

# **X «АНАЛИЗ, ПРОГНОЗ И УПРАВЛЕНИЕ ПРИРОДНЫМИ РИСКАМИ В СОВРЕМЕННОМ МИРЕ (ГЕОРИСК-2015)»**



## **ДИФФЕРЕНЦИРОВАННЫЙ ПОДХОД К СЕЙСМОГЕОДИНАМИЧЕСКОЙ РЕГИОНАЛИЗАЦИИ КАК БАЗИС ОБЩЕГО СЕЙСМИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ – ОСР-2014**



Заведующий лабораторией  
геодинамических рисков  
СКТБ «Наука» КНЦ СО РАН, к.т.н.

С.А. Перетокин

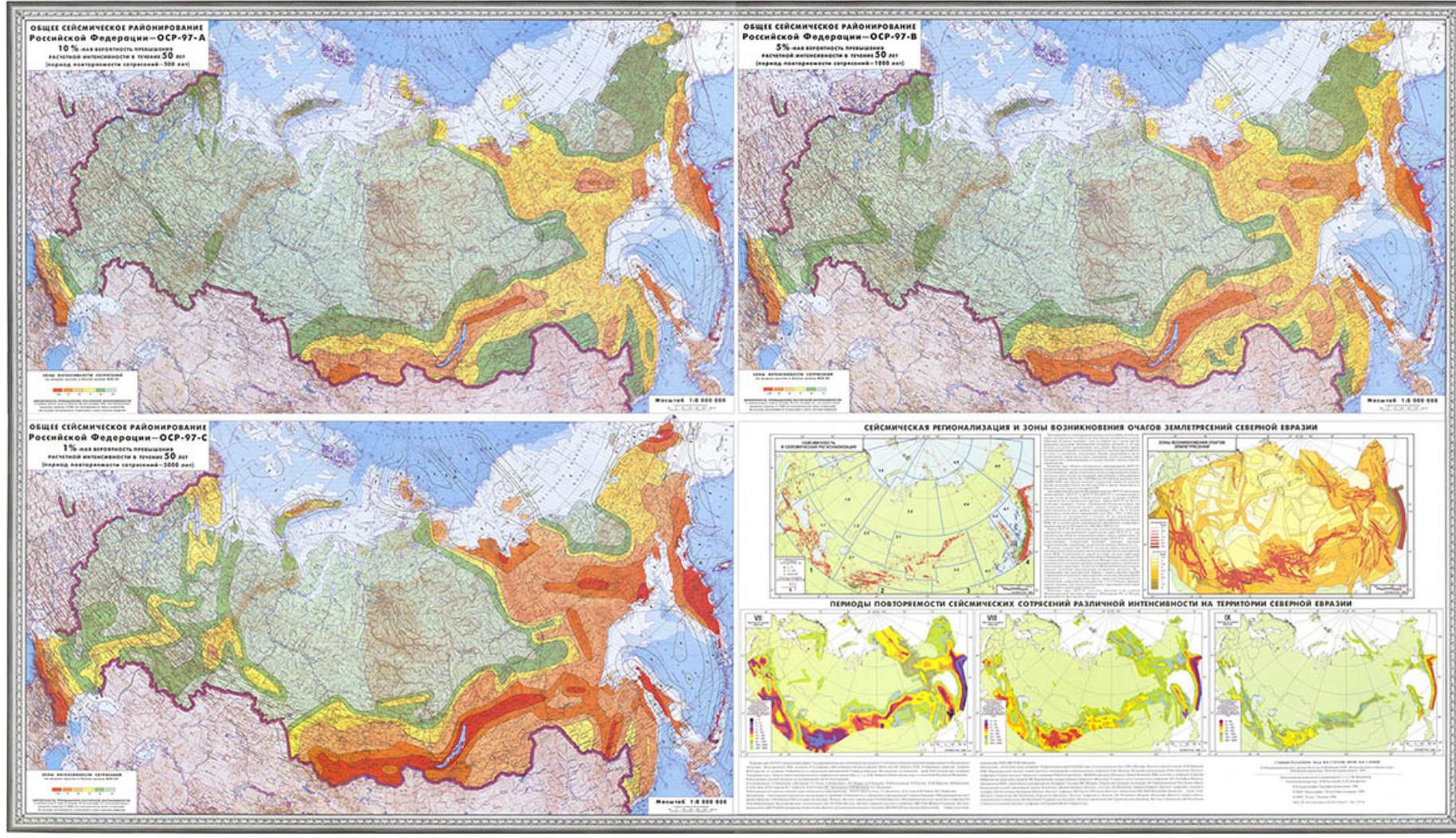


Главный эксперт ЦСГНЭО – филиала  
АО «Институт Гидропроект», к.г.м.н.

А.Л. Стром

# КОМПЛЕКТ КАРТ СЕЙСМИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ РФ ОСР-97

## СЕЙСМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

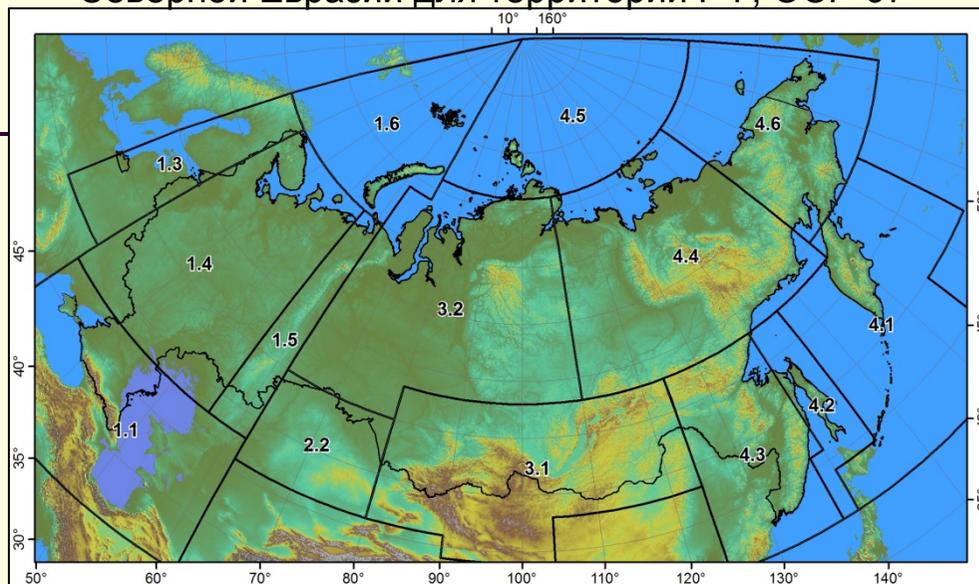


# МЕТОДОЛОГИЯ И РАЗРАБОТЧИКИ



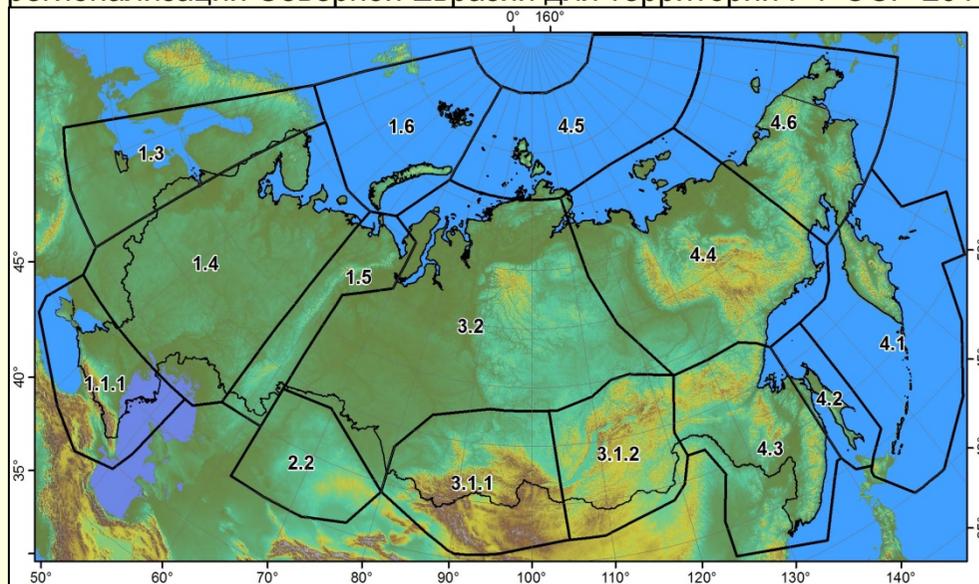
# СЕЙСМОГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ РЕГИОНАЛИЗАЦИЯ

Фрагмент сейсмогеодинамической регионализации  
Северной Евразии для территории РФ, ОСР-97



№	Регионы ОСР-97
1.1.	Иран-Кавказ-Анатолийский
1.2.	Карпато-Балканский
1.3.	Прибалтийский
1.4.	Центрально-Восточно-Европейский
1.5.	Уральский
1.6.	Новоземельский
2.1.	Памиро-Тянь-Шаньский
2.2.	Центрально-Казахстанский
3.1.	Алтай-Саяно-Байкальский
3.2.	Западно-Сибирский
3.3.	Восточно-Монгольский
4.1.	Курило-Камчатский
4.2.	Сахалино-Японский
4.3.	Приамуро-Приморский
4.4.	Верхоянский
4.5.	Североземельский
4.6.	Чукотский

Фрагмент актуализированной сейсмогеодинамической  
регионализации Северной Евразии для территории РФ ОСР-2014

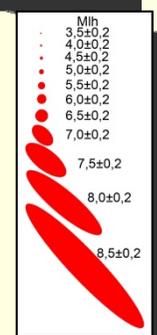
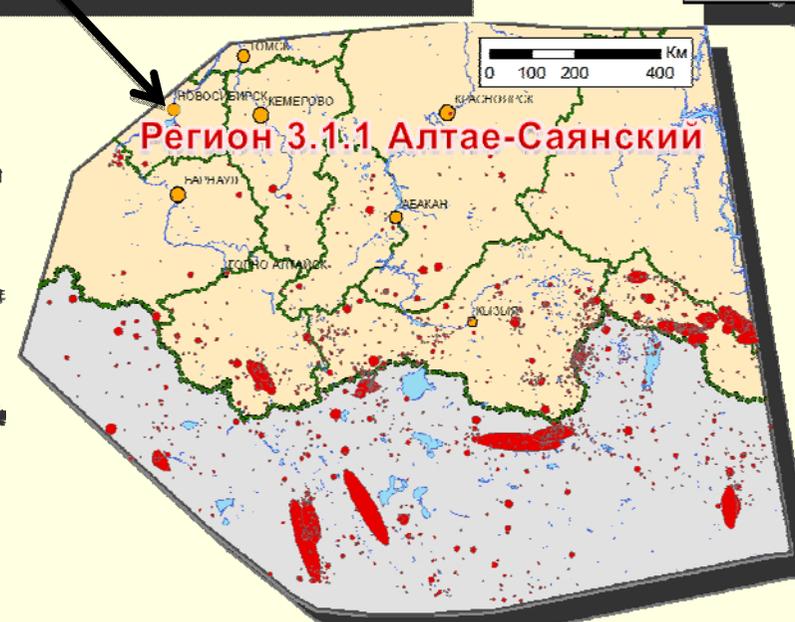
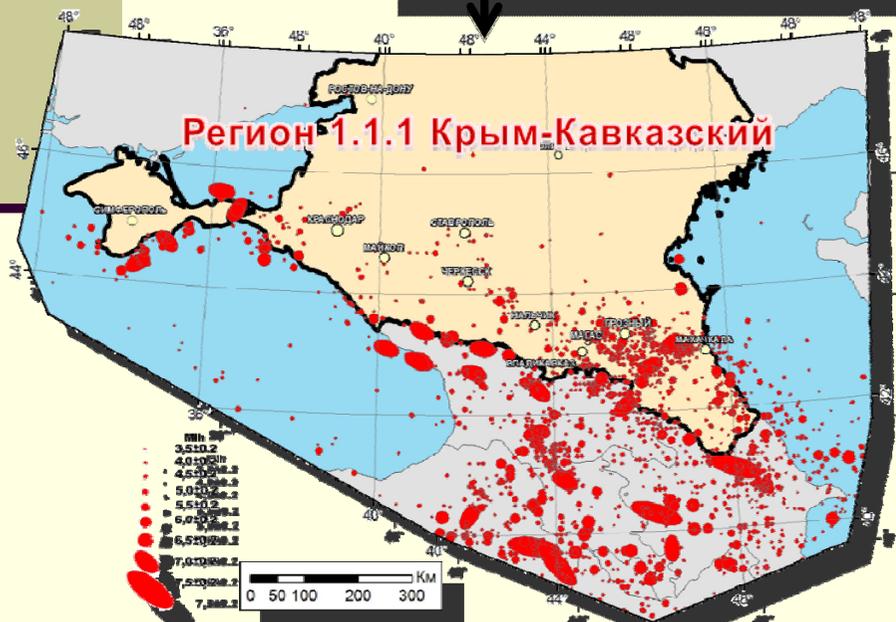
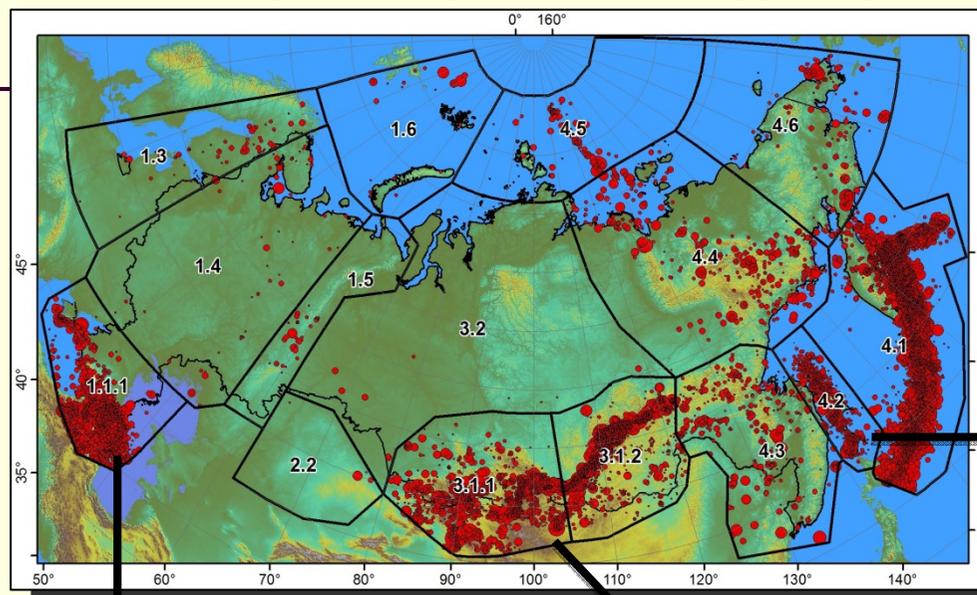


№	Регионы ОСР-2014
1.1.1	Крым-Кавказский
1.2.	Карпато-Балканский
1.3.	Прибалтийский
1.4.	Центрально-Восточно-Европейский
1.5.	Уральский
1.6.	Новоземельский
2.1.	Памиро-Тянь-Шаньский
2.2.	Центрально-Казахстанский
3.1.1	Алтае-Саянский
3.1.2	Байкальский
3.2.	Западно-Сибирский
3.3.	Восточно-Монгольский
4.1.	Курило-Камчатский
4.2.	Сахалино-Японский
4.3.	Приамуро-Приморский
4.4.	Верхоянский
4.5.	Североземельский
4.6.	Чукотский

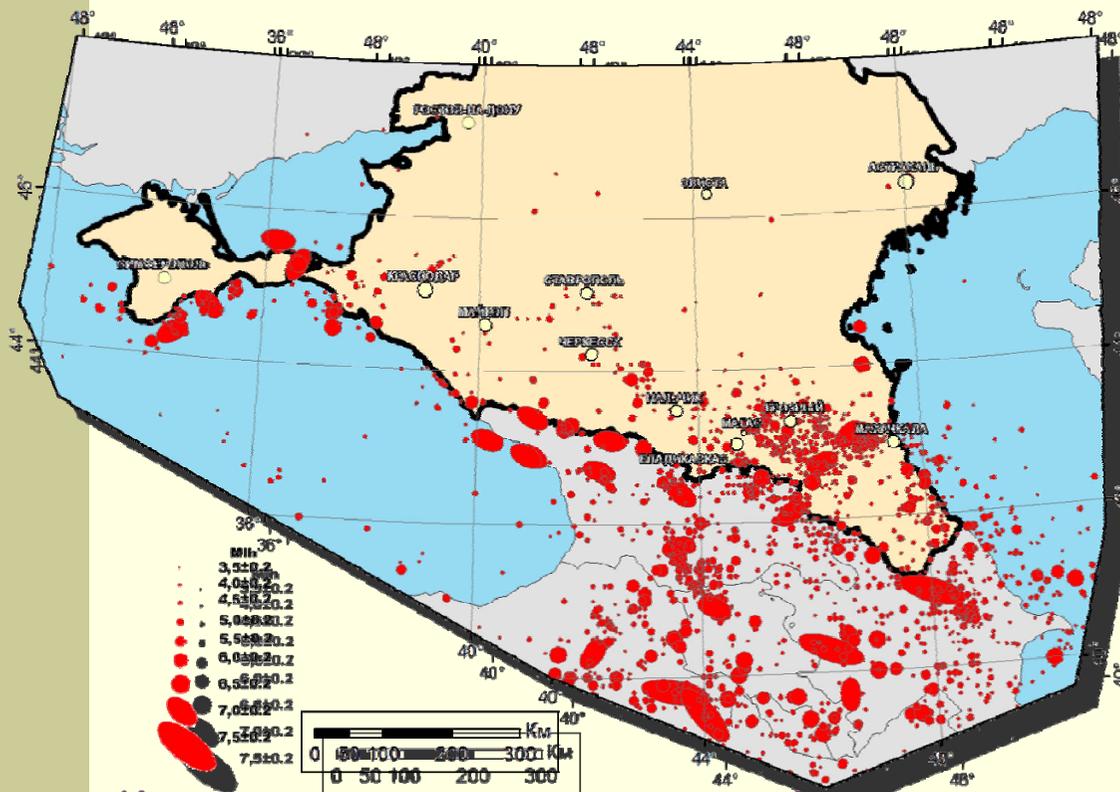
# СЕЙСМОГЕОДИНАМИЧЕСКАЯ РЕГИОНАЛИЗАЦИЯ

Фрагмент актуализированной сейсмогеодинамической регионализации Северной Евразии для территории РФ

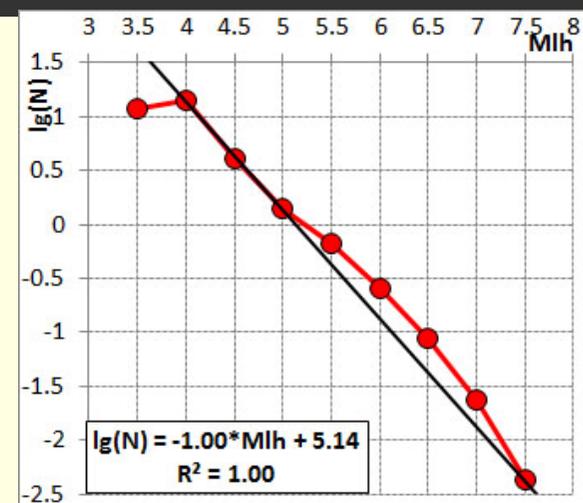
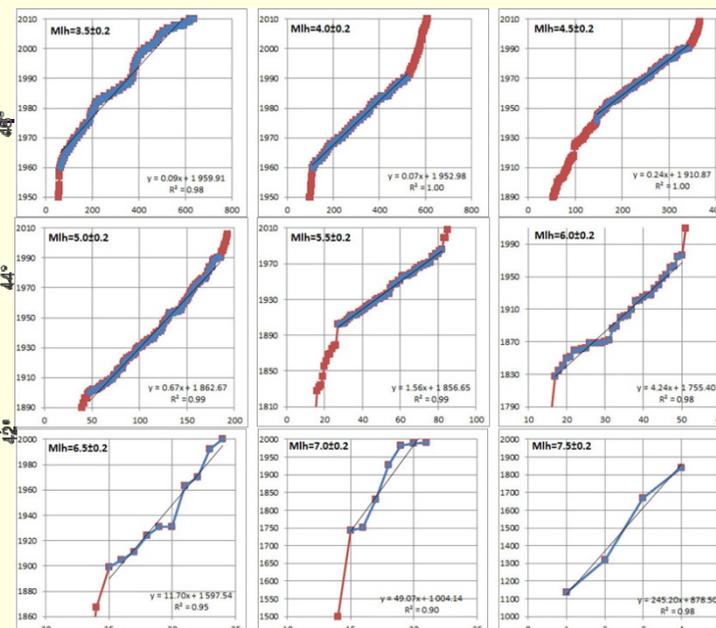
Регион 4.2  
Сахалино-  
Японский



# РЕГИОН 1.1.1 КРЫМ-КАВКАЗСКИЙ

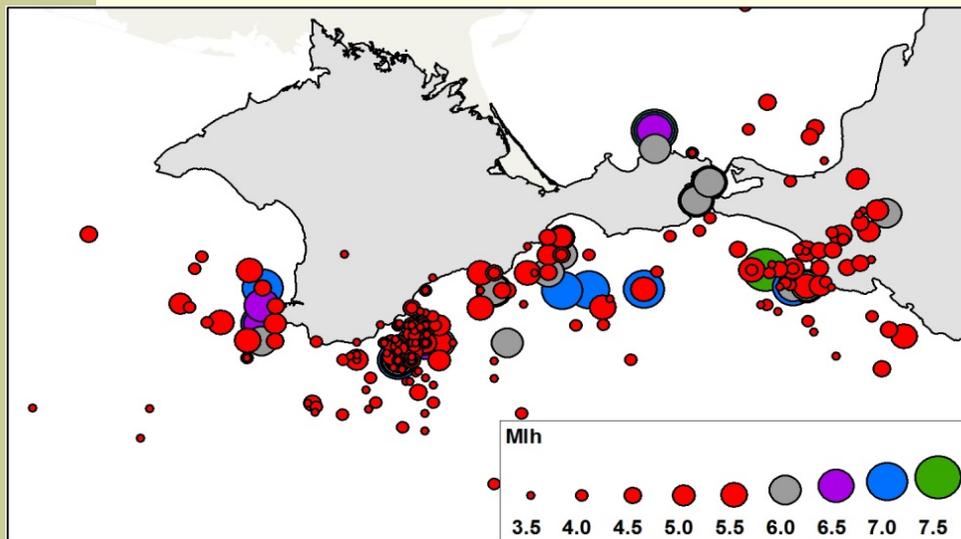


## Графики накопления землетрясений в регионе 1.1.1

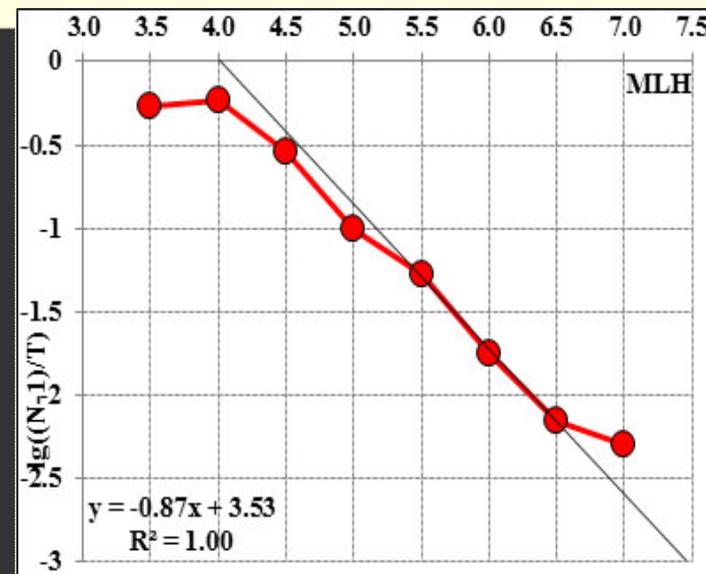
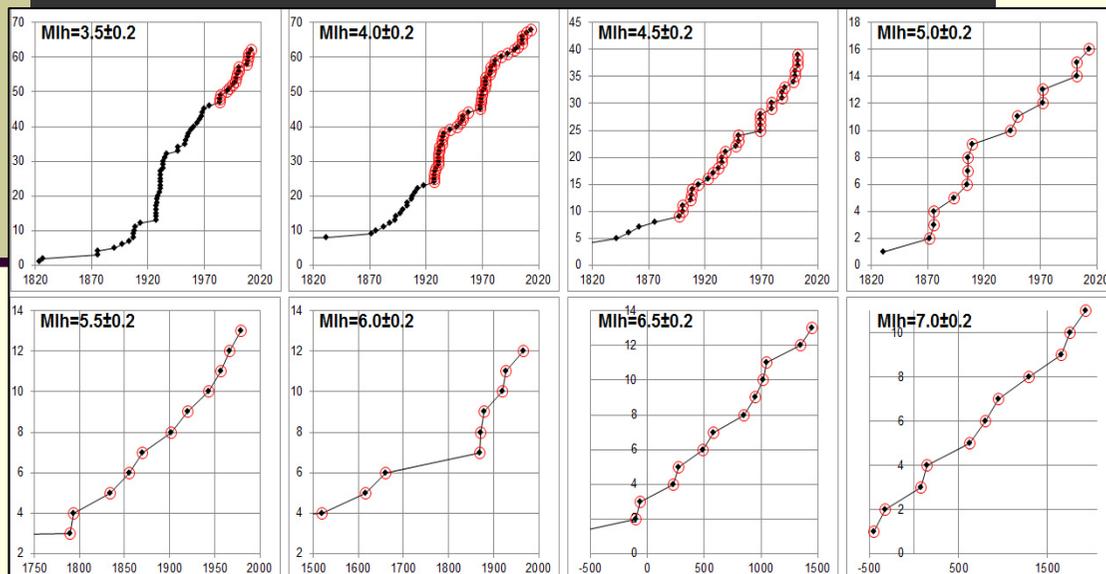


Mih±0.2	Интервал времени			Кол-во	Повт-ть	Период
	Начало	Конец	Период T, лет			
3.5	1960	2011	51	595	11.647	0.09
4	1960	1990	30	416	13.833	0.07
4.5	1941	1990	49	197	4.000	0.25
5	1900	2006	106	147	1.377	0.73
5.5	1902	1986	84	56	0.655	1.53
6	1900	1957	57	16	0.263	3.8
6.5	1899	2000	101	10	0.089	11.2
7	1742	1991	249	7	0.024	41.5
7.5	1139	1840	701	4	0.004	234

# ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ПОДХОД К СУБРЕГИОНАМ



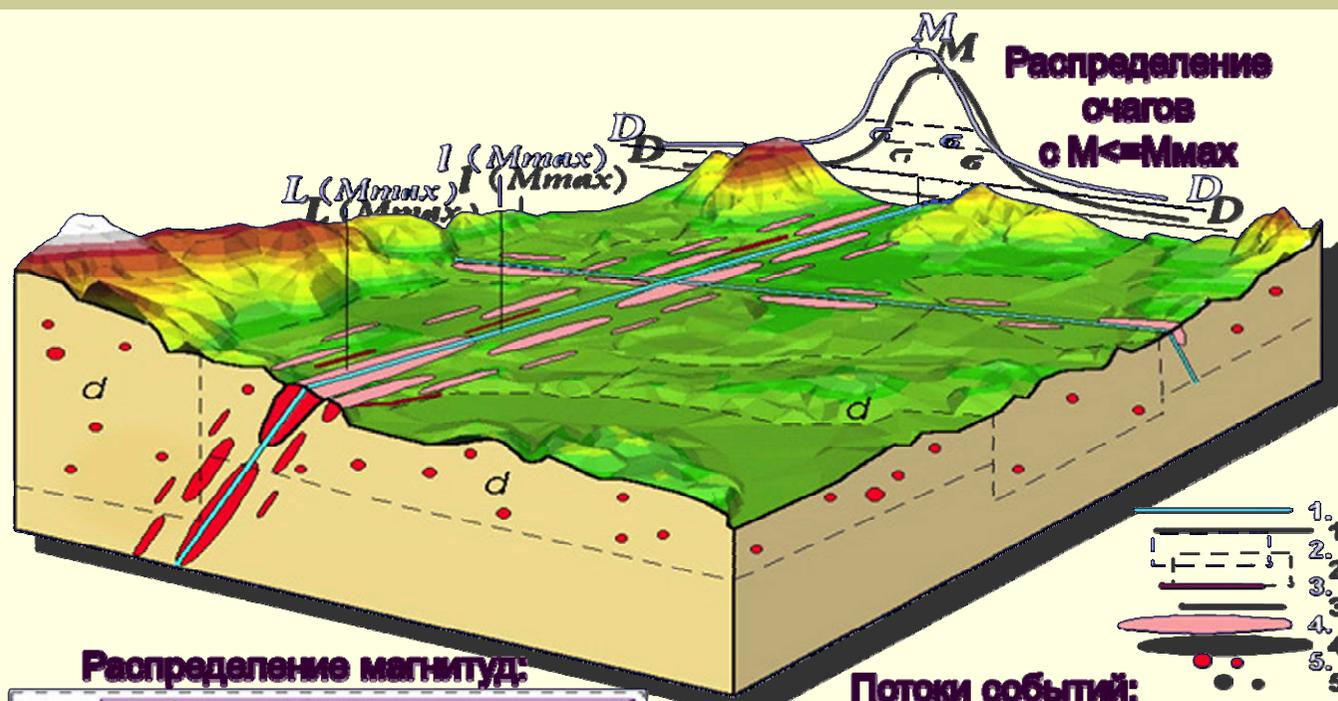
MLh ±0.2	Интервал времени			Кол-во земл. N	Повт-ть V, (N-1)/T	Период повт-ти, лет
	Начало	Конец	Период T, лет			
3.5	1984	2012	28	16	0.535714	1.9
4.0	1937	2013	76	45	0.578947	1.7
4.5	1898	2003	105	31	0.285714	3.5
5.0	1872	2013	141	15	0.099291	10
5.5	1790	1978	188	11	0.053191	19
6.0	1520	1967	447	9	0.017897	56
6.5	-100	1450	1550	12	0.007097	141
7.0	-450	1928	2378	13	0.005046	198



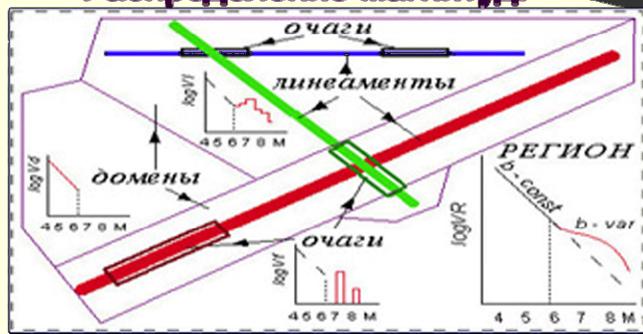
# ЛДФ-МОДЕЛЬ ЗОН ВОЗ

(по В.И. Уломову)

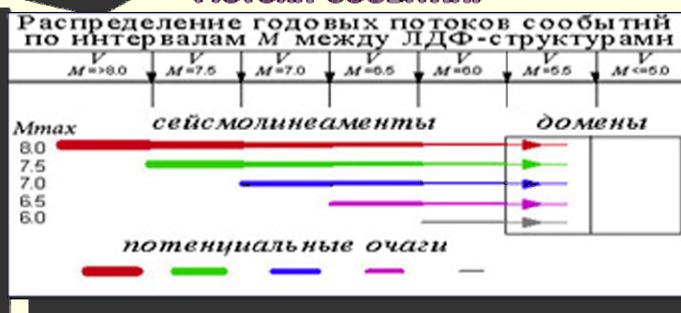
Исходным материалом для последующих построений является модель сейсмогенерирующих источников – зон возникновения очагов землетрясений (зон ВОЗ), обуславливающих в конечном итоге процесс картирования сейсмической опасности – сейсмическое районирование.



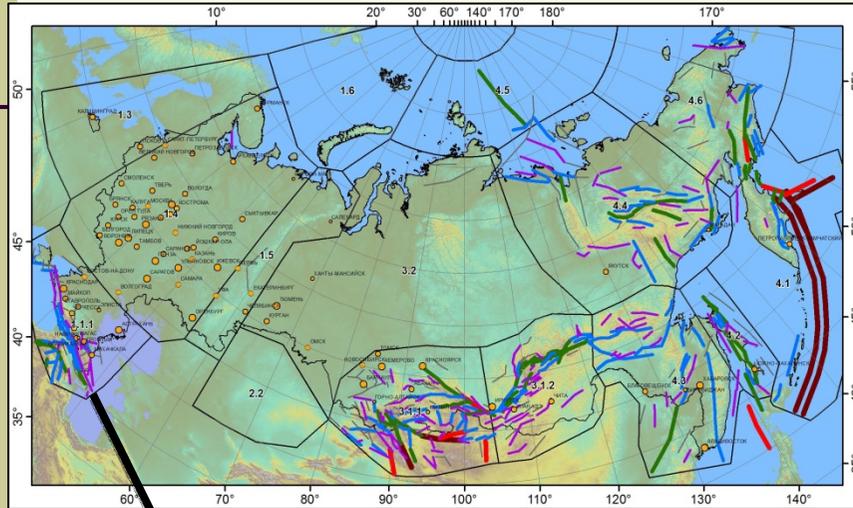
**Распределение магнитуд:**



**Потоки событий:**



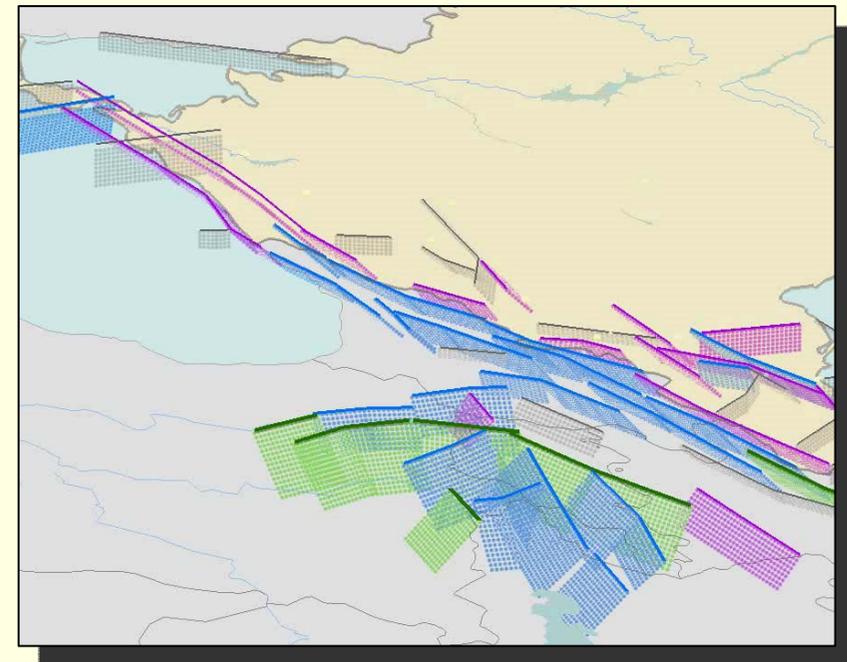
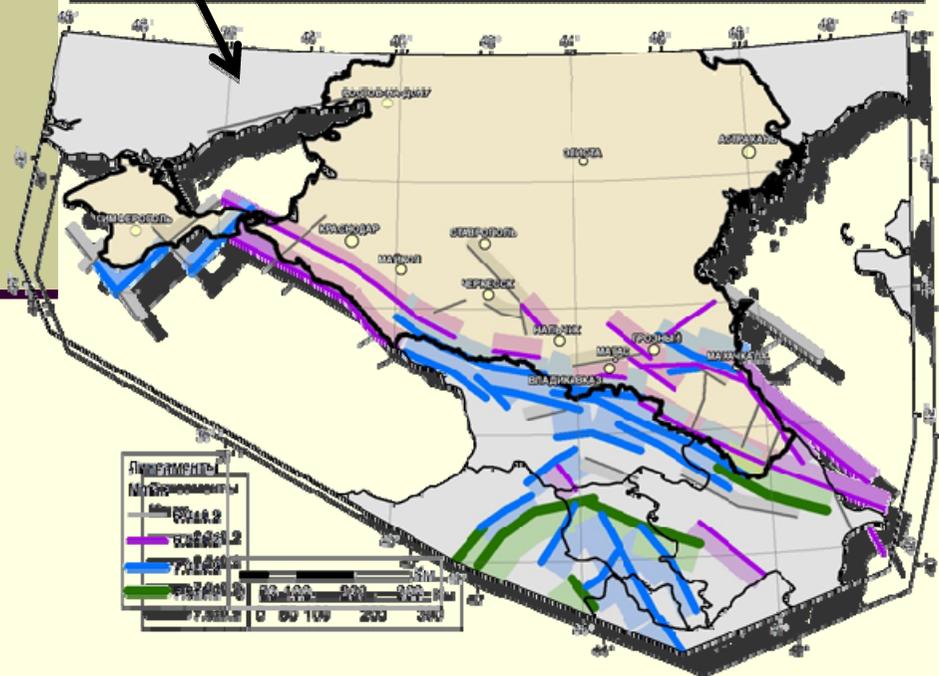
# РЕГИОН 1.1.1 КРЫМ-КАВКАЗСКИЙ ЛИНЕАМЕНТЫ



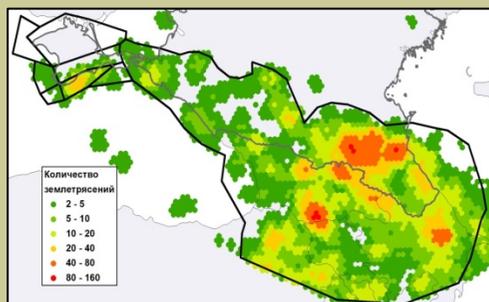
Повторяемость на  $i$ -том линеаменте землетрясений с магнитудой  $M$ ;

$$V_i(M) = L_i * V_{reg}(M) / \Sigma(L_{M_{max} \geq M}),$$

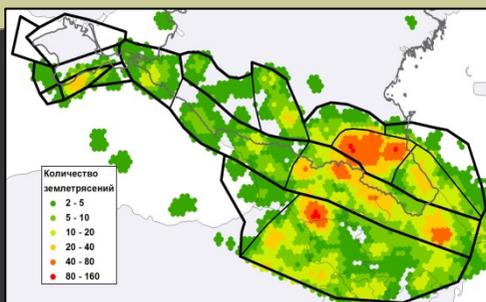
$L_i$  – длина  $i$ -того линеаamenta;  
 $V_{reg}(M)$  – повторяемость землетрясений с магнитудой  $M$  в регионе;  
 $\Sigma(L_{M_{max} \geq M})$  – сумма длин линеаментов с  $M_{max}$  большей или равной магнитуде  $M$ .



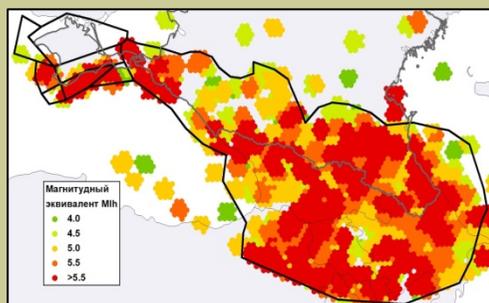
# РЕГИОН 1.1.1 КРЫМ-КАВКАЗСКИЙ ДОМЕНЫ



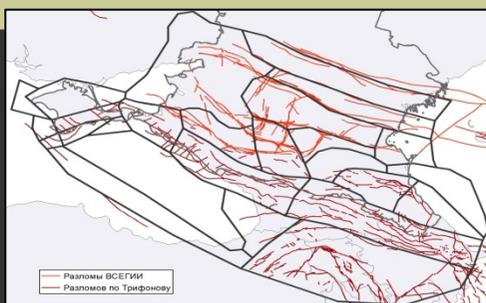
Количество землетрясений в скользящем окне



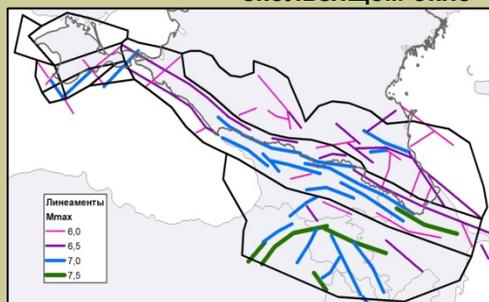
Выделение доменов - этап 3



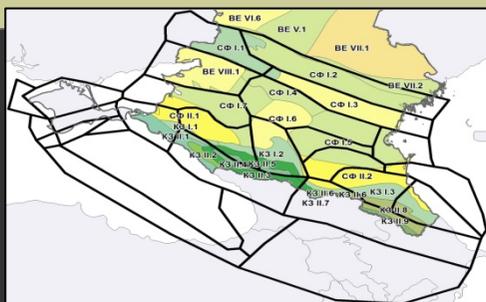
Суммарная энергия в скользящем окне



Выделение доменов - этап 4

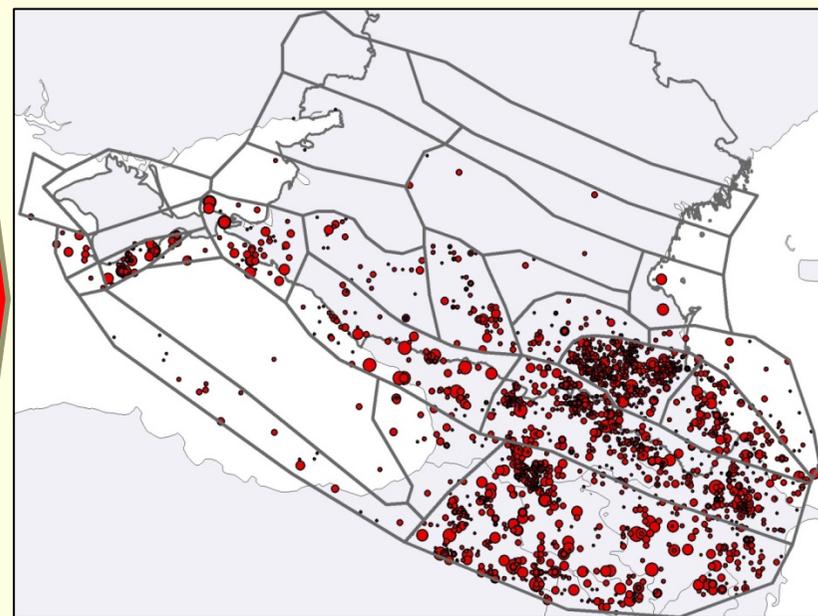


Выделение доменов - этап 2



Выделение доменов - этап 5

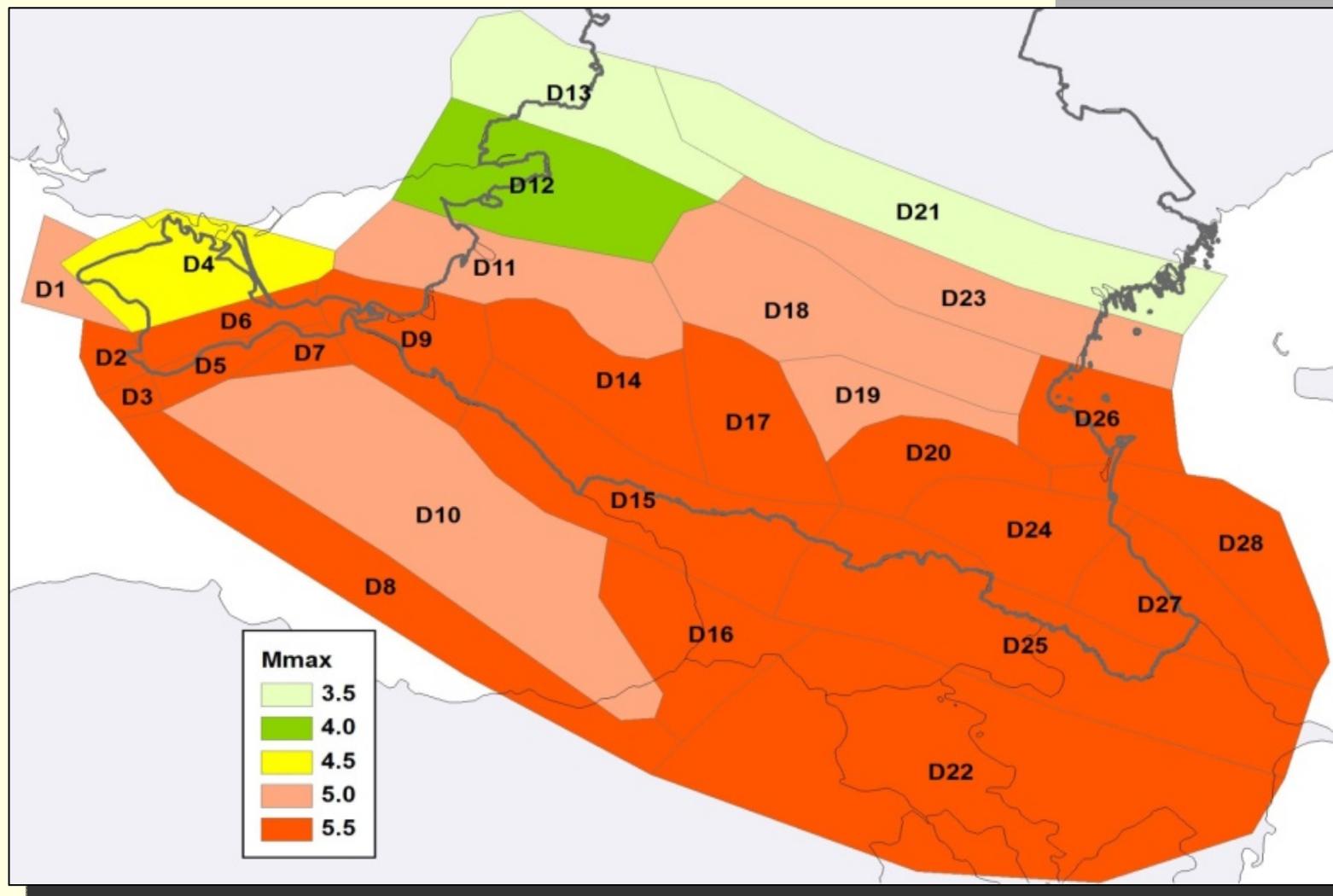
Процедура выделения доменов предполагает набор методов, комбинируемых в зависимости от распределения сейсмичности в регионе и полноты исходных данных.



Сопоставление распределения сейсмичности и границ доменов ОСР-2014 региона 1.1.1.

## ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ ДОМЕНОВ

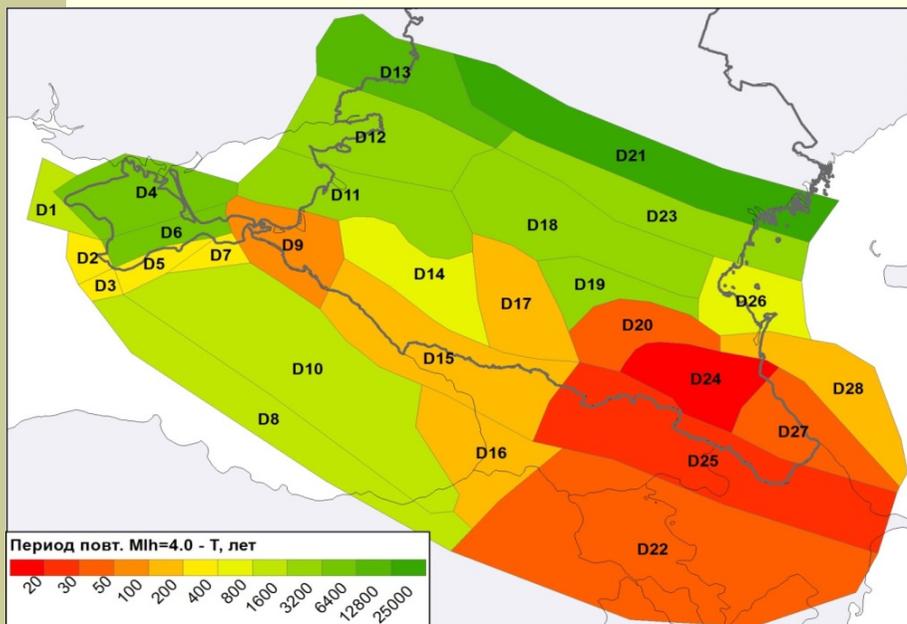
Максимально возможная магнитуда  $M_{max}$  в доменах определялась следующим образом. Если в пределах домена проходит линейный элемент,  $M_{max}$  домена принимается 5.5. В противном случае  $M_{max}$  принимается как максимально наблюдаемая магнитуда +0.5, но не выше 5.5.



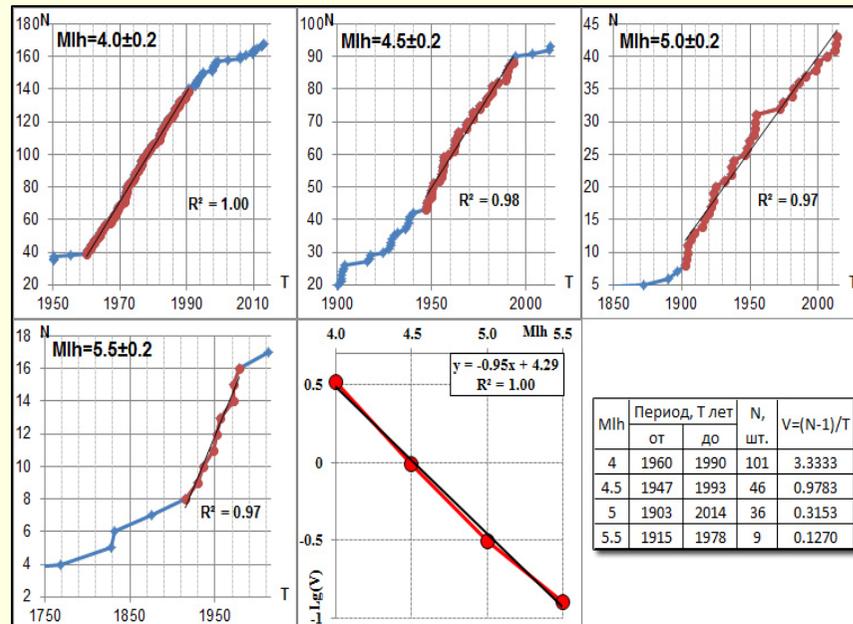
# ПОСТРОЕНИЕ ГРАФИКОВ ПОВТОРЯЕМОСТИ ДЛЯ ДОМЕНОВ

По принципу построения графика повторяемости домены разделены на 3 категории:

1. Домены в которых имеется достаточно статистики для построения графиков повторяемости
2. Домены в которых недостаточно статистики для построения надежных графиков повторяемости землетрясений
3. Домены в которых статистика о землетрясениях отсутствует полностью.



Периоды повторяемости землетрясений с магнитудой  $M_h=4.0$  на  $1000 \text{ км}^2$



## Домены - Категория №1

Процедура построения графика повторяемости для доменов, в которых достаточно статистической информации, не отличается от процедуры построения региональных графиков.

## Домены - Категория №2

Для расположенных рядом доменов категории №2 строится общий график повторяемости. Полученный график распределяется между доменов.

## Домены - Категория №3

Для доменов категории №3 магнитуда  $M_{\max}$  принята 3.5 с повторяемостью 100 лет.

# МОДЕЛЬ СЕЙСМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

(по А.А. Гусеву)

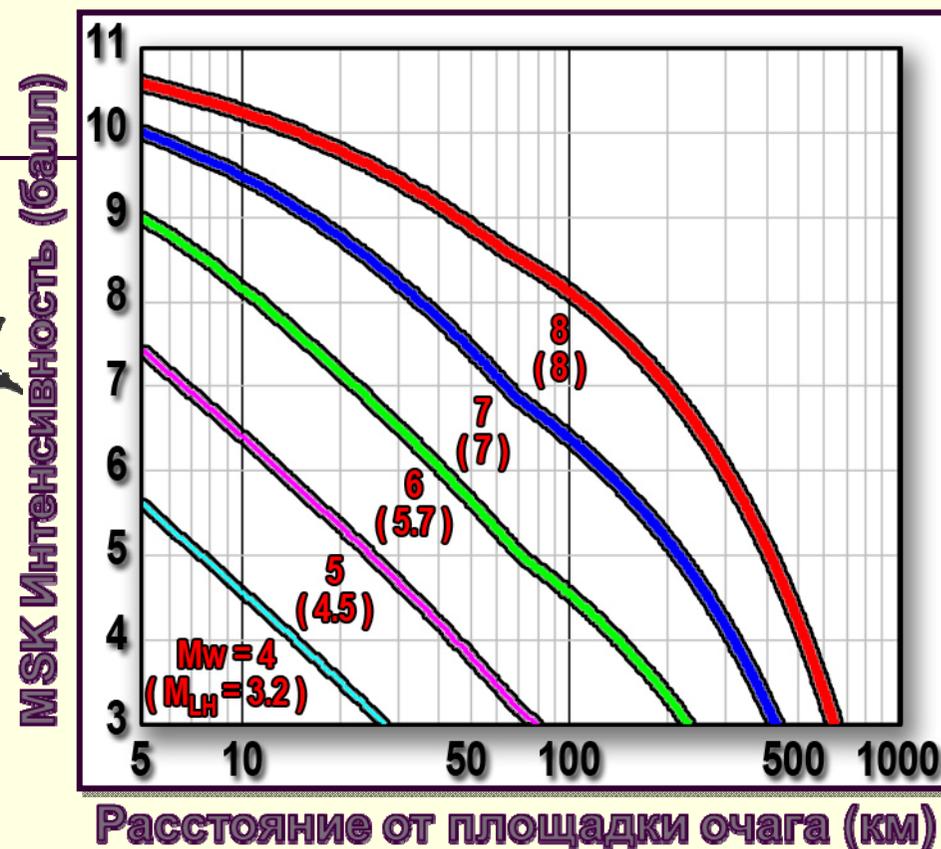
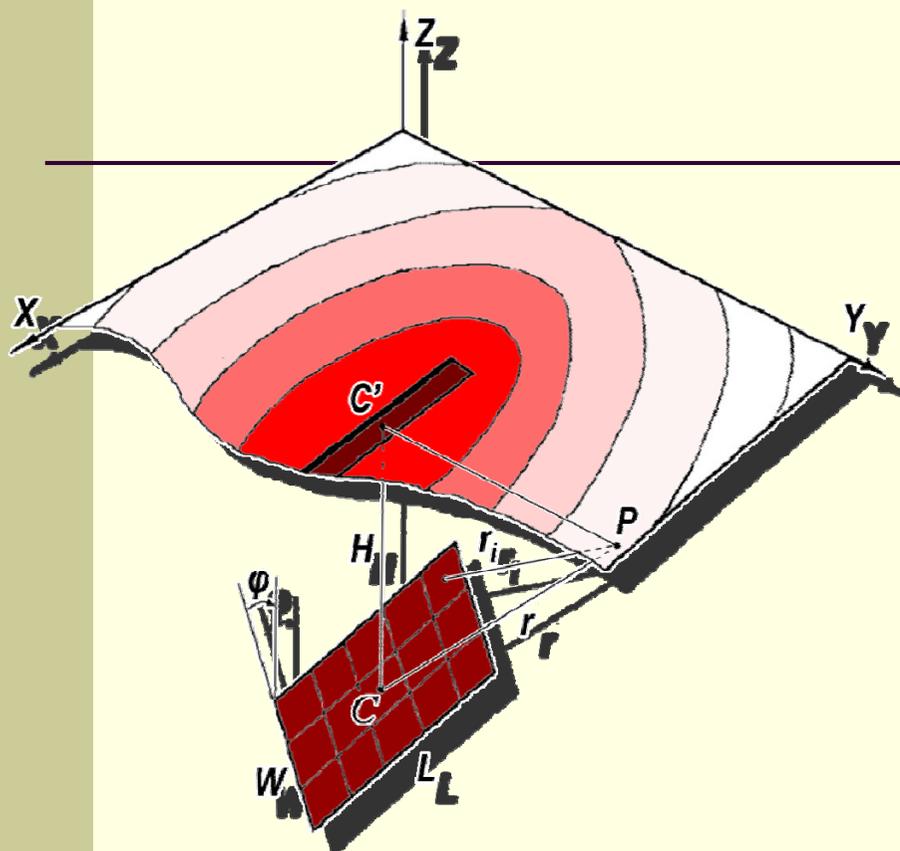
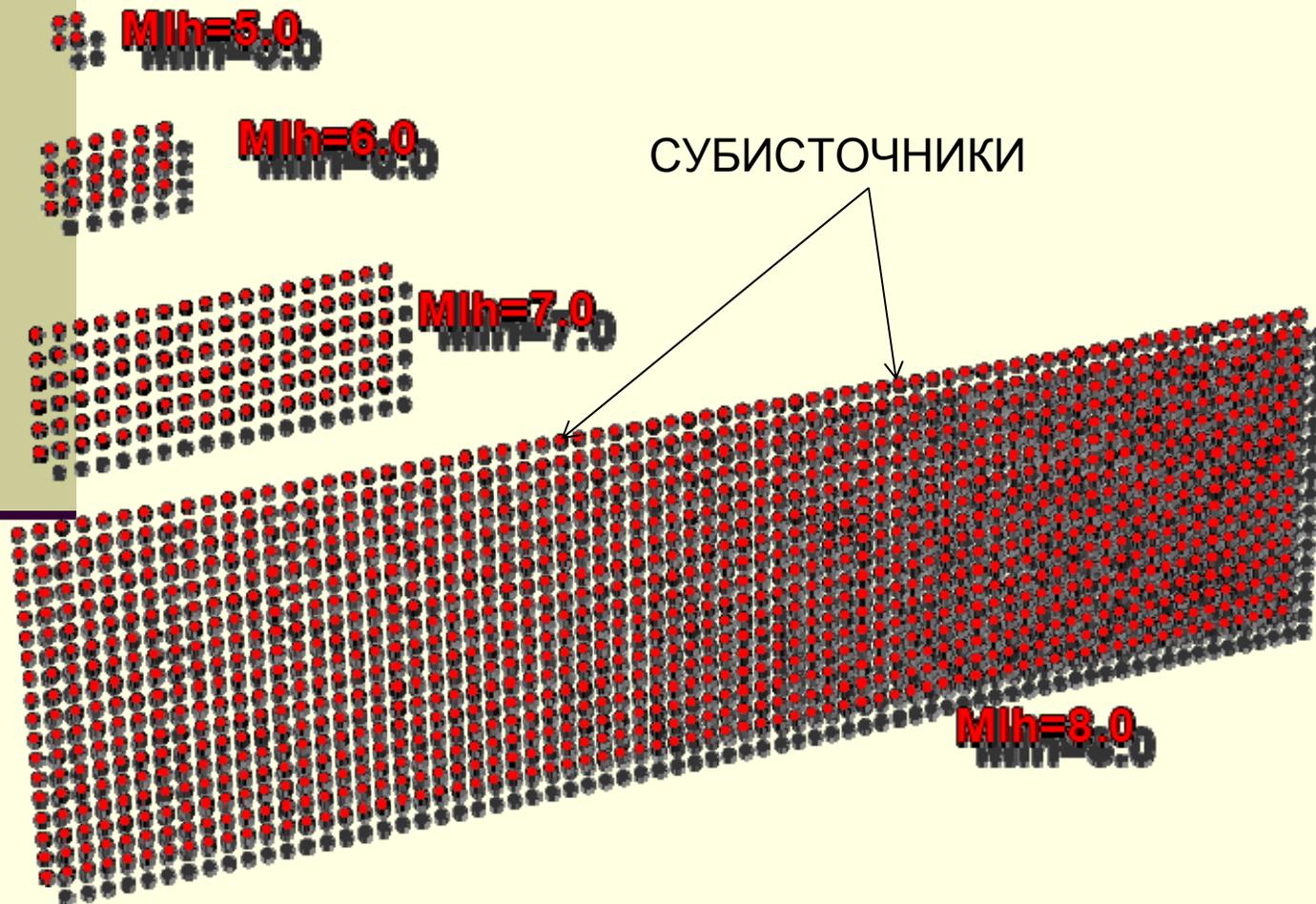


СХЕМА РАСЧЕТА ИНТЕНСИВНОСТИ:

С - гипоцентр, С' - эпицентр прямоугольного очага длины L и ширины W на глубине H, наклоненного под углом  $\Phi$ . Плоскость XY -дневная поверхность, P - точка наблюдения («приемник»), r – гипоцентральное расстояние,  $r_i$  - расстояние до i-ого субисточника, на которые разбит очаг. Прямоугольник на плоскости XY проекция очага на дневную поверхность, утолщенная сторона проекция верхней кромки очага. Кривые на плоскости XY - изосейсты от данного очага.

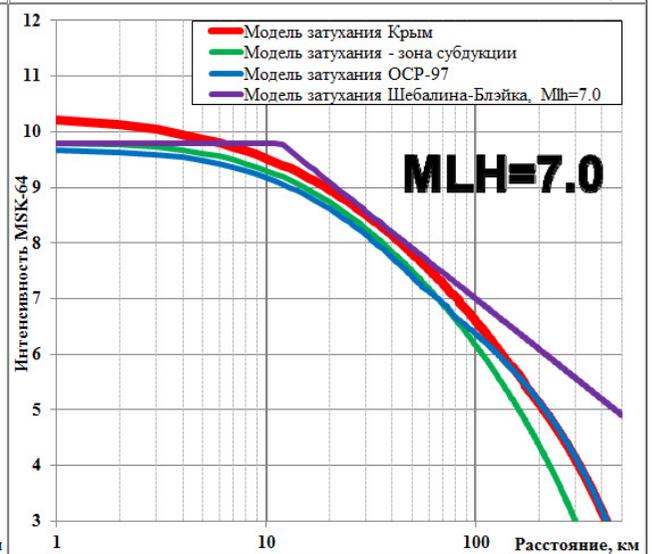
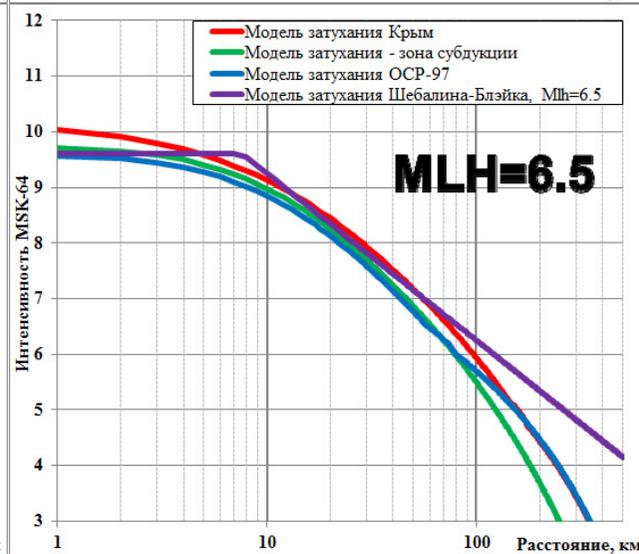
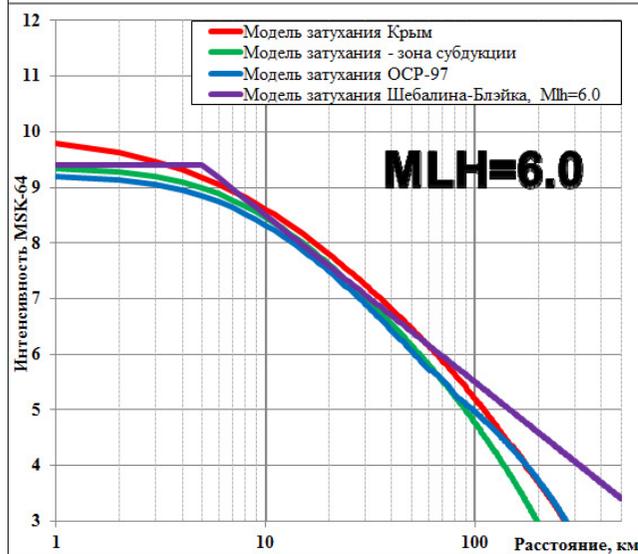
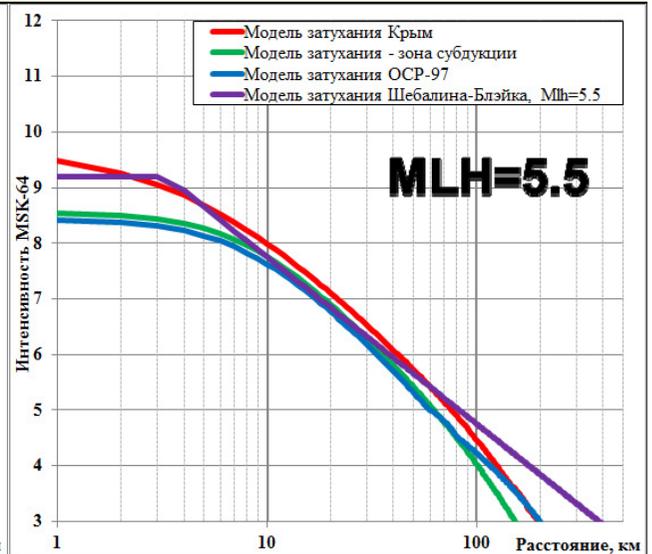
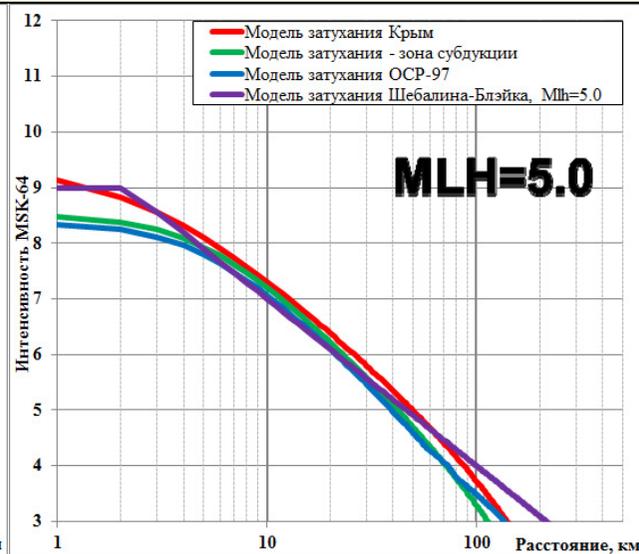
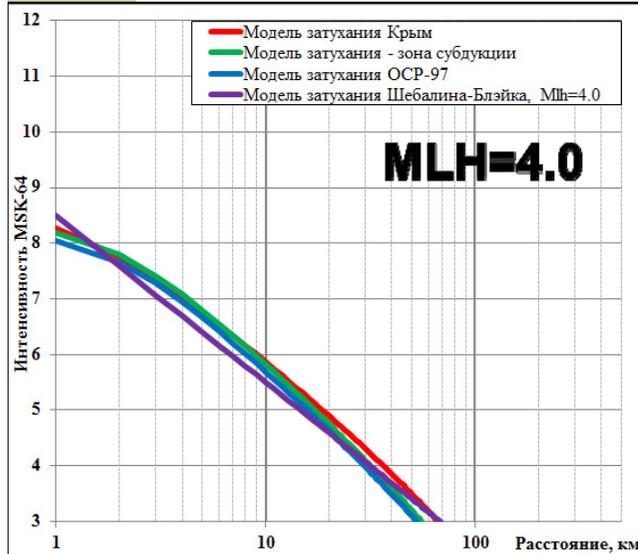
# МОДЕЛЬ ПРОТЯЖЕННОГО ОЧАГА

Площадь прямоугольника  $S$  в  $\text{км}^2$  рассчитывается исходя из значения моментной магнитуды  $M_w$  землетрясения по соотношению  $M_w = \lg S + C_{MS}$ , где  $C_{MS}$  коэффициент принятый 4.1. Для разных  $M_w$  отношение  $L/W$  различны, и меняются от единицы при  $M_w \leq 5,5$  до четырех при  $M_w = 8$

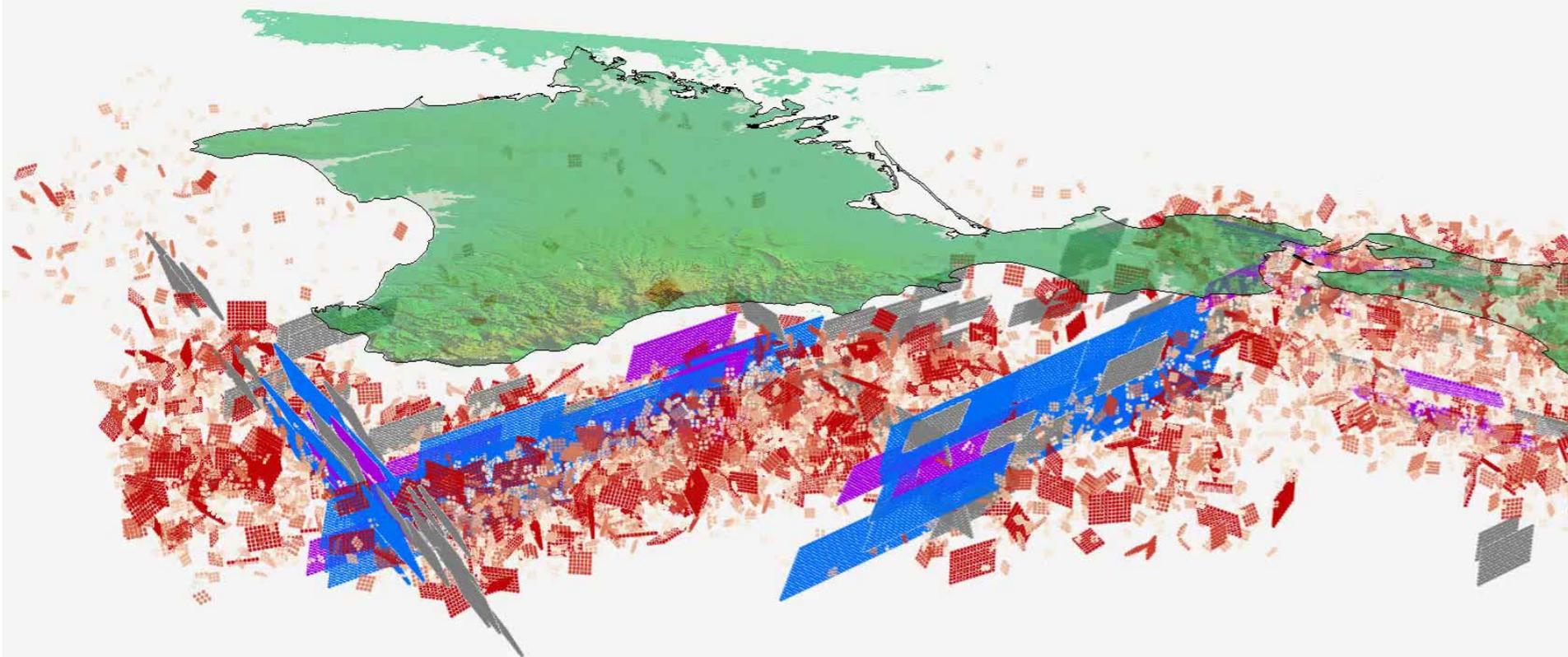


Mlh	L, км	W, км
3.5	1.19	1.19
4	1.82	1.82
4.5	2.88	2.88
5	4.62	4.62
5.5	8.66	6.20
6	15.91	8.48
6.5	28.26	11.99
7	47.16	16.84
7.5	92.41	27.18

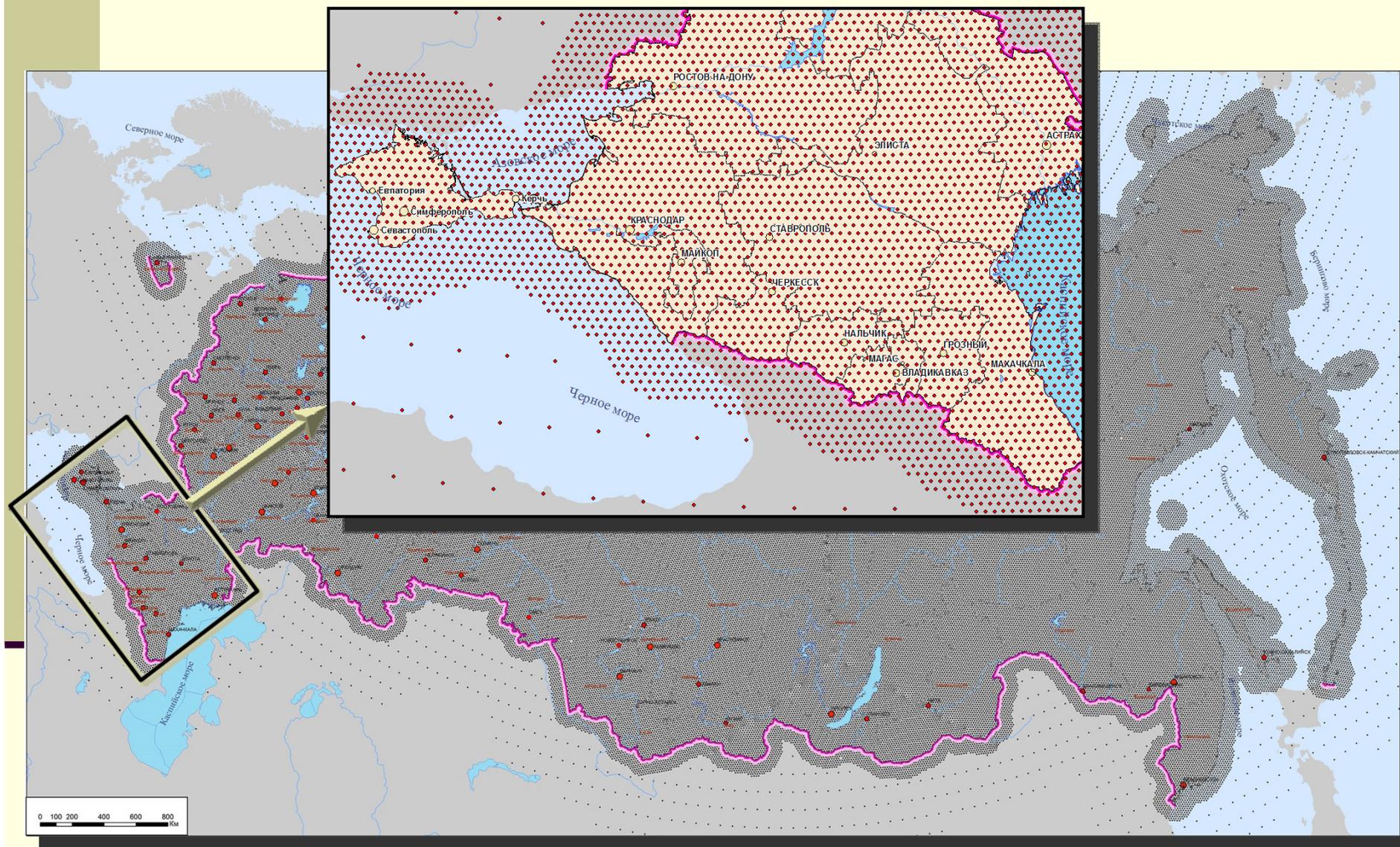
# МОДЕЛИ СЕЙСМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА ОСР-2014



# СИНТЕЗИРОВАННЫЙ КАТАЛОГ НА ОСНОВЕ МОДЕЛИ ЗОН ВОЗ ОСР-2014, период 5000 лет



# ОПРОСНАЯ СЕТКА ДЛЯ ЛДФ-МОДЕЛИ ОСР-2014

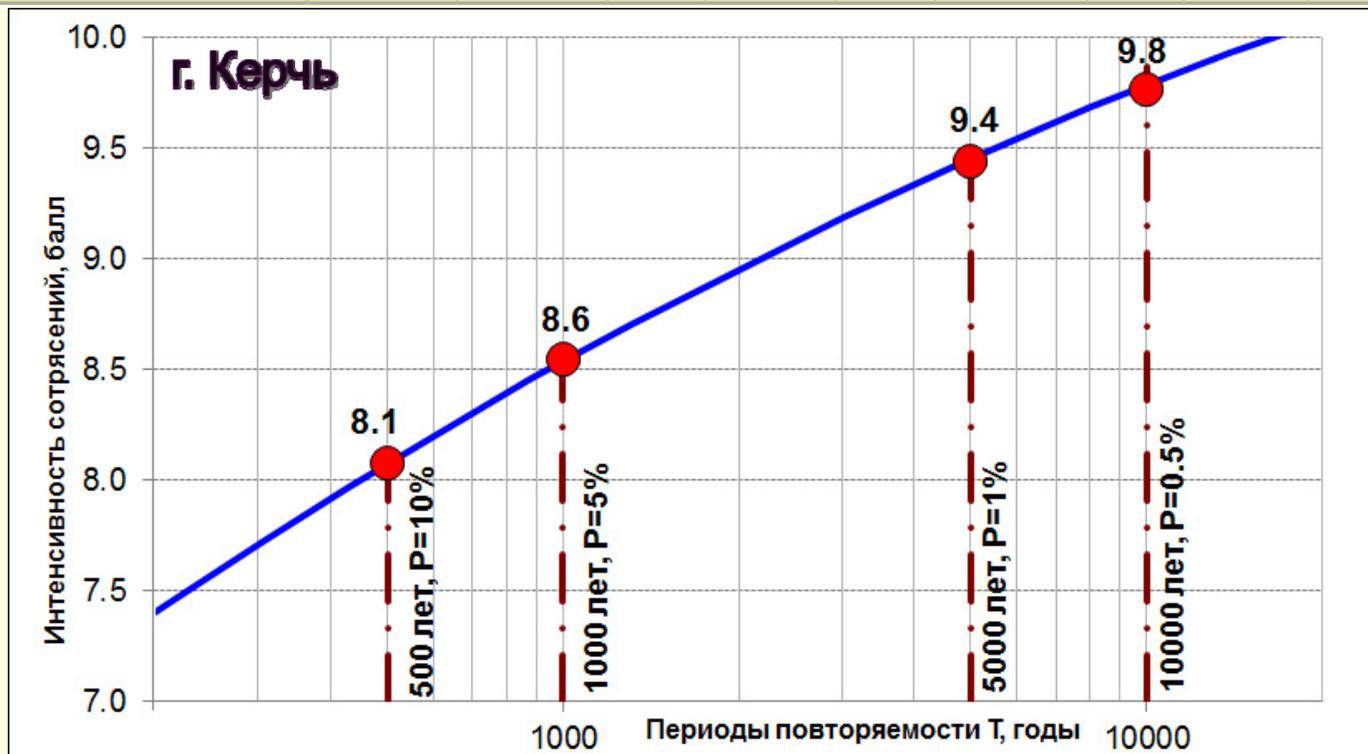


РАВНОМЕРНАЯ ТРЕУГОЛЬНАЯ СЕТКА С ШАГОМ 15 КМ

# РАСЧЕТ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ДЛЯ г. КЕРЧЬ

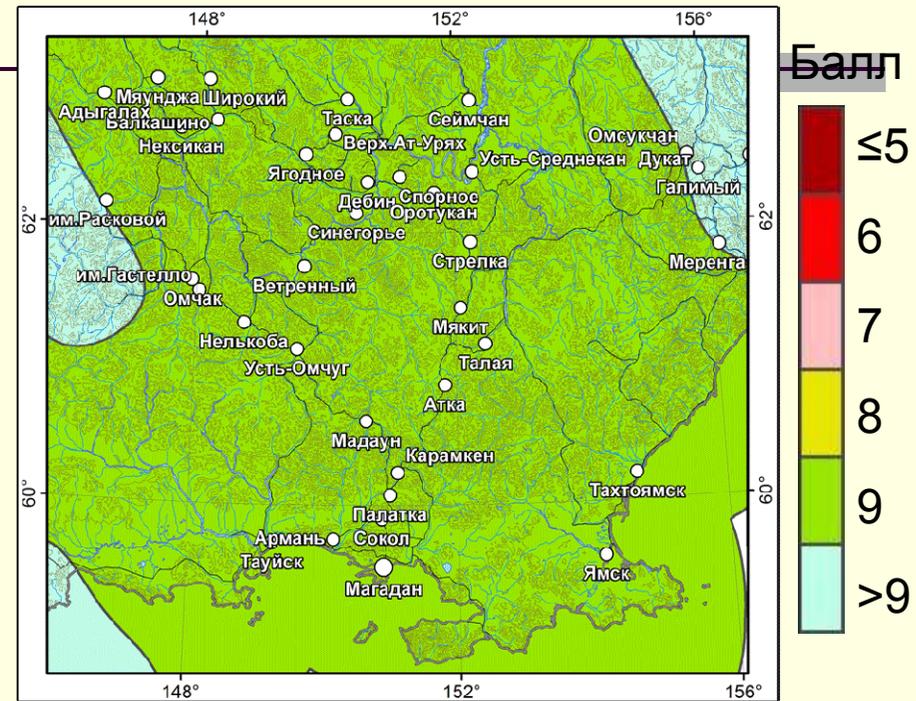
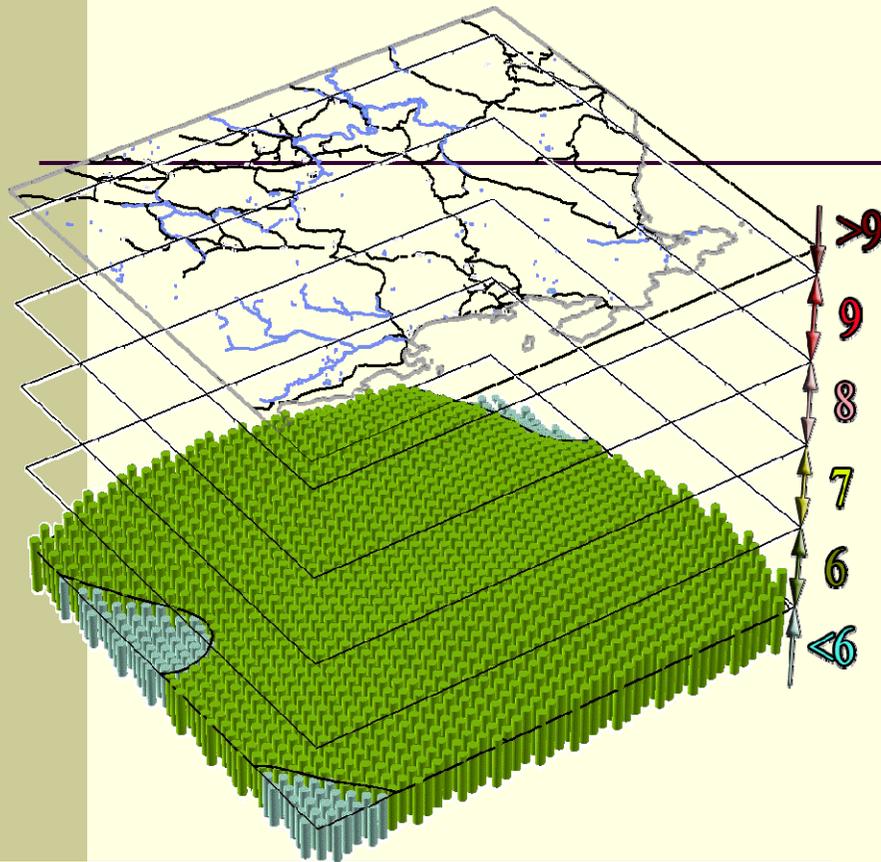
При компьютерном моделировании сейсмического режима ЛДФ-модели в каждом из 130 000 узлов сетки рассчитывается набор параметров

Населенный пункт	Координаты		ОСР-2014							
	lat	lon	A (10%)		B (5%)		C (1%)		D (0.1%)	
Керчь	45.354	36.455	8	8.1	9	8.6	9	9.4	10	9.8



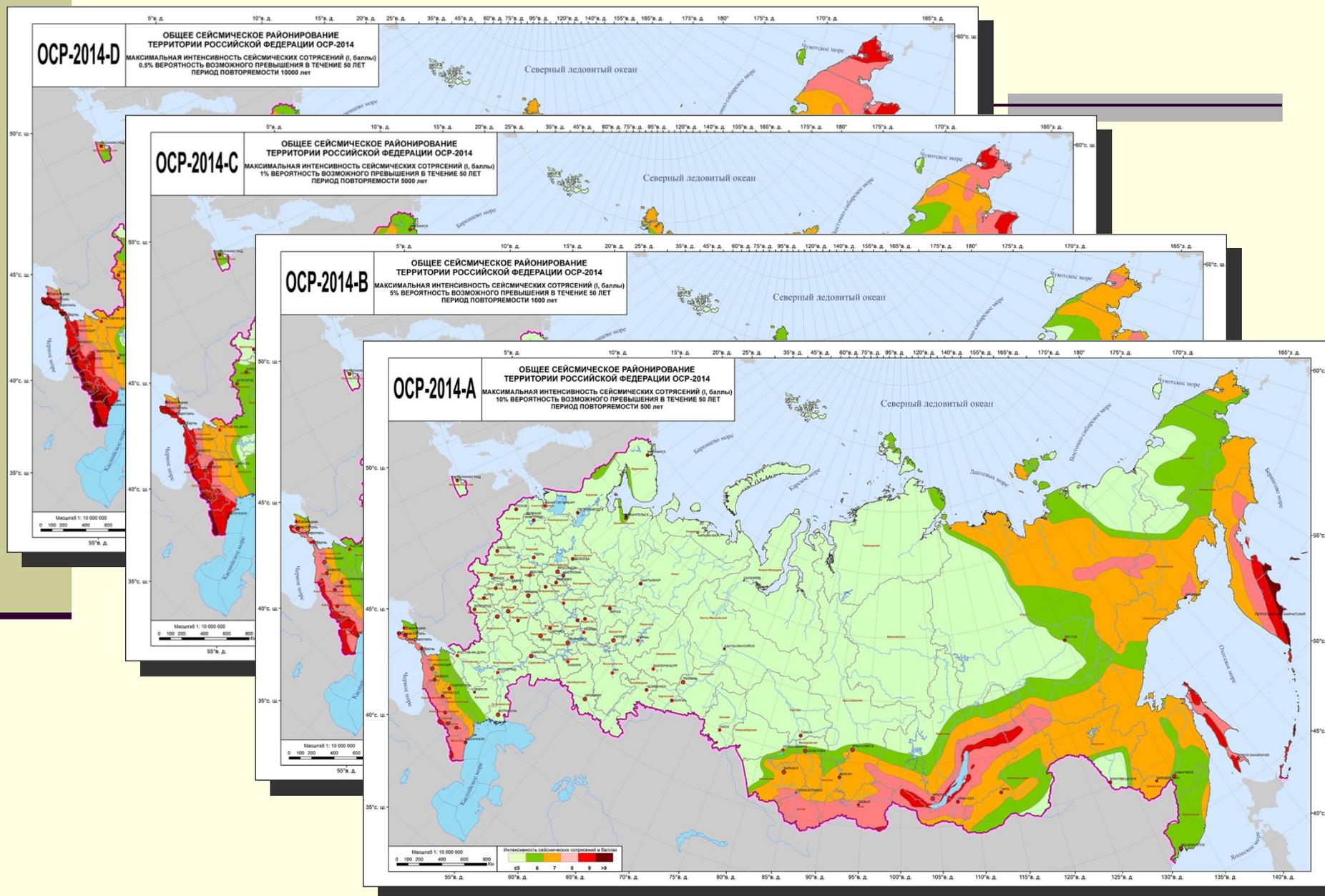
В качестве основы карты сейсмической опасности принимается карта расчетной сейсмической интенсивности (балльности)  $I_0$  со средней повторяемостью в данной точке 1 раз за  $T$  лет (обозначается  $I_T$ ).

# ПОСТРОЕНИЕ ЗОН ИНТЕНСИВНОСТИ СОТРЯСЕНИЙ

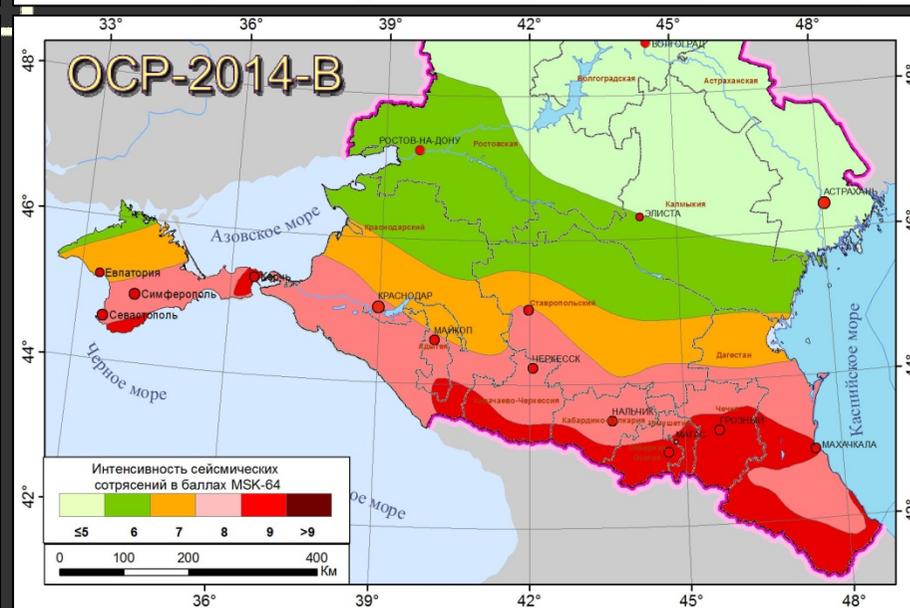
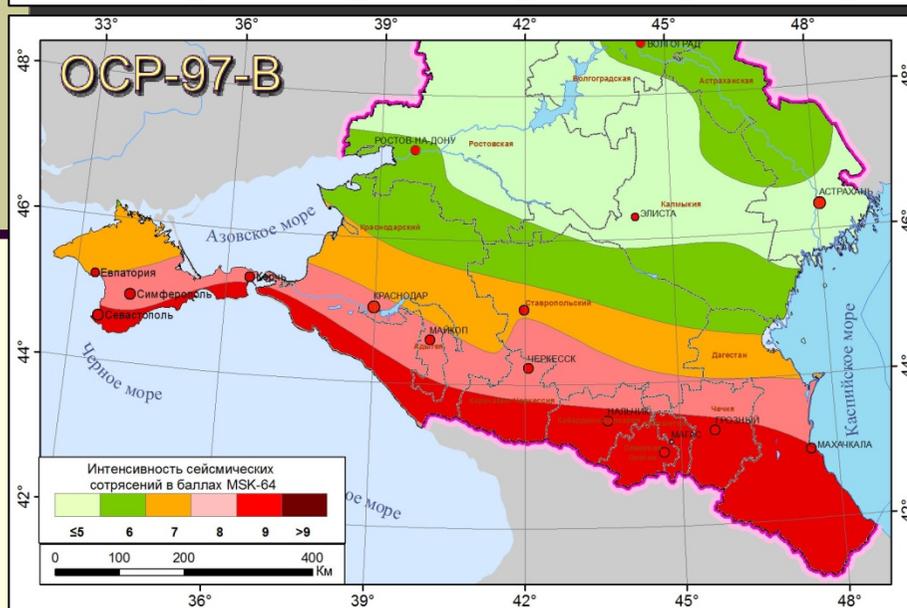
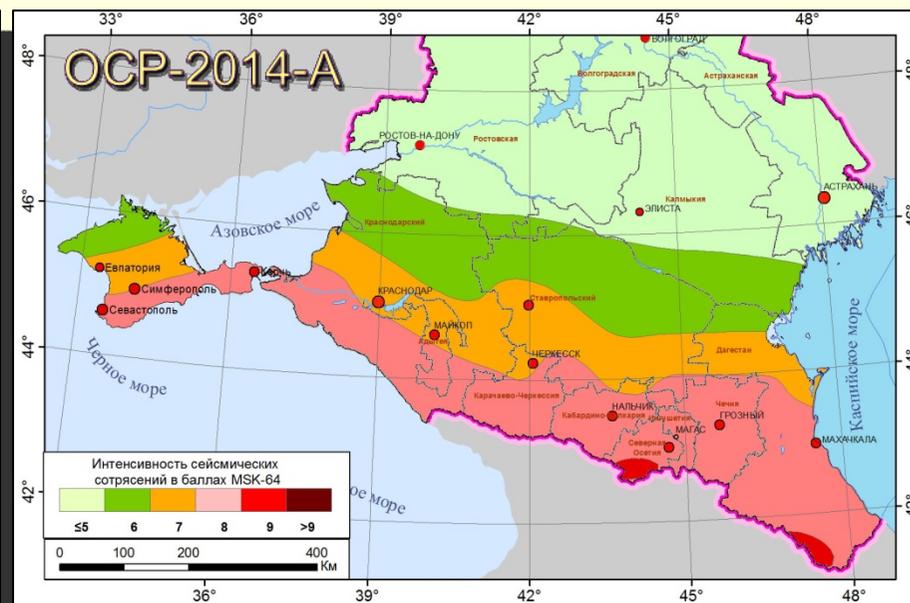
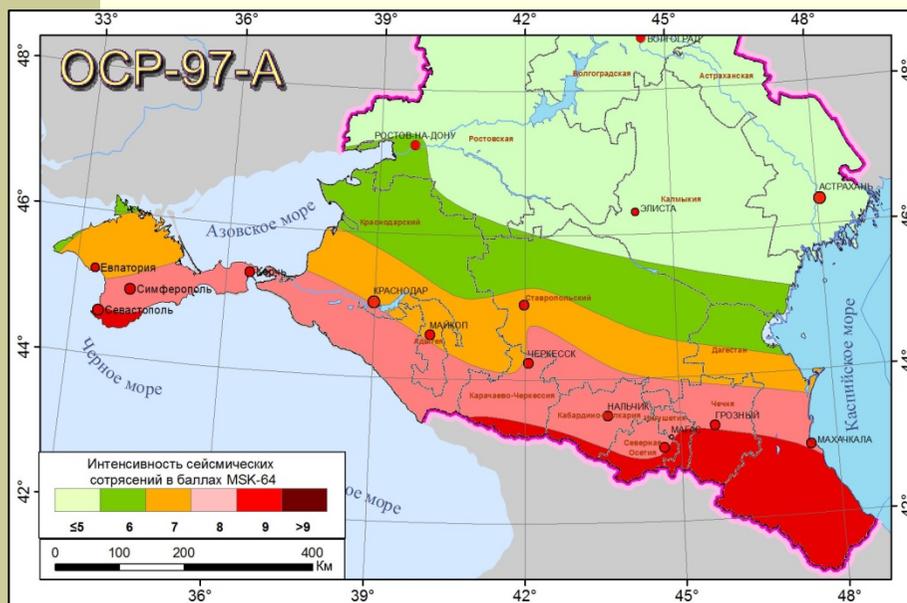


Для каждого периода повторяемости, узлы сетки соответствующие заданным интервалам значений (целые баллы, доли балла и т.д.) объединяются в полигоны

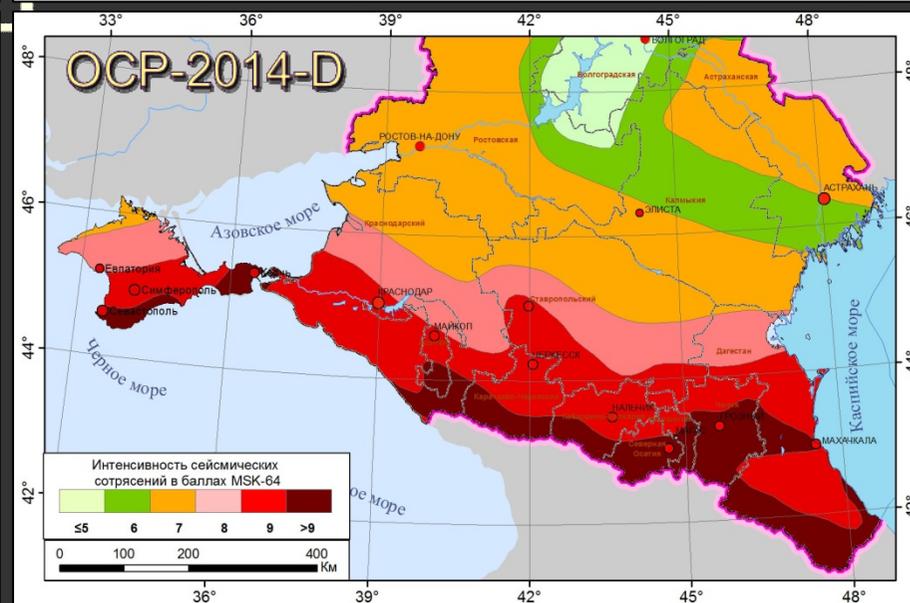
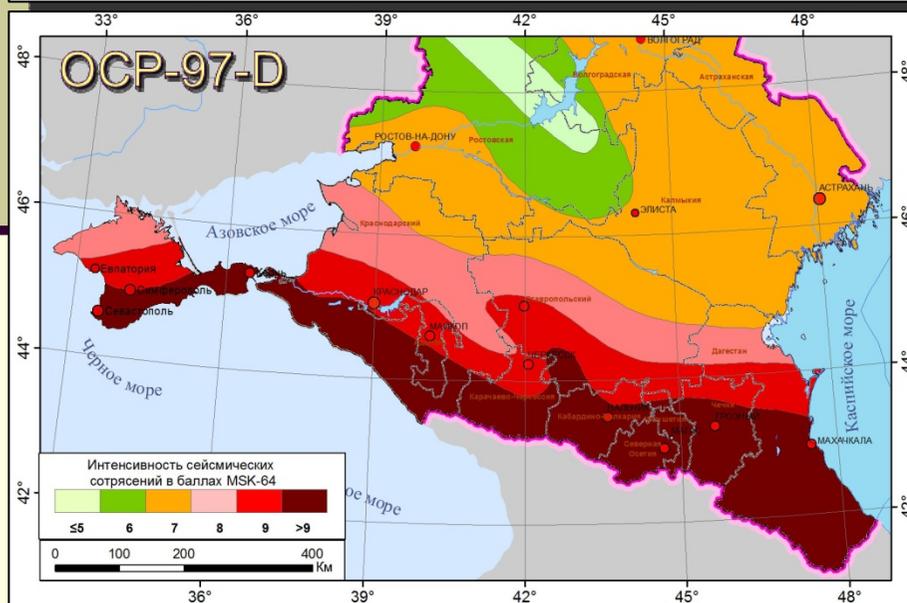
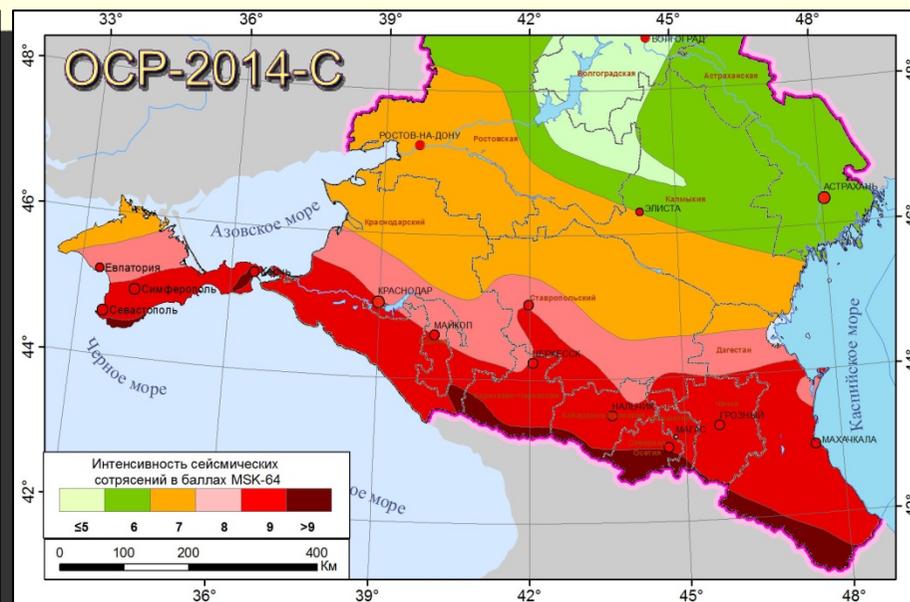
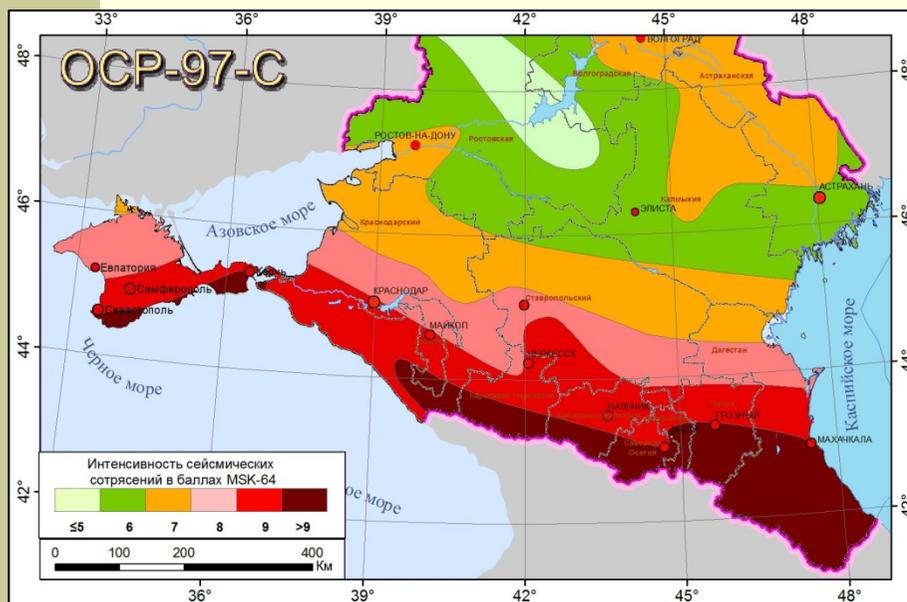
# МАКЕТ КОМПЛЕКТА КАРТ ОСР-2014



# СРАВНЕНИЕ КАРТ ОСР-97 и ОСР-2014 (Регион Крым-Кавказский)



# СРАВНЕНИЕ КАРТ ОСР-97 и ОСР-2014 (Регион Крым-Кавказский)





**СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!**

