

2. Е. А. Бенедиктов, Л. В. Гришкевич, В. А. Иванов, Г. П. Комраков, Изв. вузов — Радиопизика, 14, № 9, 1452 (1971).
 3. Е. А. Бенедиктов, Л. В. Гришкевич, В. А. Иванов, Изв. вузов — Радиопизика, 15, № 5, 695 (1972).

Научно-исследовательский
радиопизический институт

Поступила в редакцию
11 сентября 1979 г.

УДК 550.388.2

РЕЗУЛЬТАТЫ ОДНОВРЕМЕННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ ГЕОМАГНИТНЫХ ВАРИАЦИЙ И ВОЛНОВЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ В ИОНОСФЕРЕ

Л. С. Альперович, В. И. Дробжев, В. М. Краснов,
В. М. Сорокин, Г. В. Федорович

К настоящему времени установлено, что распространение внутренних акустико-гравитационных волн (ВАГВ) приводит к волновым возмущениям (ВВ) электронной концентрации в ионосфере. Волновые возмущения среднемасштабного класса существуют по всей толще ионосферы в любое время суток и сезона [1, 2]. Естественно предположить, что изменения электронной концентрации под воздействием ВАГВ в нижней ионосфере должны приводить к вариациям геомагнитного поля.

Следует отметить, что вопросам связи флукутаций электронной концентрации ионосферы с геомагнитным полем было посвящено много работ (см., например, § 19 [6], [7]). Однако они содержат противоречивые результаты, что, по-видимому, объясняется косвенными методами проверки, а также малой точностью измерений флукутаций электронной концентрации.

Целью настоящей работы является экспериментальная проверка указанного предположения на основе одновременных наблюдений спектрального состава ВВ в ионосфере и вариаций H -компоненты геомагнитного поля как в спокойных условиях, так и во время активных воздействий типа мощных строительных взрывов.

Спектральный состав ВВ в ионосфере исследовался при регистрации доплеровского сдвига частоты $f_D(t)$ при наклонном (трасса Ташкент — Алма-Ата) и вертикальном зондировании (Алма-Ата). Аппаратура и методика обработки записей описаны в [3, 4]. Частота наклонного зондирования во всех сеансах равнялась 2,5 МГц, что позволяло проводить исследования ВВ на высотах 75—85 км. Частота вертикального зондирования равнялась 5 МГц (высота отражения радиоволн 200—250 км). Точность доплеровских измерений при наклонном зондировании составляла величину $\sim 0,005$ Гц и при вертикальном — 0,01 Гц. Изменения H -компоненты регистрировались на прецизионном кварцевом магнитографе с точностью 0,5 γ (Алма-Ата).

Для спектрального анализа выбирались записи длительностью 3—5 часов, полученные в дневное время. Перед обработкой устранялся низкочастотный тренд с периодом более 1 часа. Частота дискретизации процессов — 2 мин для данных наклонного зондирования и 1 мин для данных вертикального зондирования и H -компоненты, при этом значения величин усреднялись за период дискретизации. Длительность корреляционного окна равнялась 50 мин. Спектры мощности исследуемых величин, рассчитанные за различные дни, усреднялись.

Расчет спектров мощности прежде всего показал, что как в D - и F -областях ионосферы, так и в вариациях H -компоненты геомагнитного поля отмечаются четко выраженные пики спектральной плотности. На рис. 1 представлены усредненные графики спектральной плотности для D - (рис. 1а, усреднено 45 сеансов), F -области (рис. 1б, усреднено 40 сеансов), а также вариаций H -компоненты (рис. 1в, усреднено 20 сеансов), полученных примерно в один и тот же период времени (1977—1978 г.).

Из рис. 1а, б, видно, что графики содержат фактически одни и те же частотные составляющие. Причина отсутствия 6 мин периода ВВ в F -области объясняется наименьшей частотой обрезания ВАГВ [1]. Интересно отметить, что спектральный состав ВВ мало изменяется от сезона к сезону [1]. Аналогичная картина имеет место и для вариаций H -компоненты геомагнитного поля. На рис. 1г приведен усредненный спектр мощности вариаций H -компоненты (усреднялось 16 сеансов, май 1979 г.). Видно его хорошее соответствие спектру на рис. 1в.

Таким образом, анализ фоновых флукутаций $f_D(t)$ и $H(t)$ показал хорошее совпадение спектрального состава флукутаций электронной концентрации в ионосфере и изменений амплитуды геомагнитного поля. В то же время данный эксперименталь-

ный результат не является, по-видимому, достаточным для окончательного вывода о связи рассматриваемых явлений

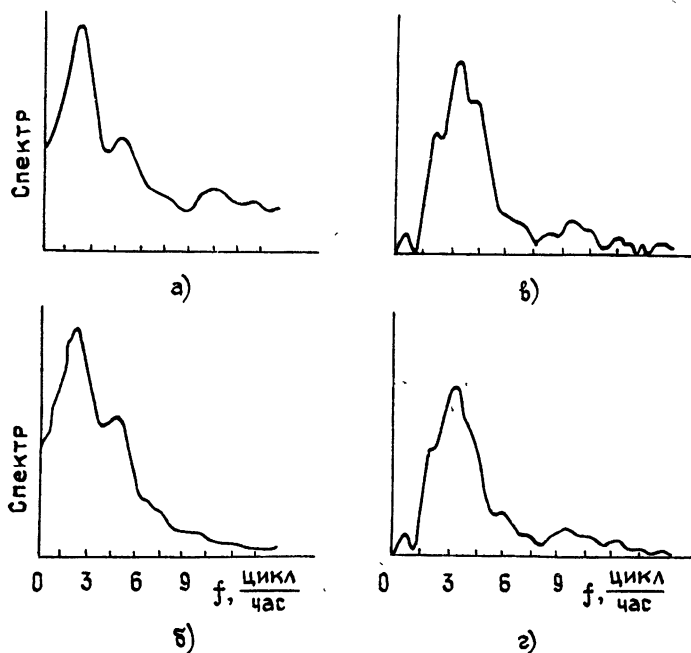


Рис. 1.

Убедительным подтверждением может служить эксперимент с мощными наземными взрывами, когда непосредственно генерируются ВАГВ, возмущающие электронную концентрацию в ионосфере. В работе [5] рассмотрено воздействие на нижнюю ионосферу ВАГВ, возникающих при взрывах. Показано, что взрывы мощностью в сотни тонн ТНТ приводят к увеличению амплитуды низко- и высокочастотных флуктуаций электронной концентрации. Кроме того, низкочастотная компонента приобретает четко выраженный периодический характер. Учитывая одинаковый спектральный состав и предполагая наличие связи обсуждаемых явлений, следует ожидать, что аналогичные эффекты должны проявиться и в возмущениях геомагнитного поля.

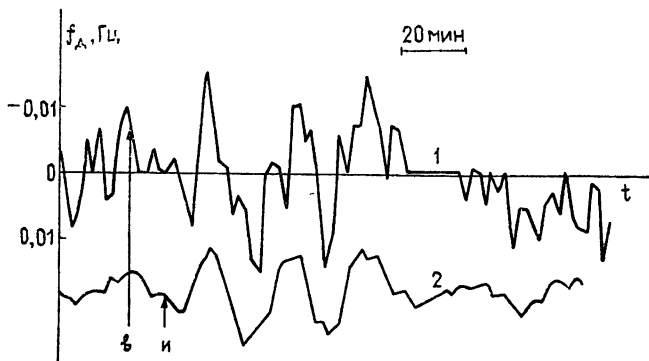


Рис. 2.

Всего в эксперименте было проанализировано: 1 взрыв мощностью 18 т ТНТ на расстоянии 20 км и 7 взрывов мощностью больше 100 т на расстоянии ~ 300 км от Алма-Аты. На рис. 2 представлена запись доплеровского сдвига частоты (кривая 1 — исходная запись, 2 — отфильтрованная), полученная во время промышленного взрыва 29 апреля 1977 г., на рис. 3а — исходная магнитограмма H -компоненты геомагнитного поля за тот же промежуток времени. Время взрыва («В») и время начала реакции

ионосферы («И») на взрыв отмечены стрелками. Взрыв заряда массой ~ 180 т был произведен в пункте, расположенном на расстоянии ~ 250 км от Алма-Аты. Из записей $f_D(t)$ и $H(t)$ нетрудно видеть, что взрыв приводит к появлению четко выраженной периодической структуры колебаний (квазипериод ~ 25 мин) и к увеличению амплитуды низкочастотной компоненты по сравнению с фоновыми колебаниями. Точно так же наблюдалось увеличение амплитуды низкочастотной составляющей в остальных случаях, за исключением двух, когда взрывы были произведены на расстоянии более 1000 км от Алма-Аты. Кроме указанного явления, на магнитограммах обращает на себя внимание появление быстрых квазипериодических флуктуаций $H(t)$ (квазипериоды порядка нескольких минут) через примерно одинаковый промежуток времени (порядка минут) после реакции ионосферы на взрыв. Для примера на рис. 3 приведены записи магнитограмм во время двух взрывов (второй проведен 31 декабря 1977 г., мощность ~ 800 т). Аналогичные флуктуации наблюдались в остальных случаях, кроме взрыва мощностью 18 т и взрыва на расстоянии 1500 км.

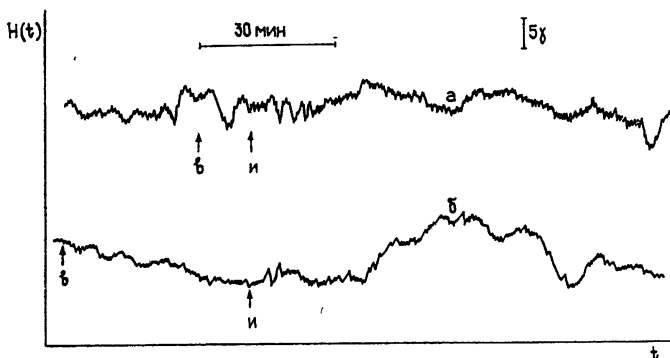


Рис. 3.

Резюмируя изложенное, можно сказать, что проведенные сопоставления достаточно хорошо свидетельствуют о наличии связи возмущений геомагнитного поля и постоянно существующих среднemasштабных волновых возмущений электронной концентрации в ионосфере. Для получения более полного материала и более уверенных выводов необходима организованная постановка одновременных исследований в разных пунктах.

Данная работа выполнена в рамках Всесоюзной программы «Волновые возмущения».

Авторы благодарны А. Е. Левитину (ИЗМИРАН СССР) за любезно предоставленные магнитограммы.

ЛИТЕРАТУРА

1. В. И. Дробжев, В. М. Краснов, Н. М. Салихов, Изв. вузов — Радиофизика, 22, № 2, 244 (1979).
2. K. C. Yeh, C. H. Liu, Rev. Geophys. Space Phys., 12, 193 (1974).
3. В. И. Дробжев, В. М. Краснов, Н. М. Салихов, в сб. Ионосфера и солнечно-земные связи, изд. Наука, Алма-Ата, 1977, с. 33.
4. В. М. Краснов, Радиотехника и электроника, 21, № 3, 40 (1976).
5. В. И. Дробжев, В. М. Краснов, Н. М. Салихов, Изв. вузов — Радиофизика, 21, № 12, 1862 (1978).
6. Б. Н. Гершман, Динамика ионосферной плазмы, изд. Наука, М., 1974.
7. H. J. Duffus, G. M. Boyd, J. Atmosph. Terr Phys., 30, 481 (1968).

Сектор ионосферы АН Каз ССР

Поступила в редакцию
16 июля 1979 г.