

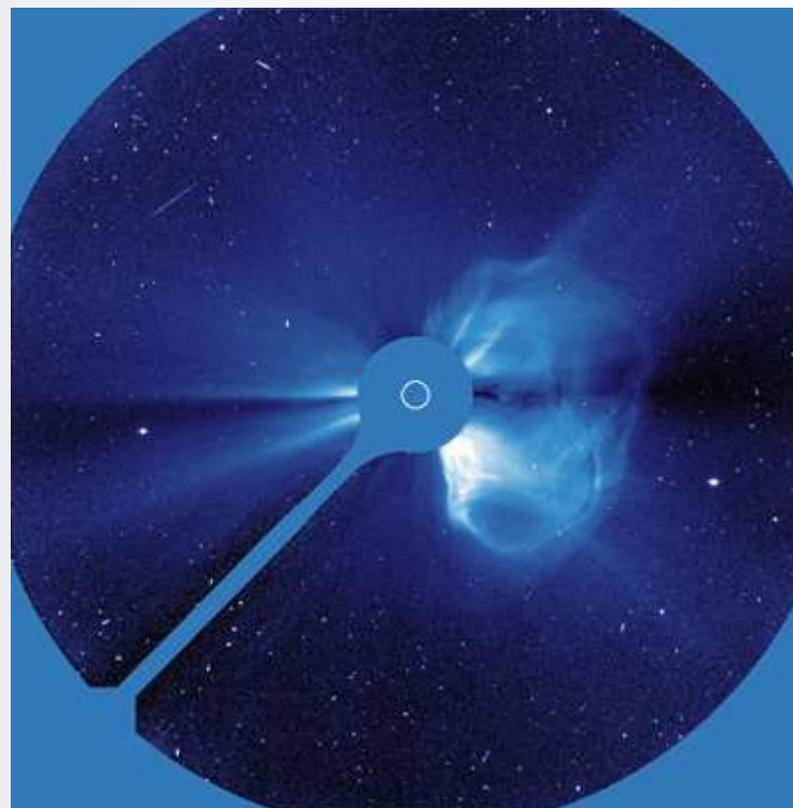


**СОЗДАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БАЗЫ
ДАННЫХ О МАГНИТНЫХ БУРЯХ С
НЕМОНОТОННЫМ РАЗВИТИЕМ**

**Веселовский И.С., Лукашенко А.Т.,
Яковчук О.С.
НИИЯФ МГУ**

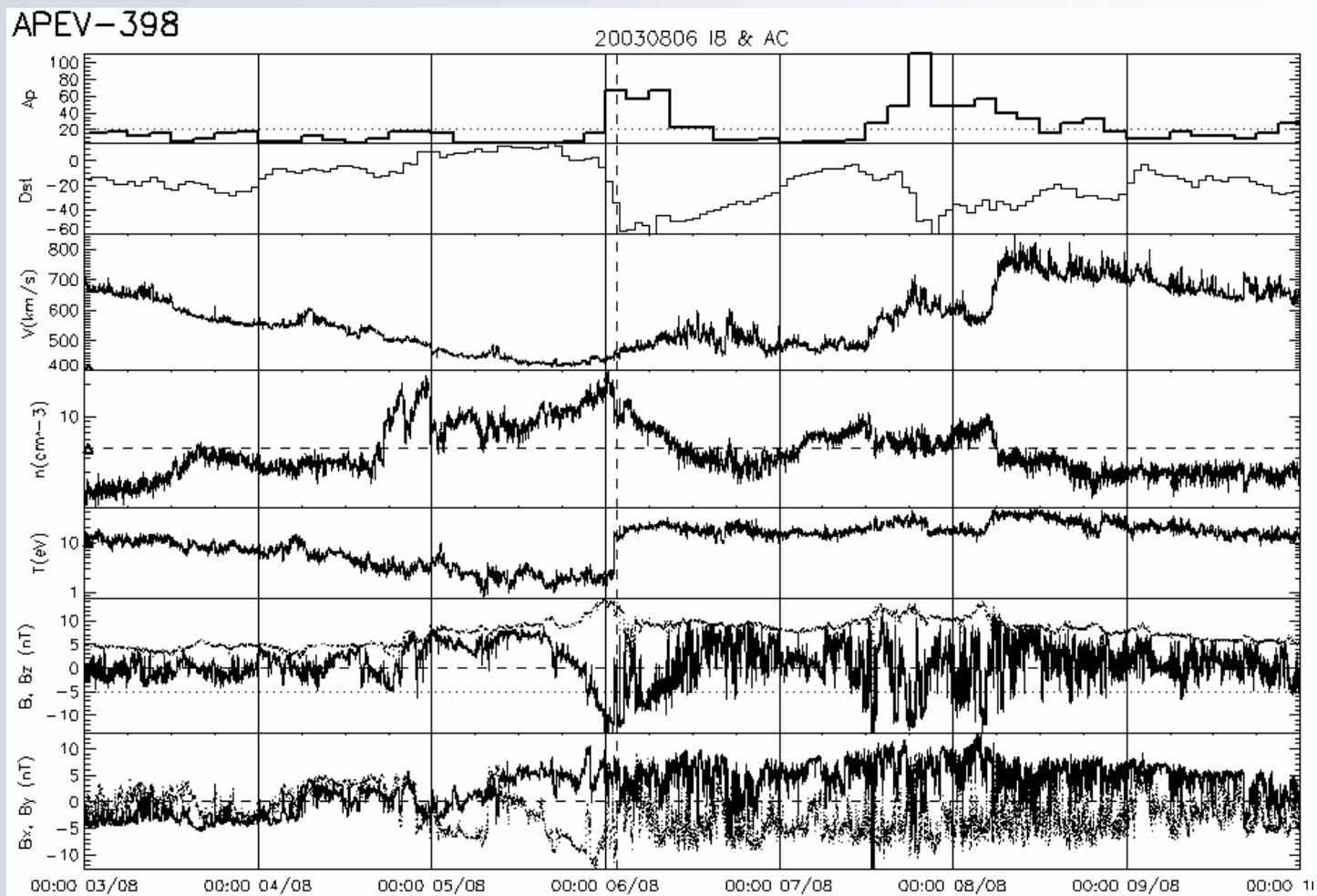
Уединённые, повторные и многократные возмущения магнитосферы

- Развитие геомагнитных бурь контролируется в основном внешними гелиосферными причинами, которые, в свою очередь, определяются условиями на Солнце. В зависимости от них возможно уединённое, повторное, многократное или турбулентное возмущение магнитосферы. Большинство геомагнитных бурь характеризуется существованием пика побочных экстремумов до или после главного



База APEV

Для выявления статистики по одиночным и кратным возмущениям магнитосферы был проведён анализ геомагнитных бурь из обширной базы данных APEV (<http://dbserv.sinp.msu.ru/apév/fullist.htm>) за 23-ий цикл солнечной активности



Таблицы геомагнитных возмущений

1997 — 2009 гг.:

- **N** — номер события в текущем списке
- **APEV** — номера изображений из каталога APEV, содержащих соответствующие временные профили
- **Начало события** (эти и перечисленные далее даты приведены с точностью до часа)
- **Окончание события**
- **Даты** главного минимума и побочных интенсификаций
- **n₁** — число интенсификаций на фазе нарастания
- **n₂** — число интенсификаций на фазе восстановления
- **n_{sum}** — суммарное число интенсификаций (вычисляемое по формуле)
- **|D_{st}|** — амплитуды входящих в событие минимумов
- **T_{1/2}** — длительность бури (час.) на уровне выше |D_{st}|/2 (считается продолжительность непрерывного интервала, окружающего главный минимум)
- **t_{1/2}** — длительность фазы нарастания (час.) (считается от начала события до начала главного минимума)
- **τ_{1/2}** — длительность фазы восстановления (час.) (считается от конца главного минимума до окончания события)
- **Примечания**
- Оценки **параметров** солнечного ветра (CB)

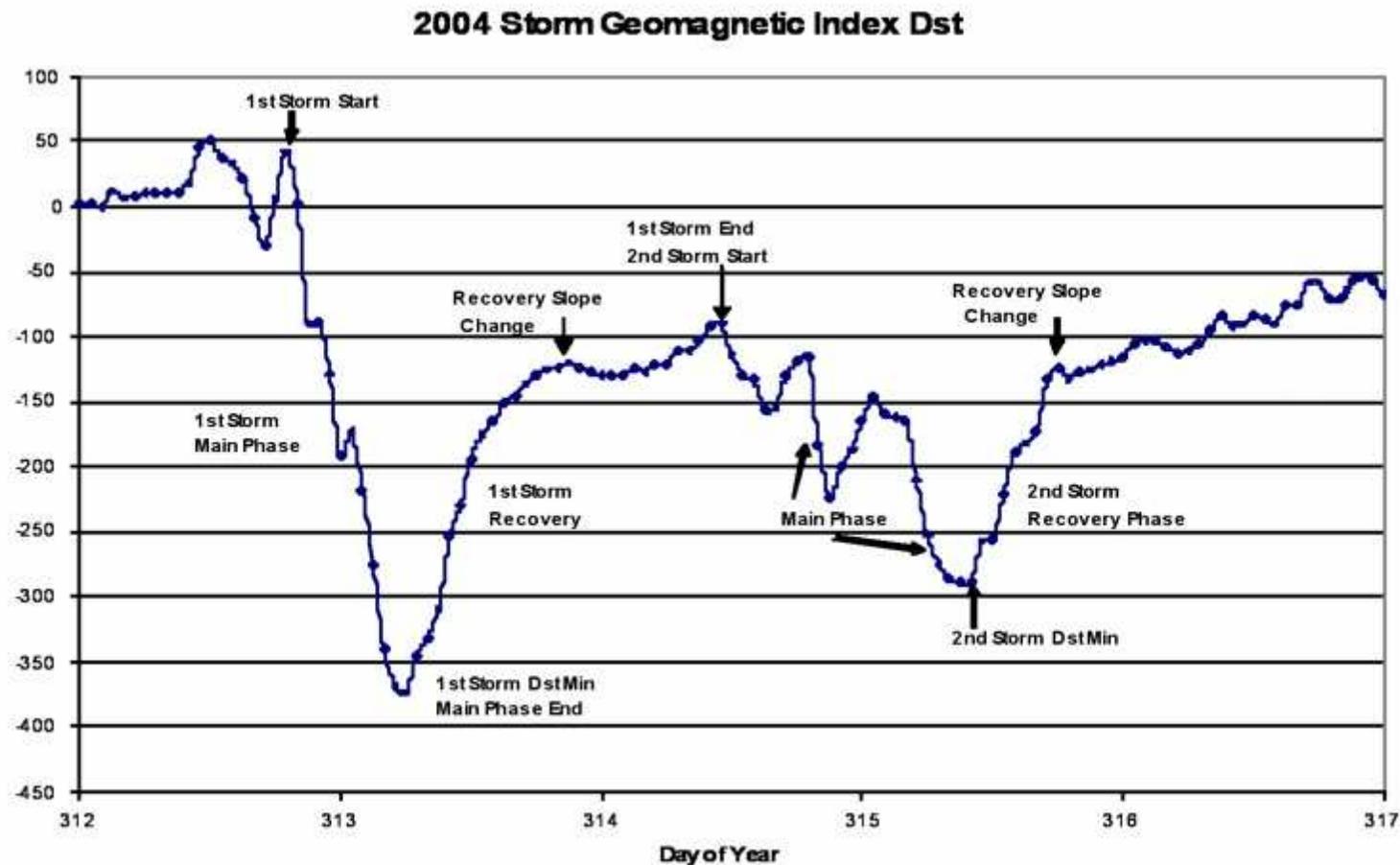
Таблицы в настоящее время доступны на сайте НИИЯФ МГУ по адресу
<http://smdc.sinp.msu.ru/index.py?nav=apecv/nastya/index>

События

■ 227 событий

В ходе события могут наблюдаться

- однократные (34.8%),
- двукратные (23.8%) и
- множественные (41.4%) интенсификации



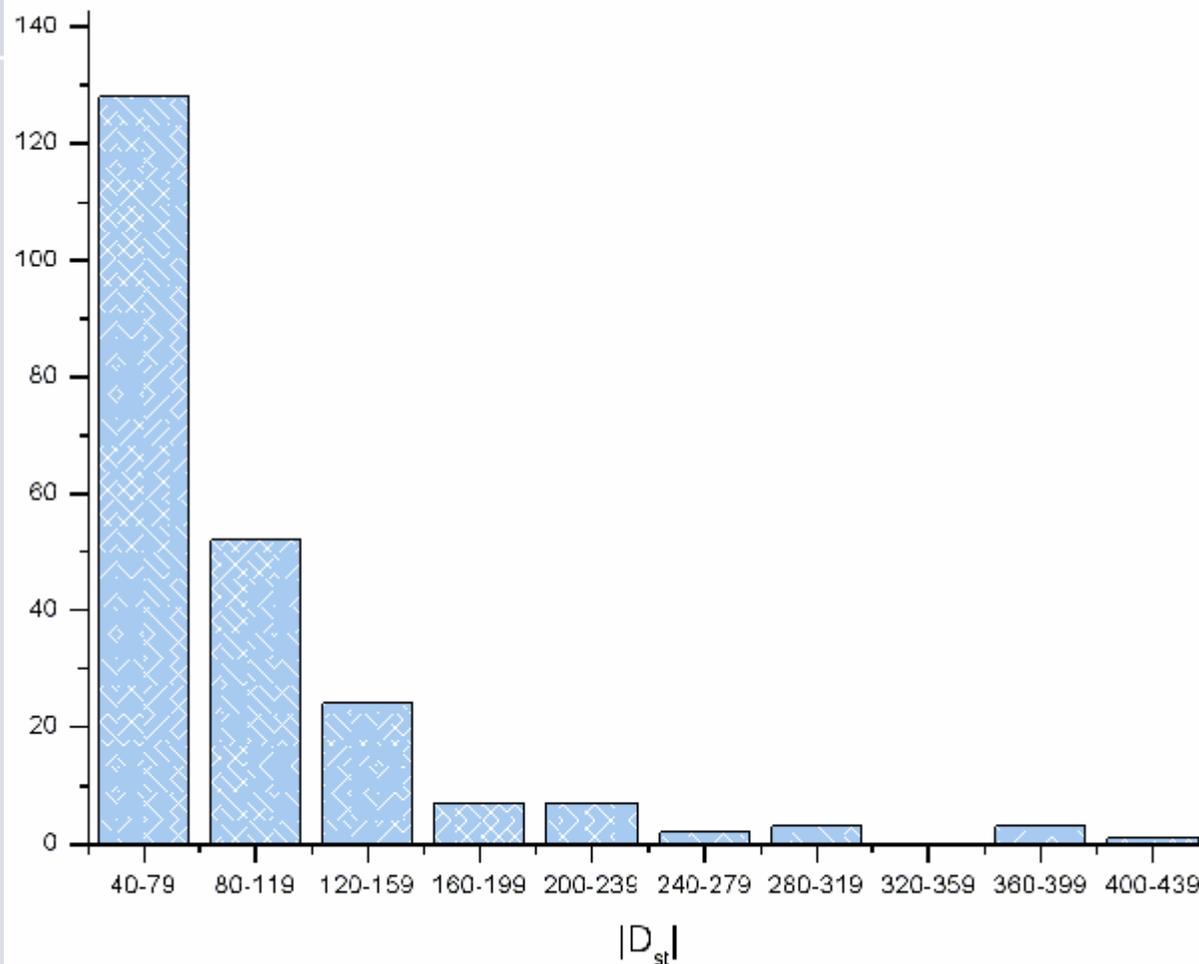
Распределение событий по интенсивности

Числа событий в зависимости от интенсивности:

- слабые — 39
- умеренные — 118
- сильные — 54
- очень сильные — 12
- экстремальные — 4

Классификация (Loewe and G.W. Prölss, 1997)

- слабые: **40–50** нТл
- умеренные: **50–100** нТл
- сильные: **100–200** нТл
- очень сильные: **200–350** нТл
- экстремальные: **>350** нТл



Распределение по числу интенсификаций на фазе нарастания

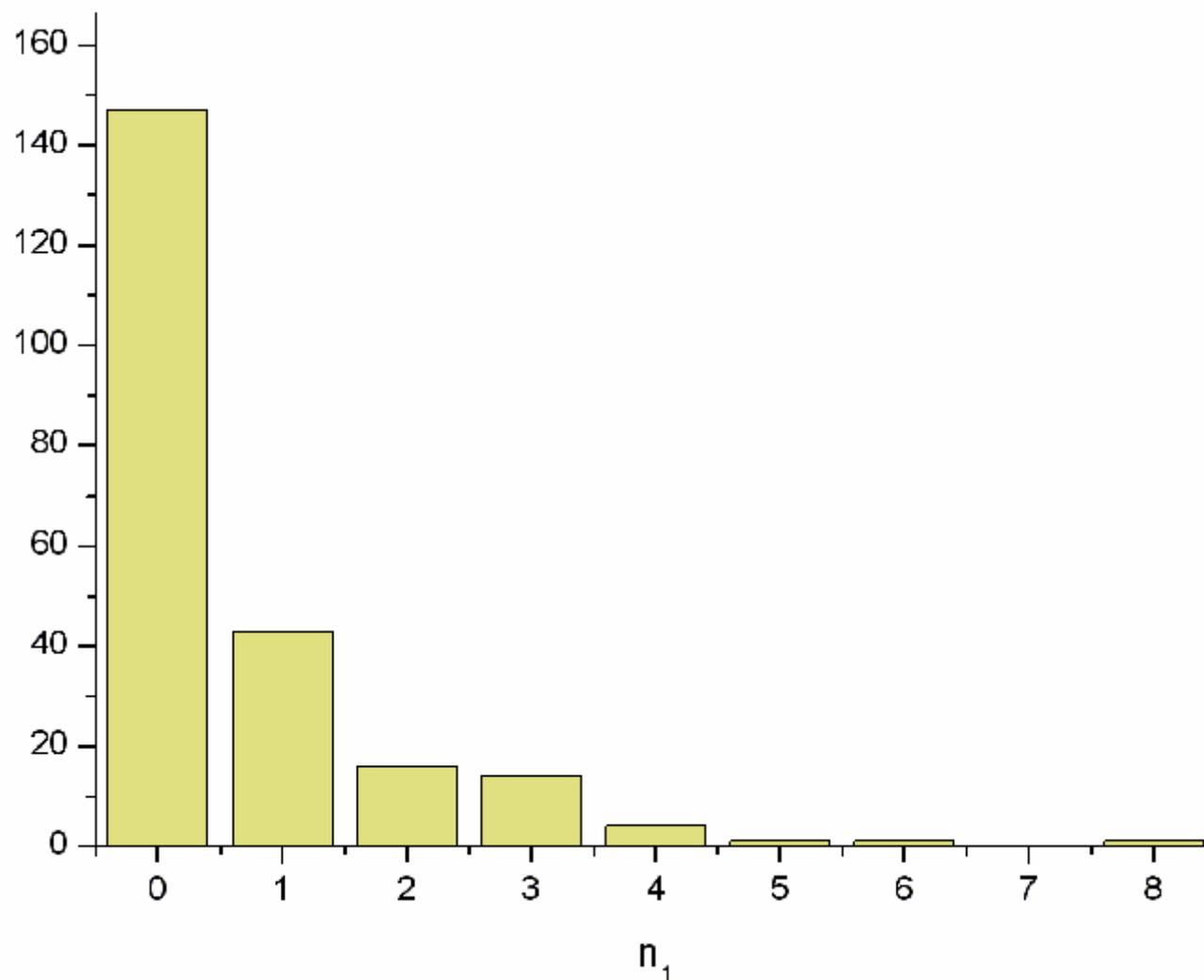
Таблица 1. Числа интенсификаций на фазе нарастания

n_1	Кол-во событий													
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	Всего
0	14	16	14	20	13	8	9	12	14	14	6	6	1	147
1	2	2	6	4	5	3	8	1	7	4	–	1	–	43
2	1	3	1	4	1	1	2	1	2	–	–	–	–	16
3	1	–	–	2	2	4	3	2	–	–	–	–	–	14
4	–	–	1	1	–	–	2	–	–	–	–	–	–	4
5	–	–	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	1
6	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	1
7	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
8	–	–	–	–	1	–	–	–	–	–	–	–	–	1
Σ	18	21	22	31	22	16	25	16	24	18	6	7	1	227

Распределение по числу интенсификаций на фазе нарастания

- $\langle n_1 \rangle = 0.67$

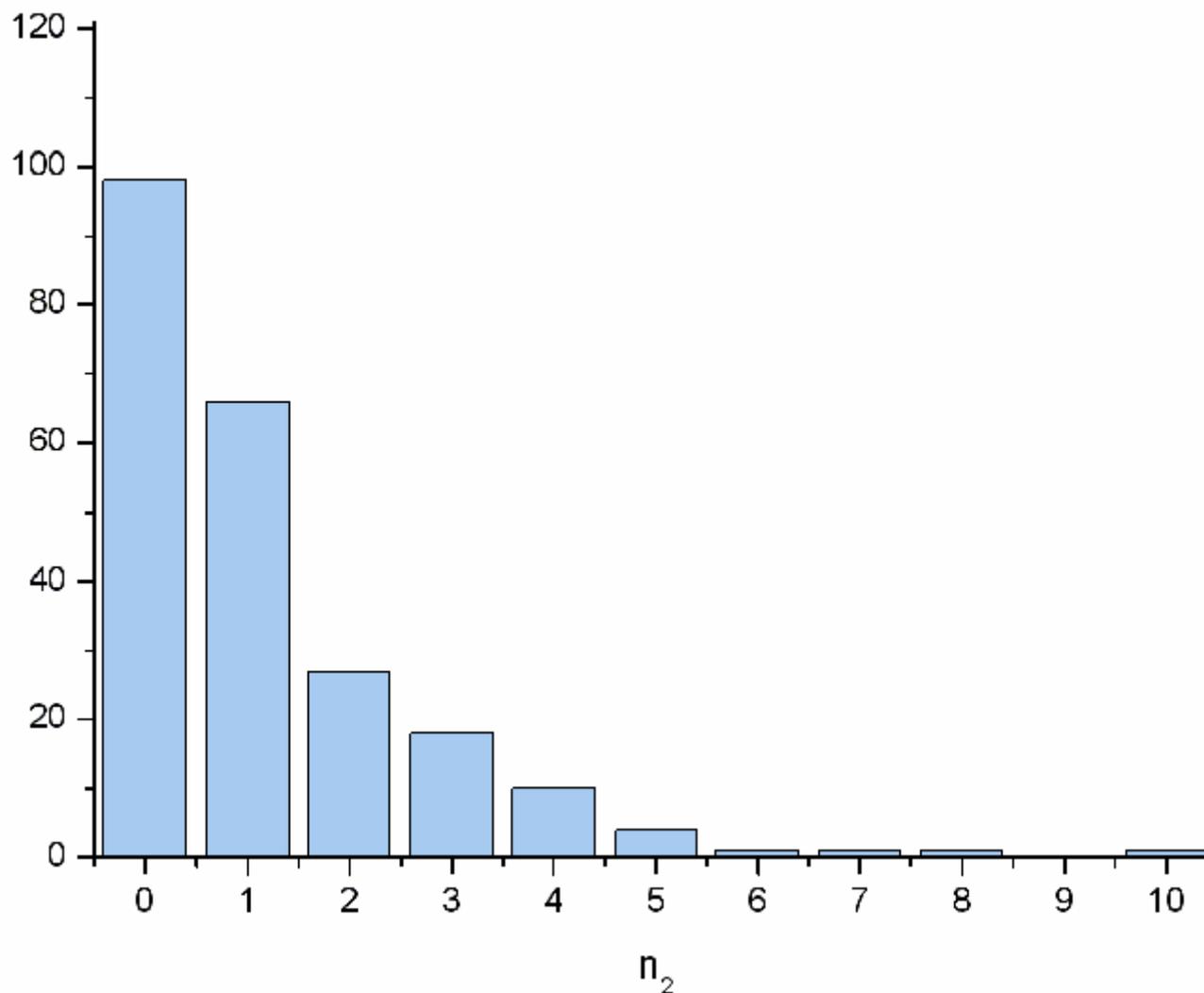
Дополнительные интенсификации на фазе нарастания имелись у 35.2% событий



Распределение по числу интенсификаций на фазе восстановления

- $\langle n_2 \rangle = 1.17$

Дополнительные интенсификации на фазе восстановления имелись у 56.8% событий

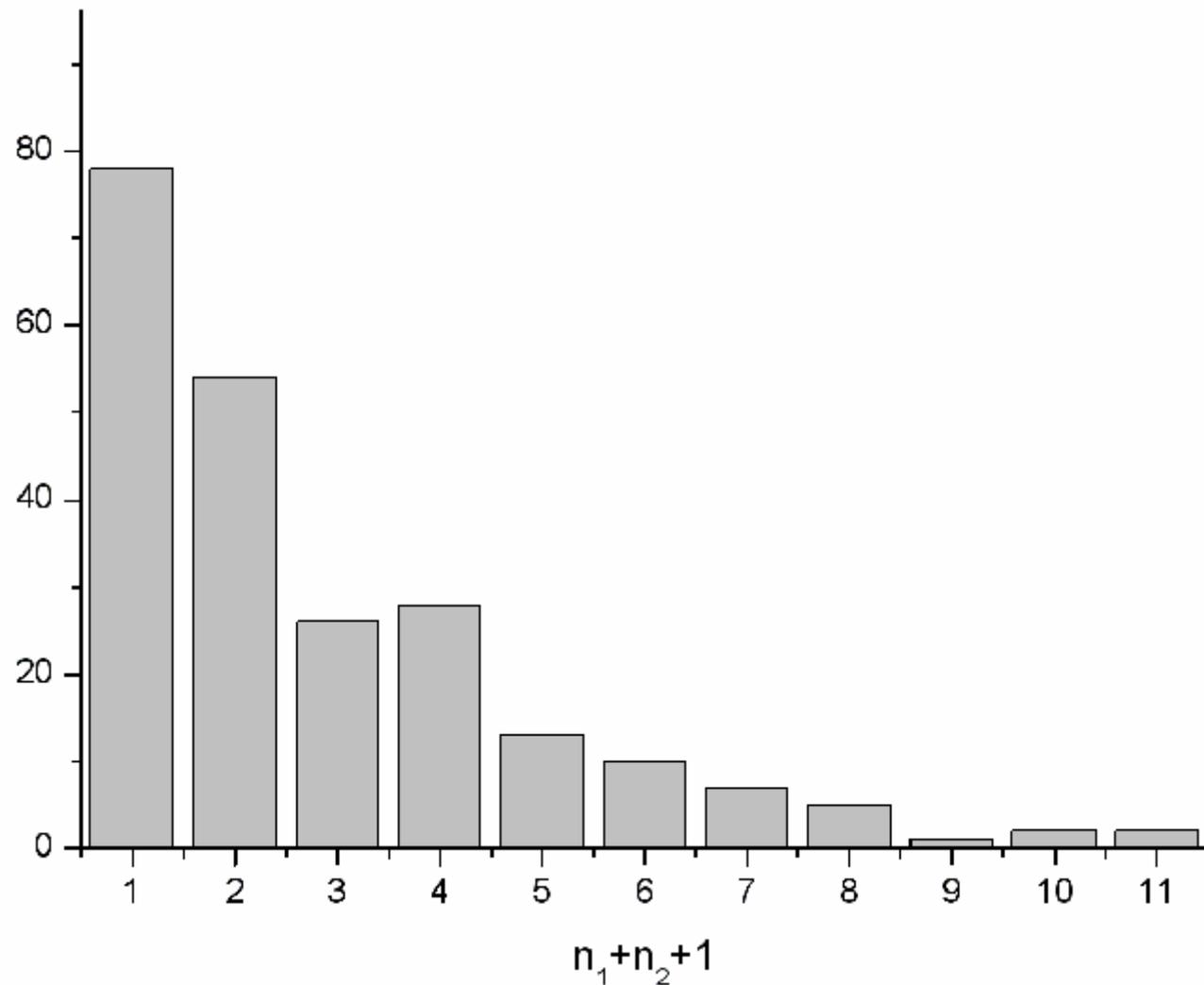


Распределение по суммарному числу интенсификаций

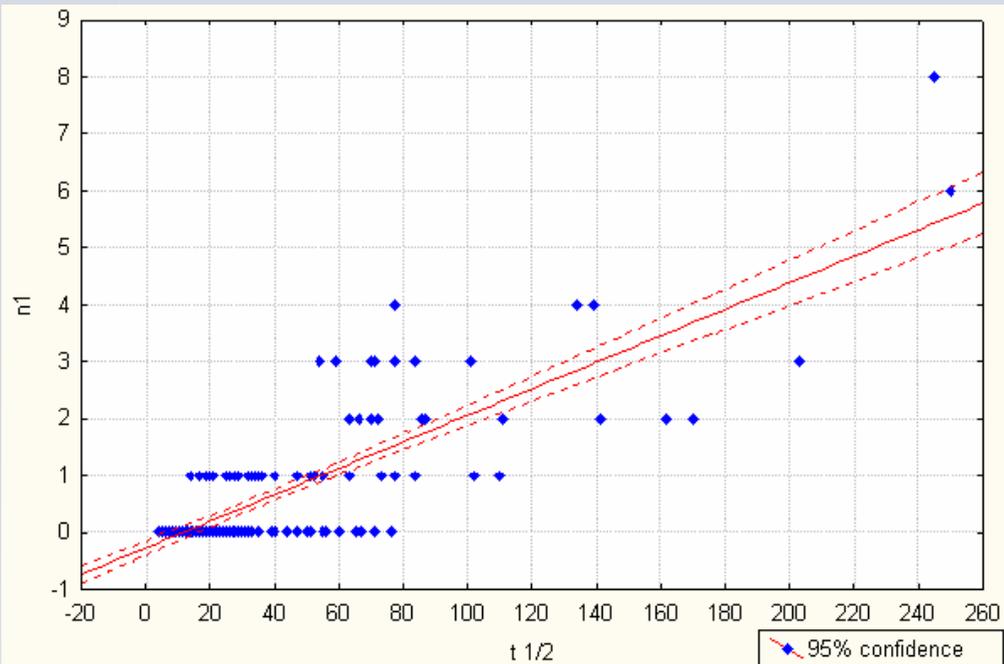
- $\langle n_{sum} \rangle = 2.84$

Суммарное число интенсификаций — число интенсификаций на фазах нарастания и восстановления + гл. минимум:

$$n_{sum} = n_1 + n_2 + 1$$



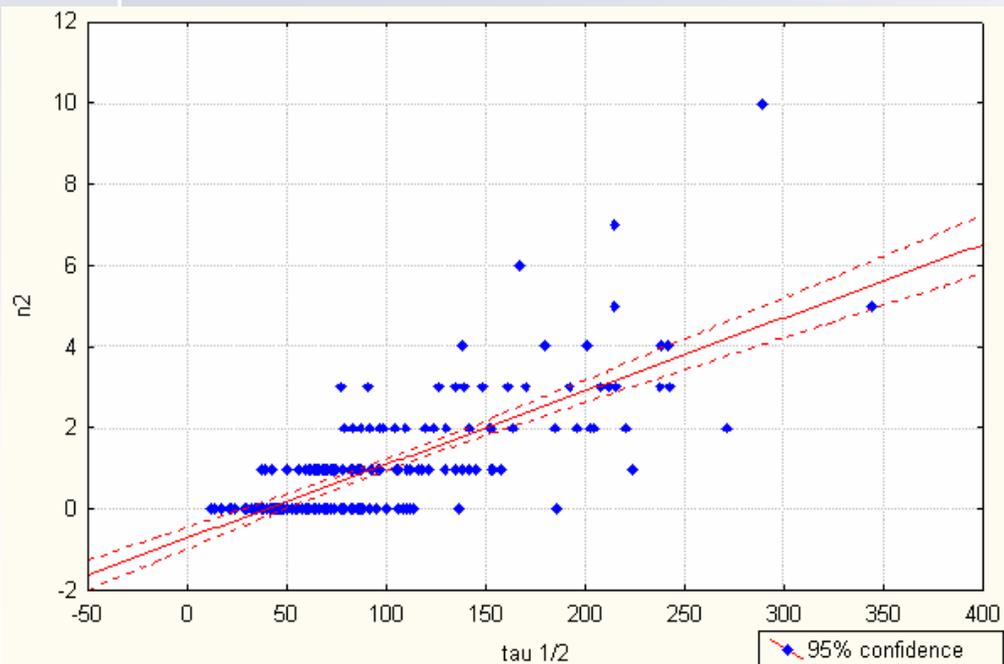
Связь между n_1 и $t_{1/2}$ n_2 и $\tau_{1/2}$



Коэффициент корреляции
Спирмена:

■ n_1 и $t_{1/2}$ $r_s = 0.64$

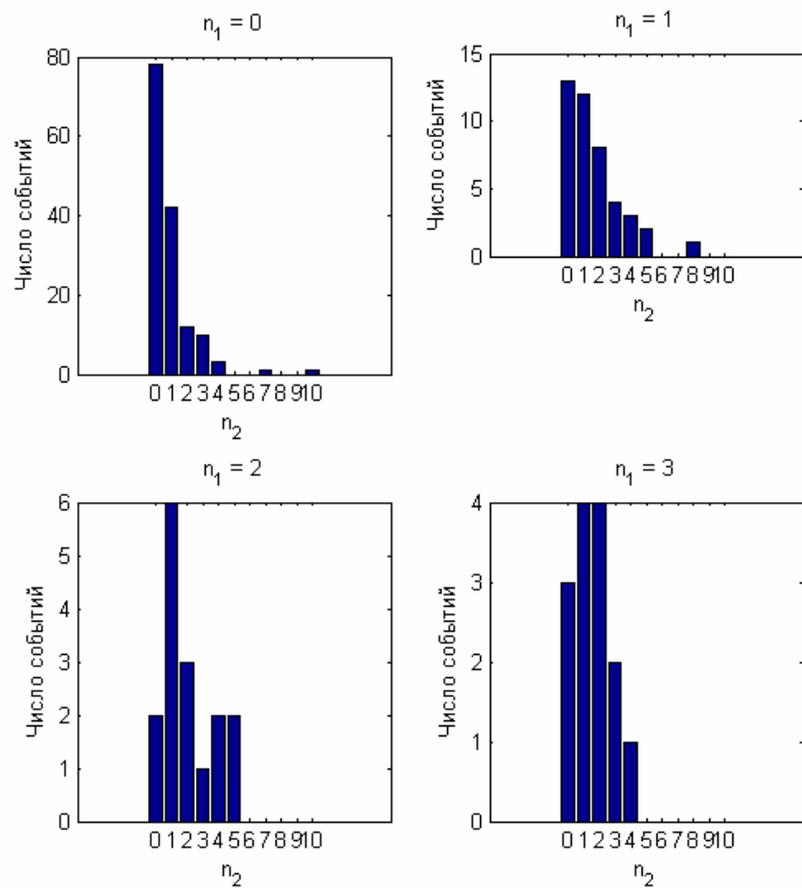
■ n_2 и $\tau_{1/2}$ $r_s = 0.69$



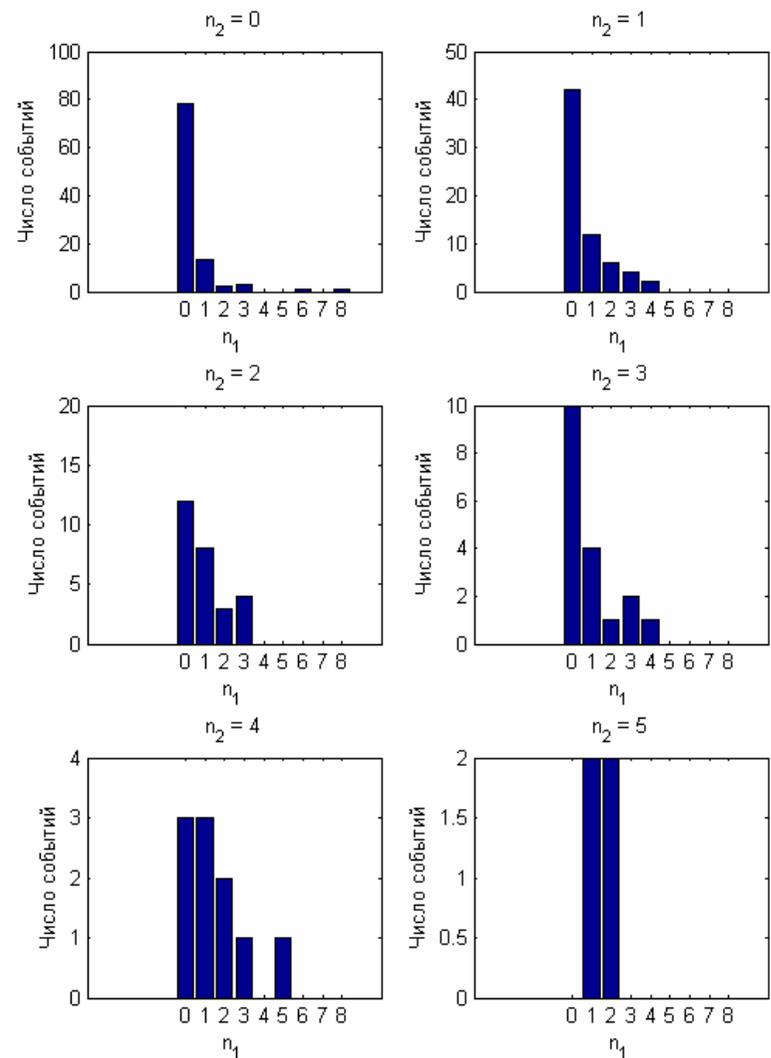
$$n_1 = -0.2714 + 0.02327 \cdot t_{1/2}$$

$$n_2 = -0.7138 + 0.01807 \cdot \tau_{1/2}$$

Интенсификации на фазах роста и восстановления

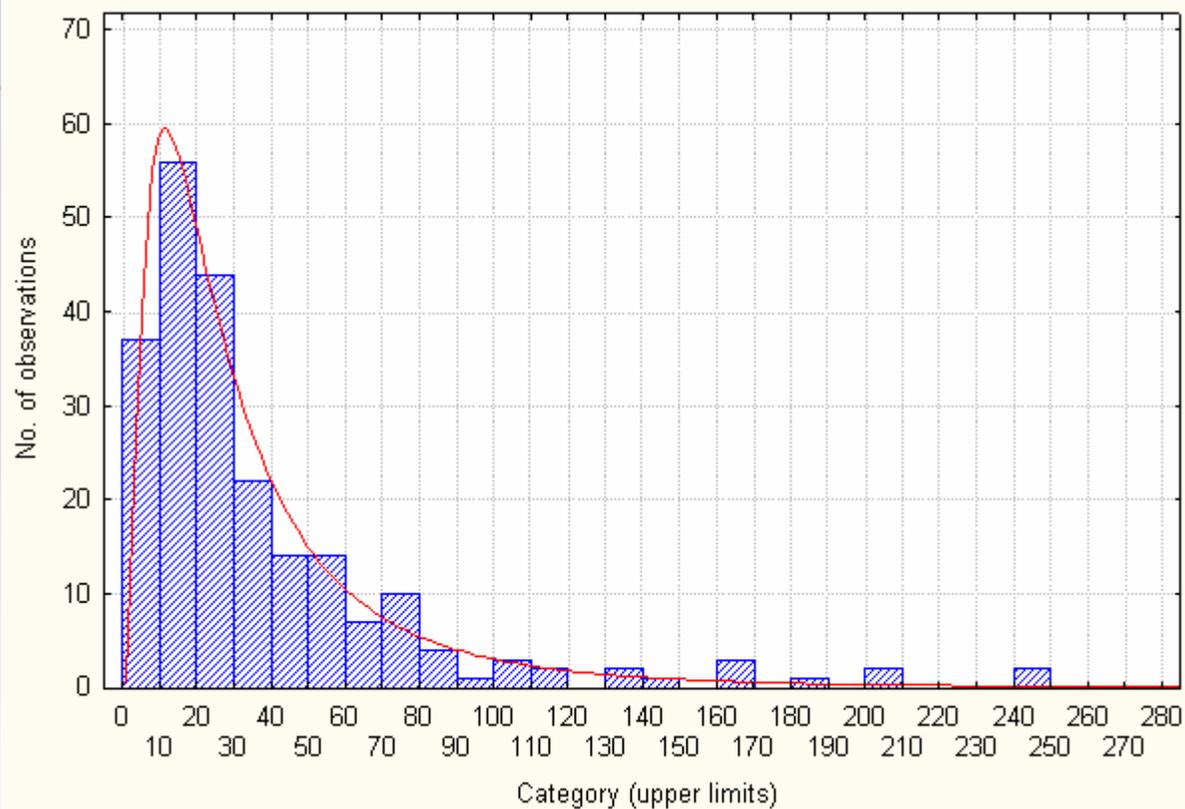


n_2 при разных n_1



n_1 при разных n_2

Распределение событий по длительности фазы нарастания



Параметры
распределения:

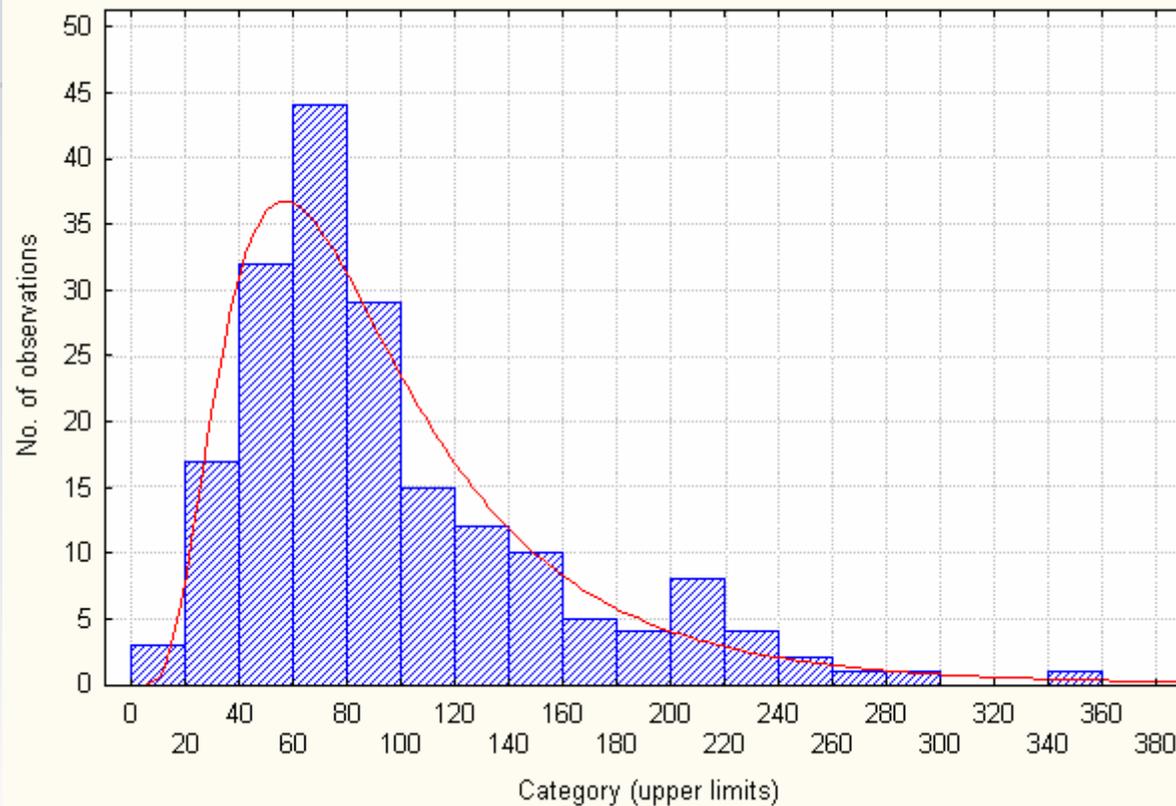
- $\langle t_{1/2} \rangle = 38.0$
- $\sigma = 41.2$

Горизонтальная ось: $t_{1/2}$ (час.)

Вертикальная ось: количество событий

Распределение по $t_{1/2}$ близко к логнормальному

Распределение событий по длительности фазы восстановления



Параметры
распределения:

- $\langle \tau_{1/2} \rangle = 96.6$
- $\sigma = 58.0$

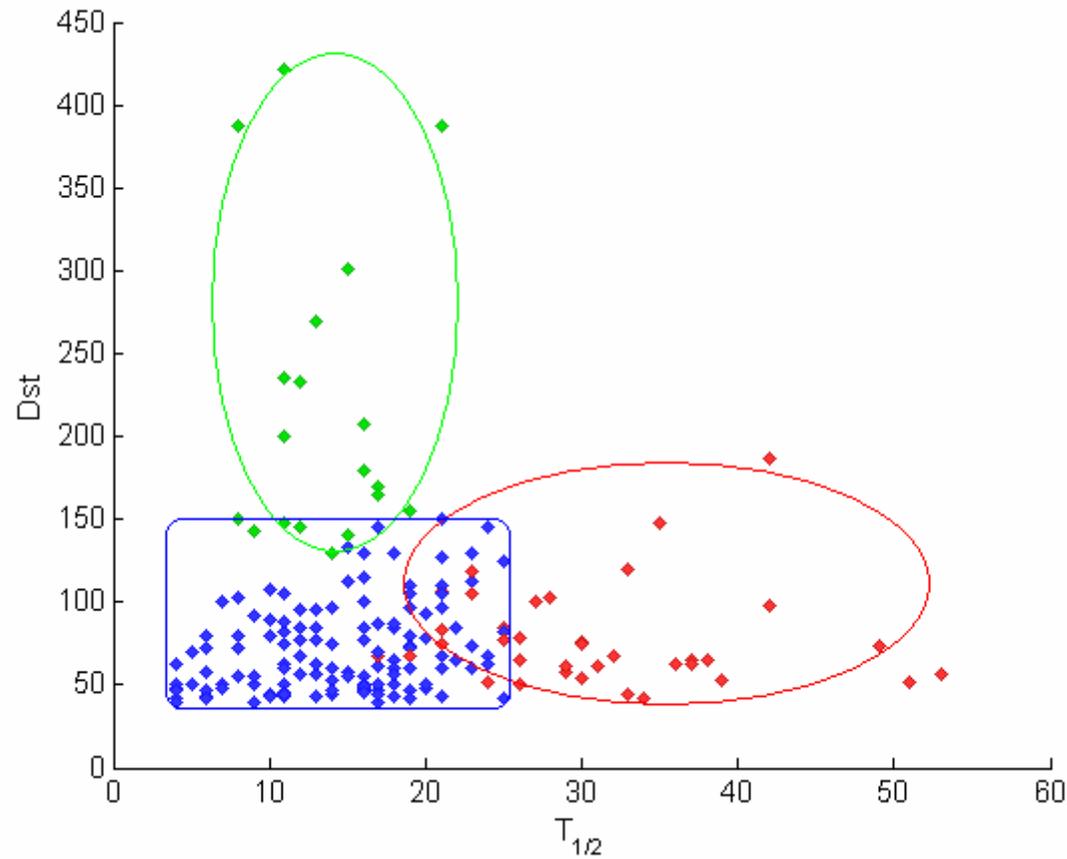
Горизонтальная ось: $\tau_{1/2}$ (час.)

Вертикальная ось: количество событий

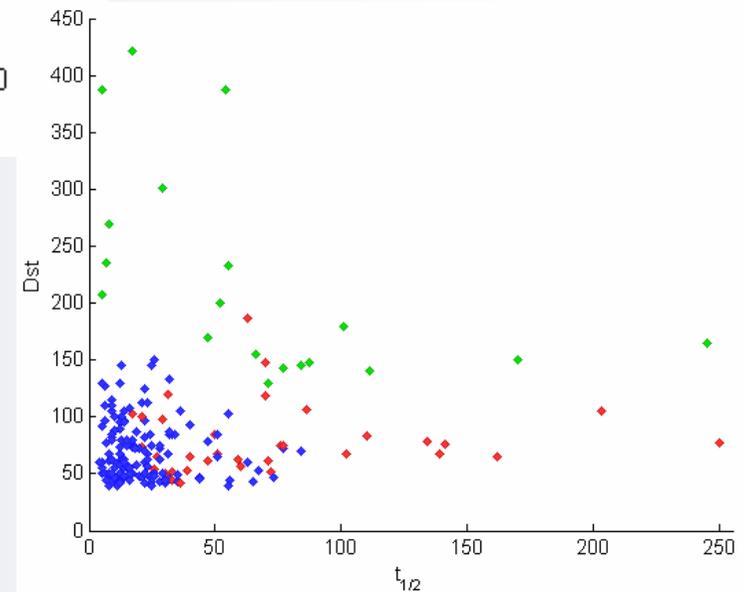
Распределение по $\tau_{1/2}$ близко к логнормальному

Кластеризация (метод k - средних)

■ Трёхмерная
кластеризация по
переменным D_{st} , $t_{1/2}$
и $T_{1/2}$



Мощные бури обычно короткие. Обратное не
верно



Выводы

- Уединенные события чаще наблюдаются в минимуме солнечной активности. Мощные геомагнитные возмущения чаще встречаются в максимуме цикла солнечной активности. Тогда же выше вероятность наложения множественных возмущений из-за большего их числа на Солнце и по дороге в гелиосфере
- Мощные возмущения на Солнце, в гелиосфере и магнитосфере обычно бывают более короткими, чем слабые. Этот факт давно известен. Однако он вовсе не означает, что в энергетическом балансе на Солнце, в гелиосфере и магнитосфере в целом преобладает вклад отдельных мощных событий. Скорее наоборот
- Найденные нами закономерности в виде логнормальных распределений для статистических свойств относительно длительности геомагнитных бурь, по-видимому, отражают статистические свойства солнечного ветра, связанные с нелинейными мультипликативными процессами формирования возмущений в нём (Веселовский и др., 2010). Вопрос о детальном происхождении такой статистики в данном случае требует дополнительного исследования

Спасибо за внимание!