

## ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКАЯ ПЛАТФОРМА, УРАЛ И ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ:

УДК 550.348.098.64 (470.324)

### ВОРОНЕЖСКИЙ КРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ МАССИВ

*Л.И. Надёжка, И.Н. Сафронич, Р.А. Орлов, С.П. Пивоваров*

*Воронежский Государственный университет,  
г. Воронеж, nadezhka@geophys.vsu.ru*

В 2000 г. число сейсмических станций на территории Воронежского кристаллического массива (ВКМ), по сравнению с таковым в 1999 г. [1], не изменилось. Продолжали работать одна аналоговая станция – «Воронеж» и две цифровых – «Дивногорье» и «Сторожевое». Их основные характеристики приведены в табл. 1, 2.

**Таблица 1.** Сейсмические станции ВКМ (в хронологии их открытия), работавшие в 2000 г., и их параметры

№	Станция		Дата открытия	Координаты		$h_y$ м	Аппаратура			
	Название	Код		$\varphi^\circ, N$	$\lambda^\circ, E$		Тип прибора	Компонента	$V_{max}$	$\Delta T_{max}, c$
1	Воронеж	VOR	20.12.1996	50.730	39.200	180	СМЗ-КВ	N, E, Z	5000	0.33 – 2.0
2	Дивногорье	VORD	20.02.1998	50.966	39.293	94	СМЗ-ОС	SDAS цифр/ст		
3	Сторожевое	VRSR	08.08.1999	50.215	39.190	183	СМЗ-ОС	SDAS цифр/ст		

**Таблица 2.** Данные об аппаратуре цифровых станций

Название станции	Тип датчика	Перечень имеющихся каналов и их характеристики	Частотный диапазон, Гц	Частота опроса данных, Гц	Эффективная разрядность АЦП	Чувствительность, велосигграф – отсчет/(м/с)
Дивногорье	СМЗ-ОС	ВН (N, E, Z)v	0.02–10	20	16	$1.00 \cdot 10^9$ $1.06 \cdot 10^9$ $1.00 \cdot 10^9$
Сторожевое	СМЗ-ОС	ВН (N, E, Z)v	0.02–10	20	16	$4.01 \cdot 10^8$ $5.20 \cdot 10^8$ $6.11 \cdot 10^8$

Более подробные сведения о станциях приведены в [1], как и анализ фона микросейсм в районе их размещения, где показана возможность регистрации как телесеизмических, так и местных сейсмических событий различного энергетического класса. Регистрируются локальные события четырех типов: взрывы в крупных карьерах (Михайловском, Стойлинском, Лебединском, Павловском), локальные техногенные помехи, события типа «импульс» и местные землетрясения. Методы обработки данных и схема деления региона на районы относительно [1] не изменились.

В предыдущие три года, с 1997 г. по 1999 г., максимальный энергетический класс регистрируемых землетрясений не превышал  $K_p=8.5$  [2–4]. В 2000 г. на территории ВКМ инструментально зафиксировано достаточно сильное ( $K_p=10.8$ ) для платформенных условий землетрясение (рис. 1а), произошедшее 31 марта в 09<sup>h</sup>39<sup>m</sup> в Хоперском мегаблоке, вблизи г. Калач. Землетрясение обследовано и описано в отдельной статье [5] наст. сб. Отметим еще одно достаточно сильное ( $K_p=8.9$ ) землетрясение в Хоперском мегаблоке, локализованное 17 ноября в 07<sup>h</sup>23<sup>m</sup> [6]. Всего

в 2000 г. зарегистрировано 49 местных землетрясений [6], из которых 44 произошли в пределах указанных в [1] координат:  $\varphi=49^{\circ}20'-53^{\circ}20'$ ,  $\lambda=37^{\circ}00'-43^{\circ}00'$ , остальные пять – вне их. Распределение землетрясений по классам и глубинам приведено на рис. 1а, б. Если в 1999 г. наибольшее число землетрясений отмечено в диапазоне  $K_p=5-7$ , то в 2000 г. – в диапазоне  $K_p=6-8$  (рис. 1а). В целом очаги местных землетрясений располагаются на глубине не более 5 км (рис. 1б). Максимальное их число приурочено к глубинам 1–2 км, хотя в связи с малым числом станций значение глубин приближенное. Тем не менее можно говорить о глубинности сейсмотектонических процессов.

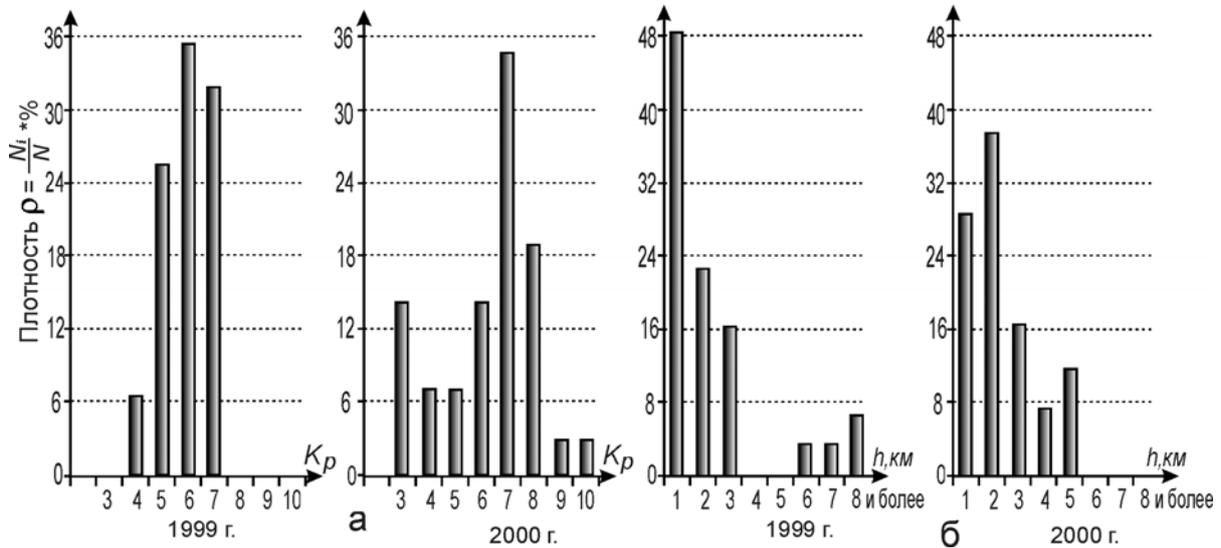


Рис. 1. Плотность распределения событий в 1999 и 2000 гг. по классам (а) и по глубинам (б)

На рис. 2 показано изменение во времени числа событий и выделившейся сейсмической энергии по месяцам за два года. Как видно, максимальное число событий как в 1999 г., так и в 2000 г. произошло в феврале и июне (7 и 5 – в 1999 г., 8 и 7 – в 2000 г.). В 1999 г. повышение числа землетрясений наблюдается также и в декабре, однако в 2000 г. – в октябре и ноябре. Иной вид у распределения выделившейся энергии: относительные максимумы наблюдались в 1999 г. в июне, августе и декабре, а в 2000 г. – в марте, июне, сентябре и ноябре. Намечается некоторая цикличность, но небольшой интервал наблюдений не позволяет однозначно выделить циклы.

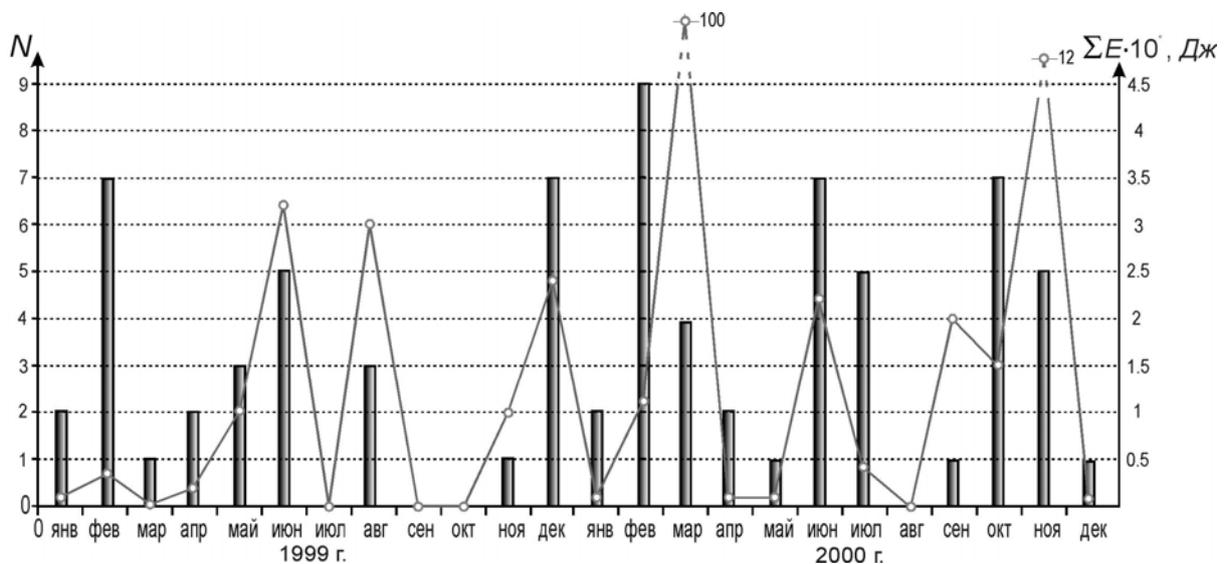


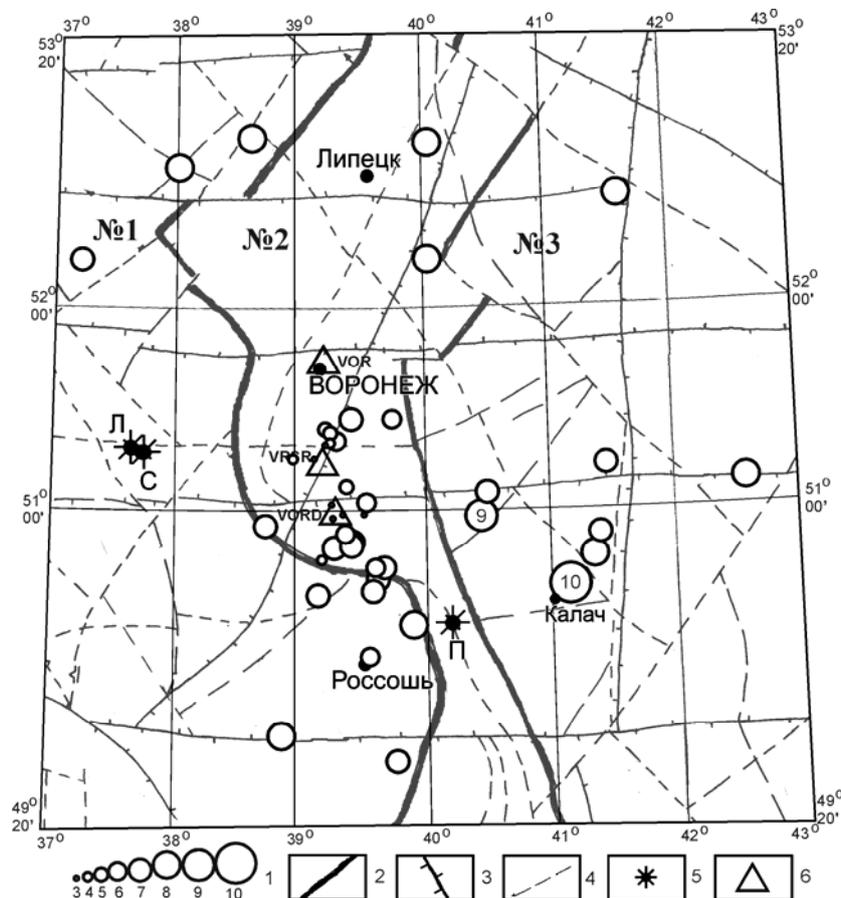
Рис. 2. Распределение числа событий и выделившейся в их очагах суммарной энергии по месяцам за 1999–2000 гг.

В табл. 3 представлено число землетрясений и суммарной выделившейся энергии по трем районам, откуда видно, что наибольшее количество энергии выделилось в Хоперском мегаблоке (№3), как и в 1999 г. [1], хотя максимальное число землетрясений в эти годы отмечено в Лосевской шовной зоне (№2).

**Таблица 3.** Распределение числа землетрясений по энергетическим классам  $K_p$  и суммарной сейсмической энергии  $\Sigma E$  по районам

№	Район	$K_p$								$N_{\Sigma}$	$\Sigma E \cdot 10^8$ , Дж
		3	4	5	6	7	8	9	10		
1	Курский мегаблок	–	–	–	1	4	4	–	–	9	4.41
2	Лосевская шовная зона	6	3	3	5	8	1	–	–	26	1.85
3	Хоперский мегаблок	–	–	–	–	3	3	1	1	8	113.30
Всего		6	3	3	6	15	8	1	1	43	119.56

Анализ карты эпицентров за 2000 г. (рис. 3) показал, что наибольшее их число наблюдается в Лосевской шовной зоне (№ 2). Значительная часть приурочена к зоне сочленения с Курским мегаблоком. Однако наиболее сильные два землетрясения с  $K_p=8.9$  и  $10.0$ , упомянутые выше, реализовались в Хоперском мегаблоке (№ 3).



**Рис. 3.** Карта эпицентров сейсмических событий ВКМ за 2000 г.

1 – энергетический класс  $K_p$ ; 2–4 – тектонические нарушения первого, второго и третьего порядка соответственно; 5 – карьер (П – Павловский, Л – Лебединский, С – Стойлинский); 6 – сейсмическая станция.

Безусловно, этих данных еще недостаточно, чтобы сделать сравнительную оценку интенсивности сеймотектонических процессов, происходящих в разных структурах литосферы ВКМ. Однако наметившаяся тенденция в Хоперском мегаблоке согласуется с особенностями эволюции консолидированной коры ВКМ. Его эрозионный срез докембрия сложен породами

песчаника (сланцевой толщиной воронцовской серии нижнего протерозоя), в то время как эрозионный срез Курского мегаблока представлен, в основном, архейскими породами, различающимися по вещественному составу и значительно дезинтегрированными. Эрозионный срез докембрия Лосевской шовной зоны сложен породами вулканогенно-осадочной лосевской толщи нижнего протерозоя [7].

По-видимому, различие в строении и состоянии консолидированной коры в этих структурах является причиной современной тектонической активности. В целом же впервые инструментально зафиксированное землетрясение с  $K_p=10.8$  является отражением современных активных тектонических процессов в земной коре древней Восточно-Европейской платформы.

#### Л и т е р а т у р а

1. **Надёжка Л.И., Сафронич И.Н., Пивоваров С.П., Сорокин Б.А., Золототрубова Э.И.** Воронежский кристаллический массив // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. – С. 190–194.
2. **Старовойт О.Е., Надёжка Л.И., Дубянский А.И., Сафронич И.Н., Пивоваров С.П., Савенков А.В.** Некоторые черты строения Воронежского кристаллического массива и первые результаты сейсмических наблюдений на его территории // Землетрясения Северной Евразии в 1997 году. – Обнинск: ГС РАН, 2003. – С. 156–163.
3. **Надёжка Л.И., Сафронич И.Н. (отв. сост.), Пивоваров С.П., Савенков А.В., Сорокин Б.А., Семёнов А.Е., Колесникова С.И.** Воронежский кристаллический массив // Землетрясения Северной Евразии в 1998 году. – Обнинск: ГС РАН, 2004. (На CD.)
4. **Надёжка Л.И., Сафронич И.Н. (отв. сост.), Пивоваров С.П., Савенков А.В., Сорокин Б.А., Семёнов А.Е., Колесникова С.И.** Воронежский кристаллический массив // Землетрясения Северной Евразии в 1999 году. – Обнинск: ГС РАН, 2005. (На CD.)
5. **Надёжка Л.И., Сафронич И.Н., Пивоваров С.П., Габсатарова И.П., Бабкова Е.А., Михайлова Р.С.** Никольское землетрясение 31 марта 2000 года с  $K_p=10.8$ ,  $I_0=5$  (Воронежский кристаллический массив). (См. раздел II (Макросейсмические обследования) в наст. сб.).
6. **Пивоваров С.П. (отв. сост.), Надёжка Л.И., Сафронич И.Н.** Воронежский кристаллический массив. (См. раздел VI (Каталоги землетрясений) в наст. сб. на CD).
7. **Чернышов Н.М., Ненахов В.М., Лебедев И.П., Стрик Ю.Н.** Модель геодинамического развития Воронежского массива в раннем докембрии // Геотектоника. – 1997. – № 3. – С. 21–31.