

**Долгосрочный сейсмический прогноз
для Курило-Камчатской дуги на 2006-2012 гг.,
прогноз Средне-Курильского землетрясения
15.XI 2006, $M=8.2$ и его сильных афтершоков**

**С.А.ФЕДОТОВ,
А.В.СОЛОМАТИН, С.Д.ЧЕРНЫШЕВ
Институт вулканологии и сейсмологии
ДВО РАН, б-р Пийпа, 9,
Петропавловск-Камчатский, 683006.**

Аннотация

1

■ Рассматриваются результаты продолжения работ по методу долгосрочного сейсмического прогноза для Курило-Камчатской дуги, основанного на закономерностях “сейсмических брешей” и сейсмического цикла. Приводится прогноз для всех участков сейсмогенной зоны Курило-Камчатской дуги, данный на 5 лет, IV 2006-IV 2011 гг. По нему наиболее вероятными местами следующих землетрясений с $M \geq 7.7$ являлись район г. Петропавловска-Камчатского, где вероятность землетрясения с $M \geq 7.7$, имеющего силу 7-9 баллов в г. Петропавловске-Камчатском, равнялась 48% в 2006-2011 гг., и район Средних Курильских островов и о. Онекотан, где вероятность землетрясения с $M \geq 7.7$ оценивалась величиной 26.7%. Этот прогноз успешно подтвердился 15.XI 2006 г., когда в районе Средних Курильских островов произошло землетрясение с $M_s=8.2$, $M_w=8.3$. Даются обновленные долгосрочный сейсмический прогноз для Курило-Камчатской дуги на период XI 2006-X 2011 гг., а также на IX 2007-VIII 2012 гг. Полученные долгосрочные сейсмические прогнозы являются основанием для принятия мер по сейсмобезопасности и проведения работ по сейсмоусилению зданий и сооружений на Камчатке.

ВВЕДЕНИЕ. Долгосрочный сейсмический прогноз - одно из самых важных направлений исследований и работ по прогнозу и оценке сейсмической опасности. Курило-Камчатская дуга является наиболее сейсмичным регионом России. Сейсмичность достигает здесь наивысшего уровня, существующего на Земле. Именно для этого региона и сходных с ним структур в 1965-1968 гг. С.А. Федотовым был предложен метод долгосрочного сейсмического прогноза, основанный на закономерностях размещения вероятных мест следующих сильнейших землетрясений (“сейсмических брешей”) и сейсмического цикла. Метод непрерывно применяется, совершенствуясь со временем.

В круг задач и вопросов долгосрочного сейсмического прогноза входят изучение закономерностей сейсмической деятельности, составление и совершенствование долгосрочных сейсмических прогнозов, получение данных об опасности сильных землетрясений, необходимых для подготовки к ним и для принятия мер по предотвращению ущерба и потерь. На основании данных, полученных этим методом, в 1986-2001 и последующих годах было принято шесть правительственных постановлений и решений о заблаговременной подготовке Камчатки к сильным землетрясениям и два поручения Президента РФ В.В. Путина в 2006 г.

В настоящее время по этому методу прогнозируется ряд характеристик сейсмичности Курило-Камчатской дуги на следующие пять лет. Выделяются места следующих сильнейших землетрясений с $M \geq 7.7$ (“сейсмические бреши”); к ним относятся участки, в которых таких землетрясений не было в течение последних 80 лет. Наиболее активная полоса сейсмогенной зоны Курило-Камчатской дуги с глубинами очагов 0-80 км, имеющая длину 2100 км и ширину 100 км, делится в среднем на 20 участков. Для них прогнозируются стадии сейсмического цикла, указываются места “сейсми-

ческих брешей”, определяется относительная опасность “сейсмических брешей”, прогнозируются сейсмическая активность A_{10} (число слабых землетрясений энергетического класса $Ks=10$ или $M=3.2$ в год на площади 10^3 км²), магнитуды M землетрясений, ожидающихся с вероятностями 0.8, 0.5 и 0.15, максимальные магнитуды землетрясений и вероятности возникновения сильнейших землетрясений с $M \geq 7.7$.

Долгосрочные сейсмические прогнозы составляются на 5 следующих лет, так как величины параметров, на основании которых составляются прогнозы, определяются за предшествующие 5 лет и их значения предсказываются на следующие 5 лет, а землетрясения с $M \geq 7.7$ повторяются во всей Курило-Камчатской дуге в среднем один раз в пять.

При построении принимается, что, в первом приближении, уровень сейсмичности одинаков в больших сегментах Курило-Камчатской сейсмогенной зоны, длина которых в среднем равна 150 км. Это условие оправдывается, так как в 1965-2006 гг. долгосрочные сейсмические прогнозы выполнялись с вероятностью 0.8-0.9.

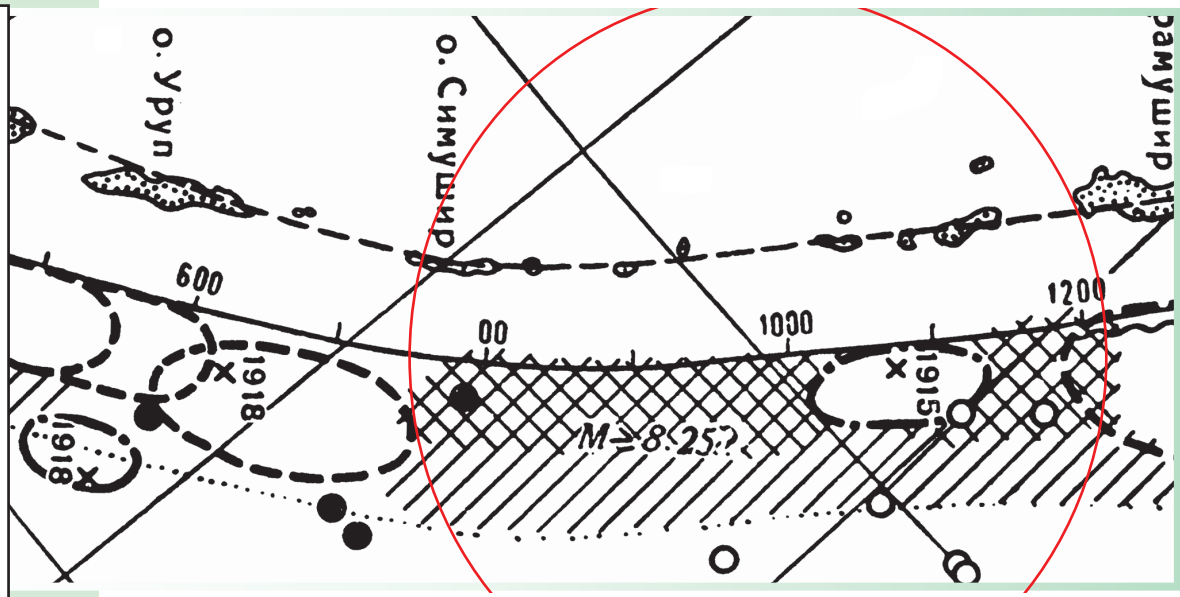
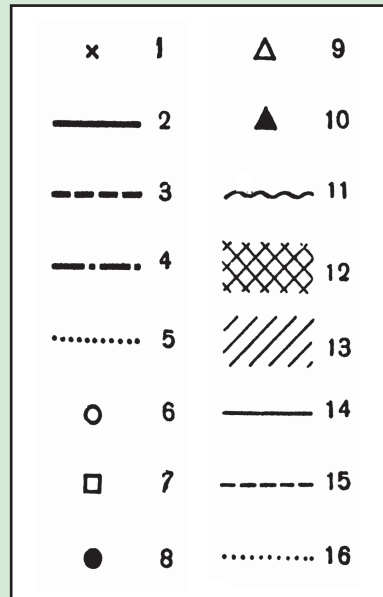
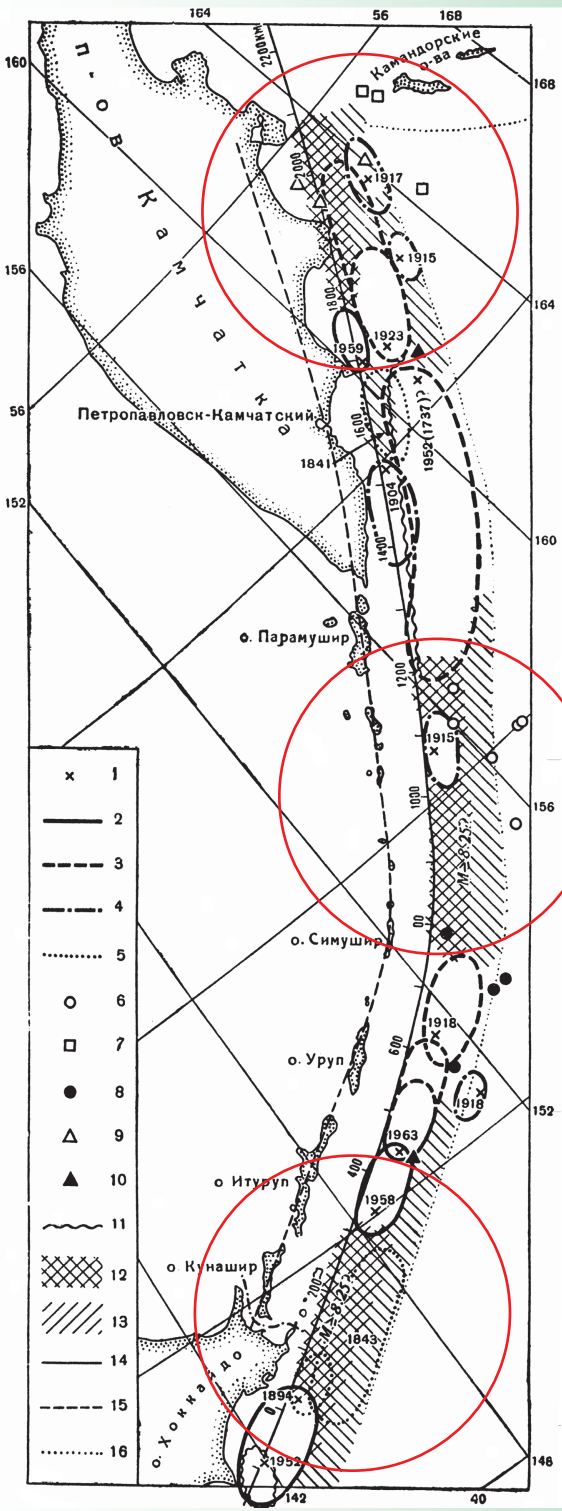
Прогнозы обновляются через полгода или чаще, если происходят сильные землетрясения и существенно меняются параметры сейсмичности за предыдущие пять лет. Полученные прогнозы сопоставляются с долгосрочными сейсмическими прогнозами, полученными другими методами ($M8$ и др.).

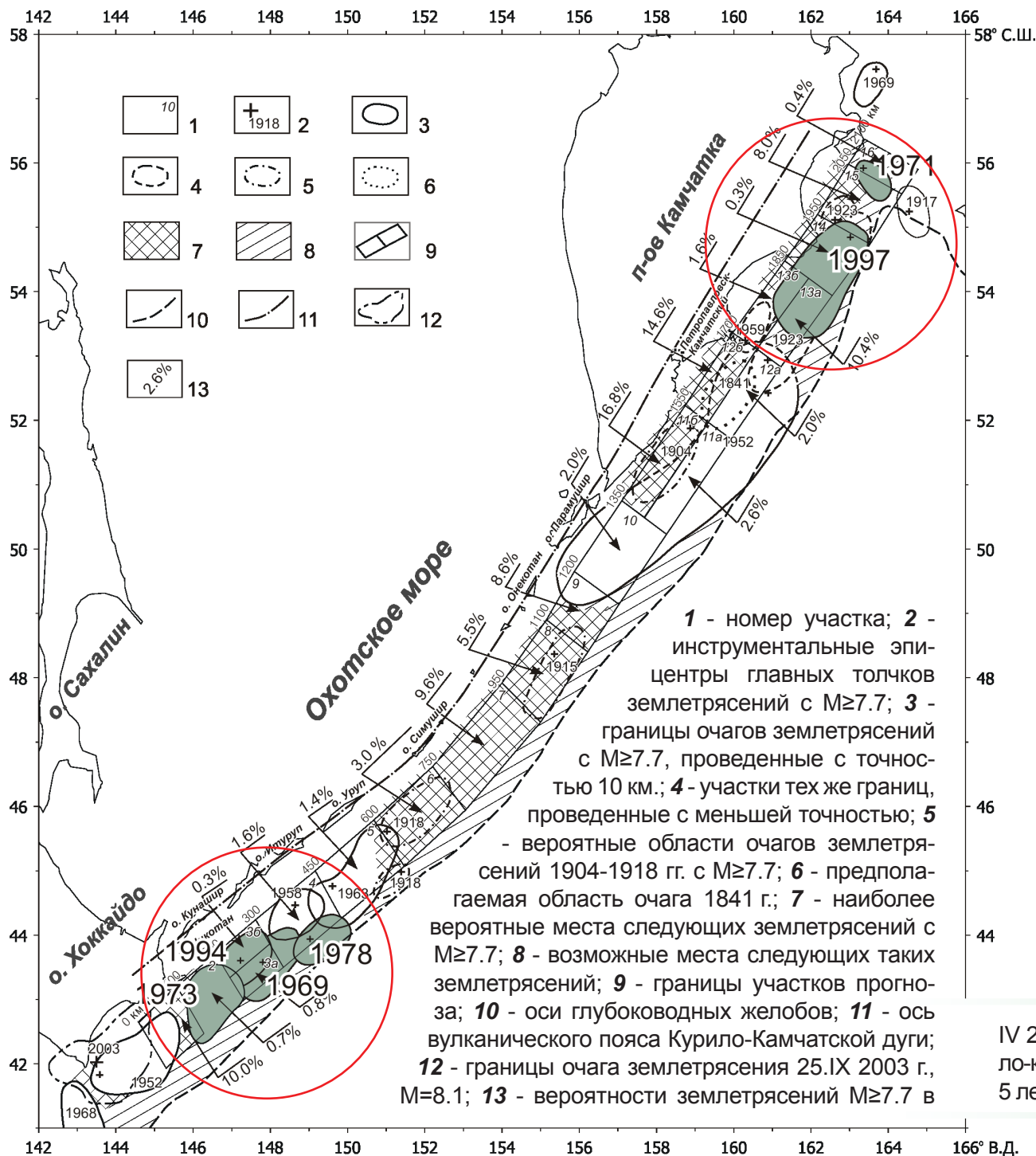
Метод может применяться в других регионах мира, имеющих сходные структуру, геодинамику и сейсмотектонику. Последнее описание метода дано в журнале “Вулканология и сейсмология” за 2007 г., №3.

Первая карта вероятных мест следующих курило-камчатских землетрясений с $M \geq 7.75$, «сейсмических брешей», опубликованная в 1965 году [Федотов, 1965]. Наиболее крупные сейсмические бреши располагались тогда в районе Южных Курил, Средних Курил и Кроноцкого п-ова - Камчатского залива. Метод непрерывно применялся, развивался и совершенствовался в 1965-2006 гг.

1 - инструментальные эпицентры сильных землетрясений; **2** - границы областей очагов сильных землетрясений; **3** - неуверенные участки границы или возможные варианты границ областей очагов; **4** - возможные области очагов; **5** - предполагаемые области очагов наиболее сильных землетрясений прошлого столетия; **6** - афтершоки землетрясения; **7** - 1.V 1915 г.; **8** - 30.I 1917 г.; **9** - 7.IX 1918 г.; **10** - 3.II 1923 г.; **11** - инструментальные эпицентры сильных землетрясений 1923 и 1963 гг.; **12** - границы областей возникновения цунами; **13** - наиболее вероятные места следующих землетрясений с $M \geq 7.75$; **14** - линия отсчета расстояний, проведенная вдоль места выхода на дно океана Тихоокеанской фокальной зоны; **15** - оси глубоководных впадин; **16** - ось Курило-Камчатского вулканического пояса.

1 - инструментальные эпицентры сильных землетрясений; **2** - границы областей очагов сильных землетрясений; **3** - неуверенные участки границы или возможные варианты границ областей очагов; **4** - возможные области очагов; **5** - предполагаемые области очагов наиболее сильных землетрясений прошлого столетия; **6** - афтершоки землетрясения; **7** - 1.V 1915 г.; **8** - 30.I 1917 г.; **9** - 7.IX 1918 г.; **10** - 3.II 1923 г.; **11** - инструментальные эпицентры сильных землетрясений 1923 и 1963 гг.; **12** - границы областей возникновения цунами; **13** - наиболее вероятные места следующих землетрясений с $M \geq 7.75$; **14** - линия отсчета расстояний, проведенная вдоль места выхода на дно океана Тихоокеанской фокальной зоны; **15** - оси глубоководных впадин; **16** - ось Курило-Камчатского вулканического пояса.





Карта долгосрочного сейсмического прогноза для Курило-Камчатской дуги, составленная в марте 2006 г. на апрель 2006 г. - апрель 2011 г.



На ней выделены очаги шести землетрясений с $M \geq 7.7$ и $H=0-80$ км, которые произошли за период времени 1965 - март 2006 г. Это курильские землетрясения 1969, 1973, 1978 и 1994 гг., а также камчатские землетрясения 1971 и 1997 гг., которые происходили в сейсмических брешах, выделенных еще в 1965, и показанных на предыдущей фигуре. Сейсмические брешы, оставшиеся после этих землетрясений, обозначены двойной штриховкой. Самая большая брешь оставалась в районе Средних Курильских островов.

Показана вероятность возникновения землетрясений с $M \geq 7.7$ в 20 участках наиболее активной полосы курило-камчатской сейсмогенной зоны в течение пятилетнего интервала времени с апреля 2006 г. до апреля 2011 г. Наибольшая вероятность существовала в районе Петропавловска-Камчатского, где вероятность землетрясений с $M \geq 7.7$ в шести прилегающих участках достигала 48%.

На втором месте по уровню опасности были Средние Курильские острова, где суммарная вероятность в участках 6-9 составляла 26.7%.

Вероятность землетрясений с $M \geq 7.7$ была повышена также в районе Немуро и Камчатского залива и была ниже средней в остальных 8 участках сейсмогенной зоны Курило-Камчатской дуги.

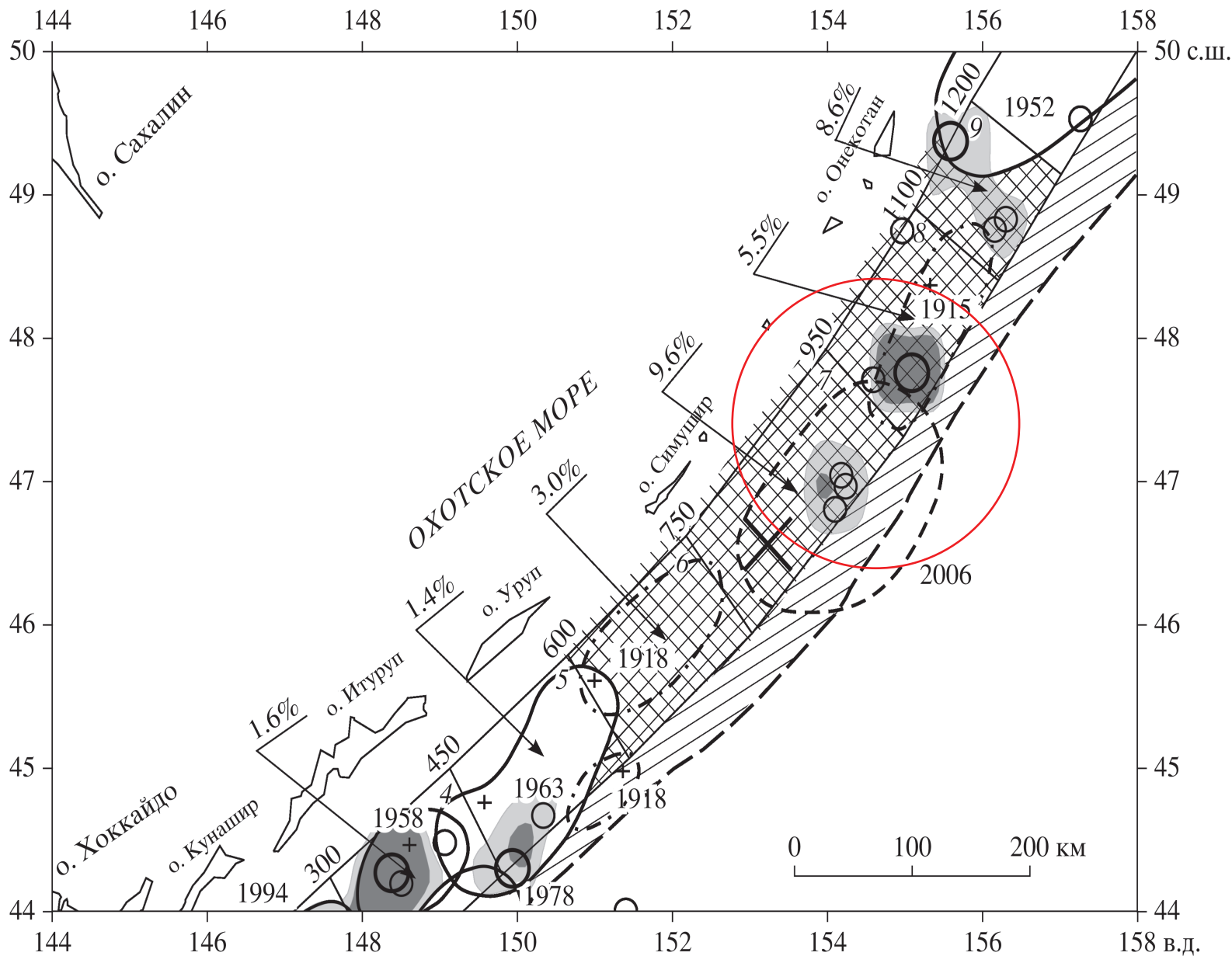
IV 2006-IV 2011 гг. Средняя вероятность возникновения курило-камчатских землетрясений с $M \geq 7.7$ в одном месте в течение 5 лет равна 3.6-4.2%.

Таблица долгосрочного сейсмического прогноза для Курило-Камчатской дуги на апрель 2006 г. - апрель 2011 г., в которой для 20 участков сейсмогенной зоны дуги на фигуре 4 прогнозируются стадии сейсмического цикла (I, II, III), величины параметра В (вероятность возникновения землетря-

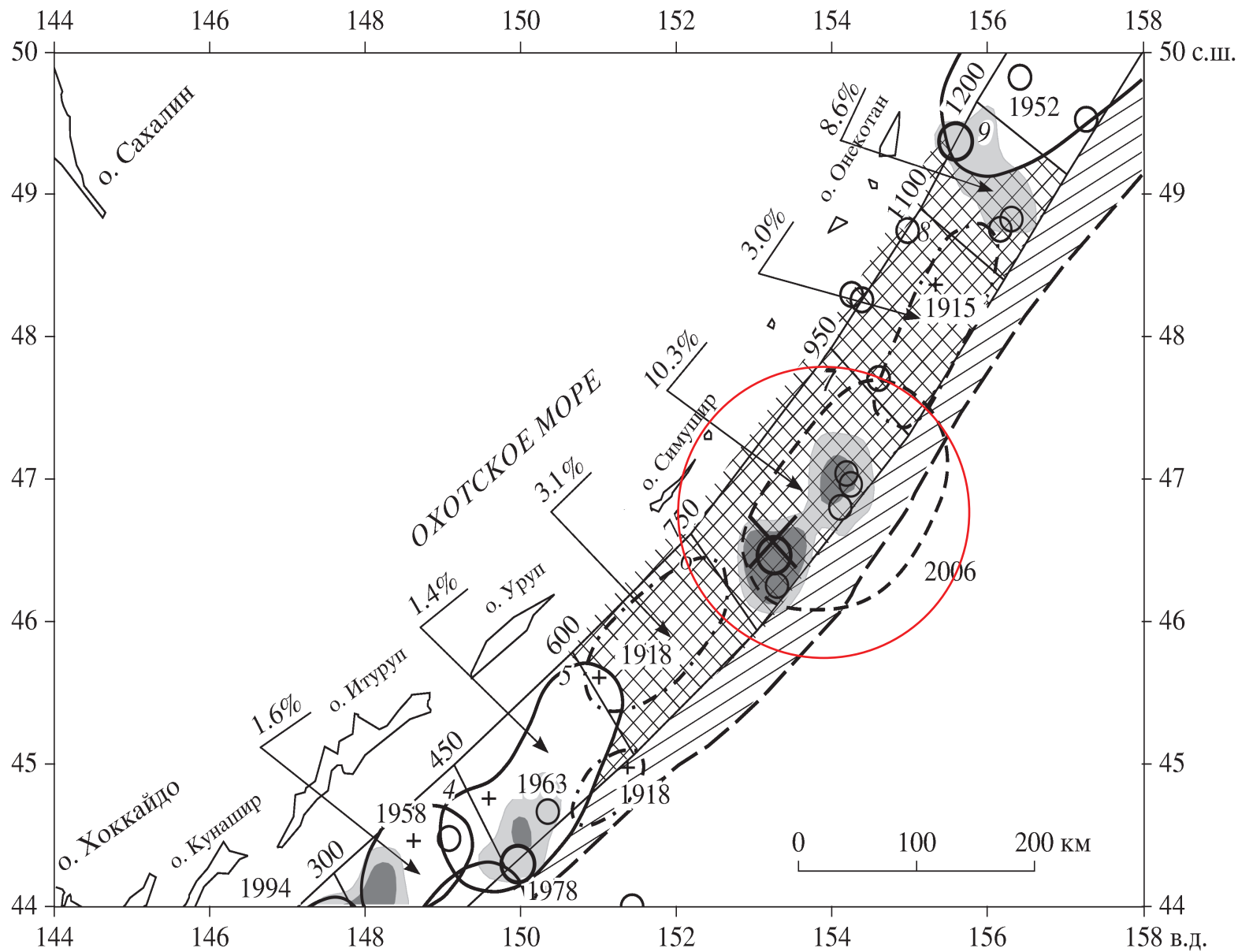
сений с $M \geq 7.7$ пропорциональна величине 1-В), а также сейсмическая активность A_{10} , магнитуды землетрясений средней силы, определенные с вероятностями $P=0.8, 0.5$ и 0.15 , максимальные магнитуды, вероятности возникновения землетрясений с $M \geq 7.7$ и их ожидаемая очередность.

Участок	Δ, км	Район	Стадия цикла и ее оценка по данным 2001–2006 гг. (III.2001 г.–III.2006 г.)					Прогноз на IV.2006–IV.2011 гг.								Прогноз на IX.2004–IX.2009 гг.	
			Стадия	$P_1 = P(A_{10})$	$P_2 = P(D)$	$P_3 = P(A_{11})$	$B = (P_1 P_2 P_3)$	$A_{10} (P \sim 0.7)$		$P \sim 0.8$	$P \sim 0.5$	$P \sim 0.15$	M_{\max}	$P(M \geq 7.7)\%$	Вероятная очередность	$P(M \geq 7.7)\%$	Вероятная очередность
								A_{10}	$A_{10} \pm \sigma$								
1	0–100	Мыс Сириха – п-ов Немуро	III	0.21	0.01	0.94	0.002	1.2–3	0.8–4.5	6.0	6.5	7.0	7.8	10.0 (3.9)	4 (7)	13.2	2
2	100–200	П-ов Немуро – о. Зелёный	II					1.2	0.8–1.9	5.8	6.3	6.8		0.7 (0.5)		0.6	
3a	200–300	О. Шикотан, Ю-В	II					1.2	0.8–1.9	5.7	6.2	6.7		0.8 (0.6)		0.7	
3б	200–300	О. Шикотан, С-З	I					2.1–1.4	0.9–3.1	6.0	6.4	6.9		0.3 (0.2)		0.3	
4	300–450	О. Итуруп	II					1.2	0.8–1.9	5.9	6.4	6.9		1.6 (1.4)		1.5	
5	450–600	Пролив Фриза – о. Уруп	II					1.2	0.8–1.9	5.9	6.4	6.9		1.4 (1.1)		1.3	
6	600–750	Мыс Кастрикум – пр. Буссоль	III?	0.98	0.98	0.73	0.70	1.2–3	0.8–4.5	6.0	6.5	7.0	8.0	3.0 (7.7)	9 (5)	1.4–4.4	9
7	750–950	О. Симушир – пр. Круzenshterna	III?	0.98	0.54	0.86	0.45	1.2–3	0.8–4.5	6.2	6.7	7.2	8.2	9.6 (11.7?)	5 (3)	9.4	5
8	950–1100	О. Шиашкотан	III?	0.99	0.58	0.95	0.55	1.2–3	0.8–4.5	6.0	6.5	7.0	8.0	5.5 (3.5)	8 (8)	7.2	7
9	1100–1200	О. Онекотан – пр. 3-й Курильский	III	0.87	0.16	0.90	0.13	1.2–3	0.8–4.5	6.0	6.4	7.0	7.9	8.6 (5.8)	6 (6)	7.7	6
10	1200–1350	О. Парамушир – мыс Лопатка	II					1.2	0.8–1.9	5.9	6.4	6.9		2.0 (2.7)		1.9	
11a	1350–1550	Юг Камчатки, Ю-В	II					0.8	0.6–1.1	5.8	6.3	6.8		2.6 (3.6)		2.5	
11б	1350–1550	Юг Камчатки, С-З	III	0.64	0.87	0.25	0.14	1.3–3	0.8–4.5	6.0	6.5	7.0	8.0	16.8 (18.3)	1 (2)	10.6	4
12a	1550–1700	Зал. Авачинский – п-ов Шипунский, Ю-В	II					1.2	0.8–1.9	5.7	6.2	6.7		2.0 (2.7)		1.9	
12б	1550–1700	Зал. Авачинский – п-ов Шипунский, С-З	III	0.20	0.79	0.19	0.03	1.2–3	0.8–4.5	5.9	6.4	6.9	8.0	14.6 (20.5)	2 (1)	19.6	1
13a	1700–1850	Залив Кроноцкий, Ю-В	III?	0.89	0.82	0.37	0.27	1.2–3	0.8–4.5	5.9	6.4	6.9	8.0	10.4 (3.6)	3	5.3	8
13б	1700–1850	Залив Кроноцкий, С-З	II					2.6	1.7–3.9	5.9	6.4	6.9		1.6 (1.3)		1.5	
14	1850–1950	П-ов Кроноцкий	I					3.1–1.9	1.2–4.5	6.0	6.5	7.0		0.3 (0.2)		0.2	
15	1950–2050	Зал. Камчатский	III?	0.32	0.69	0.83	0.18	1.2–3	0.8–4.5	6.0	6.5	7.0	7.9	8.0 (8.5)	7 (4)	12.9	3
16	2050–2100	П-ов Камчатский	II					0.8	0.6–1.1	5.7	6.2	6.7		0.4 (0.3)		0.3	
Оценка критических значений вероятностей				0.062	0.308	0.06	0.0012							$\Sigma = 100.0$		$\Sigma = 101$	

Примечание. Даны прогнозы характеристик сейсмичности на IV.2006–IV.2011 гг. Для всех 20 участков указываются вероятные стадии сейсмического цикла. Индексом III отмечены те участки, в которых землетрясения с $M \geq 7.7$ не происходили в течение последних 80 лет и где значительна вероятность прихода заключительной, III стадии сейсмического цикла. Знаками вопроса отмечены те из участков, в которых вероятность такого события меньше. В – параметр, показывающий относительную опасность “сейсмических брешей”; A_{10} – сейсмическая активность; $P \sim 0.8, 0.5, 0.15$ – вероятности землетрясений с $M = 5.7–7.2$; M_{\max} – максимальная возможная магнитуда; $P(M \geq 7.7)$ – прогнозируемые вероятности сильнейших землетрясений. Значения вероятности $P(M \geq 7.7)$ в скобках соответствуют их величинам на 2001–2005 гг. Средняя долговременная величина $P(M \geq 7.7) = 3.6–4.2\%$.



Здесь более крупно, чем на фигуре 4, показана карта долгосрочного сейсмического прогноза для Курильских островов, составленная в марте 2006 г. на следующие 5 лет. На ней дополнительно показаны эпицентры землетрясений с $m_b \geq 5.5$ предшествующих 5 лет, III.2001 - III.2006 гг., а также изолинии параметра 1-В. Величина В определялась в круге диаметром 75 км. Максимумы (1-В) показывают положение центров наиболее опасных кругов. Два таких максимума находились в области очага приближавшегося землетрясения 15.XI 2006 г., $M_w=8.3$, показанной пунктиром (ее границы определялись по афтершокам первых 10 дней).

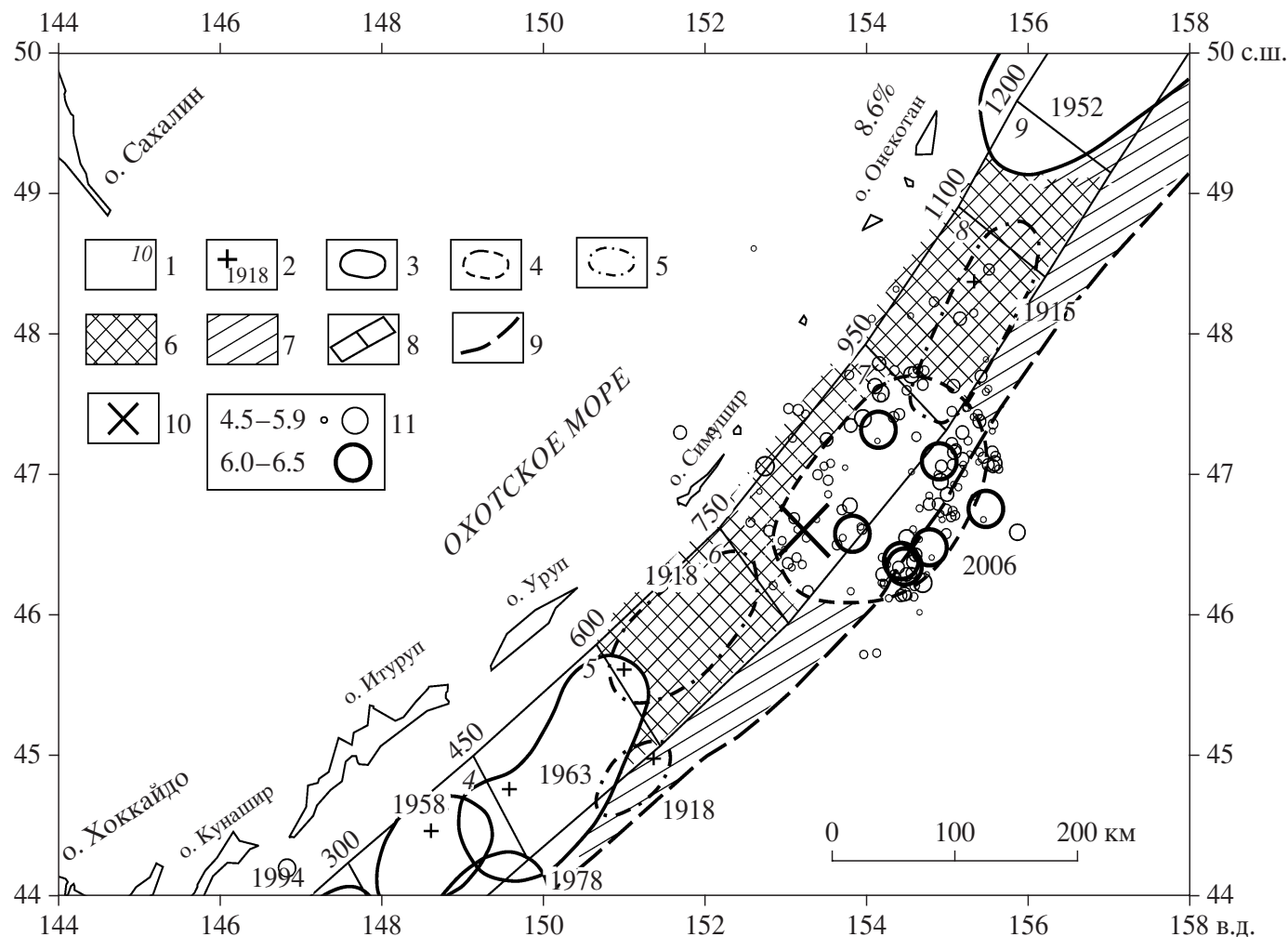


На фигуре показана аналогичная карта долгосрочного сейсмического прогноза для Курильских островов, построенная через полгода, 23 октября 2006 года. На ней выделяется форшоковая активизация, происходившая в течение 2.5 месяцев около эпицентра приближающегося землетрясения 15.XI 2006 г. Здесь оказался максимум параметра 1-В. Вероятность землетрясения с $M \geq 7.7$ на следующие 5 лет в участке № 7 (о-ва Симушир и Шиашкотан) повысилась до 10.3% и стала наибольшей на Курильских островах.

15 ноября 2006 в соответствии показанным долгосрочным сейсмическим прогнозом в участке 7 на Средних Курильских о-вах против о-вов Симушир и Шиащкотан произошло сильнейшее землетрясение с $M_w=8.3$, $M_s=8.2$. Его эпицентр и афтершоки первых 10 дней с $m_b \geq 4.5$ и построенная по ним граница области очага этого землетрясения показаны на этой фигуре. Координаты и магнитуды афтершоков взяты из каталогов IRIS и NEIC. Жирными кружками показаны эпицентры с $m_b=6.0-6.5$. Землетрясение, область

очага которого расположилась от о-ва Симушир до о-ва Шиащкотан, было названо Средне-Курильским землетрясением 15.XI 2006 г.

Это было крупное очень интересное и важное сейсмическое событие. Завершился сейсмический цикл, который развивался здесь 226 лет с 1780 г. Напомним, что средняя продолжительность сейсмического цикла курило-камчатских землетрясений с $M \geq 7.7$ составляет 140 ± 60 или 120 ± 50 лет.



1 - номер участка; **2** - инструментальные эпицентры главных толчков землетрясений с $M \geq 7.7$; **3** - границы очагов землетрясений с $M \geq 7.7$, проведенные с точностью 10 км.; **4** - участки тех же границ, проведенные с меньшей точностью; **5** - вероятные области очагов землетрясений 1904-1918 гг. с $M \geq 7.7$; **6** - наиболее вероятные места следующих землетрясений с $M \geq 7.7$; **7** - возможные места следующих таких землетрясений; **8** - границы участков прогноза; **9** - ось глубоководного желоба; **10** - эпицентр Средне-Курильского землетрясения 15.XI 2006 г., $M_s=8.2$; **11** - эпицентры афтершоков первых 10 дней с $m_b=4.5-5.9$ и с $m_b = 6.0-6.5$.

Средняя вероятность возникновения курило-камчатских землетрясений с $M \geq 7.7$ в одном месте в течение 5 лет равна 3.6-4.2%.

После столь сильного землетрясения начался мощный рой афтершоков. Самым крупным последующим событием было землетрясение 13.I 2007 г., $M_w=8.1$, произошедшее в восточной части области очаг 15.XI 2006 г. в Курило-Камчатском глубоководном желобе. Развитие сейсмического процесса напоминает пару землетрясе-

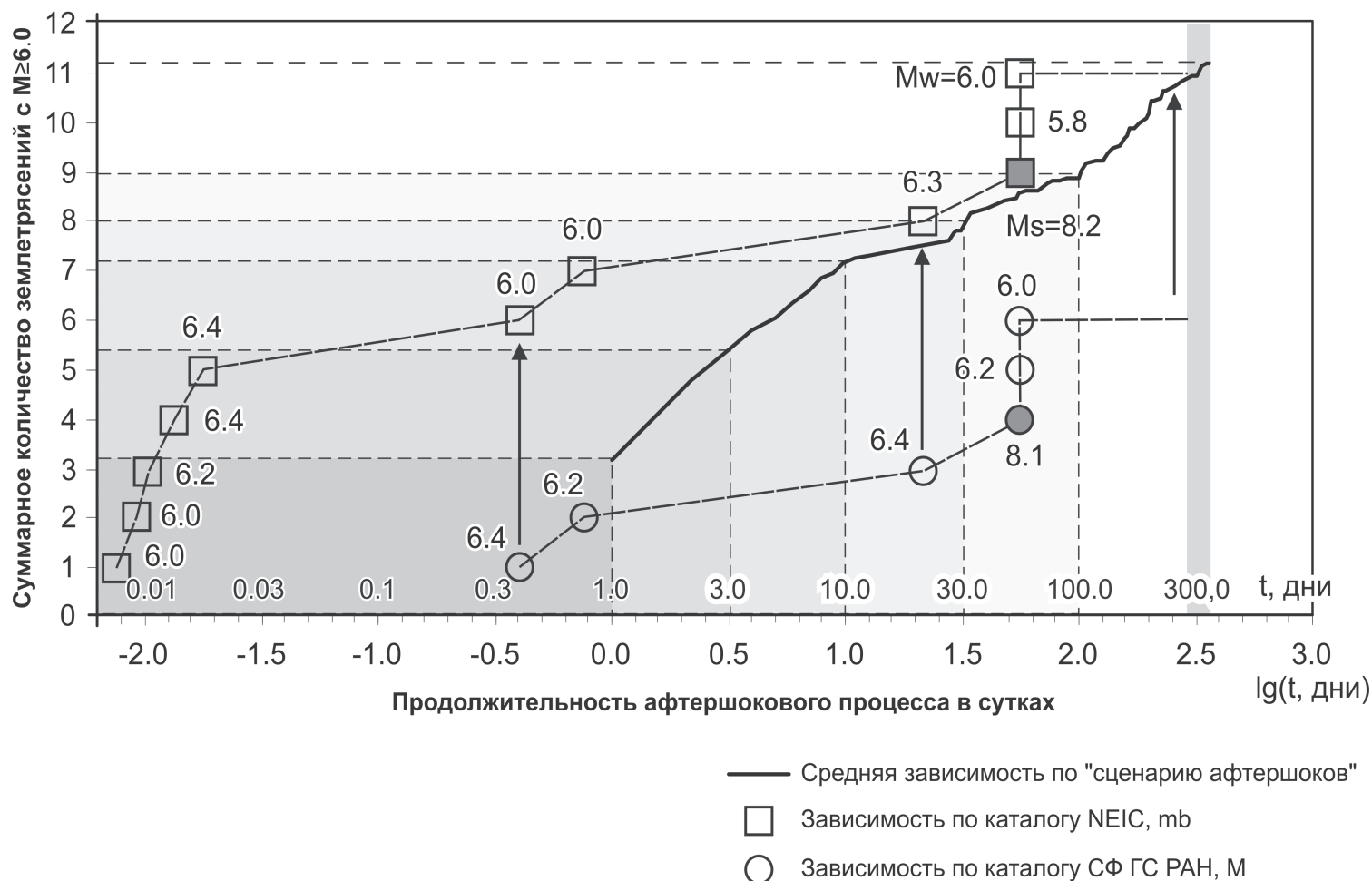
ний 7.IX 1918 г., $M=8.2$ и 8.XI 1918 г., $M=7.9$, произошедших с тем же интервалом в два месяца у о-вов Симушир и Уруп.

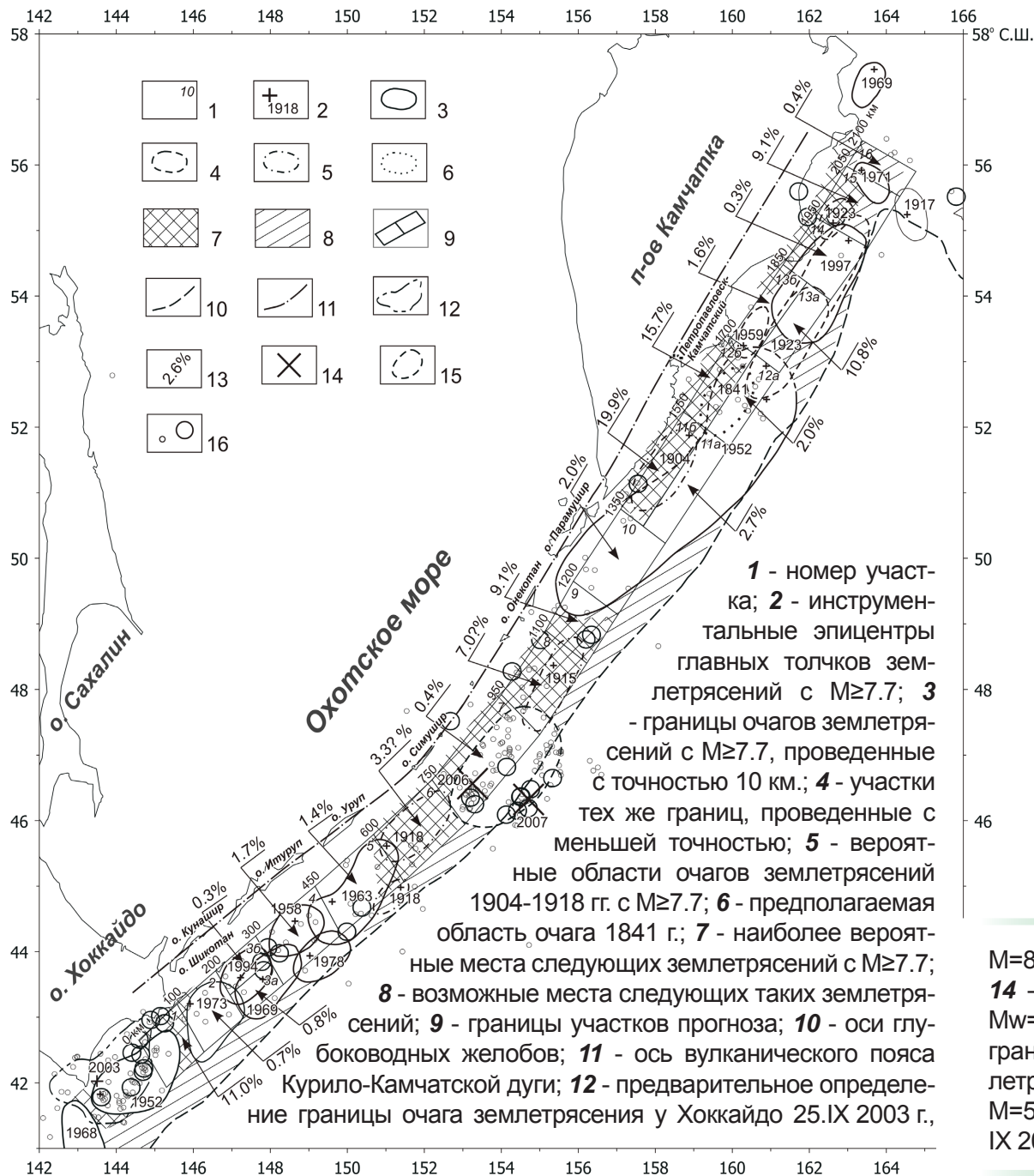
В 1993 г. был построен «сейсмический сценарий» последовательности сильных афтершоков ($M \geq 6.0$) курило-камчатских землетрясений с

$M \sim 8$. Этот сценарий успешно применялся для прогноза афтершоков с $M \geq 6.0$ Шикотанского землетрясения 4.X 1994 г. и Кроноцкого землетрясения 5.XII 1997 г. На фигуре показано увеличение со временем суммарного числа землетрясений в течение 10 месяцев после Средне-Курильского землетрясения 15.XI 2006 г. Из него следует, что землетрясение 13.I 2007 г. можно рассматривать скорее как сильнейший афтершок, чем как повторное или парное сильнейшее землетрясение. В таком случае до конца первого года афтершокового процесса (сентябрь-ноябрь 2007 г.) с вероятностью ~ 0.5 можно ожидать еще 1 афтершок с магнитудой $M \geq 6.0$.



Афтершоки землетрясения 15.XI 2006 г., $M_w=8.3$ $\Sigma (M \geq 6.0) = f(t)$





Последняя карта долгосрочного сейсмического прогноза для Курило-Камчатской дуги, составленная на IX 2007-VIII 2012 г.

10

На ней резко снизилась, до 0.4%, вероятность возникновения землетрясений с $M \geq 7.7$ в области очагов землетрясений 15.XI 2006 г. и 13.I 2007 г. Со знаком вопроса показаны вероятности 3.3% и 7% для участков 6 и 8, лежащих юго-западнее и северо-восточнее области очагов. Здесь располагаются концы разрывов двух землетрясений 15.XI 2006 г. и 13.I 2007 г., где может быть усиление сейсмичности в течение следующих лет. В районе Курильских о-вов сейсмическая опасность в 2-3 раза превышает ее среднюю величину в районе п-ова Немуро, о-в Шиашкотан и Онекотан. Наибольшая опасность в области Курило-Камчатской дуги остается в р-не Петропавловска-Камчатского, где ее суммарная величина в 6 прилегающих участках равна 52.7% из приблизительно 100%, приходящихся на всю Курило-Камчатскую дугу.

$M=8.1$; 13 - вероятности землетрясений $M \geq 7.7$ в IX 2007-VIII 2012 гг.; 14 - эпицентры Средне-Курильских землетрясений 15.XI 2006 г., $M_w=8.3$, и 13.I 2007 г., $M_w=8.1$; 15 - предварительно определенные границы очага землетрясения 15.XI 2006 г.; 16 - эпицентры землетрясений с $M \geq 5.0$ (меньший кружок соответствует магнитуде $M=5.0-5.9$, больший - $M \geq 6.0$), $H=0-80$ км, произошедших в период IX 2002-VIII 2007 гг.

Таблица долгосрочного сейсмического прогноза на IX 2007-VIII 2012 г. Она аналогична таблице долгосрочного прогноза на IV 2007-III 2011 г., показанной ранее. В столбце вероятной очередности показано, что максимальные вероятности 19.9

и 15.7% приходятся на области Южной Камчатки и Авачинского залива вблизи Петропавловска-Камчатского. Эти данные были высланы на совещание, которое проводил Президент РФ В.В. Путин на Камчатке 4 сентября 2007 г.

Участок	Δ, км	Район	Стадия цикла и её оценка по данным 2002-2007 гг. (IX.2002 г. - VIII.2007 г.)					Прогноз на IX.2007 - VIII.2012 гг.										Прогноз на IX.2004 - IX.2009 гг.	
								A ₁₀ (P~0.7)		P~0.8	P~0.5	P~0.15	M _{max}	P(M≥7.7)%		Вероятная очередность			
			Стадия	P ₁ =P(A ₁₀)	P ₂ =P(D)	P ₃ =P(A ₁₁)	B = (P ₁ *P ₂ *P ₃)	A ₁₀	A ₁₀ ±σ					P(M≥7.7)%	Вероятная очередность				
1	0 – 100	Мыс Сириха - п-ов Немуро	III	0.19	0.01	0.94	0.002	1.2 - 3	0.8 - 4.5	6.0	6.5	7.0	7.8	11.0	(5.3)	3	(7)	13.2	2
2	100 – 200	П-ов Немуро - о-в Зелёный	II					1.2	0.8 - 1.9	5.8	6.3	6.8		0.7	(0.5)			0.6	
3а	200 – 300	О-в Шикотан, Ю-В	II					1.2	0.8 - 1.9	5.7	6.2	6.7		0.8	(0.6)			0.7	
3б	200 – 300	О-в Шикотан, С-З	I					2.1→1.4	1.2 - 4.5	6.0	6.4	6.9		0.3	(0.2)			0.3	
4	300 – 450	О-в Итуруп	II					1.2	0.8 - 1.9	5.9	6.4	6.9		1.7	(1.4)			1.5	
5	450 – 600	Пролив Фриза - о-в Уруп	II					1.2	0.8 - 1.9	5.9	6.4	6.9		1.4	(1.1)			1.3	
6	600 – 750	Мыс Кастрикум - пр. Буссоль	III?	0.94	0.99	0.70	0.65	1.2 - 3	0.8 - 4.5	6.0	6.5	7.0	8.0	3.3?	(7.1)	8	(6)	1.4 – 4.4?	9
7	750 – 950	О-в Симушир - пр. Крузенштерна	I					3.1→1.9	0.8 - 4.5	6.2	6.7	7.2		0.4	(10.8?)		(4?)	9.4	5
8	950 - 1100	О-в Шиашкотан	III?	0.85	0.58	0.95	0.47	1.2 - 3	0.8 - 4.5	6.0	6.5	7.0	8.0	7.0?	(3.2)	7	(8)	7.2	7
9	1100 - 1200	О-в Онекотан - пр. 3-й Курильский	III	0.87	0.18	0.90	0.14	1.2 - 3	0.8 - 4.5	6.0	6.4	7.0	7.9	9.1	(8.0)	6	(5)	7.7	6
10	1200 - 1350	О-в Парамушир - мыс Лопатка	II					1.2	0.8 - 1.9	5.9	6.4	6.9		2.0	(2.7)			1.9	
11а	1350 - 1550	Юг Камчатки, Ю-В	II					0.8	0.6 - 1.1	5.8	6.3	6.8		2.7	(3.6)			2.5	
11б	1350 - 1550	Юг Камчатки, С-З	III	0.59	0.55	0.24	0.08	1.3 – 3	0.8 - 4.5	6.0	6.5	7.0	8.0	19.9	(17.0)	1	(2)	10.6	4
12а	1550 - 1700	Зал. Авачинский - п-ов Шипунский, Ю-В	II					1.2	0.8 - 1.9	5.7	6.2	6.7		2.0	(2.7)			1.9	
12б	1550 - 1700	Зал. Авачинский - п-ов Шипунский, С-З	III	0.29	0.72	0.19	0.04	1.2 – 3	0.8 - 4.5	5.9	6.4	6.9	8.0	15.7	(19.0)	2	(1)	19.6	1
13а	1700 - 1850	Залив Кроноцкий, Ю-В	III?	0.94	0.996	0.30	0.28	1.2 – 3	0.8 - 4.5	5.9	6.4	6.9	8.0	10.8	(3.3)	4		5.3	8
13б	1700 - 1850	Залив Кроноцкий, С-З	II					2.6	1.7 - 3.9	5.9	6.4	6.9		1.6	(1.3)			1.5	
14	1850 - 1950	П-ов Кроноцкий	I					3.1→1.9	1.2 - 4.5	6.0	6.5	7.0		0.3	(0.2)			0.2	
15	1950 - 2050	Зал. Камчатский	III?	0.25	0.68	0.83	0.14	1.2 - 3	0.8 - 4.5	6.0	6.5	7.0	7.9	9.1	(11.6)	5	(3)	12.9	3
16	2050 - 2100	П-ов Камчатский	II					0.8	0.6 - 1.1	5.7	6.2	6.7		0.4	(0.3)			0.3	
Оценка критических значений вероятностей				0.062	0.308	0.06	0.0012							Σ = 100.0			Σ = 101,5		

Заключение

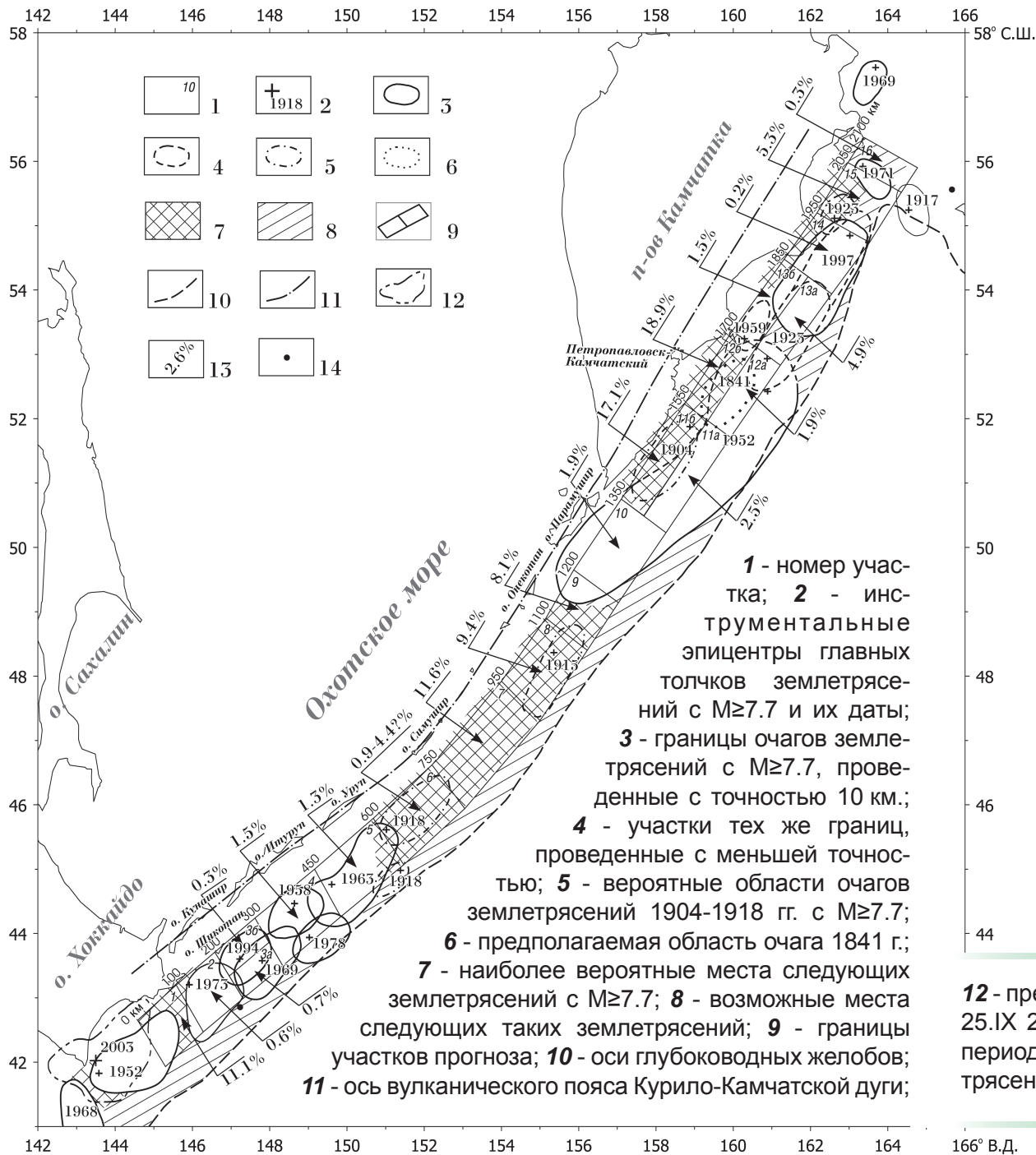
1. Метод долгосрочного сейсмического прогноза для Курило-Камчатской дуги, основанный на закономерностях “сейсмических брешей” и сейсмического цикла, успешно применяется и развивается в 1965-2007 гг. Землетрясения с $M \geq 7.7$, бывшие в 1969, 1973, 1978 и 1994 гг. на Курильских о-вах и в 1971, 1997 гг. на Камчатке, происходили в предсказанных вероятных местах следующих таких землетрясений. Оправдывались прогнозы параметров сейсмичности, дававшиеся на 5 лет для 20 участков сейсмогенной зоны Курило-Камчатской дуги.

2. Новое подтверждение принесло Средне-Курильское землетрясение 15.XI 2006 г., $M_w=8.3$, $M_s=8.2$. С начала детальных сейсмологических исследований по рассматриваемому методу в 1965 г. крупная “сейсмическая брешь” в районе Средних Курильских о-вов считалась одним из вероятных мест следующих землетрясений с $M \geq 7.7$ на Курило-Камчатской дуге. Ряд исследователей считал, что здесь невозможны землетрясения с магнитудами более 7.5 ± 0.2 . Район Средних Курильских о-вов и о. Шиадокотан выделялся нами и далее в течение длительного времени как одна из наиболее опасных “сейсмических брешей”. Последние такие прогнозы давались дважды, в 2006 г. - в IV 2006 г. и в X 2006 г. накануне землетрясения.

3. Приведен долгосрочный сейсмический прогноз для Курило-Камчатской дуги, данный на IX 2007-VIII 2012 гг. По нему наиболее вероятными местами следующих землетрясений с $M \geq 7.7$ являются район г. Петропавловска-Камчатского (суммарная вероятность таких землетрясений в 6 прилегающих участках равна 52.7%), район п-ова Немуро (11.0%), о-ва Онекотан (9.1%), Камчатский залив (9.1%).

4. Долгосрочные сейсмические прогнозы для Курило-Камчатской дуги 1986-2006 гг. служили обоснованием для разработки шести правительственных распоряжений и постановлений о подготовке Камчатской области к сильным землетрясениям. По долгосрочному сейсмическому прогнозу для Курило-Камчатской дуги на IV 2006-IV 2011 гг. вероятность землетрясений силой 7-9 баллов на этот период в главном городе региона, Петропавловске-Камчатском, достигла 48%. Этот прогноз стал в 2006 г. обоснованием новых поручений и распоряжений Президента и Правительства Российской Федерации о неотложных мерах по сейсмобезопасности, предотвращению ущерба, сейсмоусилению зданий и сооружений в Камчатской области.

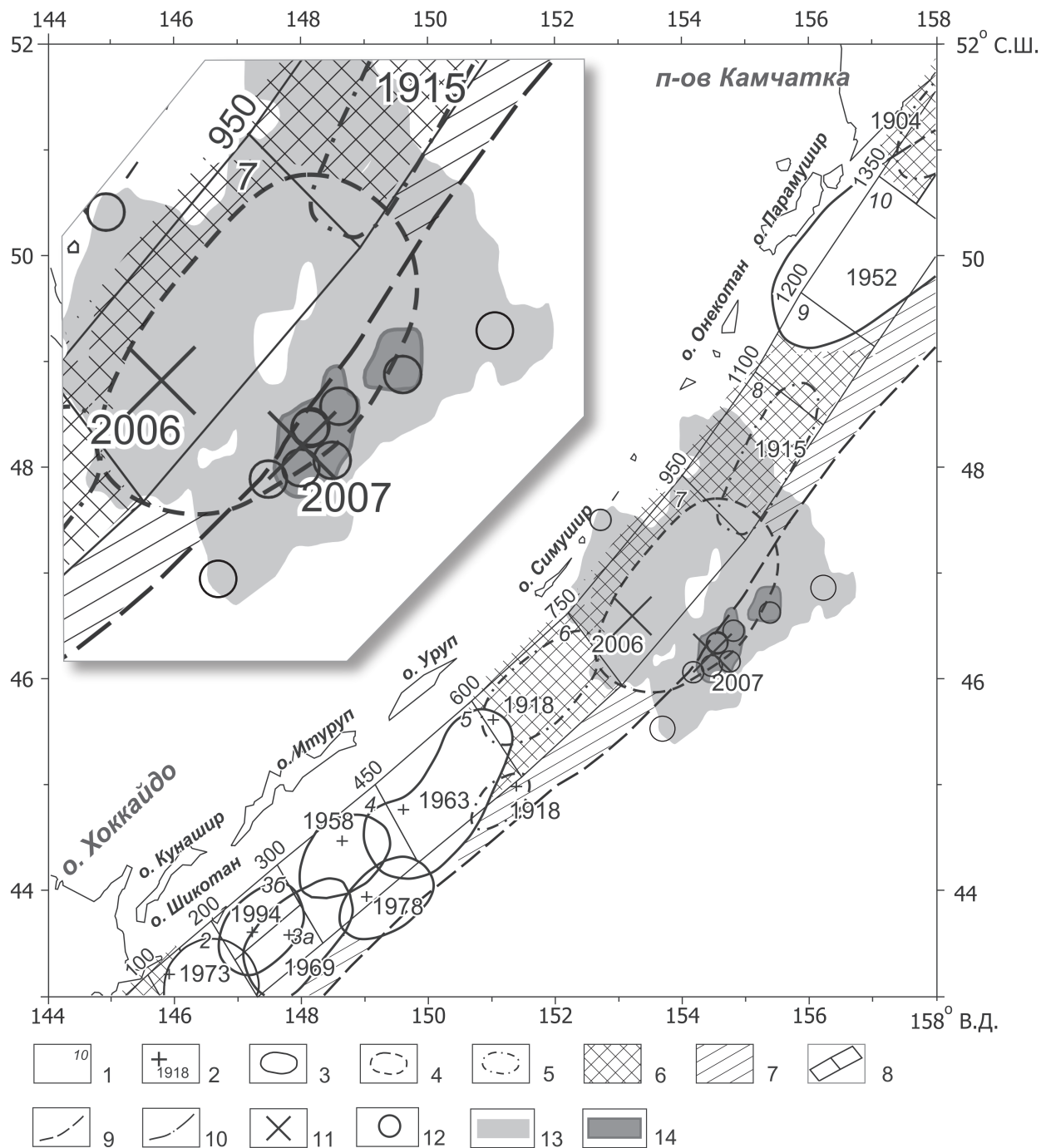
5. Построенный долгосрочный сейсмический прогноз одновременно является долгосрочным прогнозом вероятности цунами в различных районах Курило-Камчатской дуги.



Последняя опубликованная карта долгосрочного сейсмического прогноза для Курило-Камчатской дуги, составленная на 2004-2008 гг. (С.А. Федотов, А.В. Соломатин, С.Д. Чернышев. Долгосрочный сейсмический прогноз для Курило-Камчатской дуги на 2004-2008 гг. и ретроспективный прогноз хоккайдского землетрясения 25 сентября 2003 г., $M=8.1$. Вулканология и сейсмология, 2004 г., № 5, с. 3-32).

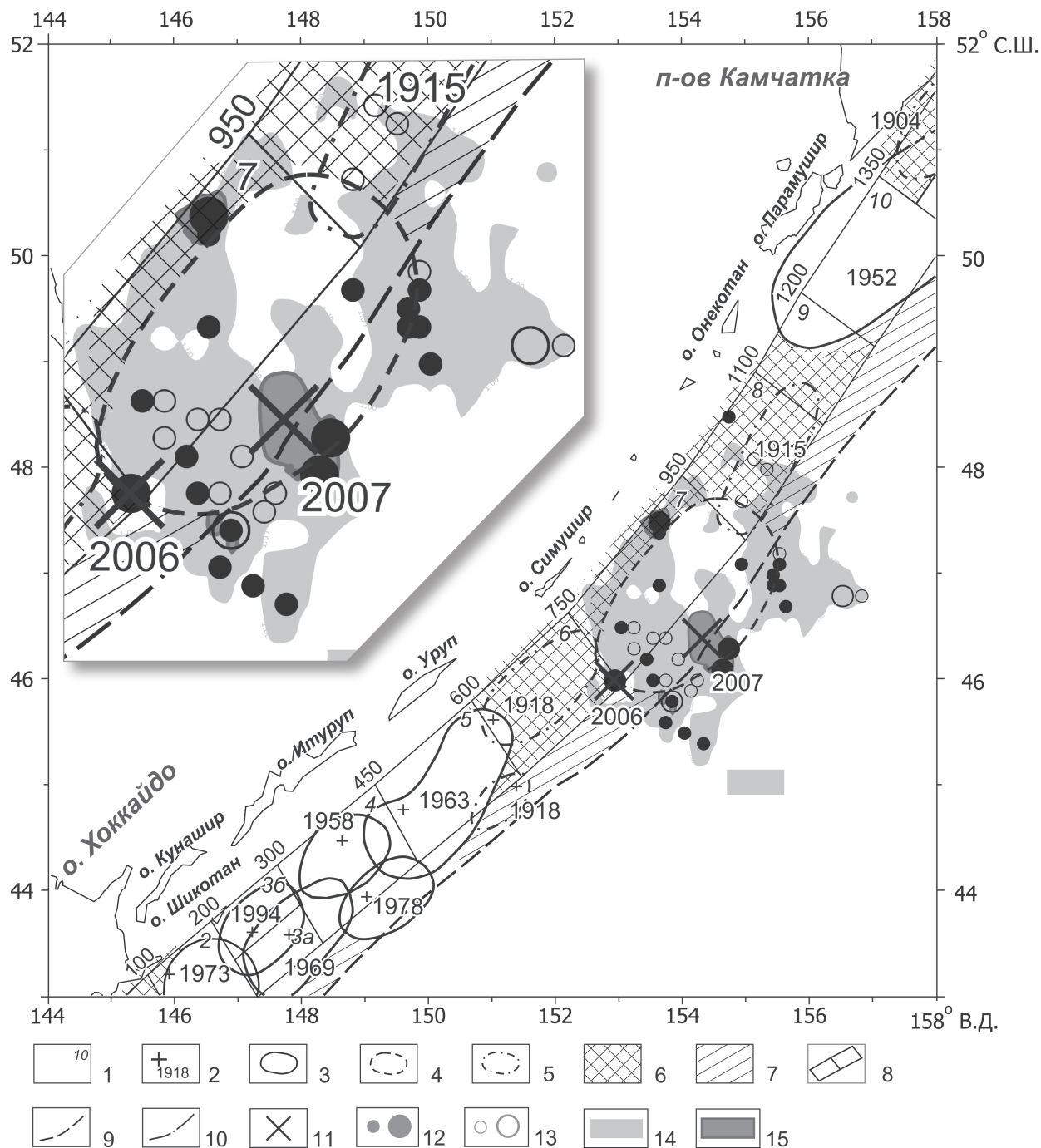
По данному долгосрочному прогнозу для участков 7-9, входящих в сейсмическую брешь в районе Средних Курил, был сделан следующий вывод: все три участка этого звена Курильской гряды могут проходить III стадию сейсмического цикла; вероятности землетрясений с $M \geq 7.7$ в них возросла по сравнению с 2001-2005 гг. и равна для 7, 8 и 9 участков соответственно 11.6, 9.4, 8.1%, т.е. в 2-3 раза превышают среднюю величину 3.6-4.2%. Общая вероятность этих трех участков по данному прогнозу составила 29.1%.

12 - предварительное определение границы очага землетрясения 25.IX 2003 г., $M=8.1$; 13 - вероятности землетрясений $M \geq 7.7$ на период 2004-2008 гг. по участкам прогноза; 14 - эпицентры землетрясений с $6.9 < M < 7.7$, произошедших в IV 1999 - III 2004 гг.



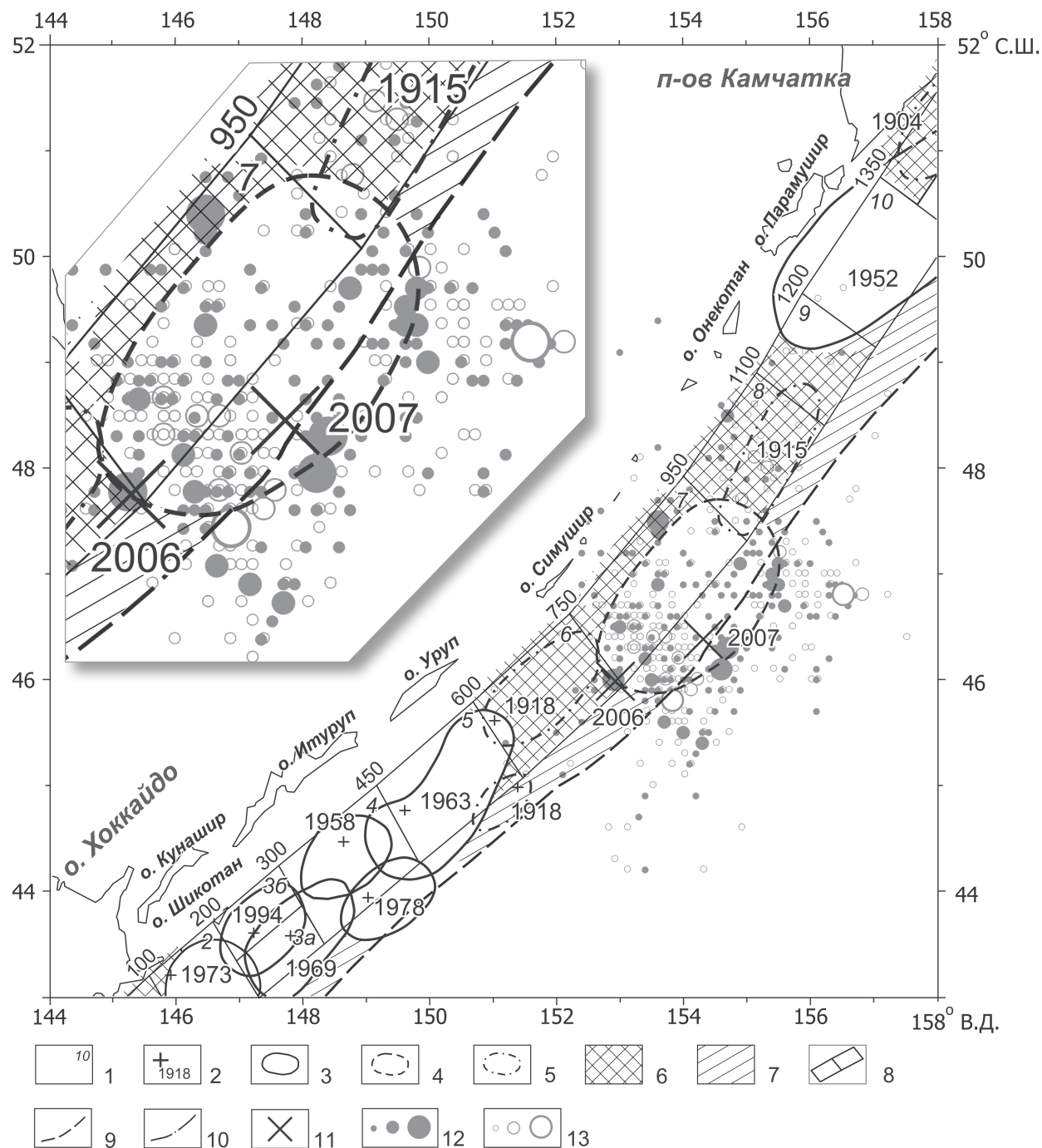
Изолинии параметров A_{10} и D , а также афтершоки Средне-Курильского землетрясения 15.XI 2006 г. за десять месяцев по данным NEIC:

1 - номер участка; **2** - инструментальные эпицентры главных толчков землетрясений с $M \geq 7.7$; **3** - границы очагов землетрясений с $M \geq 7.7$, проведенные с точностью 10 км.; **4** - участки тех же границ, проведенные с меньшей точностью; **5** - вероятные области очагов землетрясений 1904-1918 гг. с $M \geq 7.7$; **6** - наиболее вероятные места следующих землетрясений с $M \geq 7.7$; **7** - возможные места следующих таких землетрясений; **8** - границы участков прогноза; **9** - оси глубоководных желобов; **10** - ось вулканического пояса Курило-Камчатской дуги; **11** - эпицентр Средне-Курильского землетрясения 15.XI 2006 г., $M=8.2$, и сильнейшего события в его очаге 13.I.2007 г., $M = 8.1$; **12** - эпицентры афтершоков с $m_b \geq 6.0$; **13** - изолиния параметра $A_{10}=10$; **14** - изолиния параметра $D=1$.



Изолинии параметров A_{10} и D , а также афтершоки Средне-Курильского землетрясения 15.XI 2006 г. за десять месяцев по данным ГС РАН:

1 - номер участка; **2** - инструментальные эпицентры главных толчков землетрясений с $M \geq 7.7$; **3** - границы очагов землетрясений с $M \geq 7.7$, проведенные с точностью 10 км.; **4** - участки тех же границ, проведенные с меньшей точностью; **5** - вероятные области очагов землетрясений 1904-1918 гг. с $M \geq 7.7$; **6** - наиболее вероятные места следующих землетрясений с $M \geq 7.7$; **7** - возможные места следующих таких землетрясений; **8** - границы участков прогноза; **9** - оси глубоководных желобов; **10** - ось вулканического пояса Курило-Камчатской дуги; **11** - эпицентр Средне-Курильского землетрясения 15.XI 2006 г., $M = 8.2$, и сильнейшего события в его очаге 13.I.2007 г., $M = 8.1$; **12** - эпицентры афтершоков: $M < 5.0$, $M = 5.0-5.9$, $M \geq 6.0$ за период до землетрясения 13.I.2007 г., $M = 8.1$; **13** - то же самое за период после землетрясения 13.I.2007 г., $M = 8.1$; **14** - изолиния параметра $A_{10} = 10$; **15** - изолиния параметра $D = 1$.



Афтершоки Средне-Курильского землетрясения 15.XI 2006 г. за десять месяцев по данным ГС РАН:

1 - номер участка; 2 - инструментальные эпицентры главных толчков землетрясений с $M \geq 7.7$; 3 - границы очагов землетрясений с $M \geq 7.7$, проведенные с точностью 10 км.; 4 - участки тех же границ, проведенные с меньшей точностью; 5 - вероятные области очагов землетрясений 1904-1918 гг. с $M \geq 7.7$; 6 - наиболее вероятные места следующих землетрясений с $M \geq 7.7$; 7 - возможные места следующих таких землетрясений; 8 - границы участков прогноза; 9 - оси глубоководных желобов; 10 - ось вулканического пояса Курило-Камчатской дуги; 11 - эпицентр Средне-Курильского землетрясения 15.XI 2006 г., $M=8.2$, и сильнейшего события в его очаге 13.I.2007 г., $M = 8.1$; 12 - эпицентры афтершоков: $M < 5.0$, $M=5.0-5.9$, $M \geq 6.0$ за период до землетрясения 13.I.2007 г., $M = 8.1$; 13 - то же самое за период после землетрясения 13.I.2007 г., $M = 8.1$.

Главный толчок и сильные афтершоки Средне-Курильского землетрясения 15.XI 2006 г.

Дата	Время	Широта, град.	Долгота, град.	Глубина, км	mb, NEIC	M, IRIS	mb, ISC	Ms, HRV	M, ГС РАН
2006/11/15	11:14	46.59	153.27	10	Mw=8.3	7.8	Mw=7.9	Mw=8.3	8.0
2006/11/15	11:25	47.52	152.65	10	6.0		6.0		
2006/11/15	11:28	46.09	154.10	10	6.0	6.0	6.0		
2006/11/15	11:29	46.37	154.48	10	6.2	6.2	6.2		
2006/11/15	11:34	46.65	155.30	10	6.4	6.5	6.4		
2006/11/15	11:40	46.48	154.73	10	6.4	6.3	Mw=6.6		
2006/11/15	21:22	47.34	154.10	23	Me=6.1	6.2	6.0	6.1	6.4
2006/11/16	06:20	46.36	154.47	9	6.0	6.1	Mw=6.0	5.9	6.2
2006/12/07	19:10	46.15	154.39	16	6.3		Mw=6.3	6.3	6.4
2007/01/13	04:23	46.24	154.52	10	Ms=8.2	7.7	Mw=8.0	Mw=8.1	8.1
2007/01/13	09:18	45.57	153.76	10	5.8	5.8			6.2
2007/01/13	17:37	46.91	156.28	10	Mw=6.0			6.0	6.0

Примечание. Параметры гипоцентров взяты из каталога NEIC.