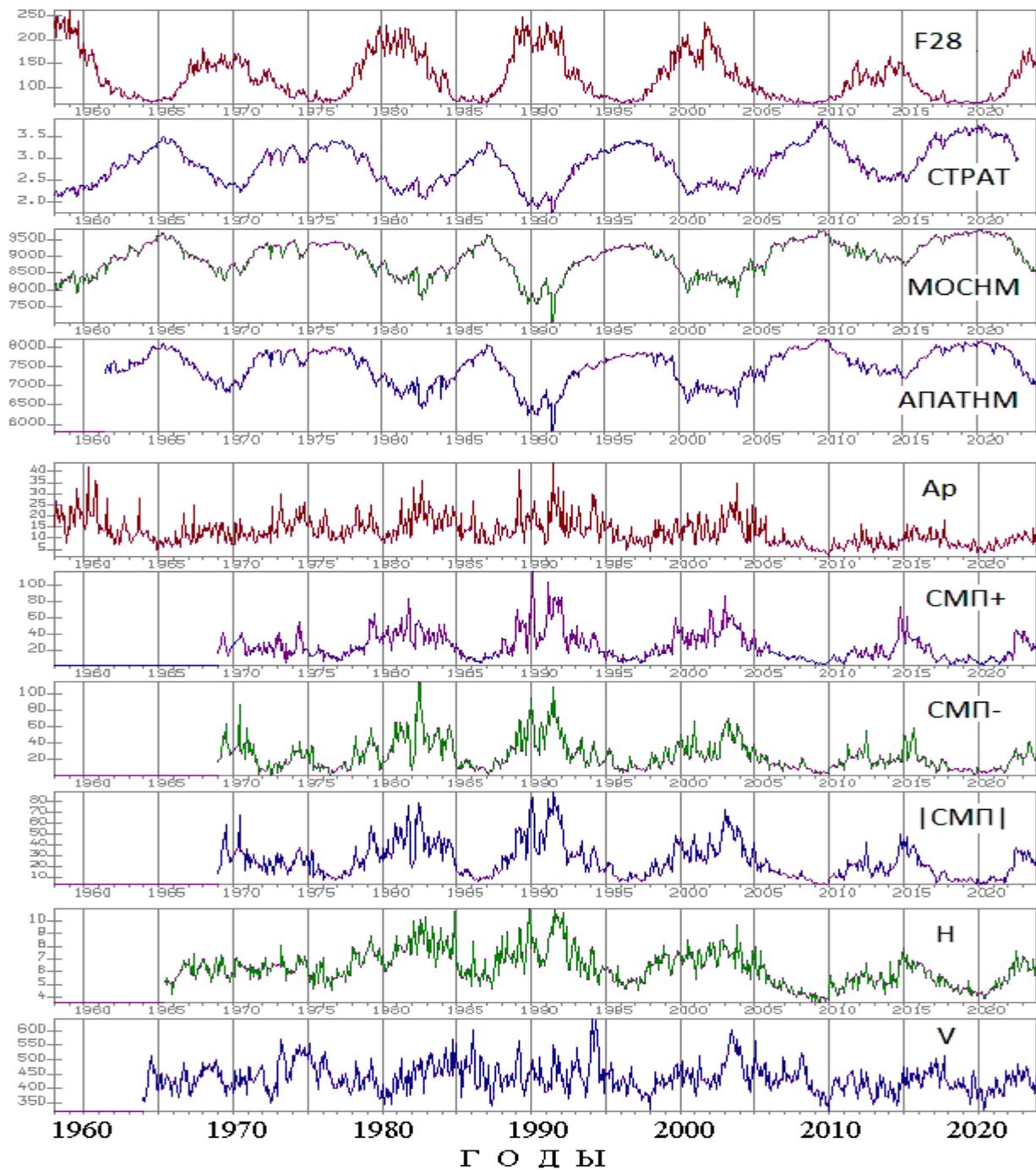


**Анализ частотных спектров
вариаций космических лучей,
параметров солнечной активности и
межпланетной среды
в 20 – 24 циклах солнечной
активности**

В.П. Охлопков

В настоящее время накоплены большие массивы экспериментальных данных по регистрации потоков космических лучей (КЛ) на поверхности Земли, в стратосфере и в космическом пространстве за пять циклов солнечной активности. Кроме того имеются большие массивы данных по параметрам солнечной активности (СА) и межпланетной среды.



ГОДЫ

При этом данные по СМП были сформированы из наблюдений Крымской и Стенфордской обсерваторий, из данных которых рассчитаны три ряда: средние за месяц значения положительных ежедневных данных, средние за месяц значения отрицательных ежедневных данных, средние за месяц абсолютные значения.

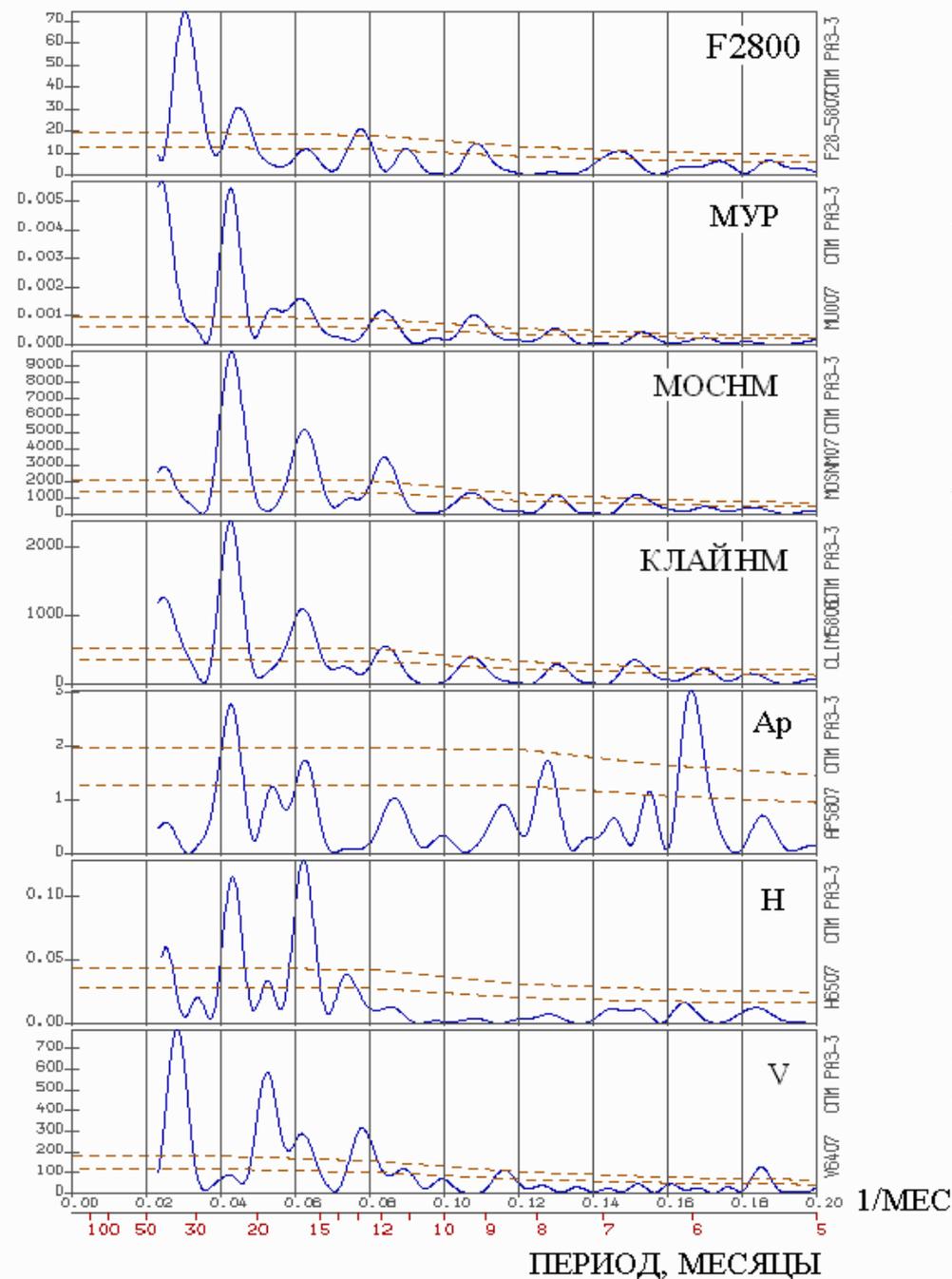
Для детального изучения временных рядов использован метод спектрального анализа. Для периодов вариаций более 5 лет рассчитаны спектры мощности отклонений от среднего за весь исследуемый интервал времени.

Для периодов вариаций менее 5 лет рассчитывались спектры мощности разностей соседних данных для подавления высокоамплитудных низкочастотных вариаций, после чего в спектр вводились поправки для восстановления реальных амплитуд.

Для более детального описания спектральных составляющих шаг по частоте брался в 30 и более раз меньше, чем при анализе по гармоникам основного периода.

Частотные спектры были рассчитаны по всем используемым данным отдельно по циклам солнечной активности.

В низкочастотной области спектров мощности ярко выделенными пиками являются 10.5 и 5.1 года. В высокочастотной области спектров присутствует много квазипериодических компонент.



(20 цикл СА) Спектры мощности среднемесячных значений:

F2800 - радиоизлучение Солнца на частоте 2800 МГц,

MUR – данные по космическим лучам в стратосфере в Мурманске,

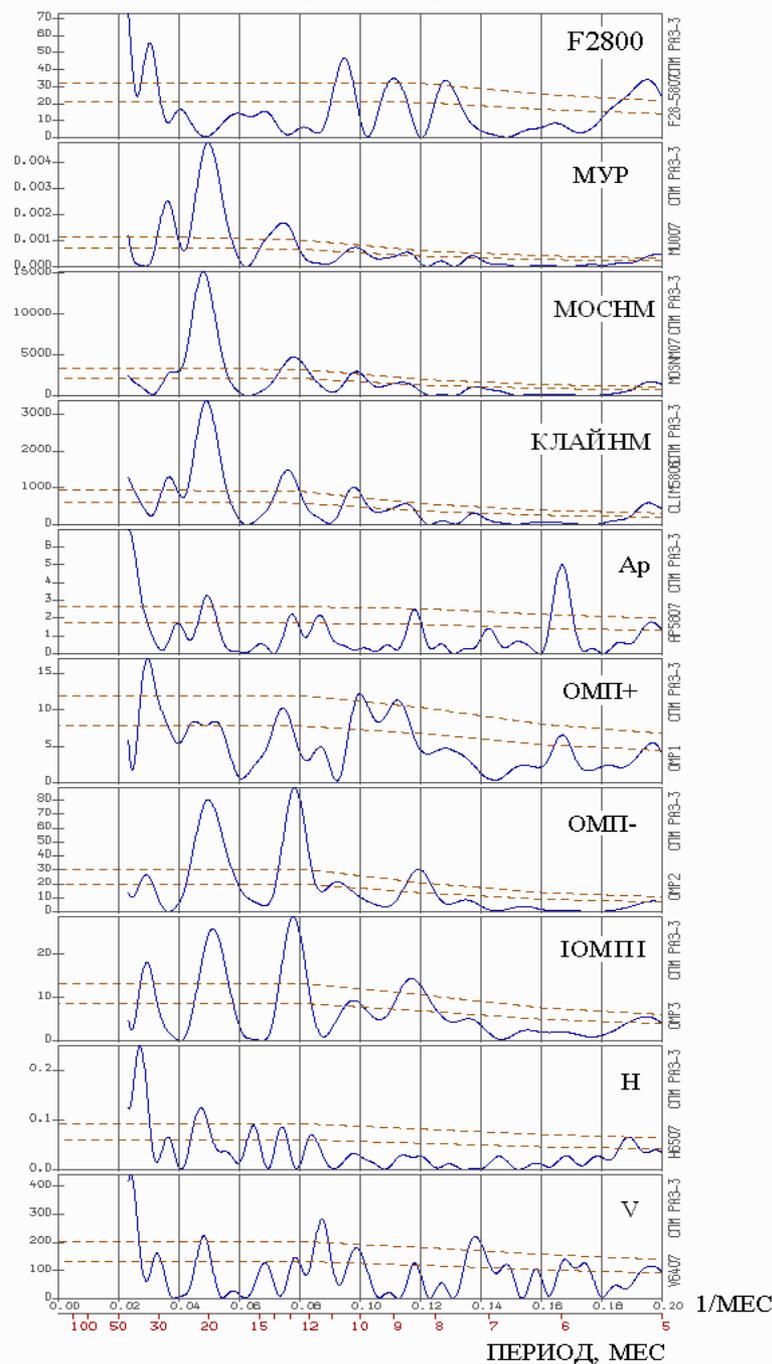
HM - Нейтронная компонента в **Москве** и в **Клаймаксе**,

Ap – индекс геомагнитной активности,

H - напряженность межпланетного магнитного поля

V - скорость солнечного ветра,

Пунктир – уровни 95 % и 99% значимости.



(21 цикл СА) Спектры мощности среднемесячных значений:

F2800 - радиоизлучение Солнца на частоте 2800 МГц,

МУР – данные по космическим лучам в стратосфере в Мурманске,

НМ - Нейтронная компонента в

Москве и **Клаймаксе**,

Ар – индекс геомагнитной активности,

СМП₊ - положительные значения СМП,
СМП₋ - отрицательные значения СМП,

ИСМП - абсолютные значения СМП,

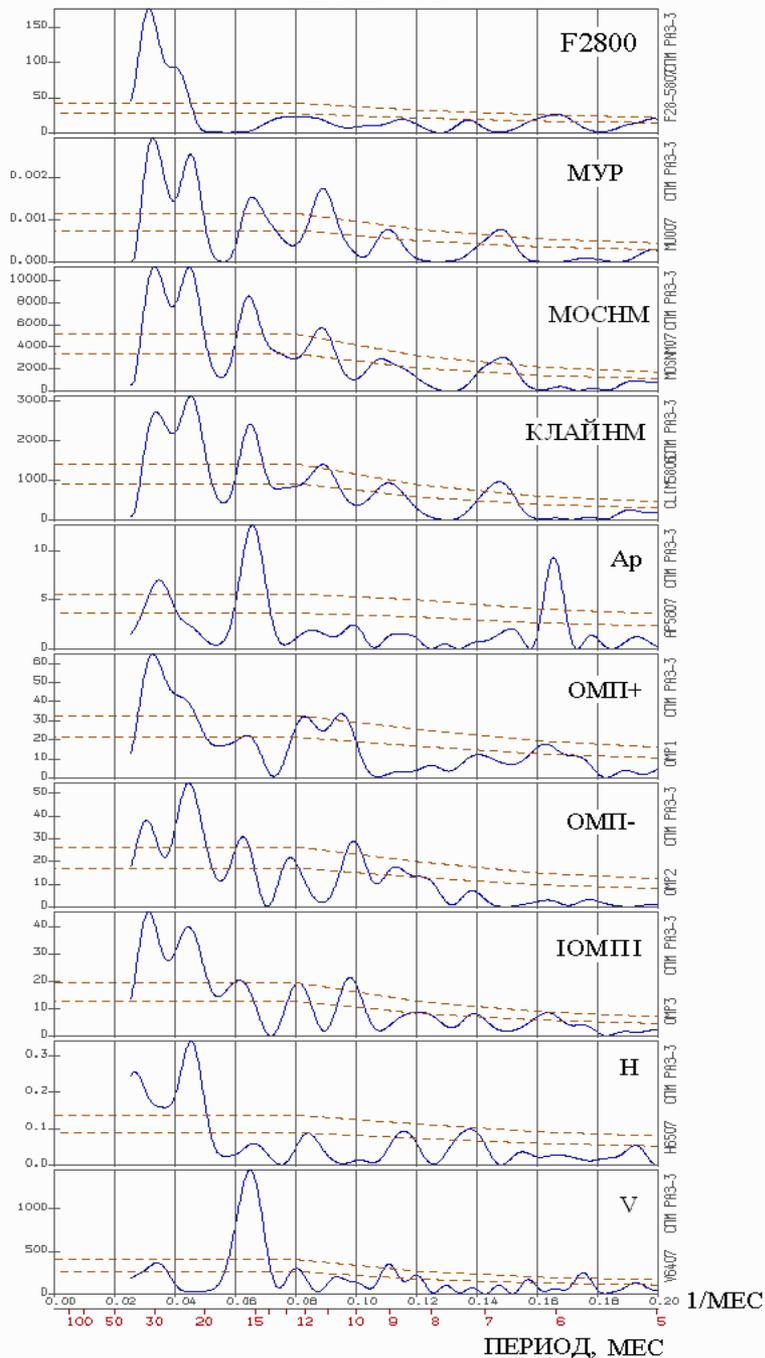
Н - напряженность межпланетного

магнитного поля ,

V - скорость солнечного ветра,

Пунктир – уровни 95 % и 99%

значимости.



(22 цикл СА) Спектры мощности среднемесячных значений: **F2800** - радиоизлучение Солнца на частоте 2800 МГц,

МУР – данные по космическим лучам в стратосфере в Мурманске,

МОСНМ – нейтронная компонента в Москве,

КЛАЙНМ - нейтронная компонента в Клаймаксе,

Ар – индекс геомагнитной активности,

СМП₊ - положительные значения,
СМП₋ - отрицательные значения СМП,
ІСМПІ - абсолютные значения СМП,

Н - напряженность межпланетного магнитного поля ,

V - скорость солнечного ветра.

Пунктир – уровни 95 % и 99% значимости.

(23 цикл СА, 97-08) Спектры мощности среднемесячных значений:
F2800 - радиоизлучение Солнца на частоте 2800 МГц,

МУР – данные по космическим лучам в стратосфере в Мурманске,

МОСНМ – нейтронная компонента в Москве,

АПАТНМ - нейтронная компонента в Апатитах,

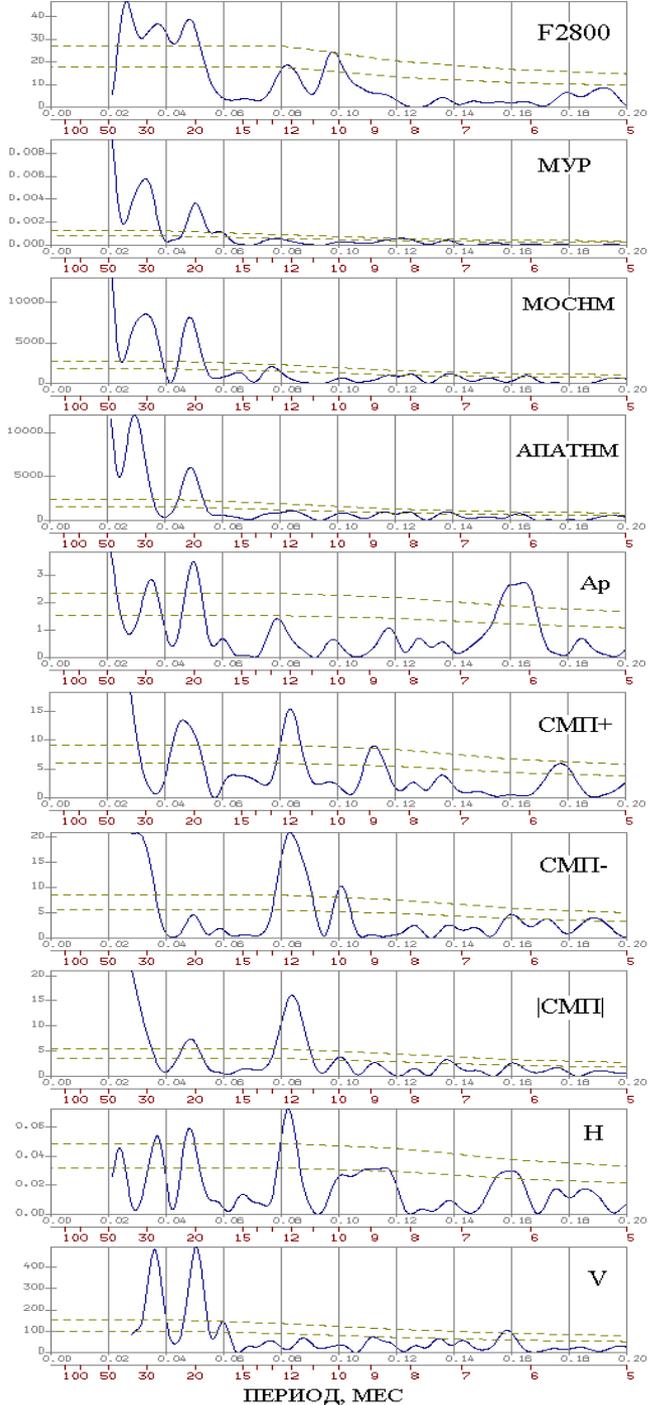
Ar – индекс геомагнитной активности,

СМП⁺ - положительные значения, **СМП⁻** - отрицательные значения СМП,
ICСМП - абсолютные значения СМП,

H - напряженность межпланетного магнитного поля ,

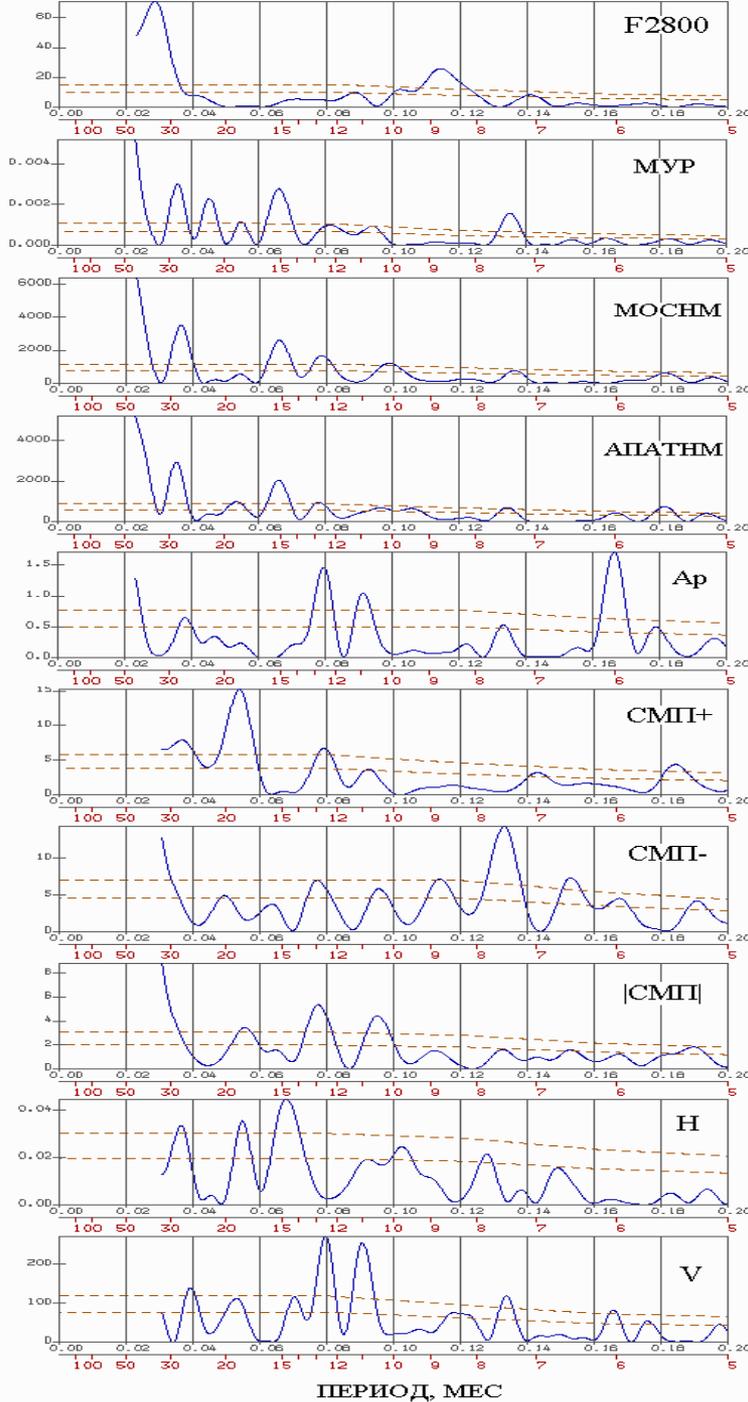
V - скорость солнечного ветра,

Пунктир – уровни 95 % и 99% значимости.



SMP-09-19

(24 цикл СА) Спектры
МОЩНОСТИ
среднемесячных
значений



ПЕРИОД, МЕС

По всем пяти циклам можно отметить следующее. В большинстве анализируемых рядов данных наблюдаются квазидвухлетние пики с периодами $T = 20 - 24$ месяца. В 20 и 22 циклах СА этот период равен $T = 22 - 23.5$ месяца, а в 21 и 23 циклах СА $T = 20.2 - 20.8$ месяца, т.е. в четных циклах период квазидвухлетней вариации больше, чем в нечетных циклах.

Кроме того, в четных циклах наблюдаются квазипериодичности с $T = 15 - 16$ месяцев.

Также хорошо выделены квазипериодичности с

$T = 11 - 12$ и $T = 9.2$ месяцев в 20 и 22 циклах СА

$T = 12 - 13$ и $T = 9.5 - 10.2$ месяцев в 21 и 23

циклах СА, причем эти две периодичности

увеличивают длительность, когда отсутствует

периодичность с $T = 15 - 16$. Такое соотношение

названных периодичностей хорошо проявляется

в спектрах КЛ и ОМП.

Из других меньших по длительности периодичностей можно отметить

7.7 и 6.5 (20 цикл – КЛ, Ар),

~8.5 и 7.2 (21 цикл – КЛ, Ар, ОМП, V),

6.7 (22 цикл – КЛ. Ар),

8.5 – 8.8 и ~7.2 (23 цикл – КЛ, ОМП).

Полугодовой пик Ар проявляется очень ярко во всех циклах.

По данным 5-ти циклов **СА** выделены наиболее устойчивые квазипериодические компоненты в каждом цикле как в потоках **КЛ**, так и в параметрах солнечной активности и межпланетной среды. Проявления квазидвухлетней периодичности в **КЛ**, четко присутствующей и в **СМП** и синхронно изменяющей свой период в этих параметрах от цикла к циклу, свидетельствует о связи этой периодичности в **КЛ** с **СМП**.

Квазидвухлетняя периодичность в четных и нечетных циклах различается по длительности примерно на 2 месяца. В отличие от квазидвухлетней вариации период **годовой** вариации и вариации с $T = 9.1 - 10$ в четных циклах меньше, чем в нечетных.

Квазипериодичность с $T = 15 - 16$ месяцев проявляется в четных циклах.

Остальные более высокочастотные вариации не проявляют выраженного эффекта изменения периода в цикле четный-нечетный.

Таким образом, мы видим проявление 22-летнего цикла в величинах периодов. Хорошо известен 22-летний цикл в СА, в котором особыми свойствами обладают 11-летние циклы СА в сочетании четный-нечетный циклы.

[*Витинский Ю.И., Конецкий М., Куклин Г.В. // Статистика пятнообразовательной деятельности Солнца. 1986. М. Наука. С. 212.*].

В частности, это проявляется в относительных высотах парных циклов СА, в промежутках между максимумами 11-летних циклов, в формах кривых временного хода циклов СА. Все это сказывается на частотных спектрах исследуемых в данной работе характеристик солнечной активности, межпланетных данных и космических лучей.

НИИЯФ МГУ



- Благодарю за внимание!!!