

УДК 550.388.2

ОБ ОДНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭФФЕКТА ДЕЛИНЖЕРА ПО ДАННЫМ СОЛНЕЧНЫХ РАДИОИЗЛУЧЕНИЙ

Л. П. Морозова

Рассматривается возможность прогнозирования эффекта Делинжера за семь дней по признаку превышения текущим уровнем интенсивности радиоизлучения на $\lambda = 3,2$ см плавающего порога, зависящего от индекса солнечной активности $F_{10,7}$. Прогноз является квазиоптимальным, минимизирующим суммарные потери за счет пропуска и ложного обнаружения эффекта, и обеспечивает по данным за 1978—1981 гг. вероятность правильного обнаружения порядка 90%.

Прогнозирование эффекта Делинжера является важным для решения практических задач, так или иначе связанных с распространением радиоволн в ионосфере. Прогнозирование на оптимальной основе минимизации суммарных потерь за счет пропуска события и его ложного предсказания при обнаружении внезапных ионосферных возмущений (ВИВ) в области D было предложено в работе [1], где осуществлялась диагностика ВИВ типа эффекта Делинжера. К сожалению, интенсивность рентгеновского излучения I_0 , которая являлась основным параметром при диагностике в [1], не может использоваться в прогнозировании, так как еще не реализована схема прогноза уровня рентгеновского излучения.

В работе [2] отмечалось, что важным шагом к построению практических схем прогнозирования ионосферных эффектов солнечных вспышек было бы рассмотрение сопоставления ВИВ и данных о солнечном радиоизлучении. Такое рассмотрение осуществлено в работе [3], где в качестве параметра-предиктора выбрана интенсивность солнечного радиоизлучения на $\lambda = 3,2$ см в терминах относительной изменчивости антенной температуры радиотелескопа T_a :

$$\xi = (T_a^3 - T_a^0)/T_a^0 \text{ или } \xi = (T_a^4 - T_a^0)/T_a^0,$$

где T_a^0 , T_a^3 , T_a^4 значения T_a соответственно в день начала медленного увеличения T_a и тремя и четырьмя днями позже. Критерием прогнозирования в [3] выбрано следующее условие: если относительное превышение ξ антенной температуры T_a радиотелескопа на 3,2 см удовлетворяет неравенству

$$\xi \geq \xi_0,$$

то в течение семи дней появится эффект Делинжера. В работе [3] выбрано значение порога $\xi_0 = 0,070$, которое, как показано ниже, является неоптимальным. В целях проверки эффективности этого правила и способа его усовершенствования были проанализированы данные за летние и зимние периоды 1978—1981 гг. Данные по T_a брались из наблюдений радиоизлучения на 3,2 см в Горьком [4]. Данные о внезапных ионосферных возмущениях, а именно эффекта Делинжера, брались по результатам наблюдений на обсерватории Панская Весь на частотах 1538 и 6090 кГц [5].

Результаты проверки указанного критерия прогнозирования $\xi \geq 0,07$ сведены в табл. 1, где под ПО подразумевается число правильных обнаружений эффекта Делинжера, ПР — обозначает число пропусков явлений и ЛО — число ложных обнаружений, т. е. согласно признаку должно быть явление, хотя на самом деле оно не наблюдалось. Как видно из табл. 1, оправдываемость этого критерия, равная отношению всех правильно обнаруженных явлений к общему количеству явлений, составляет 57% при суммарном значении пропусков и ложных обнаружений, равном 106.

Таблица 1

Характеристика обнаружений	1978		1979		1980		1981	
	лето	зима	лето	зима	лето	зима	лето	зима
ПО	34	6	36	8	24	4	17	16
ПР	10	2	3	10	13	25	29	8
ЛО	0	0	1	4	0	1	0	0

С целью определения возможностей улучшения прогноза эти же данные по T_a и эффекту Делинжера целесообразно обработать по методике работы [1] с переменным значением ξ_0 . Величина ξ_0 выбирается из условия оптимального обнаружения, которое выполняется только при минимуме суммарных потерь за счет пропуска события и его ложного обнаружения. Это приведет к необходимости изменения порога ξ_0 . Определение оптимального порога ξ_{opt} для разных сезонов 1978—1981 гг. позволяет найти эмпирическую зависимость ξ_{opt} от сезона и солнечной активности. Данные эпигнозной обработки представлены в табл. 2, причем рассматривается наиболее простой случай идеально-го наблюдателя, когда стоимость пропуска равна стоимости ложного обнаружения.

Таблица 2

Характеристика обнаружений	1978		1979		1980		1981	
	оптимальный порог обнаружения ξ_{opt}							
	0,05 лето	0,05 зима	0,05 лето	0,03 зима	0,03 лето	0,01 зима	0,01 лето	0,01 зима
ПО	36	7	39	14	35	27	45	24
ПР	8	1	0	4	2	2	1	0
ЛО	1	1	1	4	0	2	0	0

Как видно из табл. 2, оправдываемость критерия $\xi \geq \xi_{opt}$ с точки зрения диагностики эффекта Делинжера оказывается равной 92% при суммарном значении пропусков и ложных обнаружений, равном 27, что свидетельствует о принципиальной возможности улучшения прогнозного правила $\xi \geq \xi_0$.

Превращение эпигнозного правила $\xi \geq \xi_{opt}$ в правило для прогнозирования требует реализации схемы прогнозирования ξ_{opt} . Анализ данных табл. 2 показывает, что ретроспективное ξ_{opt} зависит от уровня солнечной активности и не зависит от сезона. Естественно поэтому установить связь ξ_{opt} с такой характеристикой солнечной активности, которая была бы практически удобна. Так были взяты из табл. 2 данные в виде $\xi_{opt}(t)$, где t — период времени за месяц, и из [5] данные о временной изменчивости интенсивности солнечного излучения $F_{10,7}(t)$, что параметрически определило зависимость $\xi_{opt}(F_{10,7})$. Сглаженный вид этой функции вместе с исходными эмпирическими точками на плоскости ($\xi_{opt}, F_{10,7}$) представлен на рис. 1.

Тем самым определена возможность прогнозирования эффекта Делинжера по превышению относительной вариации ξ между третьим днем и нулевым с использованием «плавающего» порога $\xi_{opt}(F_{10,7})$, изменяющегося от 0,01 до 0,07 согласно графику на рис. 1. Для иллюстрации схемы прогнозирования в соответствии с правилом $\xi \geq \xi_{opt}(F_{10,7})$ приведен рис. 2 для зимы 1979—1980 гг. Сплошной кривой даны относительные вариации $\xi(t)$, пунктирной кривой — уровень $F_{10,7}$ на каждый день, вертикальными столбиками вблизи оси абсцисс отмечены дни, когда наблюдался эффект Делинжера. Горизонтальная ось времени имеет даты начала и середины месяцев, по вертикали отложены величины ξ и $F_{10,7}$. При использовании постоянного порога $\xi_0 = 0,07$ согласно работе [3] число ПО=4, число ПР=25 при одном ЛО (см. табл. 1). Величина $\xi_{opt}(F_{10,7})$ изменяется в пределах $0,01 \div 0,03$, что следует из характера изменчивости $F_{10,7}$ в течение рассматриваемого периода времени. Правило прогнозирования $\xi \geq \xi_{opt}(F_{10,7})$ позволяет обнаружить 27 эффектов Делинжера из 29 наблюдаемых за указанный период. Суммарная величина ПР и ЛО уменьшилась до четырех, хотя число ЛО увеличилось на единицу. В табл. 3 приведены результаты обработки данных с точки зрения предложенного принципа прогнозирования для всех рассматриваемых выше сезонов. Оправдываемость рассмотренного прогнозного критерия равна примерно 90% при суммарном количестве ЛО и ПР, равном двадцати семи. Следует отметить, что предложенный способ прогнозирования эффекта Делинжера имеет лучшую оправдываемость по сравнению с уже известным методом работы [3].

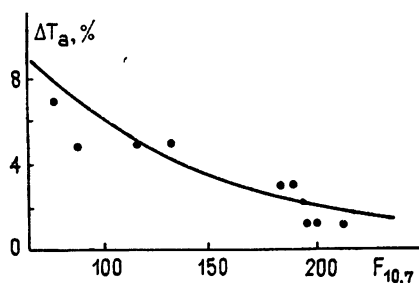


Рис. 1.

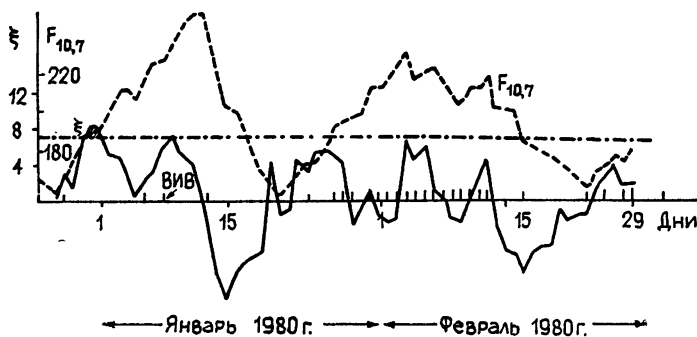


Рис. 2.

Таблица 3

Характеристика обнаружений	1978		1979		1980		1981	
	0,01 < $\xi_{opt}(F_{10,7})$ < 0,07							
	лето	зима	лето	зима	лето	зима	лето	зима
ПО	41	8	39	14	35	27	39	23
ПР	3	0	0	4	2	2	7	1
ЛО	1	0	1	4	0	2	0	0

В заключение выражаю признательность А. Д. Данилову, Н. П. Данилкину и Ю. К. Калинину за интерес к работе и полезные дискуссии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Калинин Ю. К., Морозова Л. П.—В сб. Ионосферные исследования.—М.: Сов. радио, 1981, № 34, с. 98.
2. Данилов А. Д. — Изв. вузов — Радиофизика, 1981, 24, № 10, с. 1171.
3. Zhu Z. Y. et al. Solar-Terrestrial Predictions Proc., Us Dept. Commerce, 1980, 4, p. C-107.
4. Радиоизлучение Солнца.—Горький: НИРФИ (станция «Зяменки»); 1978—1981.
5. «Ionospheric Data», Observatories Pruhonice and Panska Ves, 1978—1981.
6. Solar-Geophysical Data prompt report, 1977—1981.

Институт прикладной геофизики

Поступила в редакцию
17 марта 1982 г.

ONE POSSIBILITY OF PROGNOSTICATION OF DELINGIER EFFECT ACCORDING TO SOLAR RADIATION DATA

L. P. Morozova

A possibility is considered of prognostication for the period of seven days of Delingier effect according to the excess of the flowing level of the radiation intensity at $\lambda = 3.2$ cm over the drifting threshold depending on the index of the solar activity $F_{10.7}$. The prognostication is quasi-optimal, minimizing the total losses due to a blank and false detection of the effect and provides according to 1978—1981 data a probability of the correct detection of the order of about 90%.

ГЕОМАГНЕТИЗМ И АЭРОНОМИЯ, т. XXII, № 4, 1982 г.

(Продолжение)

Г. И. Герасимов, Б. Т. Жумабаев, И. Д. Козин, Б. М. Рубинштейн, В. М. Сомиков, Б. А. Туркеева. Генерация волновых возмущений в нижней ионосфере солнечными вспышками.

Решена задача о генерации волн при солнечной вспышке (СВ) за счет поглощения солнечной энергии атмосферой. Характерные времена возмущений нейтральной атмосферы до высот 100 км ограничены периодами 6 мин. С ростом частоты амплитуда гармоник имеет тенденцию убывать. Экспериментальные данные по приему радиосигнала при наклонном зондировании нижней ионосферы согласуются с теоретическими оценками.

В. В. Васьков, А. В. Гуревич. Возбуждение мелкомасштабных неоднородностей в области плазменного резонанса.

Исследована квазистационарная структура мелкомасштабного расслоения ионосферной плазмы в области отражения мощной обыкновенной радиоволны. Расслоение связано с рассеянием падающей волны на неоднородностях в собственные колебания замагниченной плазмы (z -моду) и последующим распространением возбуждаемых волн в область плазменного резонанса, где они эффективно фокусируются на неоднородностях и быстро диссипируют.

Н. Д. Борисов, И. И. Варшавский. Влияние ионосферных неоднородностей на обратное рассеяние радиоволн, возникающее в поле мощной стоячей волны.

Исследуется влияние ионосферных неоднородностей различных масштабов на среднюю интенсивность отраженной от решетки искусственных возмущений пробной волны. Показано, что заметное уменьшение сигнала возникает в присутствии неоднородностей с поперечным размером порядка длины волны в зоне синхронизма.

(Продолжение см. с. 1178)