

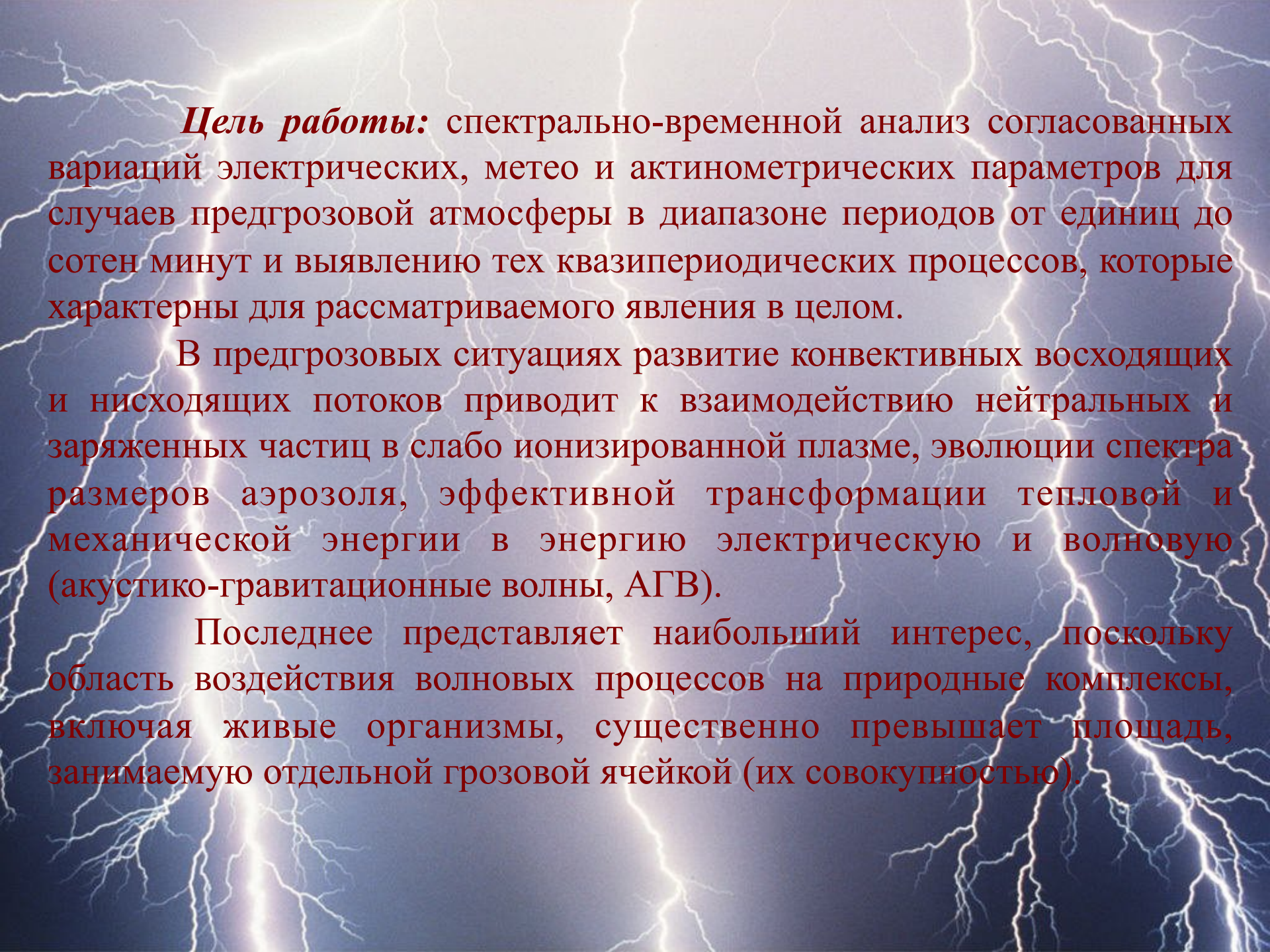
**Наземный мониторинг метеорологических
и электрических характеристик
в предштормовых условиях**

**Ground-based monitoring
of meteorological and electrical quantities
(in the conditions of prestorm environment)**

***П.М.Нагорский, И.И.Ипполитов, М.В.Кабанов, Н.А.
Мульцина, С.В.Смирнов***

***Nagorsky P.M., Ippolitov I.I., Kabanov M.V.,
Multsina N.A., Smirnov S.V.***

***ИМКЭС СО РАН, г. Томск
IMCES SB RAS, Tomsk, Russia***



Цель работы: спектрально-временной анализ согласованных вариаций электрических, метео и актинометрических параметров для случаев предгрозовой атмосферы в диапазоне периодов от единиц до сотен минут и выявлению тех квазипериодических процессов, которые характерны для рассматриваемого явления в целом.

В предгрозовых ситуациях развитие конвективных восходящих и нисходящих потоков приводит к взаимодействию нейтральных и заряженных частиц в слабо ионизированной плазме, эволюции спектра размеров аэрозоля, эффективной трансформации тепловой и механической энергии в энергию электрическую и волновую (акустико-гравитационные волны, АГВ).

Последнее представляет наибольший интерес, поскольку область воздействия волновых процессов на природные комплексы, включая живые организмы, существенно превышает площадь, занимаемую отдельной грозовой ячейкой (их совокупностью).

СРЕДСТВА ИЗМЕРЕНИЙ

Местоположение датчиков:

2006 г., метеорологическая
площадка ИМКЭС СО РАН.

2007-2008 г.г., мезонин здания
института

Периоды измерений:

такт 1 минута: март-август,
ноябрь-декабрь 2006г. март
– ноябрь 2007 г.

такт 0.5 минуты: с ноября
2007г. по настоящее время

Визуальный контроль:

2006 г.: облачность и явления в
атмосфере в 9, 12, 15, 18 LT;

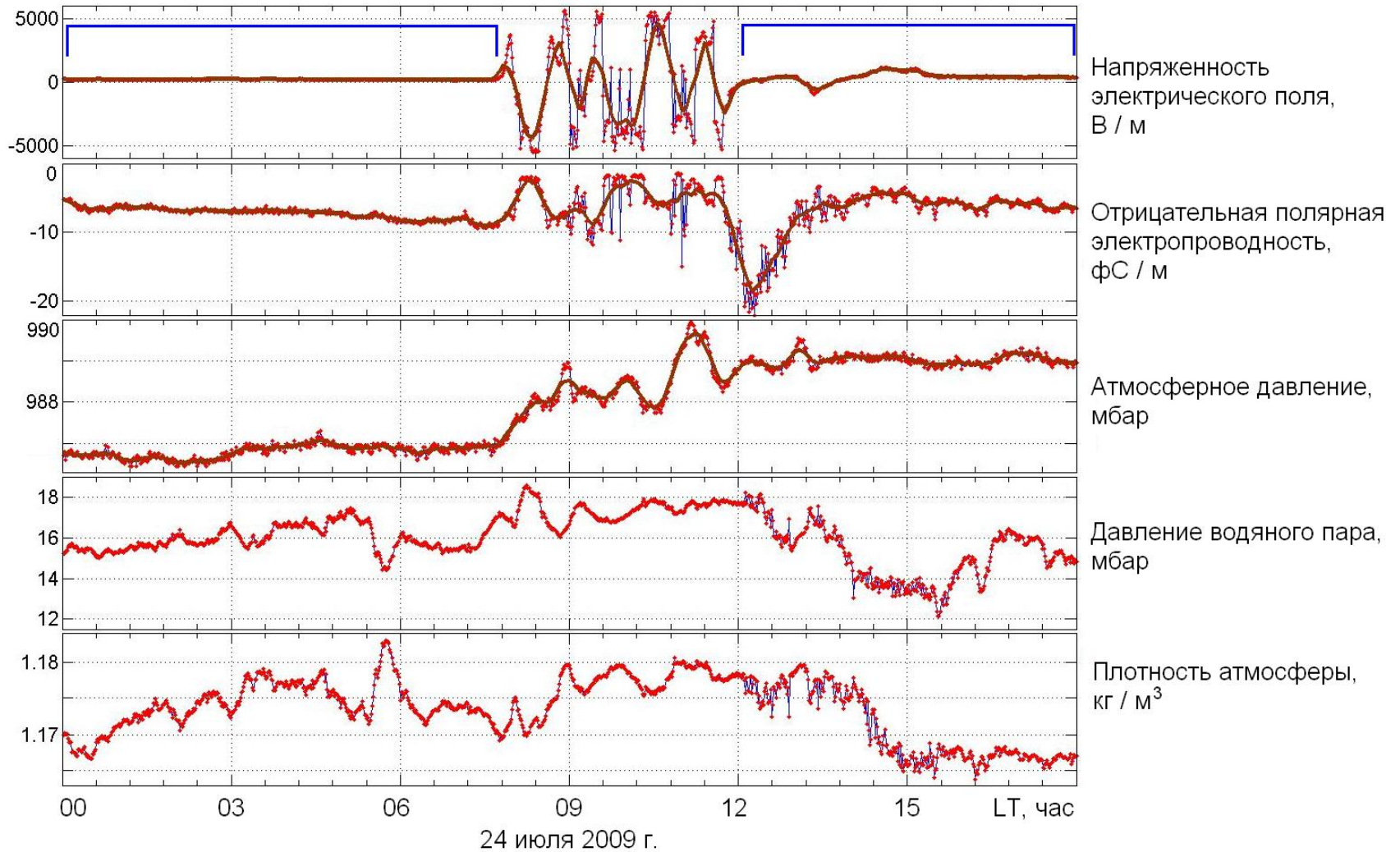
2007-2008 г.г.: облачность и
явления в атмосфере
каждый час с 10 до 19 часов.

Измеряются:

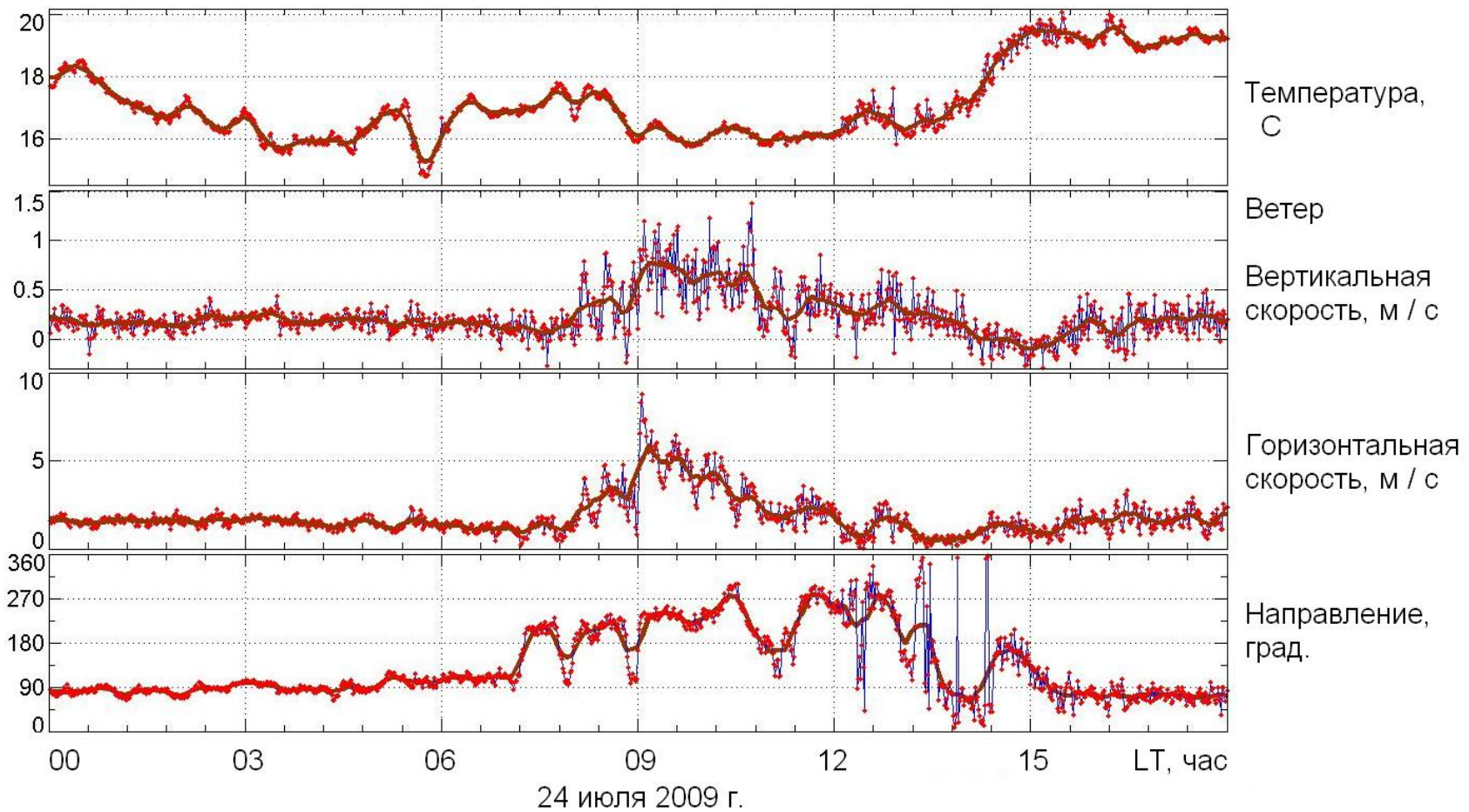
1. Напряженность электрического поля атмосферы E .
2. Полярные электропроводности атмосферного воздуха L_- , L_+ .
3. Относительная влажность h .
4. Интенсивность солнечной суммарной радиации P_{ir} .
5. Температура атмосферы T (высота 2 м).
6. Температура поверхности T_p .
7. Атмосферное давление p .
8. Скорость ветра w .
9. Температура под поверхностью T_g .
10. Вариации гамма и бета фона.



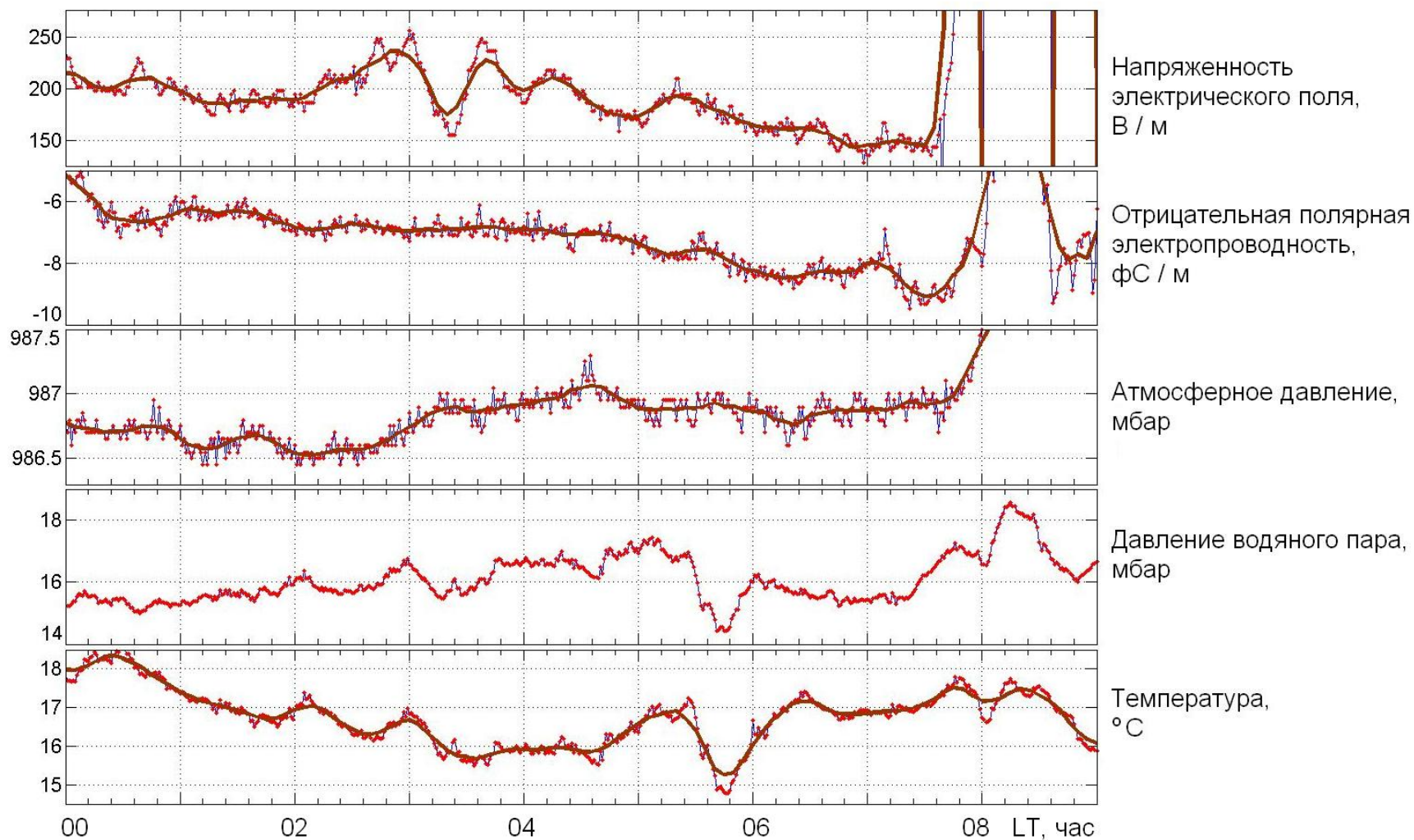
Данные, полученные во время грозы



Данные, полученные во время грозы (продолжение)



Данные, полученные во время грозы (фрагменты)



Метод наложения эпох применительно к вейвлет-анализу

На втором этапе проводилась спектрально-временная обработка отобранных сеансов. Грозовой интервал с интенсивными вариациями напряженности электрического поля из анализа был исключён. Перед обработкой из данных были удалены линейные тренды. Длина интервала составила 480 минут, такт съема данных – 1 мин. При расчете матриц коэффициентов применялся комплексный вейвлет Морле.

Полученные матрицы усреднялись методом наложения эпох. Метод наложения эпох применялся в двух вариантах:

в первом случае коэффициенты усреднялись без предварительной обработки;

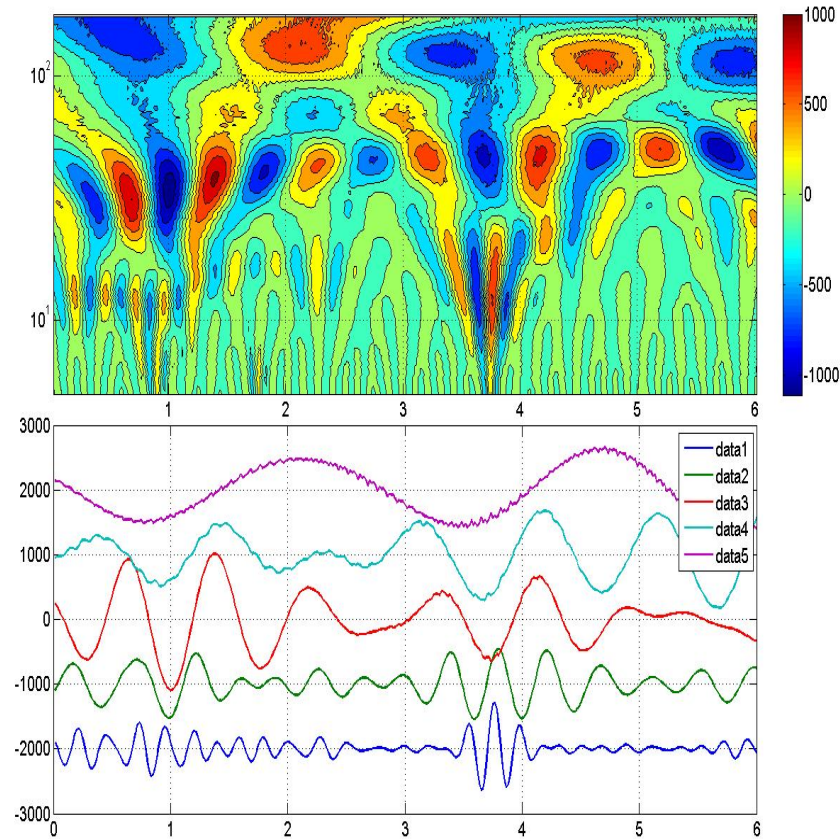
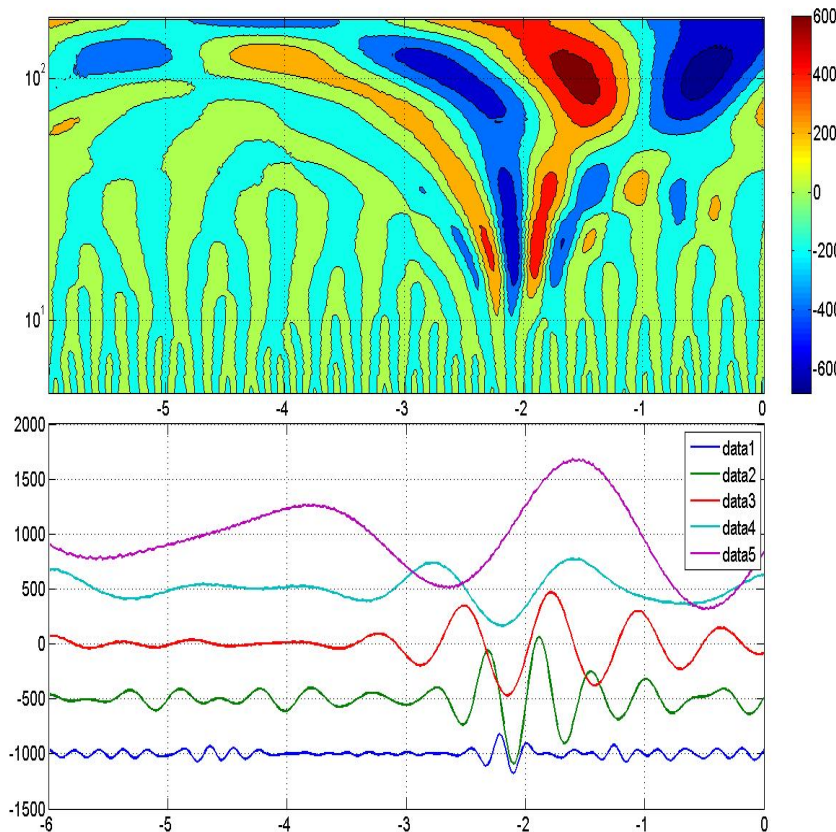
во втором – они нормировались на максимальный размах значений вейвлет-коэффициентов в каждом конкретном случае.

Средняя вейвлет-спектрограмма без предварительной обработки

Вариации электрического поля (14 случаев), до (слева) и после (справа) прохождения грозы.

Вверху - контурное представление вейвлет-спектра.

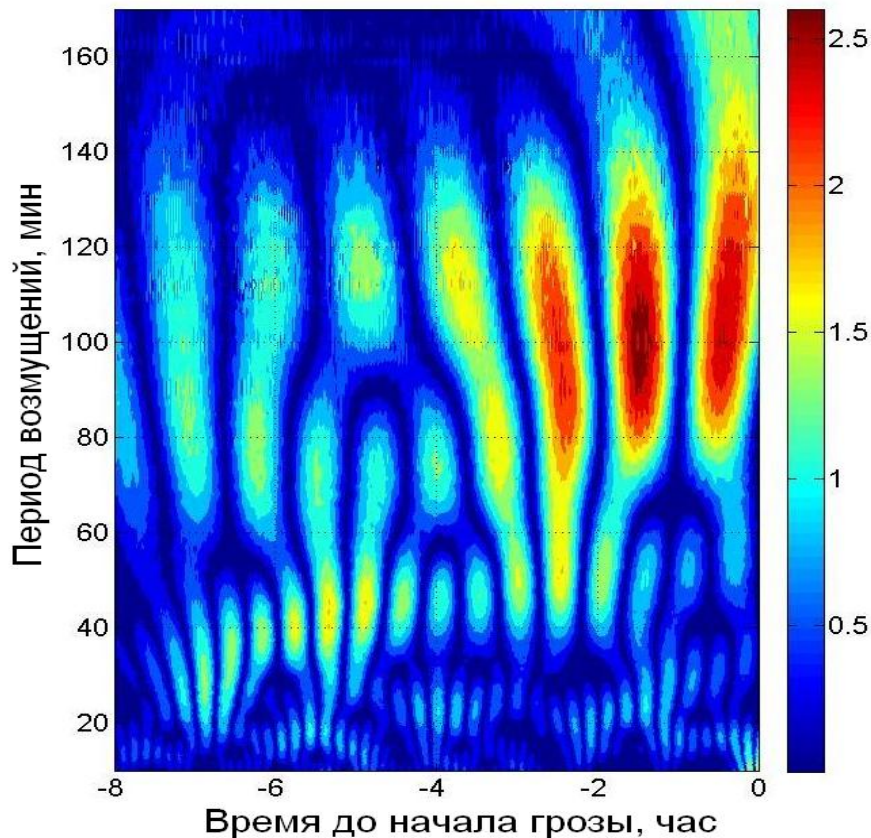
Внизу - временные вариации амплитуд отдельных спектральных составляющих с периодами 107, 56, 36, 21 и 10 мин.



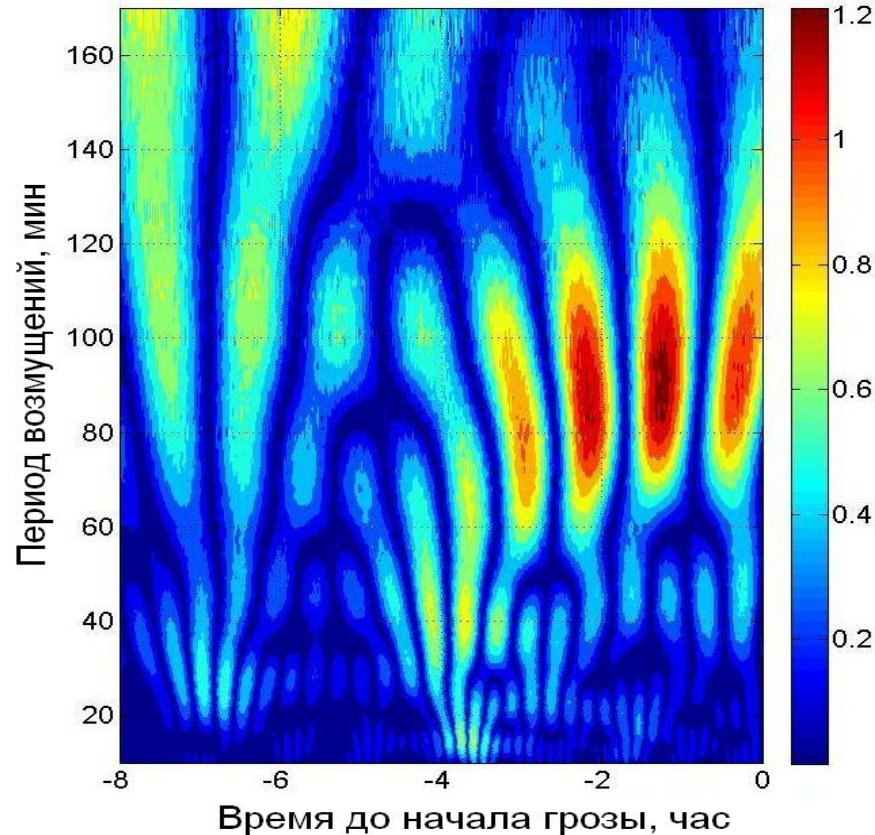
Модуль средней вейвлет-спектрограммы до грозы, нормирован на максимальный размах значений вейвлет-коэффициентов для каждого случая (~ 50 случаев)

Квазипериодические флуктуации атмосферного давления с периодами 20-100 мин. Диапазоны периодов (длины волн при скорости 30 м/с): 20 (36 км), 40 (70 км) и 100-180 (180-320 км) мин.

Напряженность электрического поля



Полярная электропроводность



Влияние облачности на спектр вариаций напряженности атмосферного электрического поля

Визуальные наблюдения за состоянием облачности позволили провести разбиение массива исходных данных на ряд групп в зависимости от:

балла общей облачности,

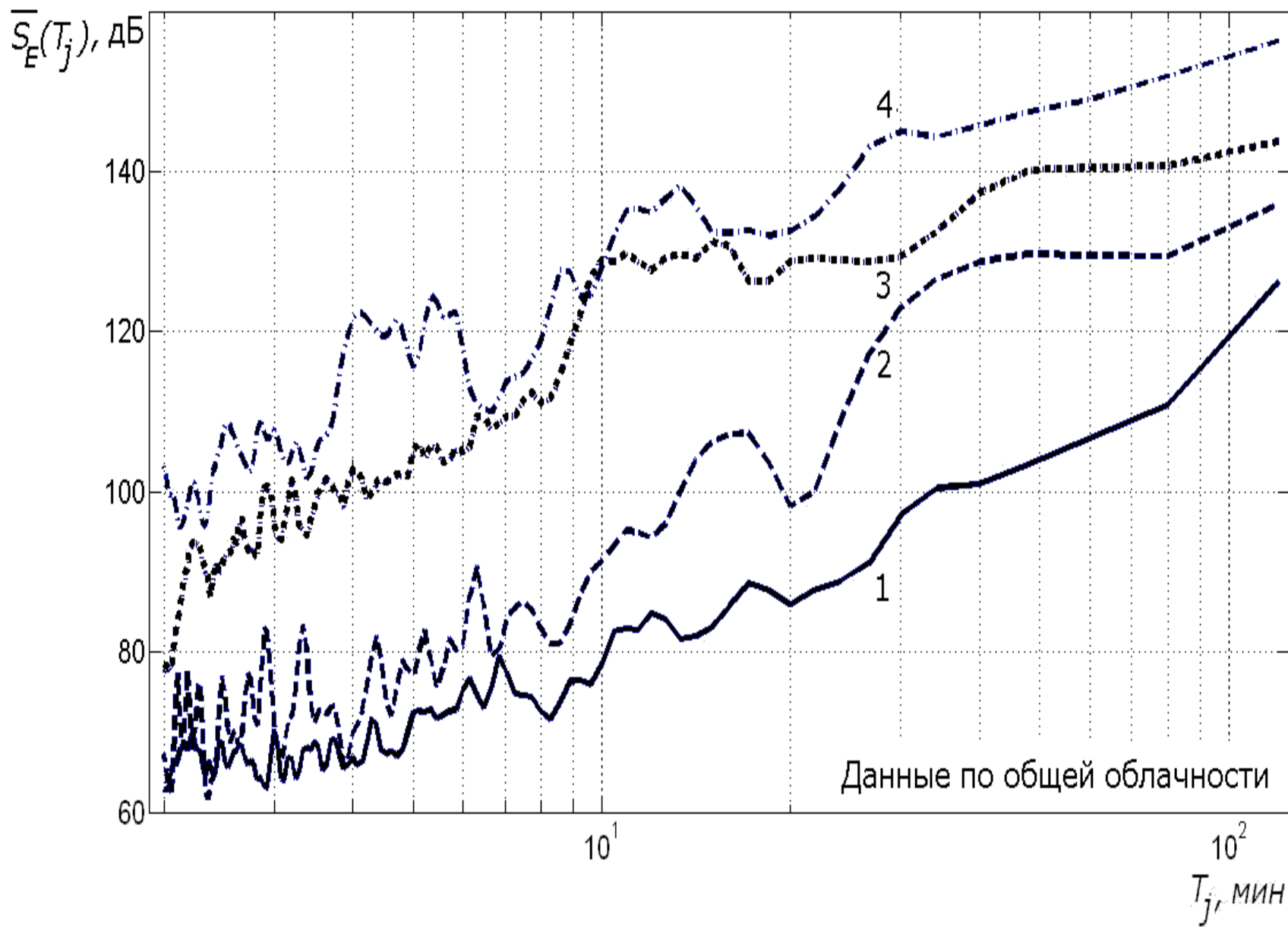
балла облачности нижнего яруса,

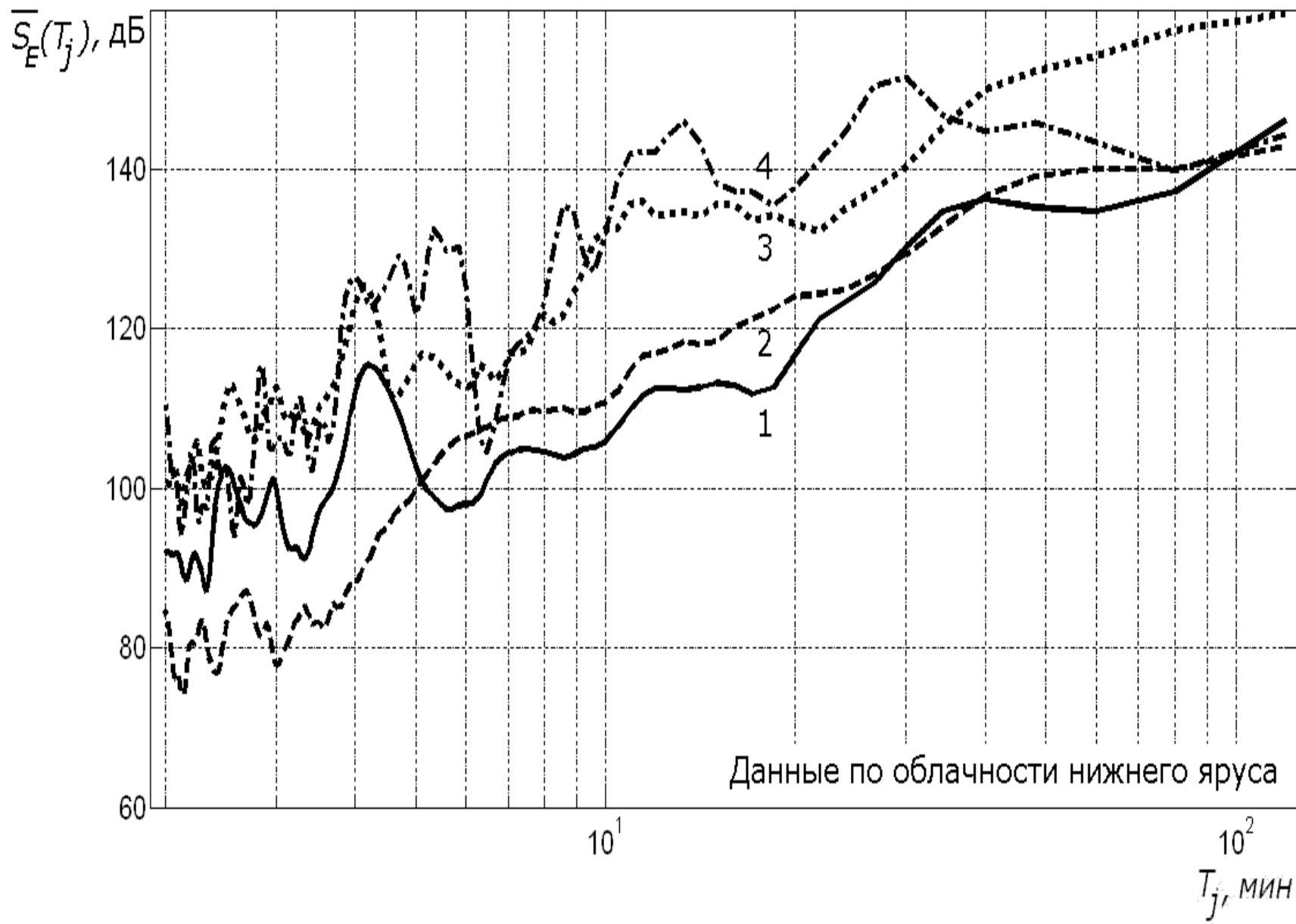
высоты нижней границы облачности.

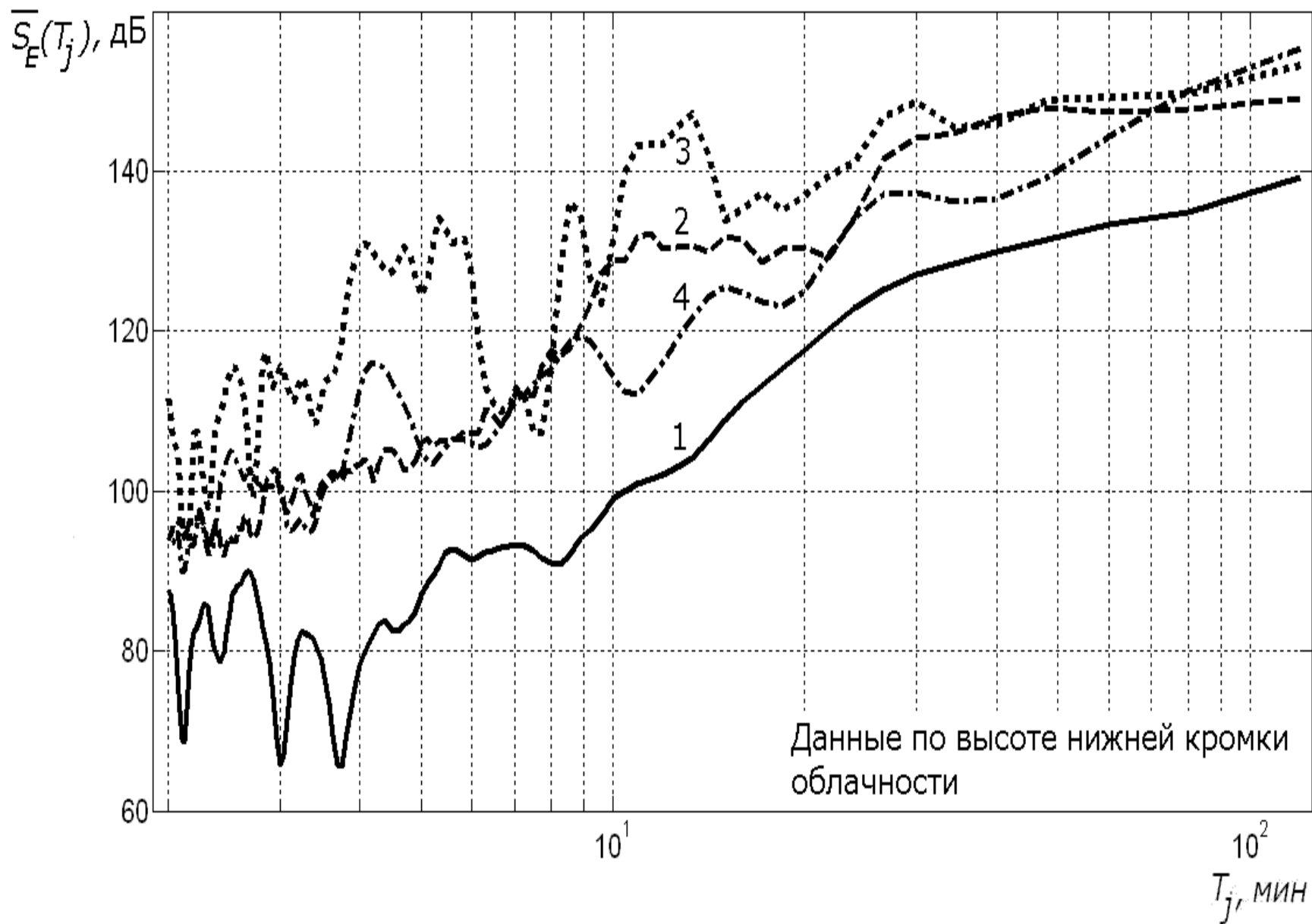
Для общей облачности и облачности нижнего яруса к первой группе были отнесены все случаи с облачностью 0-2 балла, ко второй группе – с облачностью 3-5 баллов, к третьей – 6-8 баллов, к четвертой – 9-10 и 12 баллов, соответственно.

Для высоты нижней границы облачности в первую группу попали данные с $z > 1000$ m, во вторую – с $1000 > z > 700$ m, в третью – с $700 > z > 400$ m, в четвертую – с $z < 400$.

К пятой группе отнесены все случаи, когда балл облачности, либо высота её нижней границы не были определены (в основном, это ночные условия и переходное время суток).







Данные по высоте нижней кромки облачности

Квазипериодические процессы, свойственные явлению в целом

Для общей облачности увеличение её количества с 0-2 до 3-5 баллов приводит к подъёму всего спектра вариаций. В области малых периодов этот подъём меньше (~10-15 дБ), чем в области больших периодов (~15-20 дБ).

Наибольшее увеличение энергии в спектре происходит в диапазоне периодов 30-50 минут – более чем на 25 дБ, а спектр вариаций в области малых периодов (менее 10 мин) становится сильно флуктуирующим.

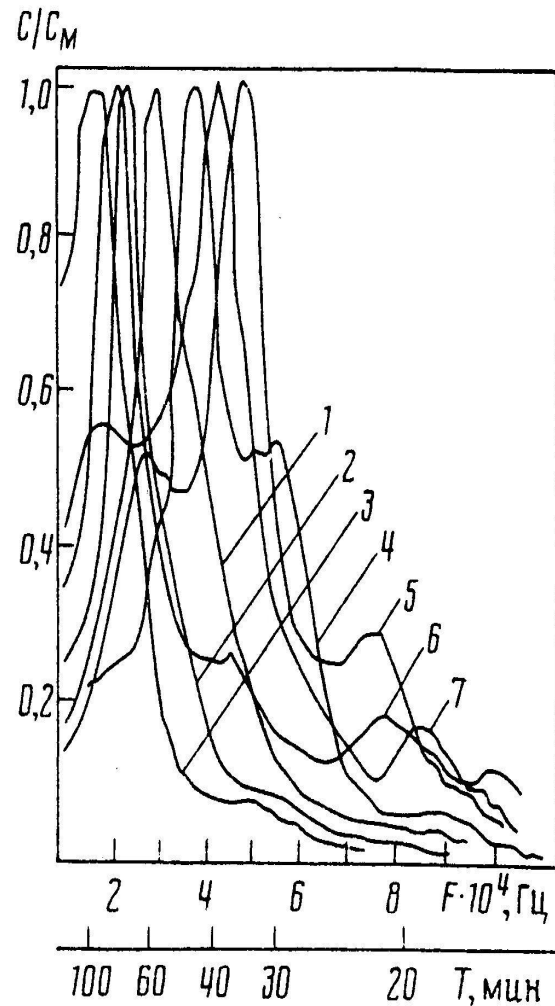
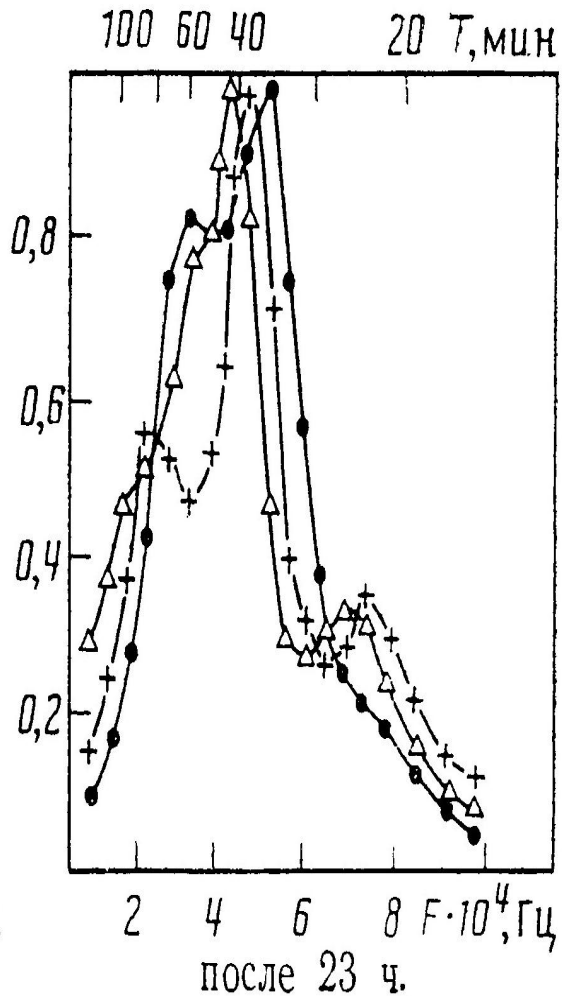
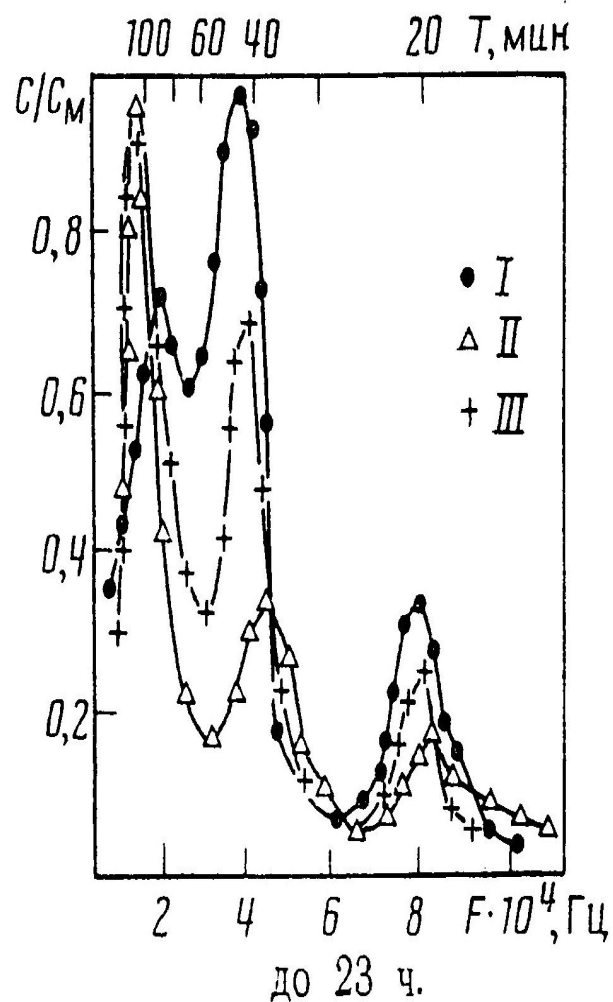
С увеличением балла облачности, помимо общего увеличения энергии, в спектре вариаций появляются составляющие, амплитуда которых превосходит средний уровень на 10-20 дБ.

Так, при усилении общей облачности от 0-2 до 3-5 баллов в спектре появляются два максимума с периодами 14-17 и 30-40 минут. Для 3 и 4 групп первый максимум превращается в два максимума с периодами ~8.5 и 11-14 минут, а для второго максимума диапазон периодов уменьшается до 27-30 минут. Для облачности 9-10 и 12 баллов в области коротких периодов 4-6 мин формируется дополнительный максимум, амплитуда которого более чем на 20 дБ превосходит фоновый уровень.

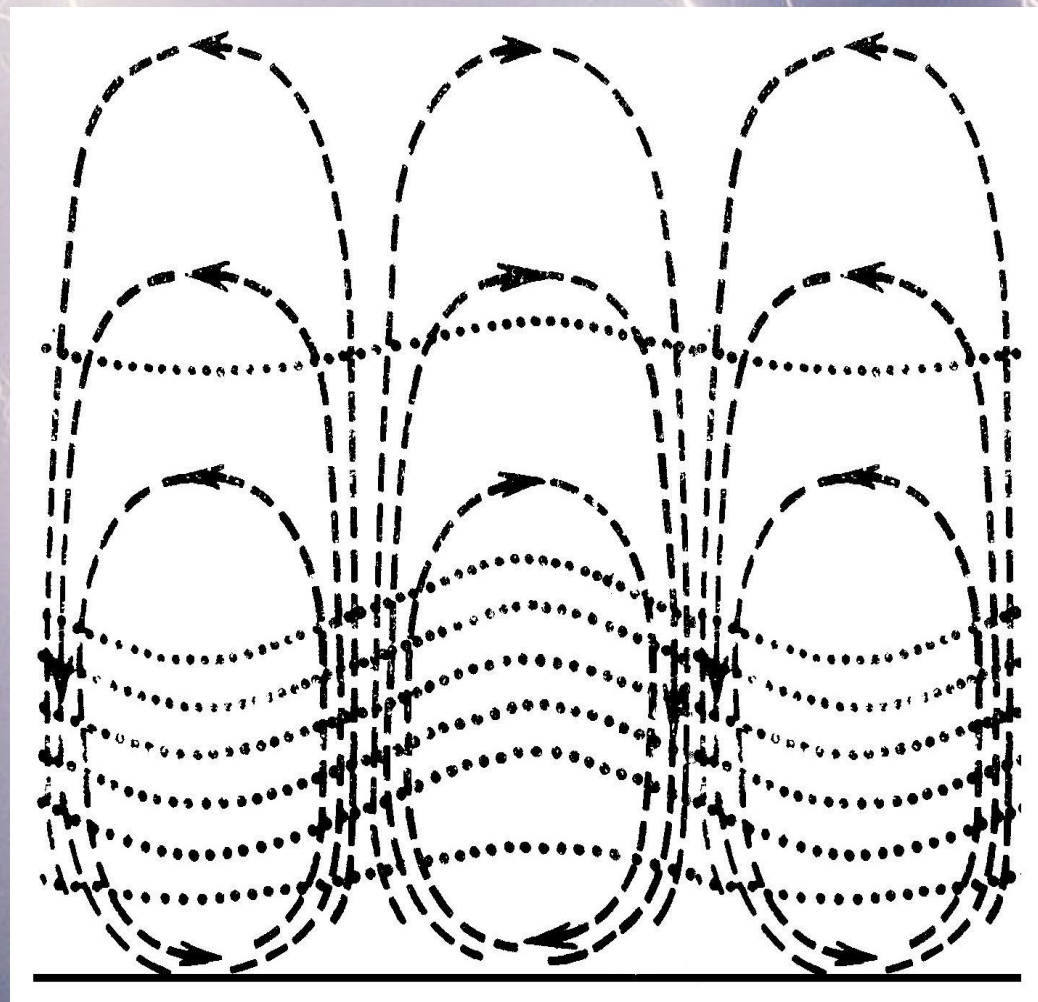
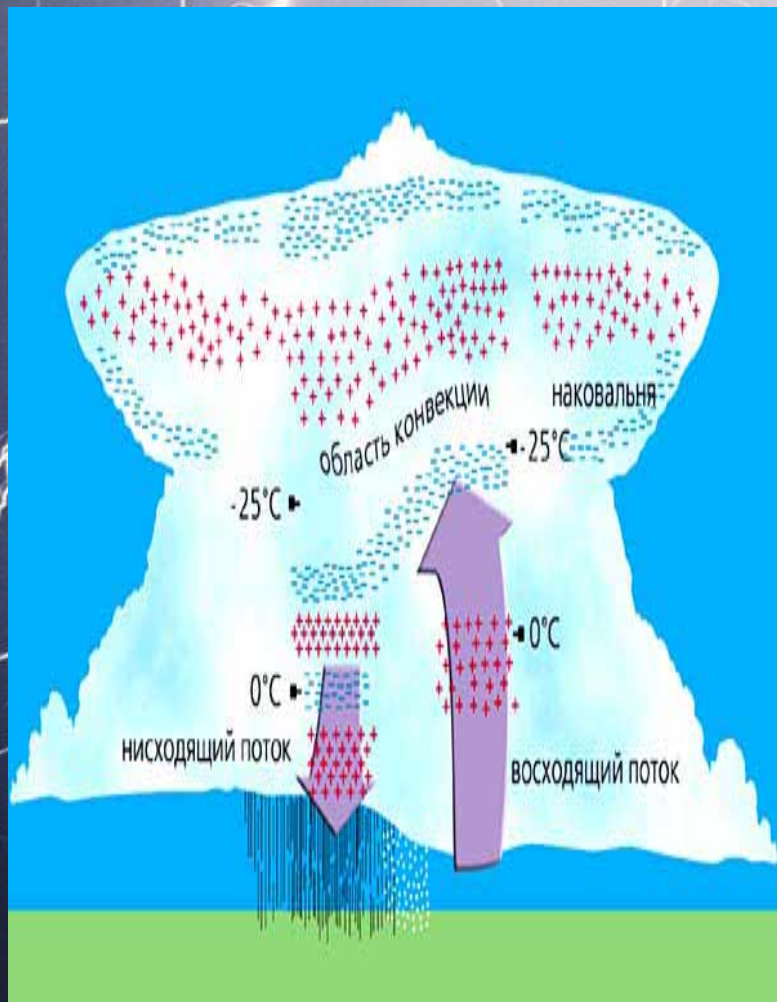
Квазипериодические флуктуации атмосферного давления с периодами 20-100 мин. Диапазоны периодов: 20, 40 и 100 мин.

Скорость распространения возмущений ~ 30 м / с (для периода 50 мин)

[Куличков С.Н. и др. // ФАО. 1988, №2]



Структура мезомасштабных конвективных систем и формирование нового грозового очага при помощи синхронизации ВГВ-волной



Жизненный цикл мезомасштабных конвективных систем (МКС)

«МКС можно представить как перемещаемую ведущим потоком ограниченную область конвективной активности, где последовательно в ранее неактивных местах развиваются скопления большого мезомасштаба, каждое из которых состоит из отдельных скоплений меньшего мезомасштаба (~ 30 км и длительностью около 1.5 часа). ... МКС ограничены горизонтальными размерами ~ 300 км и длительностью конвективной фазы 7-9 часов. Интенсивность конвекции ... подвержена колебаниям, каждое из которых связано с появлением новых, доминирующих над остальными ячеек (20 мин), штормов (1 час) и их скоплений.»

[Абдуллаев С.М., Желнин А.А., Ленская О.Ю. Метеорология и гидрология. 2009. № 2.]

Заключение


За ~ 4 часа до начала грозы в среднем нормированном вейвлет-спектре напряженности электрического поля появляются спектральные составляющие в диапазоне периодов ~ 20, ~ 40 и 100-180 минут.

Аналогичные составляющие появляются в спектрах других метеовеличин.

Зарегистрированные в вейвлет-спектрах электрического поля, проходящей радиации, температуре приземной атмосферы, других метеовеличинах квазипериодические возмущения с периодами относятся к диапазону ВГВ.

Общей причиной появления волновых вариаций в исследуемых метеопараметрах могут быть бароклинная неустойчивость или интенсивная конвекция в предгрозовой атмосфере.

Выявленные особенности частотно-временной организации вариаций электрических и других метеовеличин в предгрозовой атмосфере могут приводить к формированию новых грозовых очагов. Быть полезными при анализе временных особенностей «поведения» сложных природных систем, поскольку такие системы, как правило, обладают спектром собственных колебаний (ритмов) в очень широком диапазоне периодов.



Поддержано программами:

СО РАН, № VII.63.1.1

ФЦП, № 02.740.11.0738

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!

Thank you for attention