

НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ПРОБЛЕМАМ  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРОГНОЗОВ, ЭКОЛОГИИ, КЛИМАТА СИБИРИ  
(к 40-летию образования СибНИГМИ)  
19-20 апреля 2011 г. Новосибирск

***ГРОЗОВАЯ АКТИВНОСТЬ  
И  
КОНВЕКТИВНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ  
АТМОСФЕРЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ***

*Д.г.н., профессор кафедры метеорологии и климатологии ТГУ*

***В.П. Горбатенко***

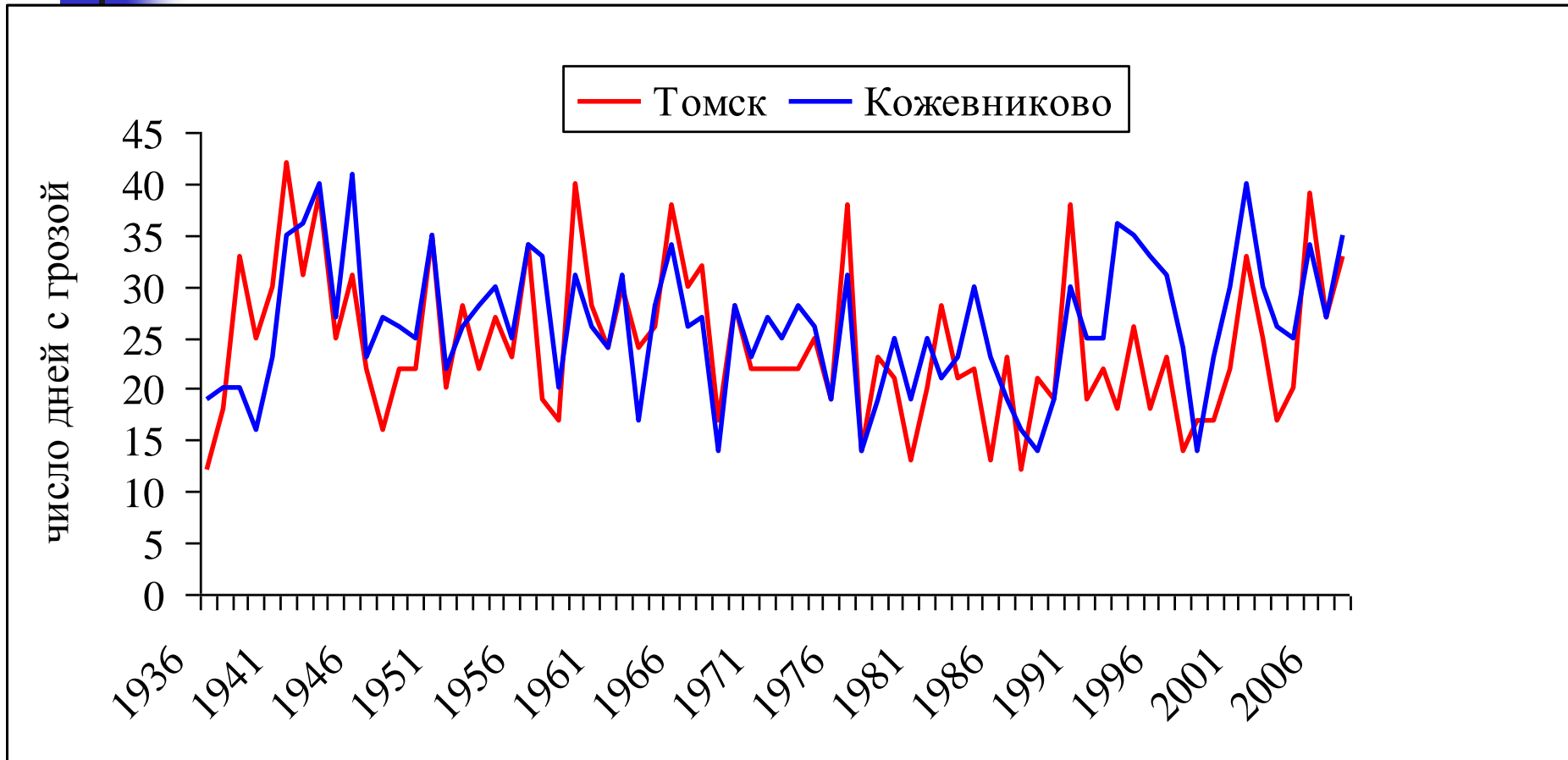


# Актуальность

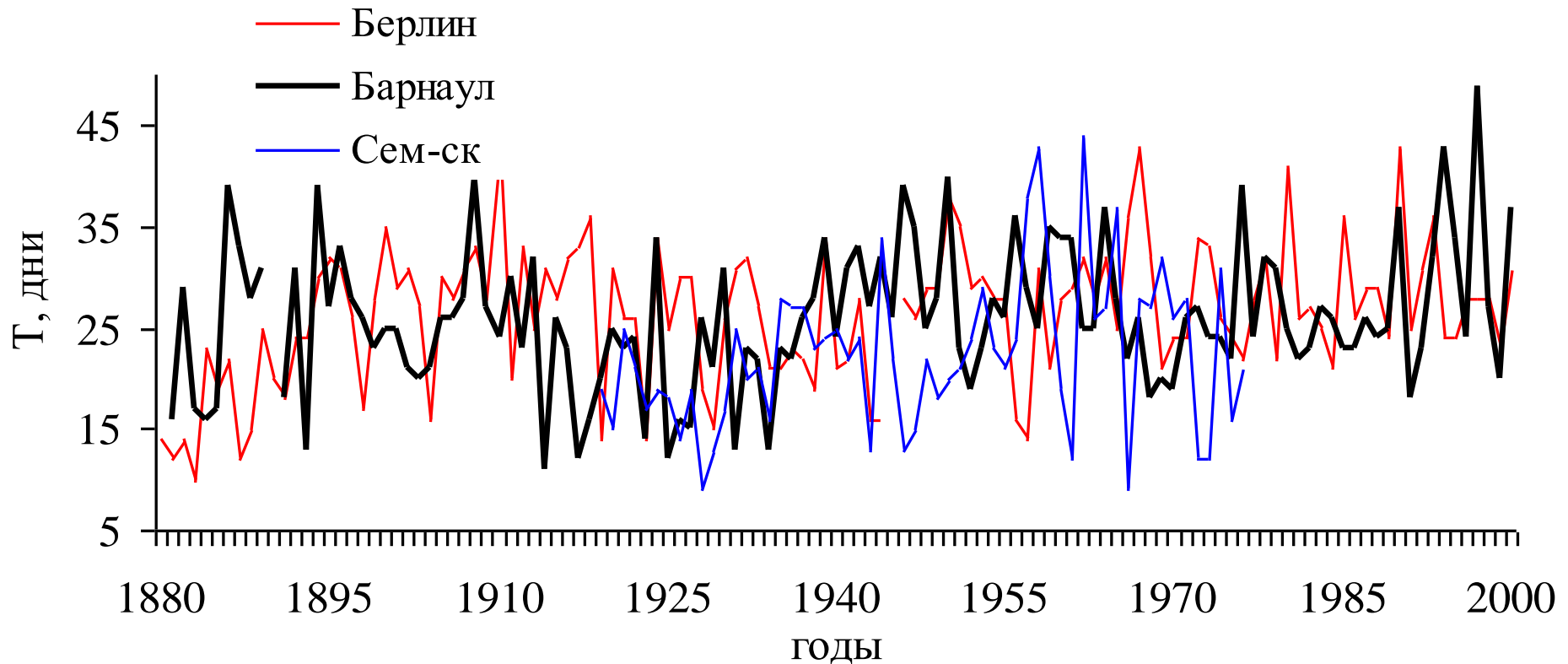
---

- Изучение природы опасных явлений погоды, связанных с зонами активной конвекции (ливней, града, грозы), исследование их повторяемости, условий образования являются необходимостью для повышения качества их прогноза

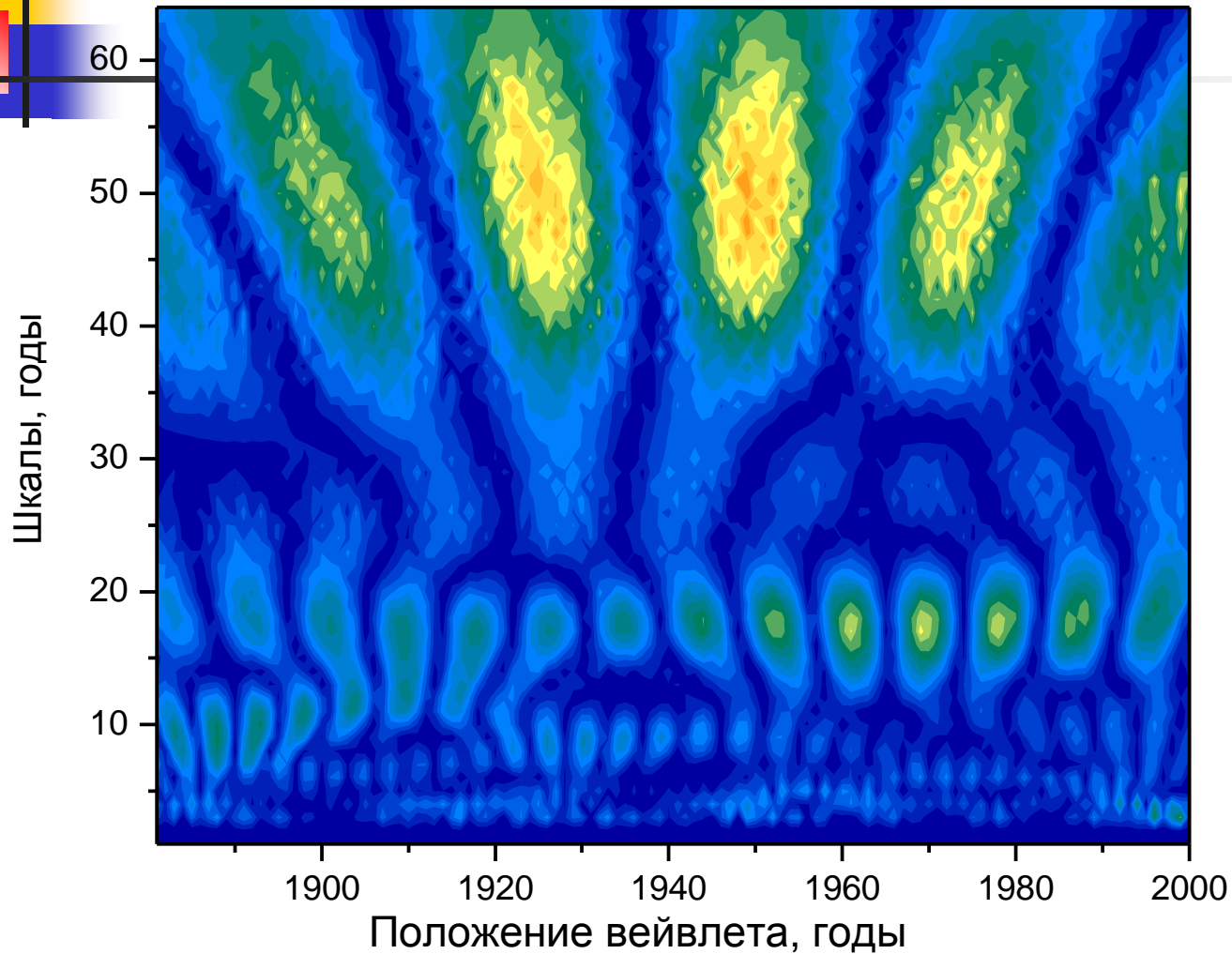
# Временная изменчивость грозовой активности



# Временная изменчивость грозовой активности

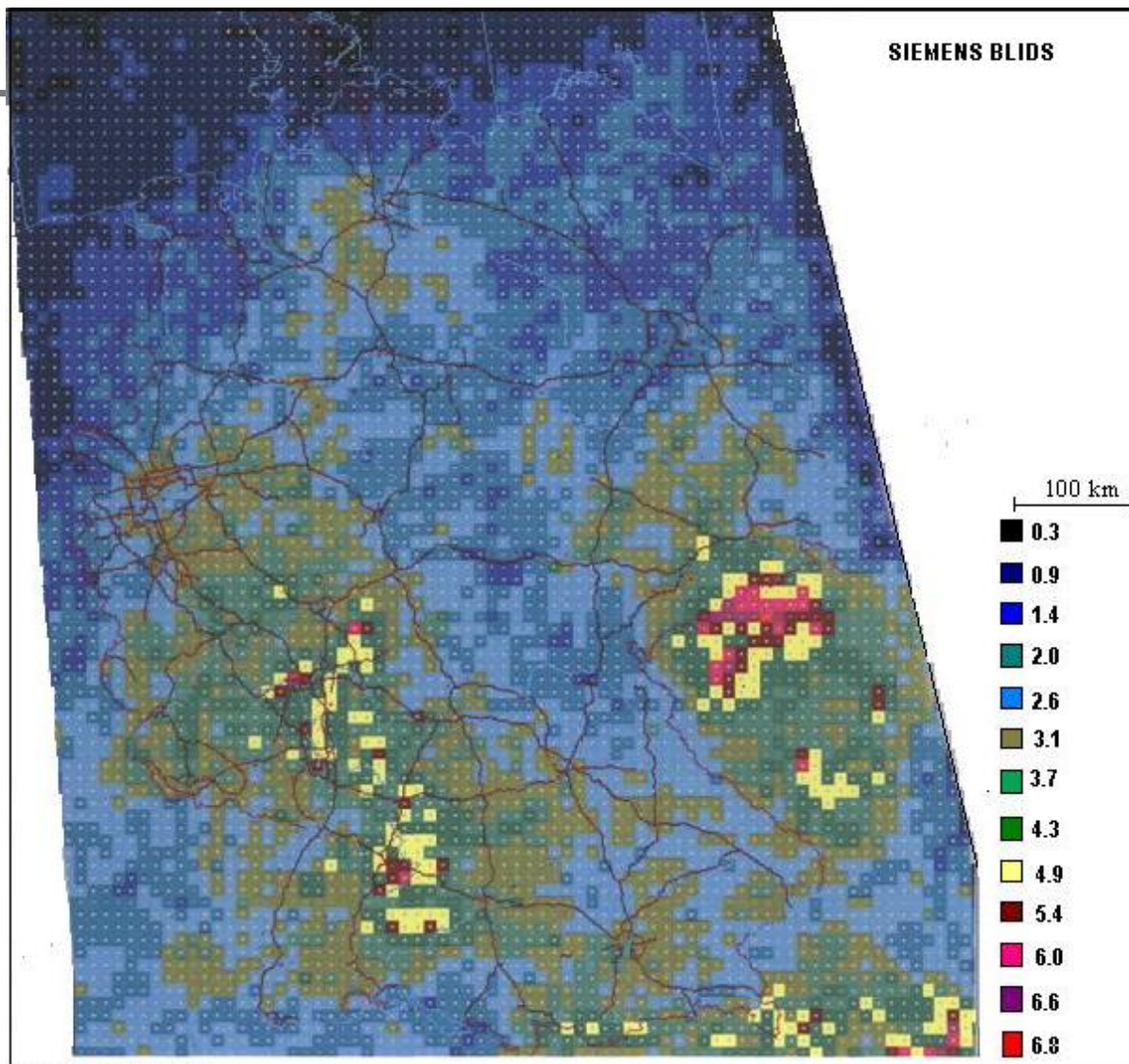


# Результаты вейвлет анализа



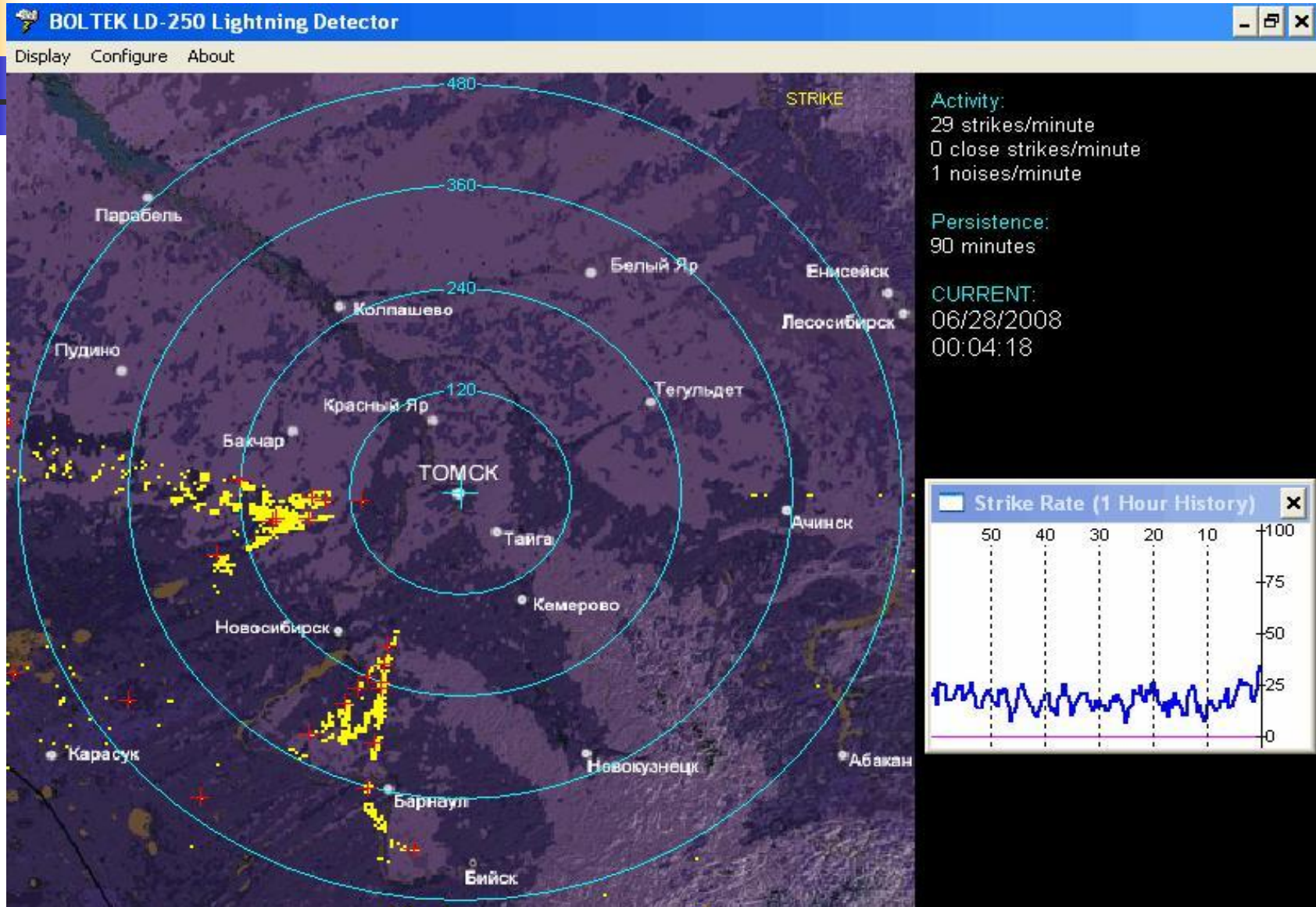
# Пространственная неоднородность грозовой активности

**Плотность разрядов молнии (N, разр. /км<sup>2</sup> год) над территорией Германии за период с 1995 по 2006 для квадратов 10x10 км.**

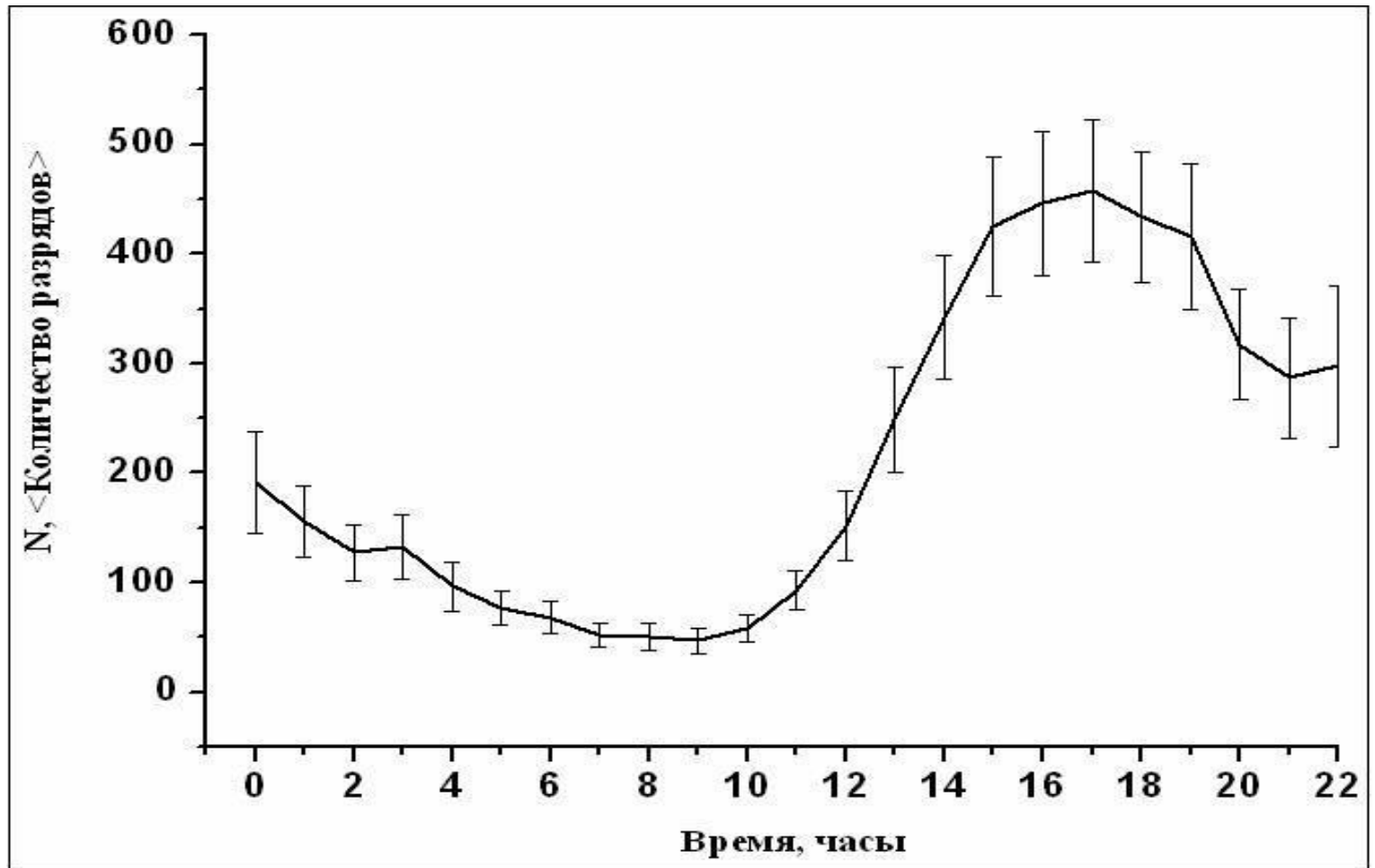




# Молнии на экране монитора грозопеленгатора

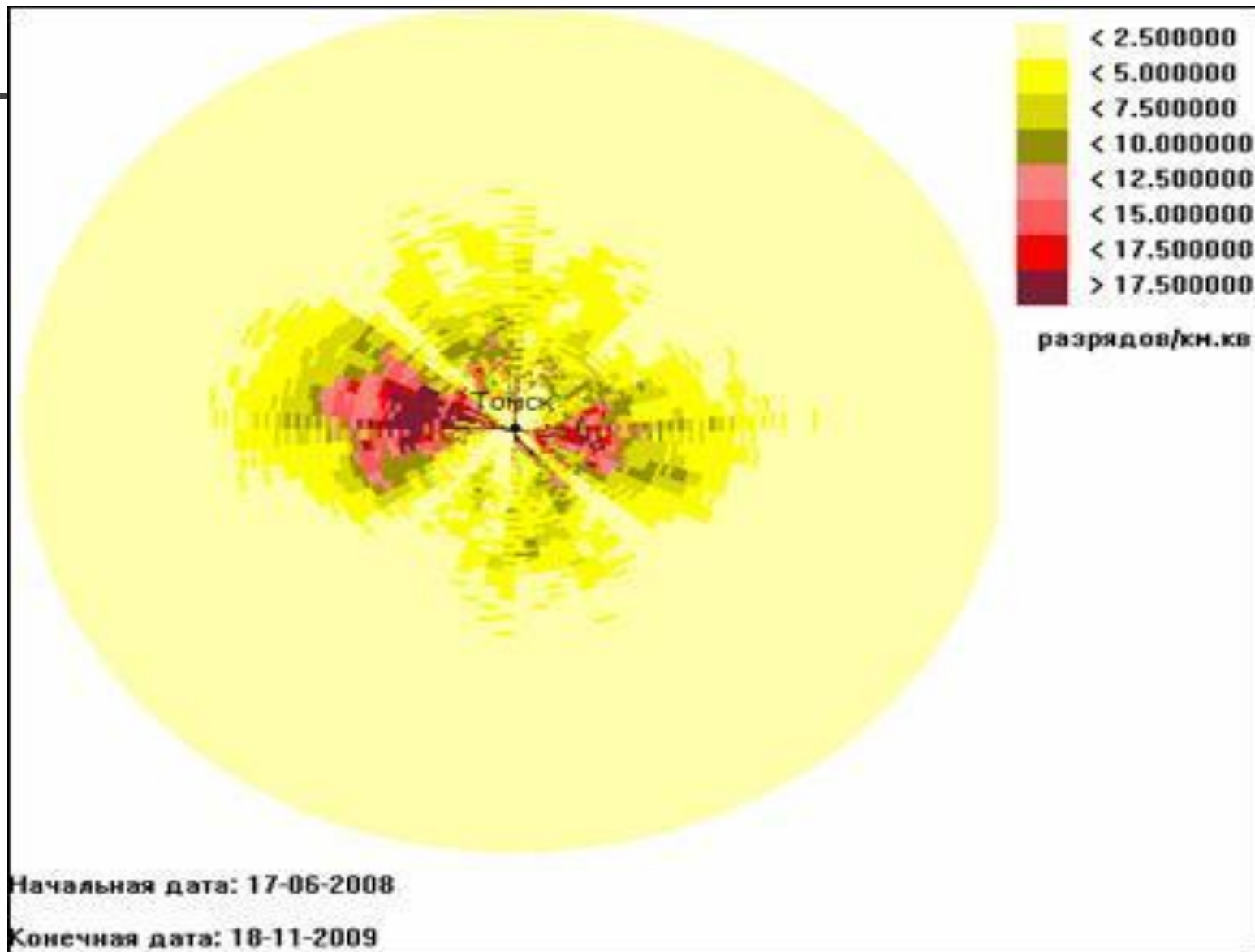


# Суточный ход разрядов молний

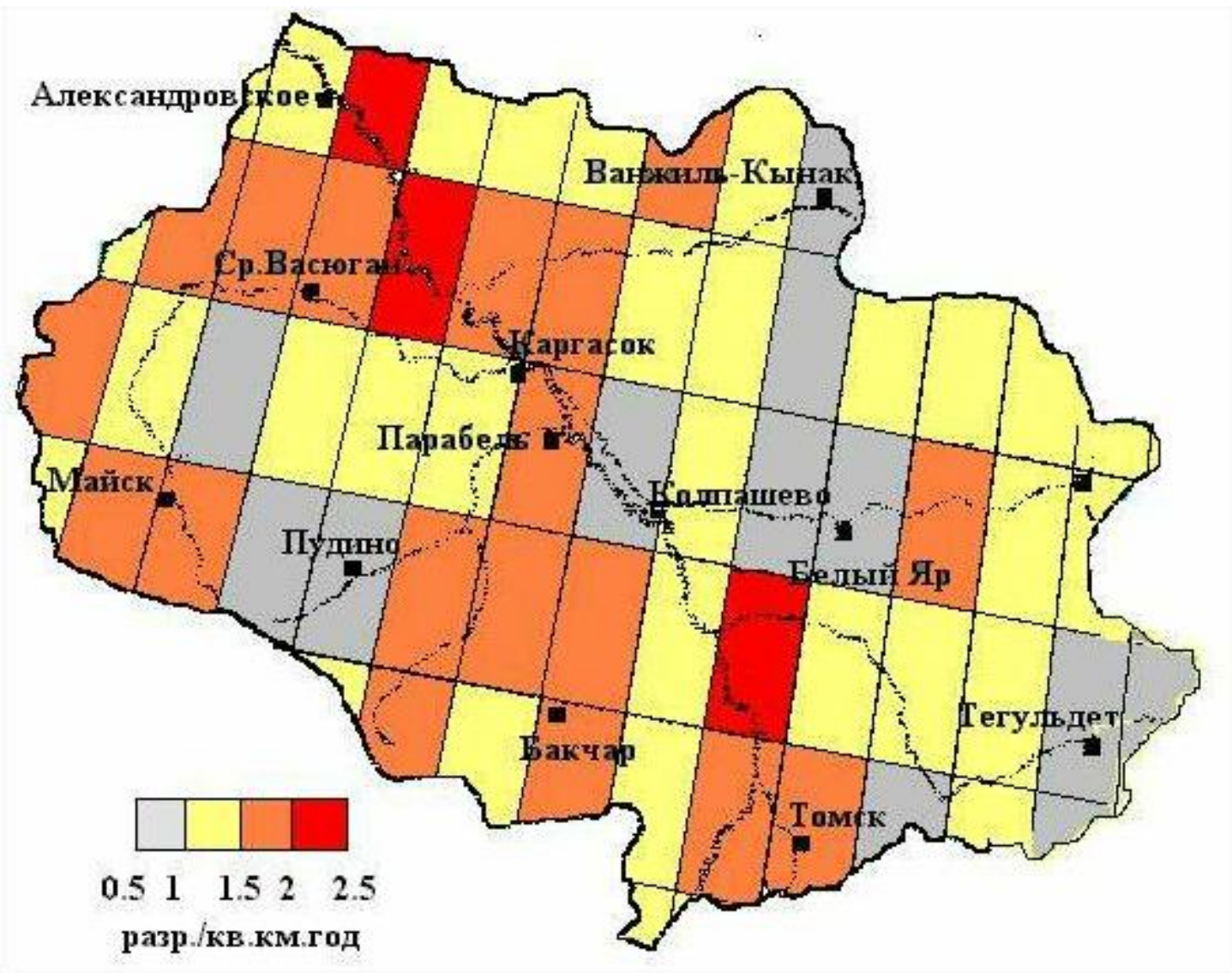




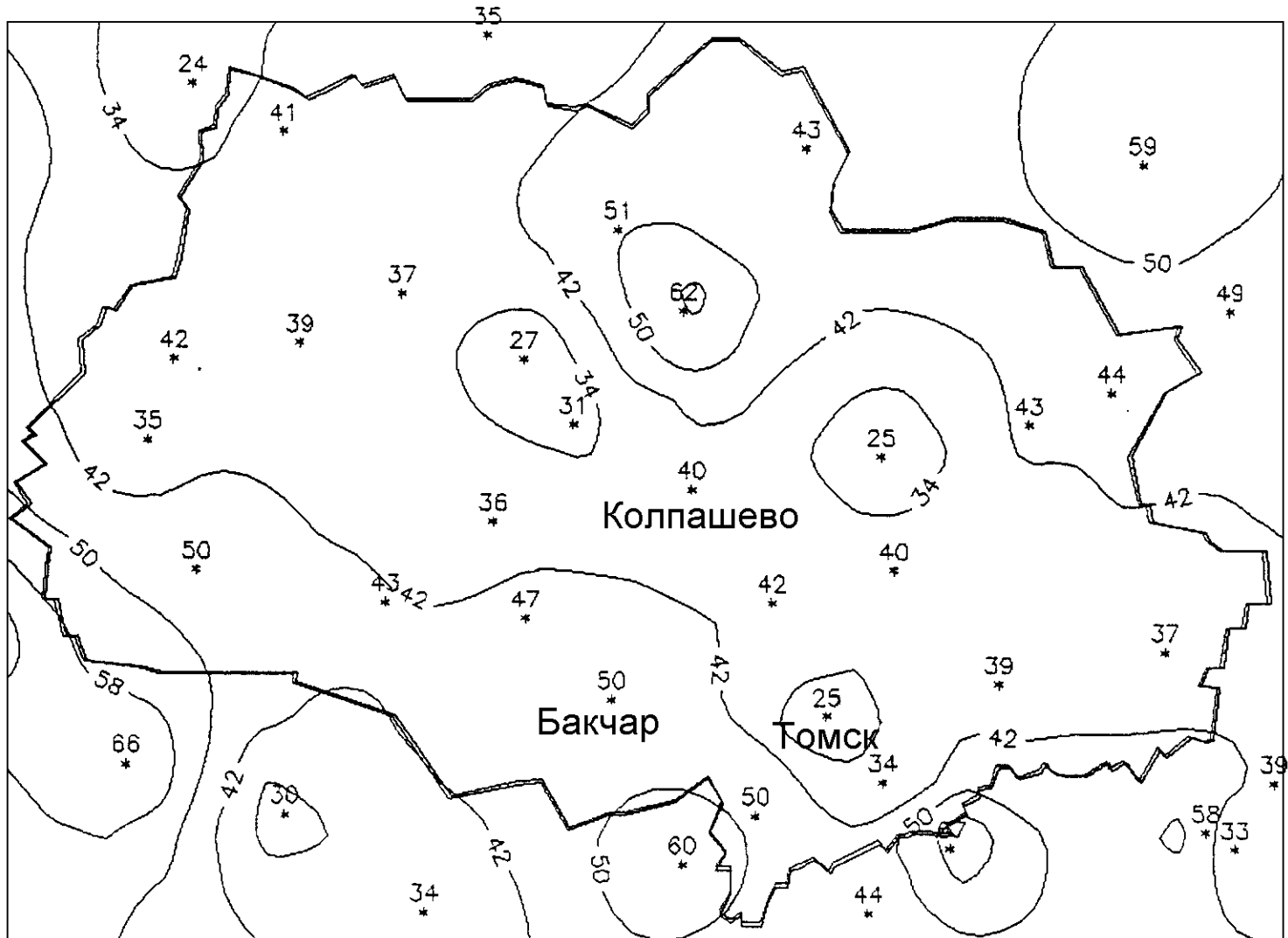
# Карта плотности молний в радиусе 400 км от Томска



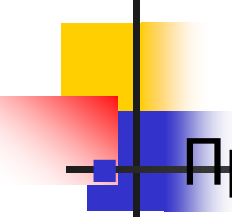
# Плотность разрядов молнии, оцененная по спутниковым наблюдениям



# Число дней с грозой Томская область



# Выводы, часть 1

- 
- Пространственному распределению характеристик грозовой активности свойственна значительная мезомасштабная неоднородность и зависимость от состояния подстилающей поверхности.
  - Очаги ее повышенных (пониженных) значений сохраняются на протяжении всего периода наблюдений.
  - Организация полигонов, где кроме прочих методов определения грозоопасности будут установлены автоматические грозорегистраторы, как никогда актуальна. На фоне потепления климата неизбежно увеличится количество гроз, следовательно, будет возрастать ущерб от воздействия молний.

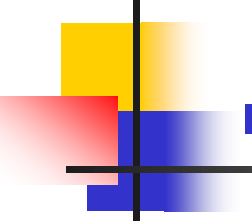


# Исследование характеристик конвекции

---

- Основная проблема качественного прогноза развития конвективных явлений – трудности в создании физической основы для численного моделирования конвективных процессов.



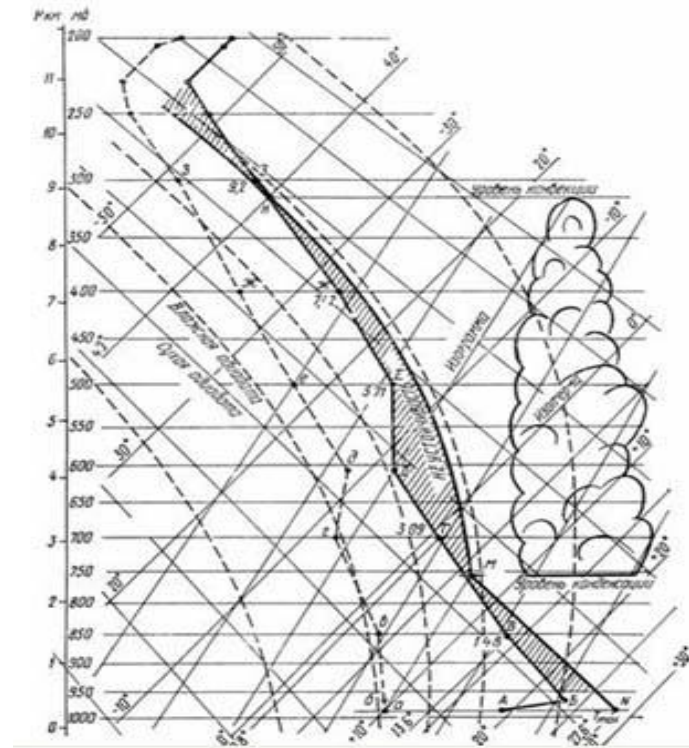
- 
- Для разработки методов прогноза развития конвекции применяется несколько подходов, из которых наиболее распространенным за рубежом является статистическая интерпретация численных характеристик прогностических полей по той или иной действующей модели.

В мезомасштабных моделях **MM5** и **WRF** для прогноза развития конвекции в целом и, например, грозы практикуется использование значений индексов, характеризующих конвекцию по ряду параметров

В первую очередь это индексы, характеризующие устойчивость атмосферы – Showalter, Lifting

$$SHOW = T_{500} - T_{parcel},$$

$$LI = T_{500} - T_{parcel}$$



# Lifting index в WRF модели

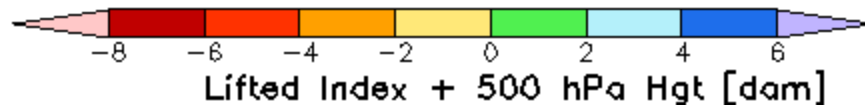
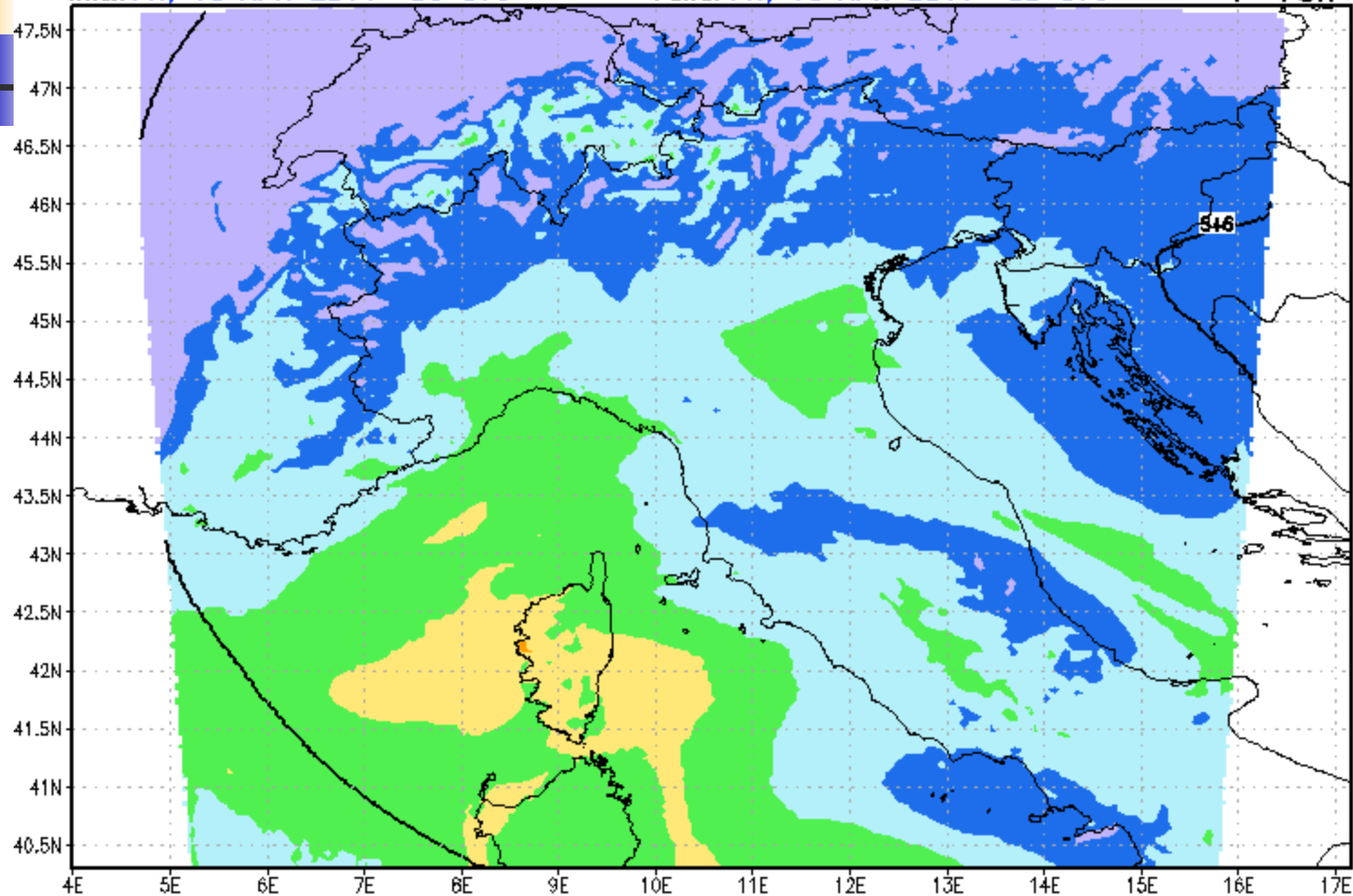
Consorzio Lamma

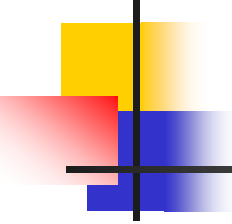
Init.: Fri, 15 APR 2011 06 UTC

NMM 0.04deg - NMM 0.1deg(GFS 0.5deg)

Valid: Fri, 15 APR 2011 09 UTC

T=+3h





Вторую группу индексов представляют индексы, в которых кроме стратификации температуры, присутствуют характеристики влажности:  
K index, TOTL index.

---

$$\mathbf{KINX} = (T850 - T500) + TD850 - (T700 - TD700)$$

$$\mathbf{TOTL} = (T850 - T500) + (TD850 - T500)$$

Индекс TOTL одновременно характеризует и устойчивость и влагосодержание атмосферы в слое от 850 до 500 гПа. Если значения индекса TOTL изменяются в пределах

45-50 - развитие грозы возможно.

50-55 вероятность развития грозы высока и возможны интенсивные грозы.

55-60, то над территорией наиболее вероятны очень сильные грозы

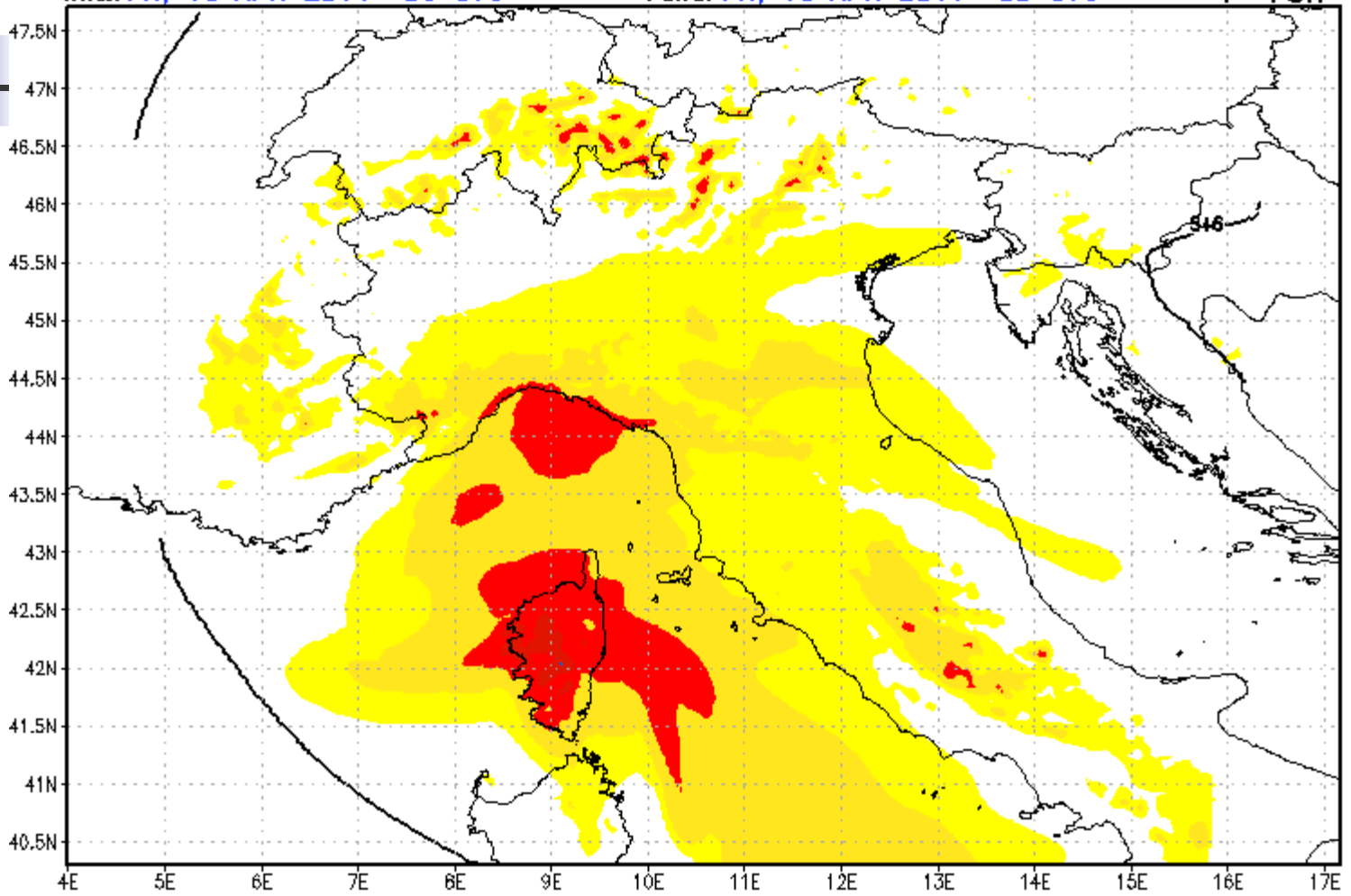
Consorzio LaMMA

Init.: Fri, 15 APR 2011 06 UTC

NMM 0.04deg - NMM 0.1deg(GFS 0.5deg)

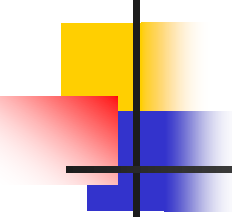
Valid: Fri, 15 APR 2011 09 UTC

T=+3h



Total Totals + Sweat Index





**Третья группа индексов** –это индексы, оценивающие энергию конвективного потенциала атмосферы: CAPE, Convective Inhibition.

---

$$CAPE = g \int_{LFCT}^{EL} dz * (Tp - Te) / Te$$

$$CINS = g \int_{ML}^{LFCT} dz * (Tp - Te) / Te$$

Если значения CAPE принимают значения в пределах от 1000 до 2500 Дж/кг, то атмосфера неустойчива (вертикальные скорости при этом составляют около 50 м/с) и можно ожидать значительное развитие конвекции и связанных с нею опасных явлений погоды.

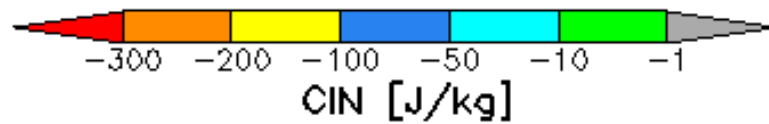
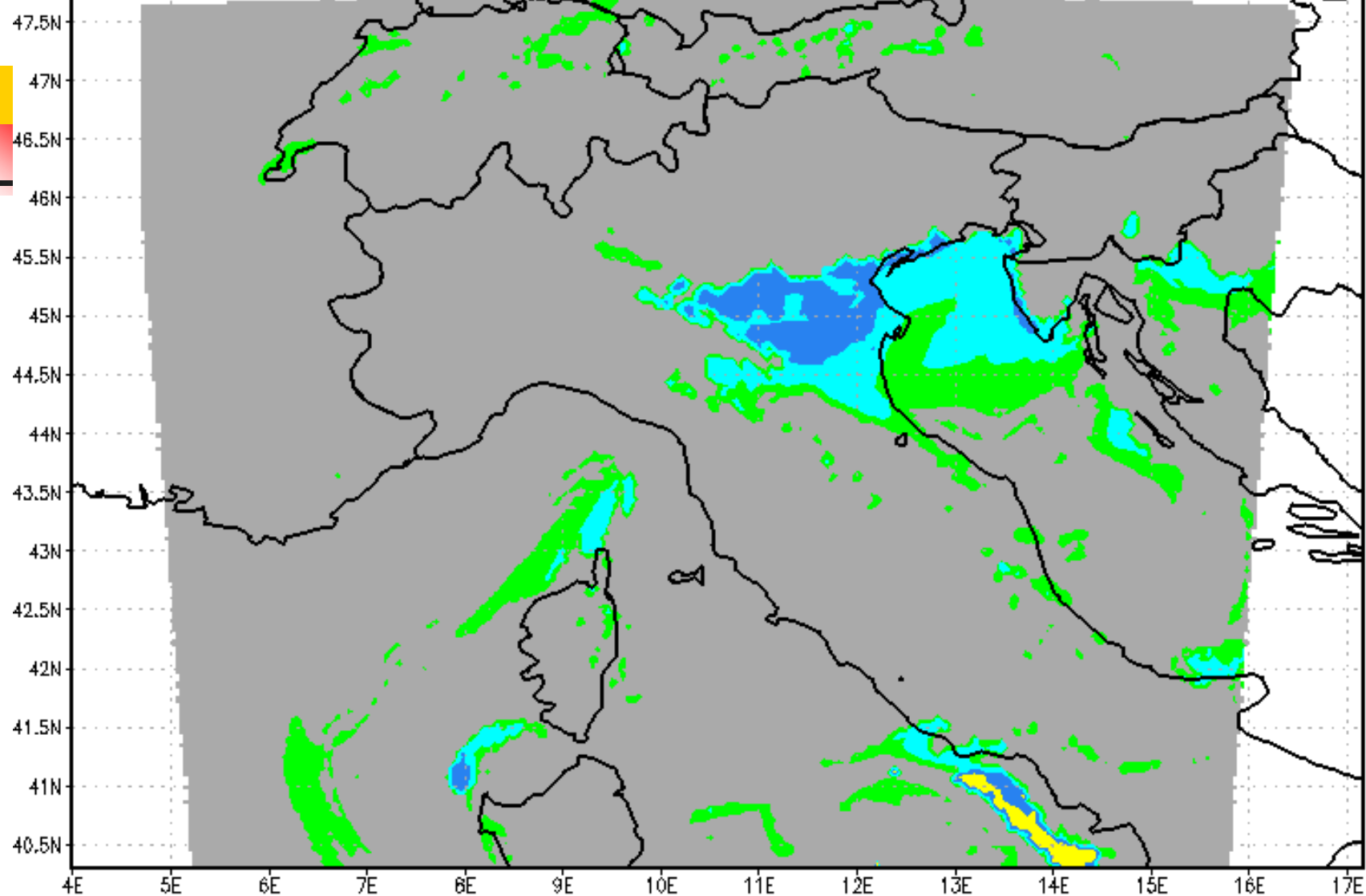
Consorzio LaMMA

Init.: Wed, 13 APR 2011 00 UTC

NMM 0.04deg - NMM 0.1deg(GFS 0.5deg)

Valid: Wed, 13 APR 2011 06 UTC

T=+6h



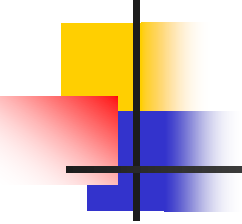
В четвертой группе индексов присутствуют характеристики сдвига ветра: **SWET** , **BRNCH index**

$$SWET = 12*TD850 + 20*(TOTL - 49,0) + 2*SKT850 + SKT500 + SHEAR,$$

- *TD850* – температура точки росы на уровне 850 гПа, °С;
- *SKT850* – скорость ветра в узлах на уровне 850 гПа,
- *SKT500* - скорость ветра в узлах на уровне 500 гПа,
- $SHEAR = 125 * [SIN(DIR500 - DIR850) + 0.2]$

$$BRCH = CAPE / (0.5*U**2),$$

*BRCH* (коэффициент Ричардсона) – *CAPE*, отнесенный к величине сдвига ветра на высотах между 500 м и 6000 м.

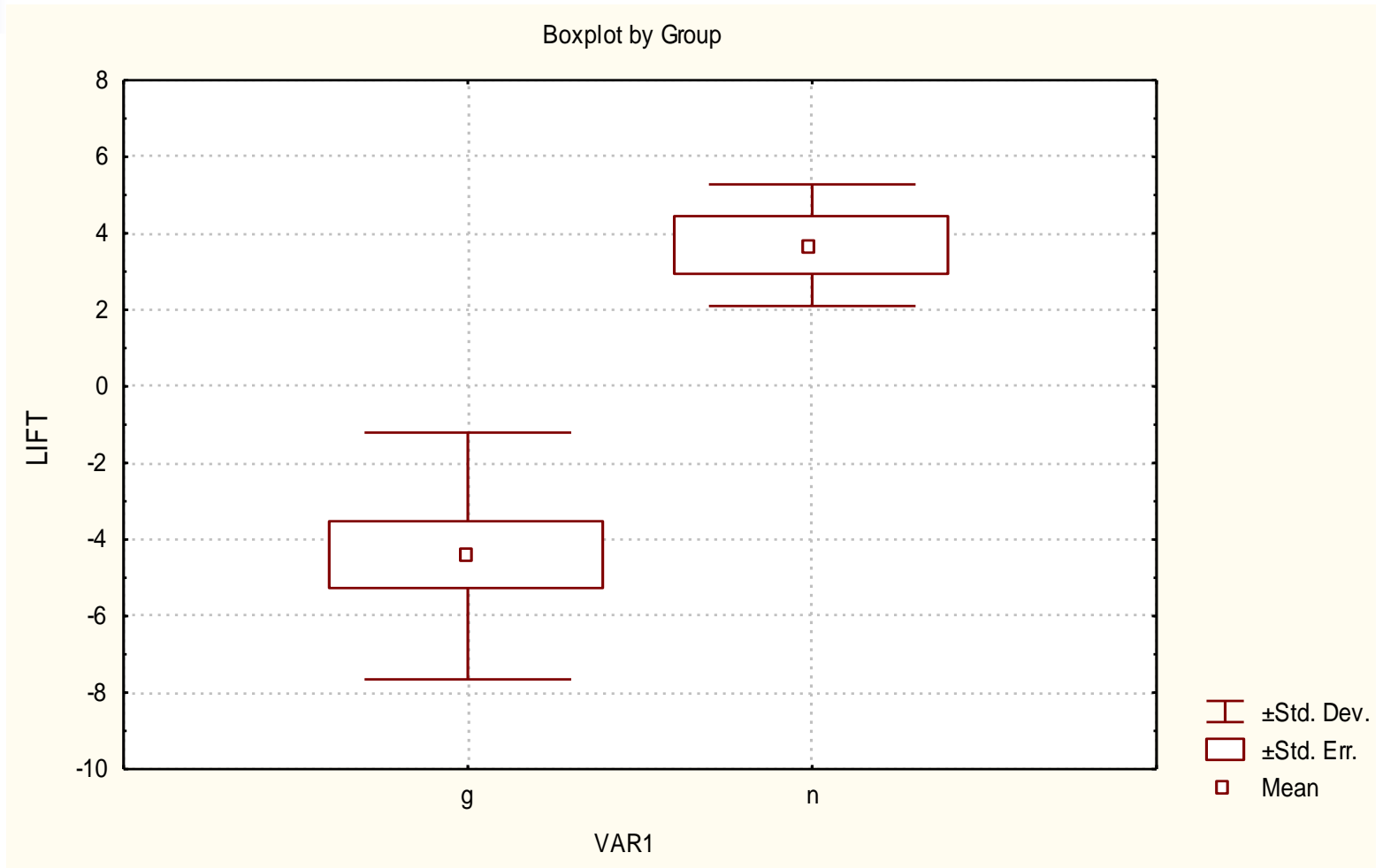
- 
- 
- По европейским расчетам при значениях индекса SWET превышающих 300 наблюдаются грозы, а при значениях более 400 возможно развитие торнадо;
  - Значения индекса BRCH от 10 Дж/кг до 45 Дж/кг ассоциируется с развитием обширной конвективной «суперячейки»

Статистические характеристики значений индексов в дни с грозой в июле в срок 12.00 ВСВ.

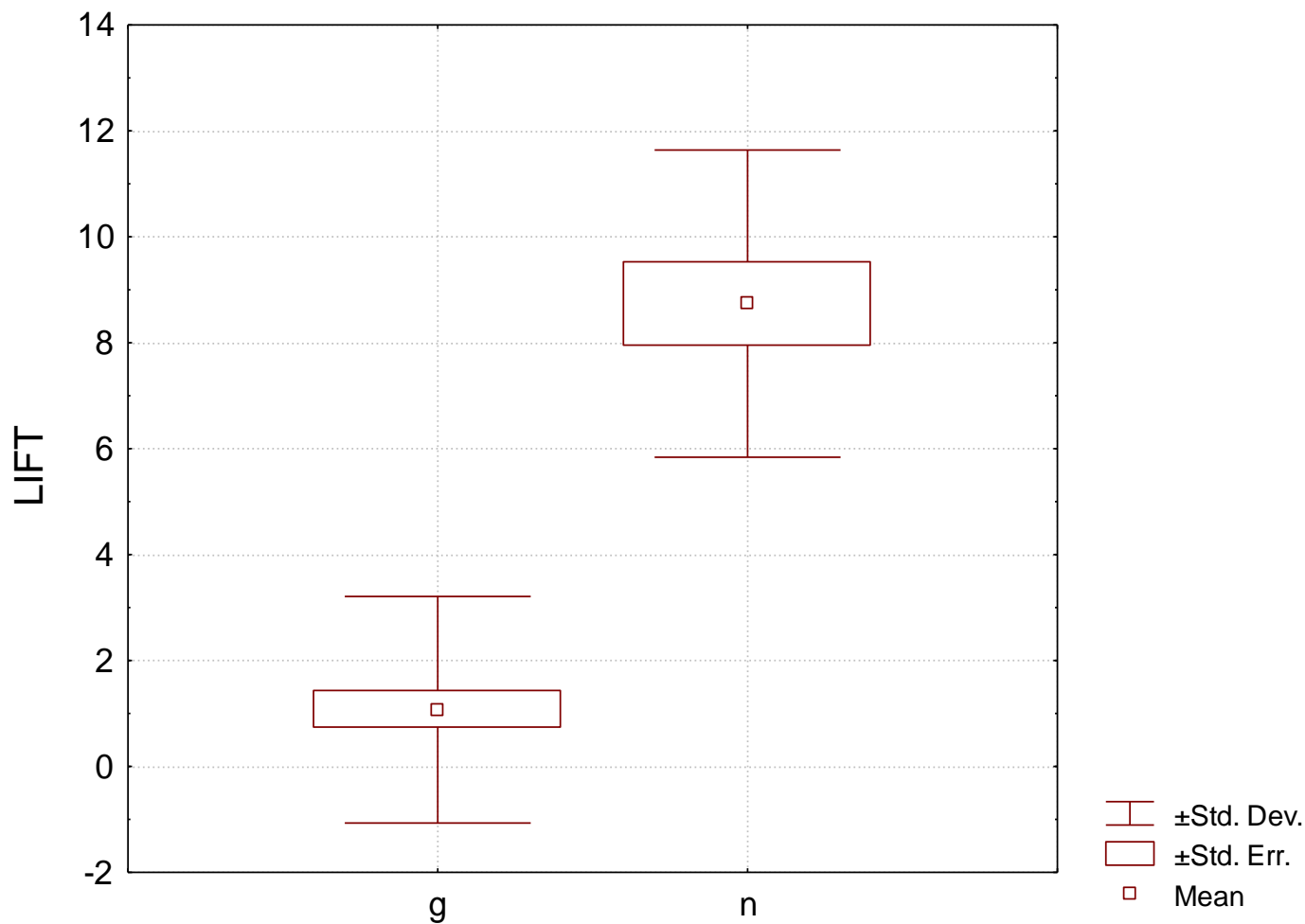
Станция	индекс	Статистические характеристики			
		Среднее	максимум	минимум	$\sigma$ (ст. отклонение)
Александровское	LIFT	2,1	-	-6,8	3,5
	KINX	22	47	-4	10
	TOTL	43	53	22	5,2
Колпашево	LIFT	-0,5	8	-6,3	3,8
	KINX	23	38	5	8
	TOTL	47	52	36	5,0
Новосибирск	LIFT	-4,0	1,4	-9,2	3,0
	KINX	29	34	18	5,0
	TOTL	47	57	44	4,0



# Статистическое распределение индекса LIFT по данным зондирования ст.Новосибирска



# Статистическое распределение для августа индекса LIFT по данным зондирования ст. Новосибирска



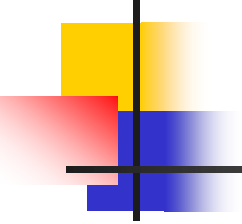


# Conclusion

---

в дни с грозой над Томской областью:

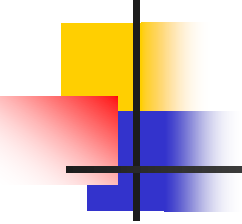
- Значения индекса LIFT укладываются в интервал, характеризующий атмосферу как умеренно нестабильную. Крайняя нестабильность атмосферы над Западной Сибирью наблюдается только в южной ее части и очень редко (2 раза в 3 года).
- Грозы, сопровождаемые ливнями формируются при значениях KINX много ниже 30. Дней со значениями  $KINX \geq 40$  над исследуемой территорией не встречается.
- Сильные грозы формируются при значениях индекса TOTL ниже 50. Дней со значениями  $TOTL \geq 50$  над исследуемой территорией бывает не чаще, чем 2-3 раза в год.



Средние значения наиболее информативных  
индексов в дни с грозой и без грозы

<b>ГРОЗА</b>	июнь	июль	август
SHOW	1,78	0,61	1,99
LIFT	1,58	-0,37	1,07
SWET	136	175	144

<b>БЕЗ ГРОЗЫ</b>	июнь	июль	август
SHOW	10,4	8,28	8,8
LIFT	10,9	7,90	8,74
SWET	60,9	65,6	64,6

- 
- 
- В результате исследований определены соотношения значений индексов LIFT, TOTL, KINX позволяющих описать состояние атмосферы, благоприятное для развития гроз на территории юго-востока Западной Сибири в разные месяцы грозового сезона. Области значений перечисленных индексов в дни с грозой и без грозы имеют статистически значимые различия с высокой степенью надежности

## Итоговые таблицы дискриминантного анализа для июня и июля

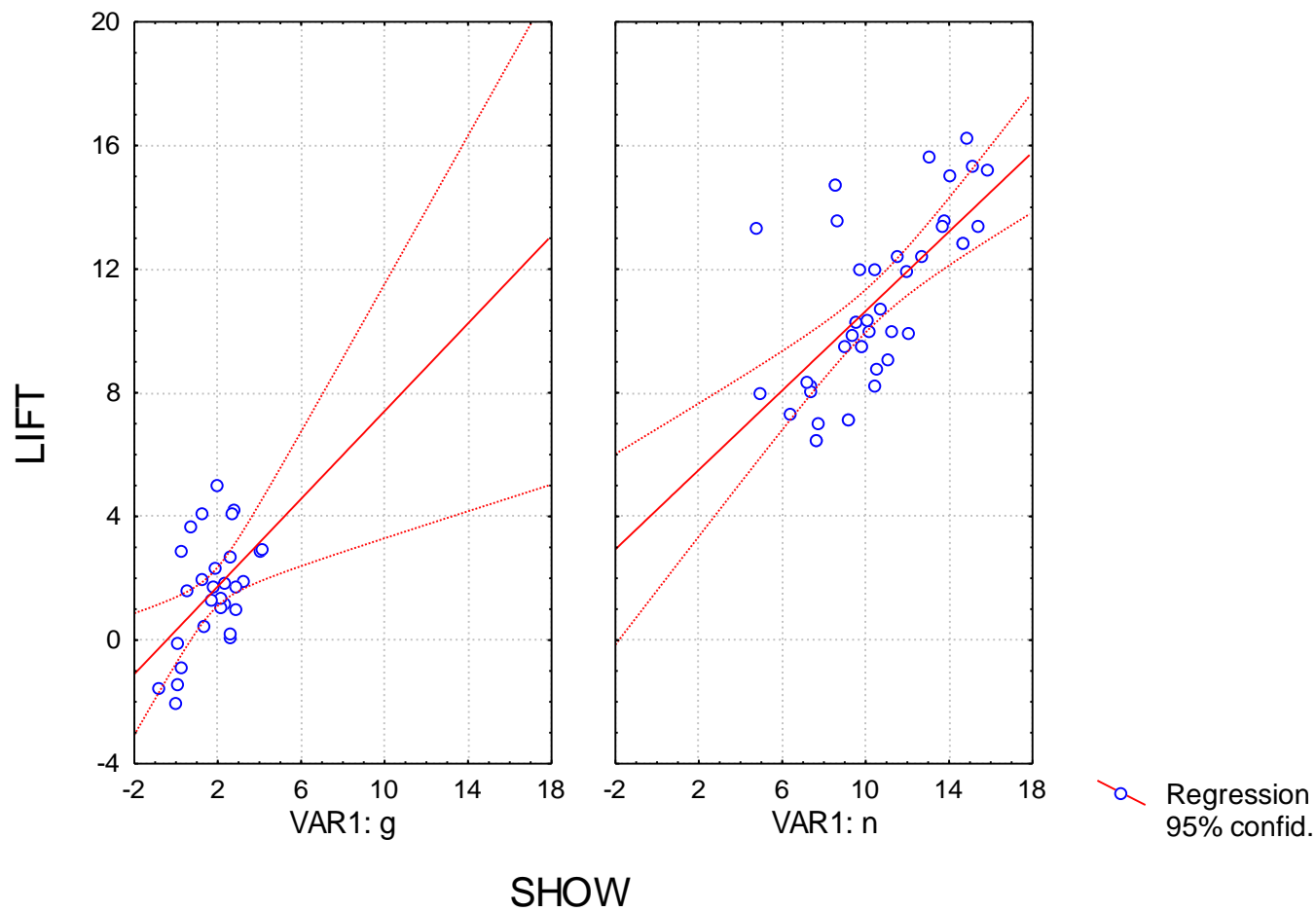
Wilks' Lambda: 0,14 F(3,68)=129 p<0,00 (июнь)

Wilks' Lambda: 0,26 F(2,13)=177 p<0,00 (июль)

N=72	Wilks' Lambda	Partial Lambda	F-remove	P-level
SNOW	0,15	0,97	1,06	0,20
LIFT	0,19	0,75	22,3	0,00
SWET	0,18	0,79	17,6	0,00

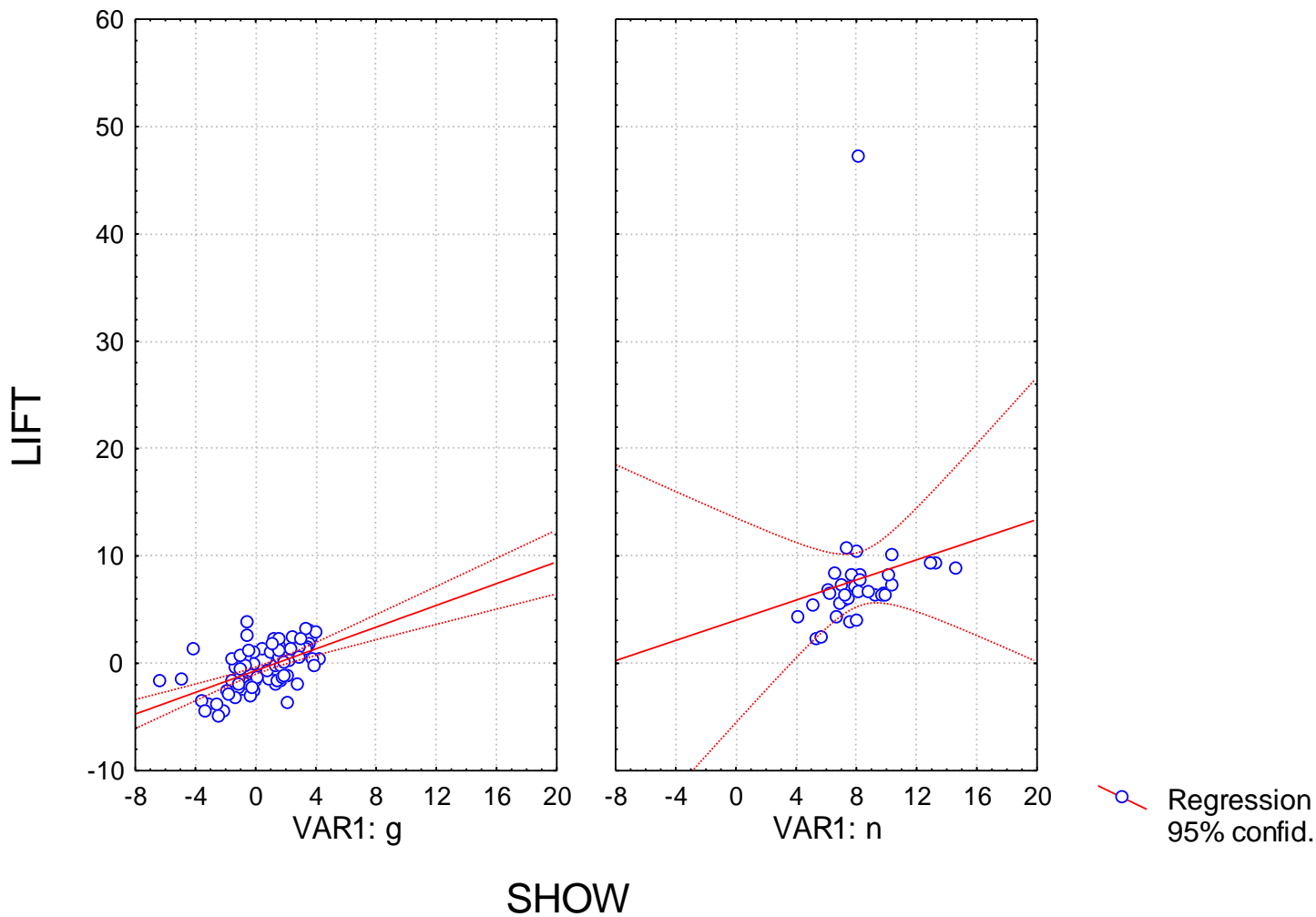
N=131	Wilks' Lambda	Partial Lambda	F-remove	P-level
SNOW	0,54	0,48	134	0,00
LIFT	0,28	0,92	9,64	0,00

# Вероятность грозы в июне в зависимости от величин индексов SNOW и LIFT

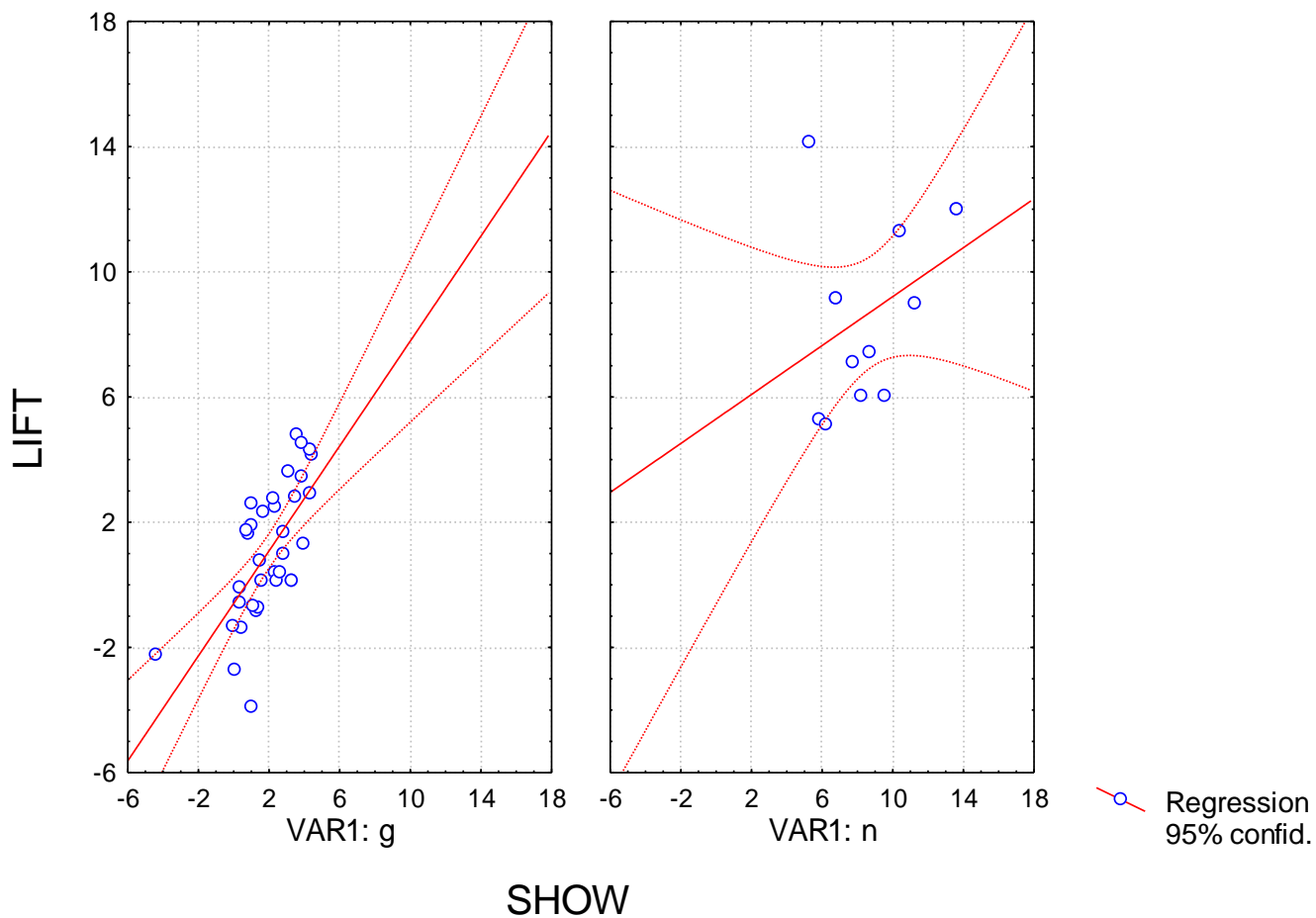




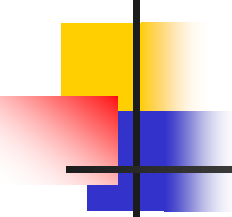
# Соотношение индексов при грозе и без нее в июле



# Вероятность грозы в августе в зависимости от величин индексов SNOW и LIFT



# ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

- 
- Определены пределы изменчивости в атмосфере Западной Сибири ряда индексов, характеризующих ее по стратификации температуры, по влагосодержанию, энергетическому потенциалу и сдвигам ветра.
  - Значения индексов в дни с грозой, градом, шквалом существенно отличаются от значений, полученных для других регионов Земли.
  - Отсутствие информации о состоянии атмосферы в срок близкий к максимуму развития конвекции создает проблемы как в применении существующих методов прогноза опасных явлений погоды, так и в создании новых.
  - Использование значений индексов конвекции перспективно в альтернативных прогнозах грозы и града.

Спасибо за внимание

