

УДК 350.388

К ВОПРОСУ О СОСТОЯНИИ ИОНОСФЕРЫ ПОСЛЕ ПРОЛЕТА ЧЕЛЯБИНСКОГО МЕТЕОРОИДА

Данилкин Н.П., Журавлёв С.В., Лапшин В.Б.

В работе показано, что по данным ионосферной станции Ростов нельзя сделать вывод о существенных изменениях в электронной концентрации области F2 после прохождения и взрыва Челябинского метеороида.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: ИОНОСФЕРА, МЕТЕОРОИД, ПЭС

ВВЕДЕНИЕ

О воздействии метеорных потоков на ионосферную плазму известно давно [1, 2]. Принято считать, что оно проявляется, как правило, в виде интенсивного развития спорадических слоев Es в области вторжения потоков в верхнюю атмосферу. Иначе говоря, это влияние ограничивается высотами 90-110 км. Возможно, первым исключением из этого правила стало событие, связанное с падением метеорита 15.02.2013 г. в 03.20 вблизи Челябинска (здесь и далее время приводится к UT). След этого метеорита стал виден в атмосфере с высоты в 92 км (географические координаты, здесь и везде далее, 54,5о с.ш., 64,3о в.д.), а взрыв произошел на высоте 32 км (54,8о с.ш., 61,1о) в.д. В страто-мезосфере он двигался вдоль широты с небольшим отклонением к северу. Гелиогеофизический фон, предшествовавший падению метеорита, был спокоен. Индекс солнечной активности F10,7 не превышал 105 ед, число солнечных пятен Rz – 38 ед, планетарный Kp индекс – 4 единиц.

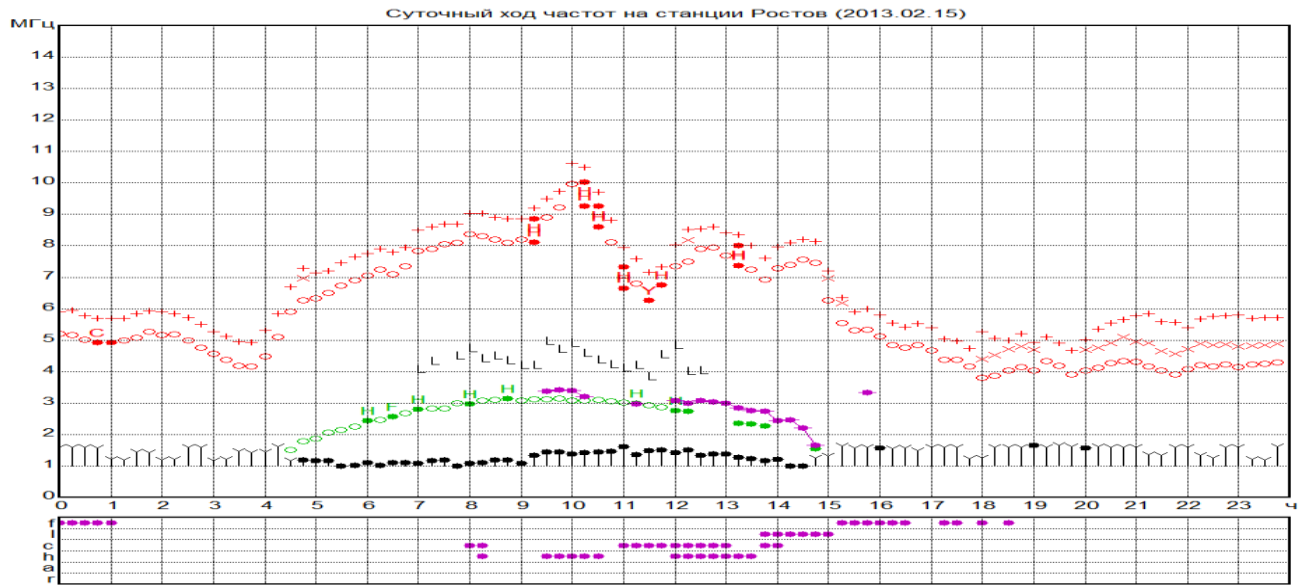
В первых публикациях [3,4] на прохождение Челябинского метеорита было отмечено, что заметные возмущения ионосферной плазмы на высотах превышающих 100 км были замечены на трех ионосферных станциях: Екатеринбург (56,8° с.ш., 60,6° в.д.), Москва (55,5° с.ш., 37,3° в.д.) и Ростов-на-Дону (47,2° с.ш., 39,6° в.д.). Расстояние от места взрыва и этими станциями составляло ~ 200, ~ 1700 и ~ 1900 км, соответственно.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ВЕРТИКАЛЬНОГО РАДИОЗОНДИРОВАНИЯ ИОНОСФЕРЫ

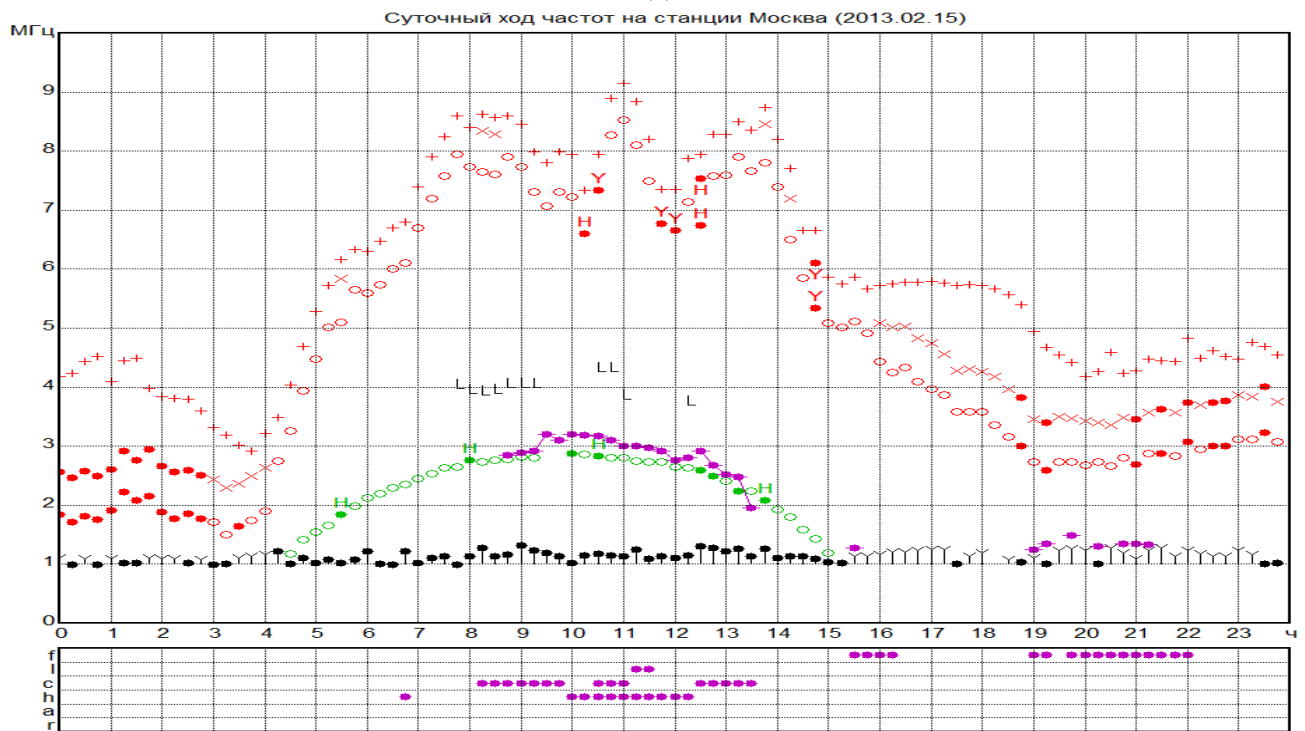
В работе [3] было отмечено, что 15 февраля (f- и h-графики представлены на фигурах 1 и 2) возникли возмущения, которые затронули практически всю область ионосферы – от 100 до 250 км. В 3.45 появился спорадический слой E в Екатеринбурге, который в 4.30 стал экранующим и просуществовал в течение 7 часов. Если это была реакция на взрыв болида, то она проявилась через 1 час 10 минут после взрыва. В Москве и Ростове слой Es возник с опозданием на 4,5 и 6 часов, соответственно. В гипотезе о резком воздействии взрыва болида на ионосферу, высказанной в [3] эффекты реакции верхней атмосферы (высоты 150-200 км) проявились спустя 3,5-7 часов на всех трёх станциях в виде резких и подобных изменений критических частот слоя F2 (foF2). Значительные колебания foF2 в Екатеринбурге начали происходить практически непосредственно со взрывом метеорита. Но самое заметное возмущение проявилось над Ростовом между 10.00 и 11.30 в виде падения foF2 ориентировочно с 10 МГц до 7 МГц.

Эта разница во времени между взрывом метеороида и заметной реакцией ионосферы в F2 области вызывает ряд вопросов, перед формулировкой которых – по мнению авторов настоящей работы – следует зафиксировать само наличие необычного поведения ионосферы 15 февраля 2013 года по сравнению с её обычным состоянием, характерным для этого времени года, чего, к сожалению, в работе [3,4] сделано не было.

(а)



(б)



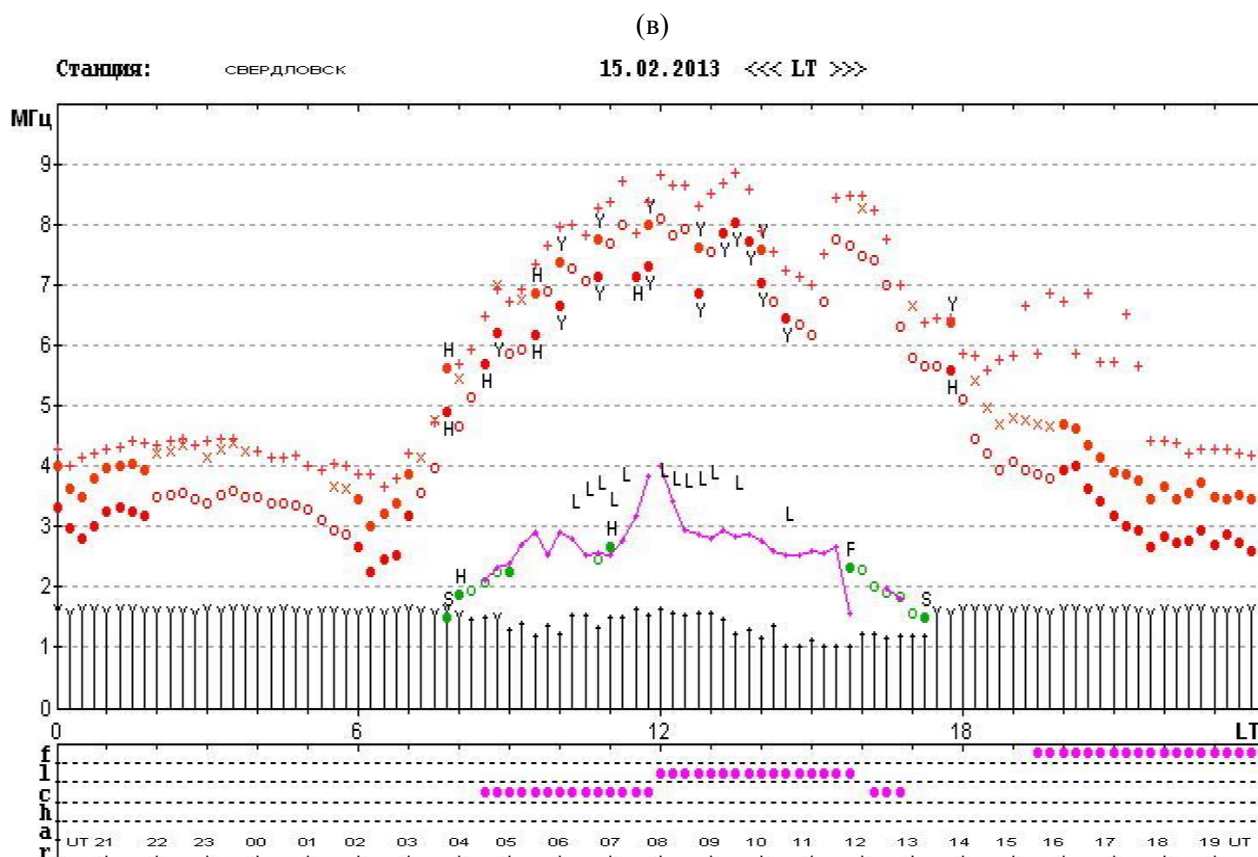


Рис. 1. Суточный ход (f-график) частотных характеристик ионосферы на станциях ВЗ:
 а) Ростов-на-Дону б) Москва; в) Екатеринбург.

Для этого был проведен анализ поведения области F2 в течение всего февраля месяца над Ростовом, над которым произошли наиболее глубокие уменьшения foF2 (рис. 3).

Представлены все 28 дней месяца, в котором упал метеороид. Хорошо видно, что для дней 2, 6, 9, 10, 11 и 13 февраля резкое уменьшение критической частоты в середине дня также имело место и связывать подобное уменьшение критической частоты именно с падением метеороида 15 февраля без дополнительной серьезной аргументации нельзя.

Отсутствие характерных изменений в области F2 ионосферы в день падения метеорита, которые можно было бы считать гарантировано происшедшими по причине воздействия метеороида по сравнению с указанными предшествующими днями также хорошо можно видеть при анализе изменений плазменной частоты на фиксированных высотах. На рис. 4 приведены соответствующие изменения для Ростова 15.02., а на рис. 5 для дней 9-го и 11-го февраля.

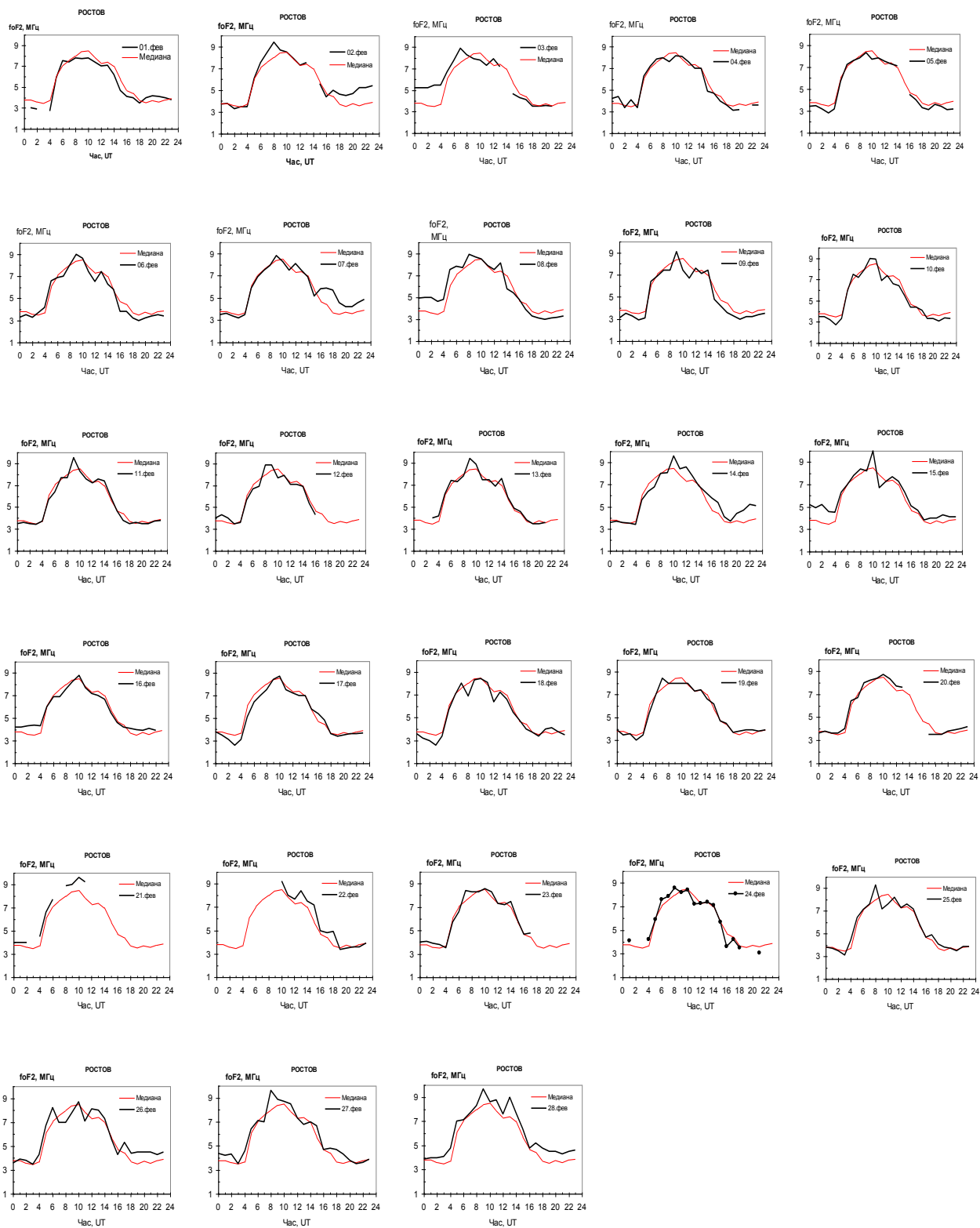


Рис. 3. Суточные хода f_oF_2 (1-28.02 Ростов). Красная кривая – медиана за этот период.

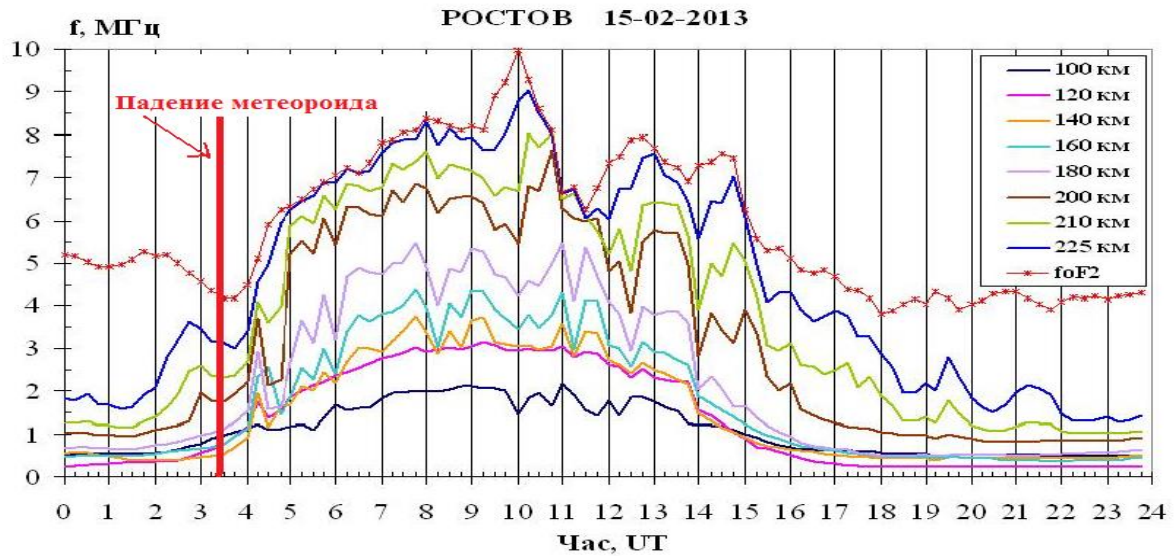


Рис. 4. Изменения плазменных частот ионосферы над Ростовом 15 февраля 2013 года.

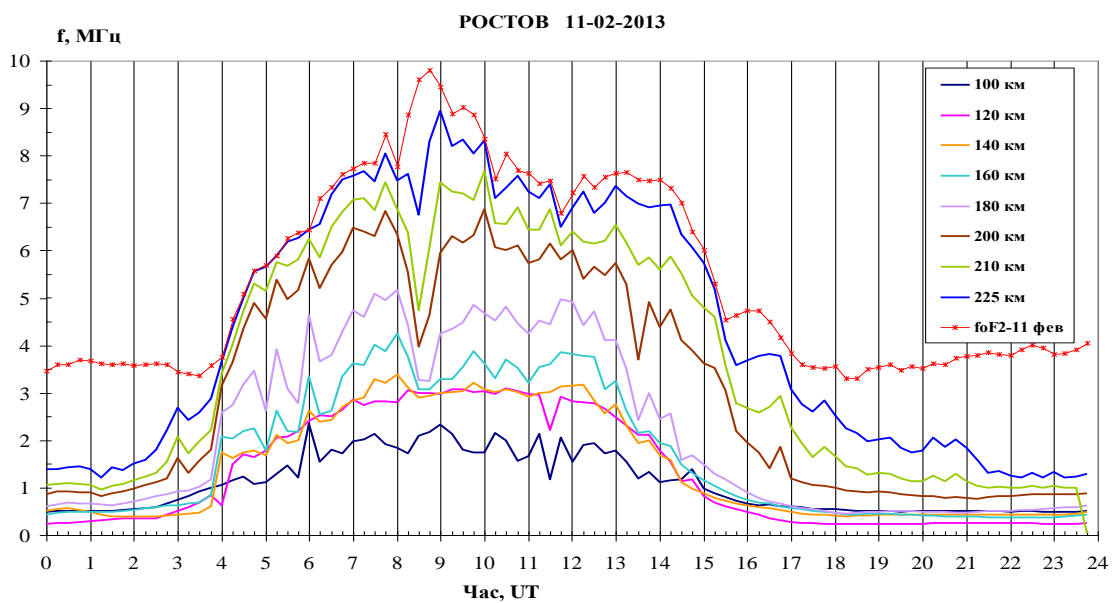
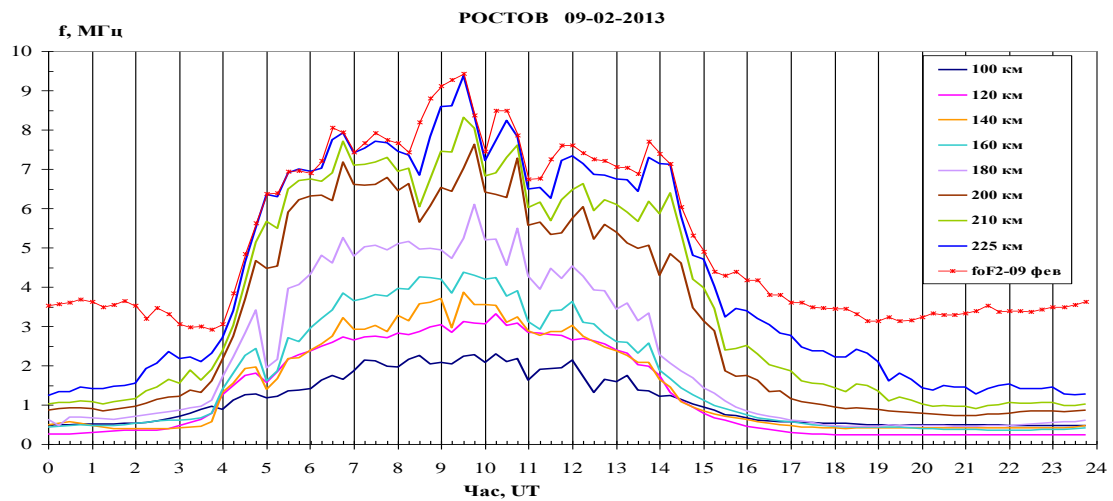


Рис. 5. Изменения плазменных частот ионосферы над Ростовом 11 февраля 2013 года.

ВЫВОД

По данным вертикального радиозондирования ионосферной станции Ростов существенного влияния на область F2 ионосферы Челябинского метеороида (15.02.2013) не выявлено. Для подтверждения или опровержения гипотезы о стимулировании Челябинским метеороидом области F2 ионосферы необходимо произвести более

тщательное рассмотрение состояния ионосферы с привлечением данных ионосферных станций ВЗ всего соответствующего региона.

Авторы благодарят Г.В. Гивишвили и Л.Н. Лещенко за полезные дискуссии, Л.Н. Лещенко за построение использованных в статье рисунков

TO A QUESTION ON THE STATE OF THE IONOSPHERE AFTER THE CHELYABINSK METEOROID PASSING

It is shown that according to the ionospheric station Rostov can not conclude on significant changes in the electron density of the F2 after the passage and the explosion of the Chelyabinsk meteoroid.

KEYWORDS: IONOSPHERE, CHELYABINSK METEOROID, TEC (TOTAL ELECTRON CONTENT).

ЛИТЕРАТУРА

1. Ловелл Л. Метеорная ионизация и ионосферные аномалии // УФН. 1950. Т. 41. № 9.
2. Appleton E.V., Naismith R. The Meteoric Ionization of Es // Proc. Phys. Soc. 1947. V. 36. P. 461.
3. Г. В. Гивишвили, Л. Н. Лещенко, В. В. Алпатов, С. А. Григорьева, С. В. Журавлёв, В. Д. Кузнецов, О. А. Кусонский, В. Б. Лапшин, М. В. Рыбаков Ионосферные эффекты, стимулированные Челябинским метеороидом //
4. Г. В. Гивишвили, Л. Н. Лещенко, В. В. Алпатов, Н.П.Данилкин, С. А. Григорьева, О. А. Кусонский, М. В. Рыбаков Возмущения в ионосфере, вызванные Челябинским метеороидом // Труды Международной научной конференции ИРЭМВ-2013, 23-28 июня 2013 года, Таганрог-Дивноморское, с.559-563.