Время пролета измеряется с разрешением 1 нс. Время пролета  $\tau$  связано с величиной частицы  $M$  соотношением:  $M = K\tau^2$ . Величина  $K$  слегка зависит от массы вследствие того, что энергия, которую частица теряет внутри тонкой углеродной фольги, через которую она проходит при входе в измерительную систему, возрастает с увеличением массы частиц. Это приводит к ухудшению разрешения с ростом массы.

С другой стороны, процесс ионизации частиц газа слабо зависит от скорости частиц. Поэтому система может регистрировать не только кометные частицы, но и те, которые образовались вблизи КА. Чтобы уменьшить влияние этого фона от локально образующегося газа, прибор был установлен в верхней части КА и был направлен в сторону кометы под углом  $52^\circ$  от направления КА—Солнце и под углом  $7^\circ$  к плоскости эклиптики. Поле зрения составляло  $1 \times 2^\circ$ , а наличие

выходного отверстия позволяло использовать принцип сквозного пролета. Указанное поле зрения соответствовало зоне ионизации, содержащей 40 игл, радиусы кривизны которых равны  $\sim 0.1$  мкм. Полная чувствительность FIS-системы (определяемая как отношение скорости счета к входному потоку) равна  $\sigma_{ef} = 10^{-10}$ . Однако эта величина является предварительной.

Во время полета прибор ИНГ работал так, как и ожидалось. Скорость счета начала превышать фоновую начиная с  $\sim 60000$  км от кометы и вплоть до появления больших потоков пыли. На рис. 1 показана зависимость полной скорости счета от времени.

На рис. 2 показана зависимость от расстояния до ядра  $r$  скорости счета по каналу RT 36 вместе с аппроксимацией степенным законом  $r^{-\alpha}$  как для подлетного участка (точки), так и для удаления от кометы

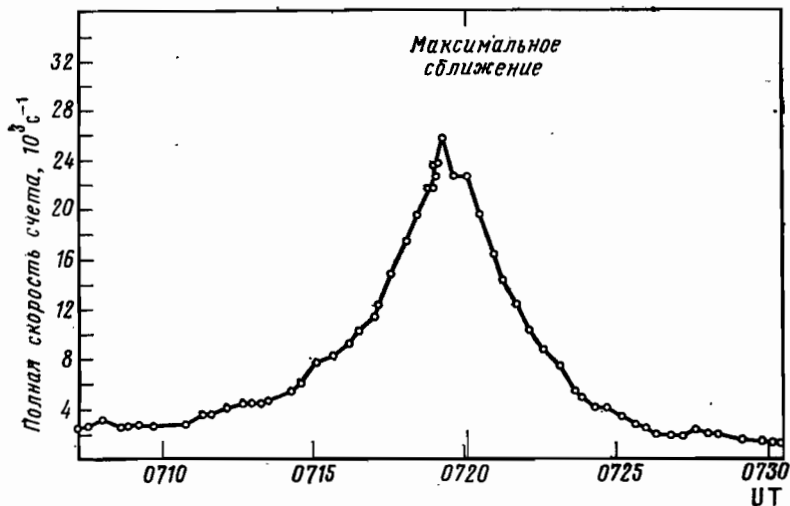


Рис. 1. Зависимость полной скорости счета от времени 6.III.1986 г. Время максимального сближения с кометой  $7^b 20^m 06^s$  UT. Скорость счета пропорциональна полной плотности газа  $\downarrow$

(кружки). Для подлетного участка имеет место примерно  $r^{-2}$ -зависимость, а для участка после встречи  $\alpha \approx 3$ . Модельные вычисления для плотности кометных нейтралов приводят к  $n(r) \sim r^{-2} \exp(-r/ut)$ . Для расстояний  $r \ll 10^6$  км имеем  $n(r) \sim r^{-2}$ , что согласуется с результатами наблюдений для подлетного участка. Более крутой спад после максимального сближения может быть вызван общим уменьшением среднего времени жизни нейтралов из-за сильно изменчивого, несферического расширения кометной атмосферы (ионосферы) в это время или же повышенной скоростью убегания в конечной области, связанной с джетами, в которых оказался КА после максимального сближения.

На участке после максимального сближения в каналах малых масс наблюдались всплески, наложенные на общую главную зависимость от расстояния. В каналах тяжелых масс эти всплески не наблюдались. Эта тонкая структура состояла из всплесков с типичной длительностью до 10 с, что соответствует размерам образований с повышенной плотностью частиц порядка 500—700 км. Ширина этих образований подобна тем, которые наблюдались прибором ДУСМА на Вега-1 (Дж. А. Симпсон, частное сообщение). Отметим, что временное разрешение прибора ИНГ равно 2 с, т. е. образования с шириной более 150 км регистрируются надежно. Это представляет значительный интерес, так как при удалении КА от ядра в течение  $\sim 200$  с (на расстоянии  $\sim 4.5 \cdot 10^4$  км) наблюдалась серия очень больших всплесков.

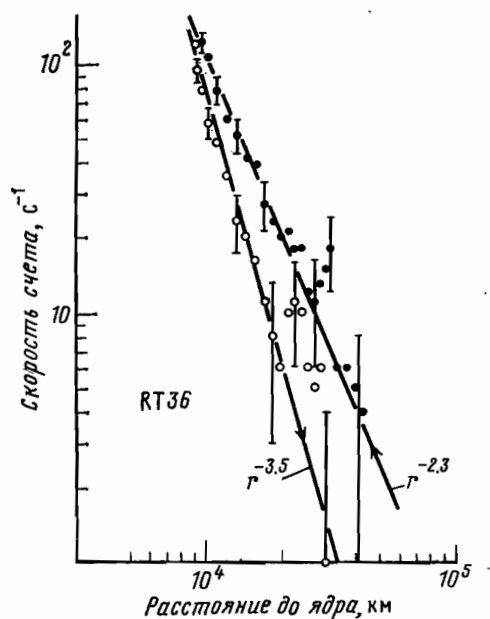


Рис. 2. Зависимость полной скорости счета по каналу RT 36 ( $M \sim 32$ ) от расстояния до ядра кометы. Скорость счета пропорциональна плотности частиц. Минимальное расстояние до ядра 8912 км. Точки — подлетный участок, кружки — удаление от кометы

Разработка, испытания и калибровка прибора в чрезвычайно сжатые сроки стала возможной лишь благодаря помощи многих сотрудников Института аэронавтики общества М. Планка, Линдау/Гарц (ФРГ)

и Университета Аризона, Туссон (США). Кроме того, мы выражаем признательность Р. З. Сагдееву, К. И. Грингаузу, У. И. Аксфорду, В. М. Василюнасу, К. Сегё. Участие Университета Аризона в этом проекте частично финансировалось НАСА (контракт NASW 3627 и NSF INT 8205325).

Ин-т аэронавтики общества им. М. Планка,  
Линдау/Гарц (ФРГ)

Поступила в редакцию  
22 апреля 1986 г.

Физическое отделение Университета Аризона,  
Туссон (США)

Центральный ин-т физических исследований  
АН ВНР, Будапешт (ВНР)

Ин-т космических исследований АН СССР, Москва (СССР)

Отделение планетных исследований Университета  
Аризона, Туссон (США)