

**ИОНОСФЕРНЫЕ ЭФФЕКТЫ СОЛНЕЧНЫХ ЗАТМЕНИЙ
29 МАРТА 2006 И 19 МАРТА 2007 г.**

А.А. Ковалев, А.Г. Колесник, С.А. Колесник, А.А. Колмаков

IONOSPHERIC EFFECTS OF SOLAR ECLIPSES ON 29 MARCH 2006 AND 19 MARCH 2007

A.A. Kovalev, A.G. Kolesnik, S.A. Kolesnik, A.A. Kolmakov

В работе по данным Томской ионосферной станции вертикального зондирования исследуется влияние солнечных затмений 29.03.2006 и 19.03.2007 г. на ионосферную плазму. Показано, что во время максимальной фазы затмений происходит резкое уменьшение электронной концентрации в максимумах ионосферных слоев E, F1, F2. Относительно невозмущенных условий уменьшение концентрации составляет $\sim 40 \div 60 \%$.

In this study, the data from the Tomsk ionospheric station of vertical sounding are used to examine the influence of the solar eclipses of 29 March 2006 and 19 March 2007 on the ionospheric plasma. It is shown that during the maximum phase of the eclipses the electron density in the maxima of the ionospheric E, F1, F2 layers abruptly decreases. The density decrease is $\sim 40 \div 60 \%$ under undisturbed conditions.

Регулярные ионосферные исследования на территории России (СССР) начались в Томске и были связаны с полным солнечным затмением 19 июня 1936 г. [1]. К настоящему времени накоплен значительный экспериментальный и теоретический материал. Однако в течение нескольких последних десятилетий в солнечно-земной физике основной проблемой остается поиск механизмов, посредством которых различные события на Солнце проявляются в околоземном космическом пространстве и биосфере Земли. Одним из возможных ключей к пониманию таких механизмов являются наблюдения ионосферных эффектов во время солнечных затмений.

При солнечном затмении резко изменяется поток солнечного ультрафиолетового и рентгеновского излучения, попадающего в атмосферу Земли и приводящего к ее ионизации. Как следствие, резко уменьшается электронное содержание в ионосфере на больших пространственных масштабах, сравнимых с радиусом Земли.

В Томском государственном университете на базе центра коллективного пользования «Ионосферный центр ТГУ» (<http://sosrff.tsu.ru>) проводятся регулярные измерения параметров ионосферы. В случае солнечных затмений над Томском в 2006 и 2007 гг. они проводились в режиме учащенного зондирования. Методика измерений и обработки данных для рассматриваемых затмений идентична. В таблице представлены временные характеристики этих затмений для Томска.

Солнечные затмения в Томске

Дата	Время начала	Время максимальной фазы	Время окончания	Максимальная фаза	Время восхода Солнца	Время захода Солнца
29.03.2006	17:42	18:42	19:38	0.885	7:59	20:51
19.03.2007	8:30	9:29	10:31	0.806	7:27	19:29

Здесь приводится местное время $LT=UT+7$. На рис. 1 приведены схемы солнечных затмений на поверхности Земли (по данным NASA). Заметим, что уникальность этих затмений для условий Томска заключалась в том, что они проходили при практически

одинаково умеренных значениях солнечной активности ($F_{10.7}=81.7$ и 70.1 для 29.03.2006 и 19.03.2007 соответственно) вблизи весеннего равноденствия, а также почти симметрично относительно местного полудня (вблизи восхода и захода солнца). Геомагнитная обстановка очень спокойная (вариации геомагнитного поля не превышали 15 гамм).

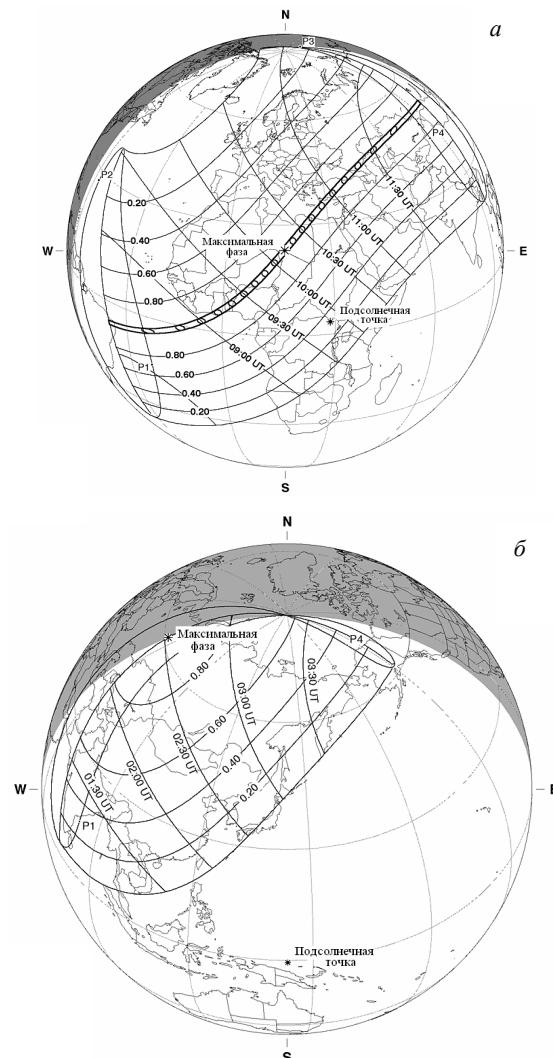


Рис. 1. Схема солнечных затмений на поверхности Земли: *а* – 29.03.2006, *б* – 19.03.2007.

На рис. 2 приведены изменения критических частот для ионосферных слоев E, F1 и F2. Для всех слоев происходит уменьшение критических частот, достигающее своих минимальных значений во время максимальной фазы затмений.

Во время максимальной фазы затмения 29.03.2006 (рис. 2, *a*) происходит резкое уменьшение электронной концентрации в максимумах ионосферных слоев E, F1, F2, которое достигает в максимальной фазе солнечного затмения соответственно ~ 40, 50 и 45 % относительно контрольных

дней. Для солнечного затмения 19.03.2007 (рис. 2, *б*) относительное уменьшение электронной концентрации составило в максимальной фазе ~45, 55, 60 % (E, F1, F2). При этом все невозмущенные суточные вариации электронной концентрации находятся в пределах ± 30 %, что является типичным для умеренных гелиогеофизических условий. Значение скорости изменения электронной концентрации на всех высотах ионосферы при наплыне тени Луны соответствует часам заката, а при уходе лунной тени – часам восхода.

Несмотря на то, что фаза затмения в 2006 г. была больше, относительные изменения электронной концентрации некоторых слоев оказались ниже полученных в 2007 г. Причиной тому является время затмения (вечерние часы): ко времени максимальной фазы электронная концентрация в слое E успела приблизиться к своим ночных значениям и, как следствие, не столь значительны ее относительные изменения. Общим для рассмотренных затмений является факт, что модуль скорости изменения электронной концентрации в среднем одинаков и составил ~ 30 электронов/(см³ с).

Таким образом, полученные результаты вертикального радиозондирования ионосферы подтверждают, что во время солнечного затмения происходит резкое уменьшение электронного содержания во всех слоях ионосферы. Количественные характеристики уменьшения электронной концентрации определяются не только фазой и длительностью затмения, но и временем наступления его максимальной фазы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кессених В.Н. Вопросы исследования ионосферы и солнечные затмения // Журнал технической физики. 1937. Т. VII, № 11. С. 1141–1152.

Томский государственный университет, Томск

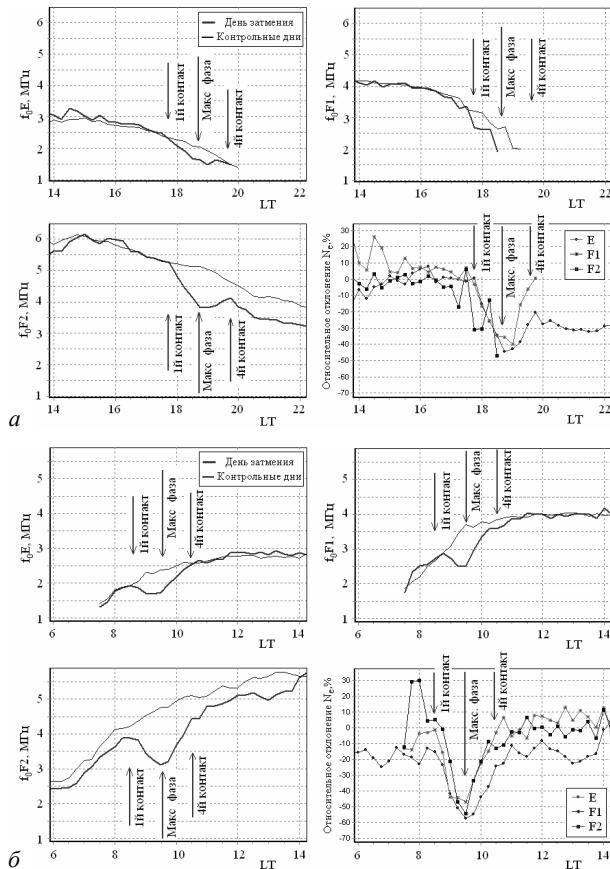


Рис. 2. Критические частоты и относительное отклонение электронной концентрации ионосферных слоев E, F1, F2 во время затмений: *a* – 29 марта 2006 г., *б* – 19 марта 2007 г.