

ЭФФЕКТЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ СОСТОЯНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ПОГОДЫ НА ВЕРХНЮЮ АТМОСФЕРУ ЗЕМЛИ ПО ДАННЫМ МОНИТОРИНГА ПОТОКОВ МОЩНЫХ РАДИОИСТОЧНИКОВ НА РТ «УРАН-4» РИ НАНУ

М.И. Рябов¹, С.К.Панишко¹, Л.И.Гугля²

¹ Одесская обсерватория «УРАН-4» Радиоастрономического института НАН Украины,
Одесса, Украина, ryabov-uran@ukr.net

² Кафедра астрономии физического факультета Одесского национального университета
им.И.И.Мечникова, Одесса, Украина

Со времени ввода в эксплуатацию радиотелескопа «УРАН-4» в 1987 году и до настоящего времени кроме участия в РСДБ программе на нем была организована программа мониторинга потоков мощных галактических и внегалактических радиоисточников Кассиопея А, Телец А, Лебедь А и Дева А. Каждый источник наблюдался ежесуточно в течение 4 часов, так что общее время суточного мониторинга превышало 13 часов, которые включали ночные, дневные, утренние и вечерние наблюдения в различные месяцы года. Результаты проведения мониторинга потока радиоисточника 3С461 в августе 2005г. изображены на рисунке 1. В результате «просвечивания» верхней атмосферы Земли радиоисточниками регистрируются кратковременные изменения потока связанные с результатом воздействия солнечной и геомагнитной активности на ионосферу.

Рассмотрены результаты обработки данных наблюдений космических радиоисточников в периоды экстремальных состояний космической погоды в период спада активности 23-ого солнечного цикла. Характер зависимости потоков источников от состояния солнечной и геомагнитной зависимости определялся с помощью построения множественных корреляционных моделей.

В связи с тем, что поток радиоисточника испытывает довольно сильные суточные и внутрисуточные вариации при построении моделей регрессии, рассматривался каждый часовой угол отдельно.

В качестве зависимой переменной рассматривались показания потока радиоисточников. Данные были разбиты на периоды соответствующие одному месяцу.

В качестве независимых переменных для всех периодов исследования применялся следующий набор факторов: Radio Flux 10.7cm-**F10**; Sunspot Area (пло-

щадь солнечных пятен в миллионных долях площади видимой солнечной полусферы)- **Sp**; Sunspot Number (числа Вольфа)- **W**; Protons (потоки протонов с энергиями более 1; 1; 100 MeV)- **P**; Electrons (потоки электронов с энергиями более 0,6; 2 MeV)- **E**; **K** - индекс возмущенности магнитного поля и составляющие вектора магнитного поля (**H,Z,D**) по данным магнитной обсерватории «Одесса» Института геофизики НАНУ, **D**-плотность и **V**- скорость солнечного ветра на орбите Земли (АСЕ-2).

Расчет линейного уравнения множественной регрессии проводился методом наименьших квадратов с использованием пакета STATISTICA – 7. Уравнение прямой, получено из условия минимизации суммы квадратов отклонений.

Подбор и расчеты моделей осуществлялись с учетом взаимной корреляции независимых переменных, т.к. в обратном случае возникает проблема неопределенности в оценках. Сначала определялась мера зависимости переменных (коэффициент парной корреляции), а затем применялся метод пошагового регрессионного анализа. Таким образом, с учетом взаимной корреляции независимых переменных было построено более 60 моделей, для каждого часового угла, в каждом исследуемом периоде. На основе расчетов таких моделей выявлялись максимальные вклады в величину множественного коэффициента корреляции. На основании которых, были составлены сводные таблицы результатов (таблицы 1).

Графической иллюстрацией качества работы построенной модели является график зависимости наблюдаемых значений выходной переменной от предсказанных значений (рисунок 2). Как видно из рисунка построенная нами модель хорошо согласуется с данными.

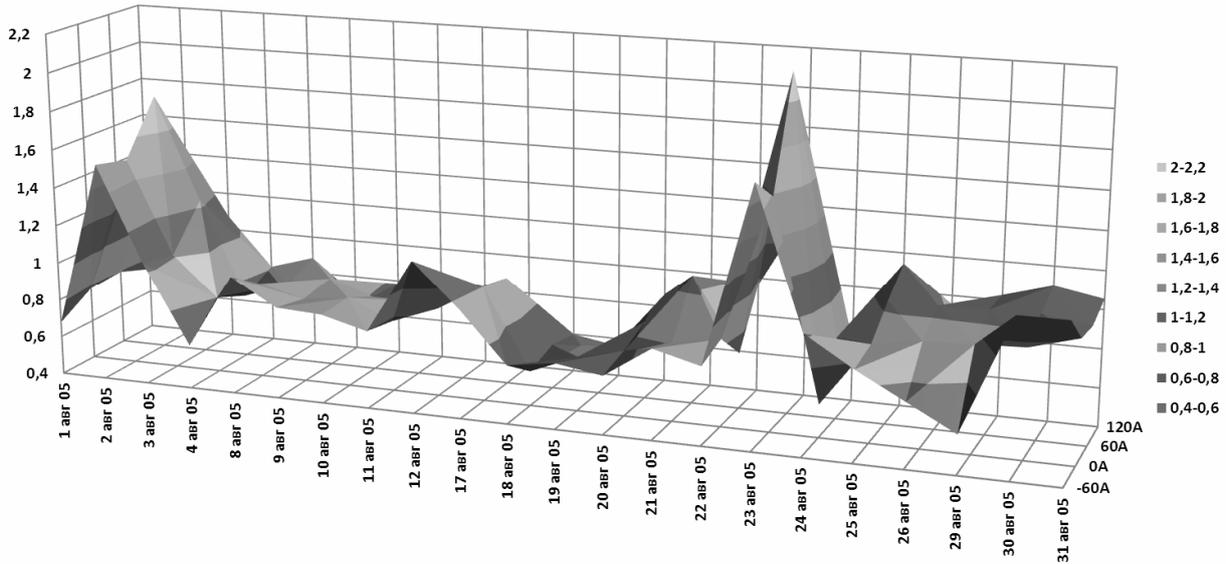


Рисунок 1. Вариации потока радиоисточника 3C461 А 25 МГц (август 2005г.)

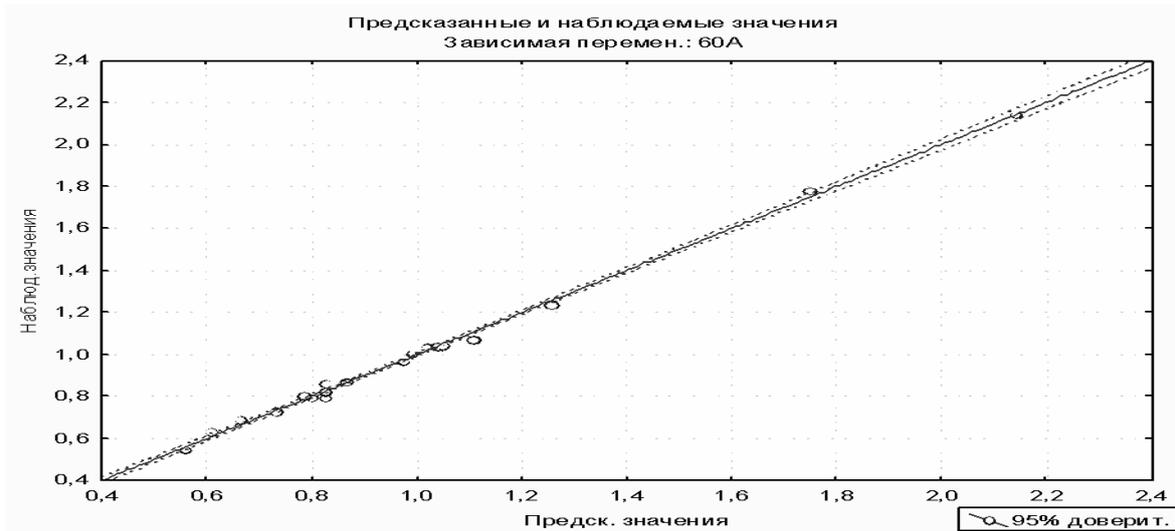


Рисунок 2. График предсказанных и наблюдаемых значений для источника 3C 461 (август 2005 г.)

Таблица 1: Сводная таблица результатов расчета множественной регрессии для радиоисточника 3C 461 А25 МГц (август 2005г.)

Часовой угол	Multiple R, max	Proton > 1 Mev	Proton > 10 Mev	Proton > 100 Mev	Electron > 0,6 MeV	Electron > 2 MeV	Radio Flux 10.7cm	Sunspot Number	Sunspot Area	Sp-Sunspot Area	W-числа Вольфа	K	H	Z	D	Speed [km/s]	Np [cm-3]
-60m	0,93	-0,54	0,81	-0,82	-0,48	-0,27	-0,30	0,17	0,31	-0,61	0,57	0,70	0,50	0,66	-0,28	0,78	0,73
0m	0,97	-0,80	0,86	-0,82	-0,46	-0,25	-0,36	0,35	0,38	-0,79	0,81	-0,70	-0,45	0,30	0,33	0,86	0,83
60m	0,99	-0,94	0,99	-0,99	-0,95	0,90	0,61	0,47	0,93	-0,99	0,99	-0,97	0,91	0,83	0,88	0,99	0,98
120m	0,97	-0,75	0,81	-0,79	-0,42	0,23	0,64	0,70	0,62	-0,81	0,77	-0,73	-0,36	0,42	0,63	0,81	0,77

где:

Multiple R – коэффициент множественной корреляции; r – частные коэффициенты корреляции.

Характер влияния этих факторов определяет их воздействие на вариации потока источников. Вследствие увеличения УФ излучения Солнца, происходит рост электронной концентрации, что приводит к увеличению поглощения и как следствие к уменьшению потока радиоисточников. Потоки электронов, с энергиями больше 0,6 MeV и больше 2 MeV так же приводят к уменьшению потока, поскольку они вносят свой дополнительный вклад в увеличение электронной концентрации в ионосфере.

В свою очередь потоки протонов приводят к усилению потока радиоисточников. Это связано с тем, что появление потоков энергичных протонов связано с мощными солнечными вспышками. При их попадании на землю происходят мощные магнитные и ионосферные бури, сопровождаемые сильным нагревом верхней атмосферы и ионосферы. Результаты расчета корреляционных моделей для различных часовых углов приема излучения радиоисточников свидетельствует о наличии угловой структуры распределения электронов и протонов различных энергий в потоке частиц создаваемых мощными солнечными вспышками.

Выводы

Изменение уровня потока радиоисточников определяет не отдельно взятый фактор, а комплекс явлений и процессов, формирующих состояние космической погоды:

Индексы, отражающие солнечную активность (радиоизлучения Солнца на длине волны 10,7 см, числа и площадь пятен по всему диску Солнца и отдельно по полушариям, в зависимости от положения Земли относительно солнечного экватора. Результаты расчетов показывают более значимые значения частных коэффициентов корреляции по полушариям,

чем по всему диску Солнца. Ведущие факторы: **F10(0,80), W(0,70), Sp(0,93)**

Индексы характеризующие состояние возмущенности магнитного поля по данным станции «Одесса» (K, H, Z, D). Ведущие факторы: **H(0,91), Z(0,83)**

Потоки частиц (электроны и протоны с различными энергиями), скорость и концентрация частиц солнечного ветра. Ведущие факторы: **Electron >2MeV(0,90) Proton >100 MeV(-0,99)**

В результате расчетов более 60 моделей (для каждого часового угла) множественной корреляционной зависимости между потоками источников и факторами, формирующими космическую погоду в условиях экстремальных состояний солнечной и геомагнитной активности получены значения **множественного коэффициента корреляции в интервале 0.86-0.99**

Определено, что характер и степень влияния этих факторов меняются при различных временах и направлениях приема излучения космических радиоисточников и фазах развития магнитных и ионосферных бурь.

Литература

1. В.П.Боровиков, И.П.Боровиков: 1998, STATISTICA Статистический анализ и обработка данных в среде Windows, Москва: Филин.
2. Ю.И.Витинский, А.И.Оль, Б.И.Сазонов: 1976, Солнце и атмосфера Земли, Ленинград: Гидрометеоиздат.
3. Л.И.Гугля, М.И.Рябов: 2010, Труды 10-ой Гамовской астрономической конференции-школы, Одесса: Астропринт, 195-198.