

Комплект карт общего сейсмического районирования территории Российской Федерации ОСР-2016.

**Пояснительная записка и список городов и
населенных пунктов, расположенных в
сейсмоопасных районах**

Главные редакторы

д.ф.-м.н., проф. В.И.Уломов, к.г.-м.н. М.И.Богданов

Ответственные исполнители: д.ф.-м.н. проф. В.И.Уломов, к.г.-м.н. М.И.Богданов, д.г.-м.н. проф. В.Г.Трифонов, д.ф.-м.н. проф. Ф.Ф.Аптикаев, д.ф.-м.н. А.А.Гусев, д.г.-м.н. проф. Г.С.Гусев, К.Н.Акатова, к.г.-м.н. Д.М.Бачманов, к.г.-м.н. Т.И.Данилова, д.г.-м.н. проф. В.С.Имаев, к.г.-м.н. Л.П.Имаева, д.г.-м.н. А.И.Кожурин, д.г.-м.н. проф. В.И.Макаров, Н.С.Медведева, д.г.-м.н. проф. А.А.Никонов, к.т.н. С.А.Перетокин, д.ф.-м.н. Б.Г.Пустовитенко, к.ф.-м.н. А.А.Пустовитенко, д. г. н. проф. В.Н.Смирнов, д.ф.-м.н. И.Н.Тихонов.

Соисполнители: к.г.-м.н. В.А.Бормотов, к.ф.-м.н. И.П.Габсатарова, А.Н.Гуляев, к.г.-м.н. В.С.Дружинин, д.г.-м.н. В.Ю.Забродин, Г.Ю.Караман, к.г.-м.н. В.А.Килипко, Ю.Ф.Коновалов, Н.Г.Корнева, С.Л.Костюченко, к.г.-м.н. О.Н.Круткина, С.Н.Никитин, В.М.Павлов, А.А.Полищук, д.г.-м.н. Л.А.Сим, к.г.-м.н. О.П.Смекалин, к.г.-м.н. В.В.Снежко, к.г.-м.н. А.Л.Стром, И.В.Уломов, Л.Д.Флейфель, д.г.-м.н. А.В.Чипизубов, к.т.н. С.В.Шварёв, к.ф.-м.н. О.О.Эртелева.

Организации: 1 — Институт физики Земли им. О.Ю. Шмидта РАН (г. Москва); 2 — ООО "Институт геотехники и инженерных изысканий в строительстве" (г. Москва); 3 — Красноярский филиал Института вычислительных технологий СО РАН (г. Красноярск); 4 — ЦСГНЭО – филиал АО "Институт Гидропроект" (г. Москва); 5 — Геологический институт РАН (г. Москва); 6 — Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН; 7— Камчатский филиал Геофизической службы РАН (г. Петропавловск-Камчатский); 8 — Институт минералогии, геохимии и кристаллохимии редких элементов, Минприроды (г. Москва); 9 — Институт земной коры СО РАН; 10 — Институт геоэкологии РАН (г. Москва); 11 — Институт сейсмологии и геодинамики КФУ (г. Симферополь); 12 — Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН (г. Магадан); 13 — Институт морской геологии и геофизики ДВО РАН (г. Южно-Сахалинск); 14 — Институт тектоники и геофизики ДВО РАН (г. Хабаровск); 15 — Геофизическая служба РАН (г. Обнинск); 16 — Институт геофизики УрО РАН (г. Екатеринбург); 17 — Производственный и научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям в строительстве (ОАО «ПНИИИС»), (г. Москва); 18 — ФГУП «ВНИИГеофизика»; Минприроды (г. Москва); 19 — ФГУП «ВСЕГЕИ» (г. Санкт-Петербург); 20 — ФГУП «ВИМС», Минприроды (г. Москва); 21— ГАУ «Крымский экспертный совет по оценке сейсмической опасности и прогнозу землетрясений», (г. Симферополь).

Методические вопросы создания карт ОСР-97 и ОСР-2016.

Преимственность методологии и актуализация исходной информации.

На всех этапах работ –
при разработке карт ОСР-97*,
ОСР-2012, ОСР-2014 и ОСР-2016
применялась методология,
разработанная при создании карт
ОСР-97

МЕТОДОЛОГИЯ

ИДЕНТИФИКАЦИИ ЗОН ВОЗНИКНОВЕНИЯ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ
И РАЙОНИРОВАНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ

КОНЦЕПЦИЯ

СТРУКТУРНО-ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ – ПО СОДЕРЖАНИЮ
ВЕРОЯТНОСТНО-ДЕТЕРМИНИРОВАННЫЕ МОДЕЛИ – ПО ФОРМЕ

КАТАЛОГ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ И ДРУГИЕ БАЗЫ ДАННЫХ

СОВРЕМЕННАЯ
ГЕОДИНАМИКА

РЕГИОНАЛЬНАЯ
СЕЙСМИЧНОСТЬ

СИЛЬНЫЕ
ДВИЖЕНИЯ

МОДЕЛЬ
ОЧАГОВЫХ ЗОН

МАКСИМАЛЬНАЯ ВОЗМОЖНАЯ
МАГНИТУДА;
ПОВТОРЯЕМОСТЬ
ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ В РЕГИОНЕ,
В СЕЙСМОЛИНЕАМЕНТАХ, ДОМЕНАХ
И ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ОЧАГАХ

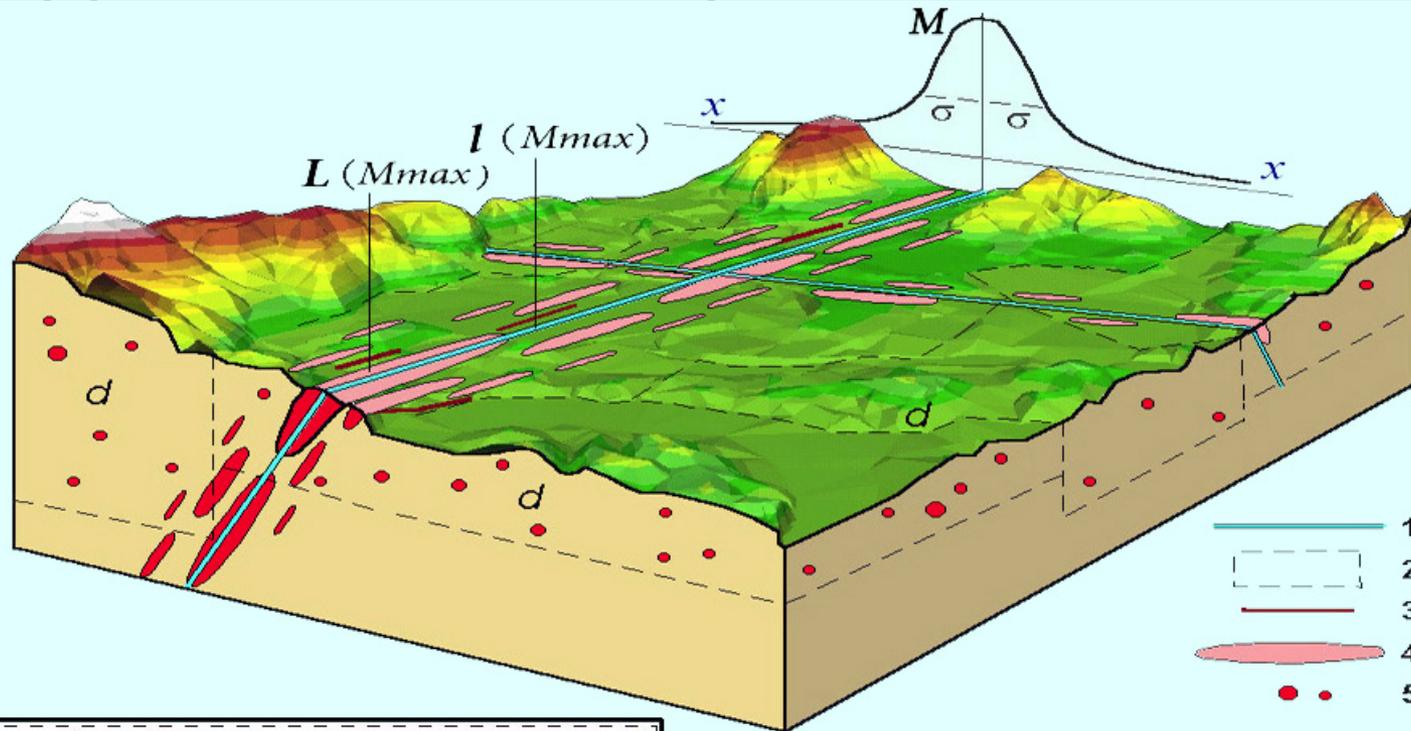
МОДЕЛЬ
СЕЙСМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

МАКСИМАЛЬНАЯ ИНТЕНСИВНОСТЬ
СОТРЯСЕНИЙ; ЗАТУХАНИЕ
СЕЙСМИЧЕСКОГО
ЭФФЕКТА С РАССТОЯНИЕМ;
СООТНОШЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ
СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ

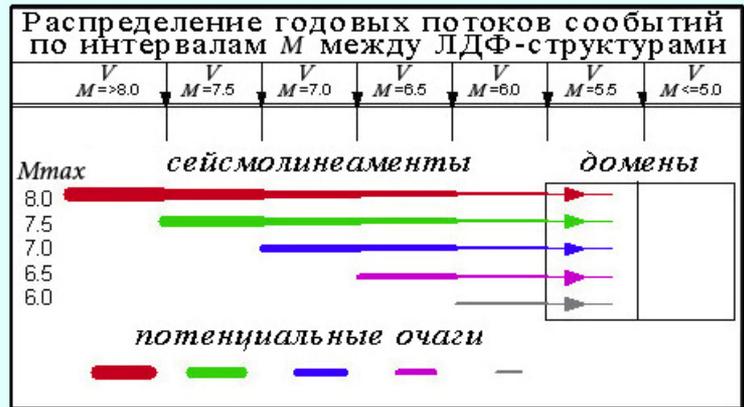
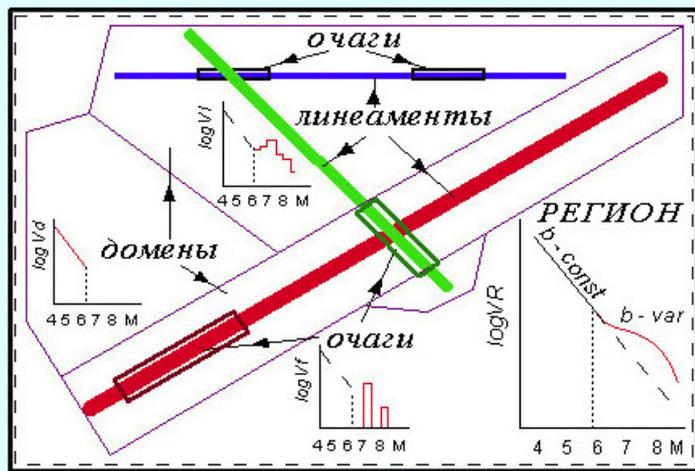
РАСЧЕТ ПОВТОРЯЕМОСТИ СЕЙСМИЧЕСКИХ СОТРЯСЕНИЙ И
ВЕРОЯТНОСТНАЯ ОЦЕНКА СЕЙСМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ В ЗАДАННЫЕ
ИНТЕРВАЛЫ ВРЕМЕНИ

СЕЙСМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

Линеаментно-доменно-фокальная (ЛДФ) модель зон ВОЗ (по В.И. Уломову)



1. —————
2. []
3. —————
4. []
5. • •



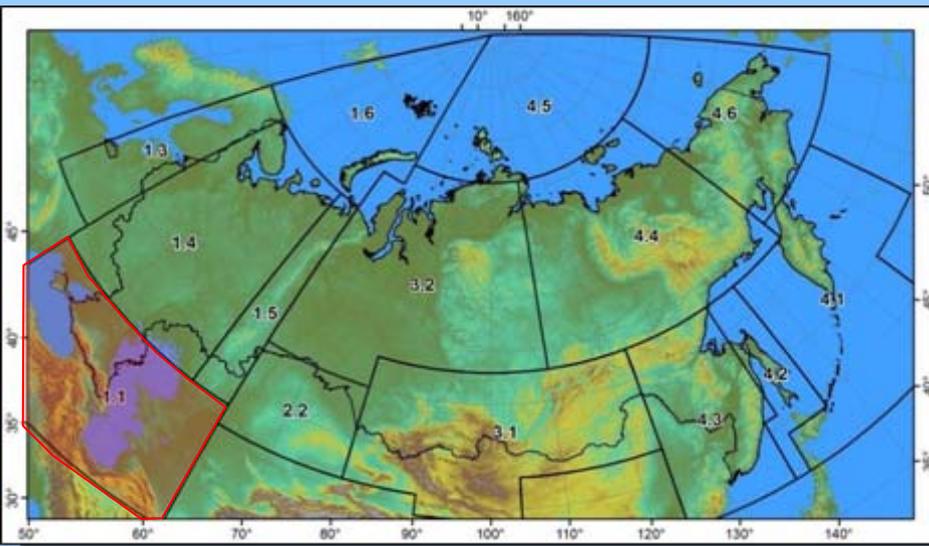
**Что было изменено при
разработке карты ОСР-2016 по
сравнению с данными и
подходами, положенными в
основу карты ОСР-97**

Уточнялись исходные модели:

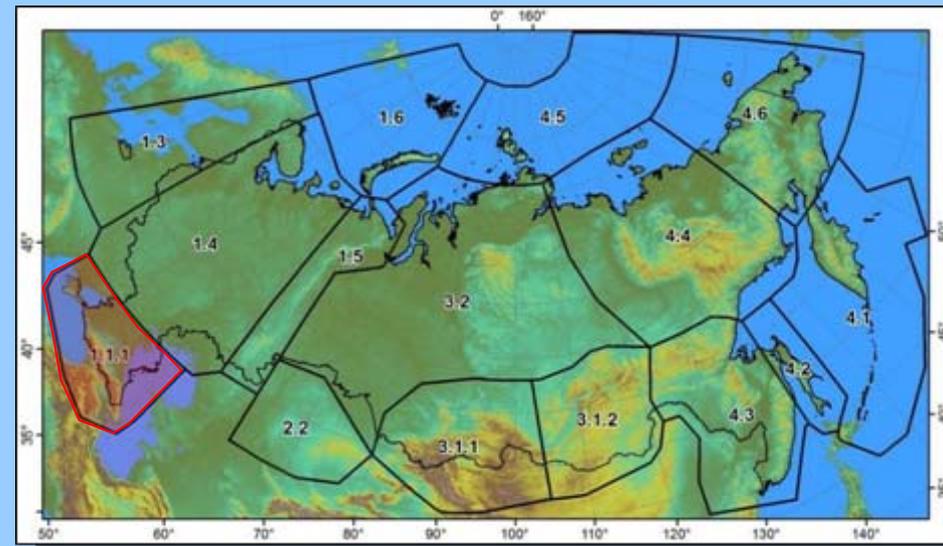
Модель очаговых зон

Модель сейсмического эффекта

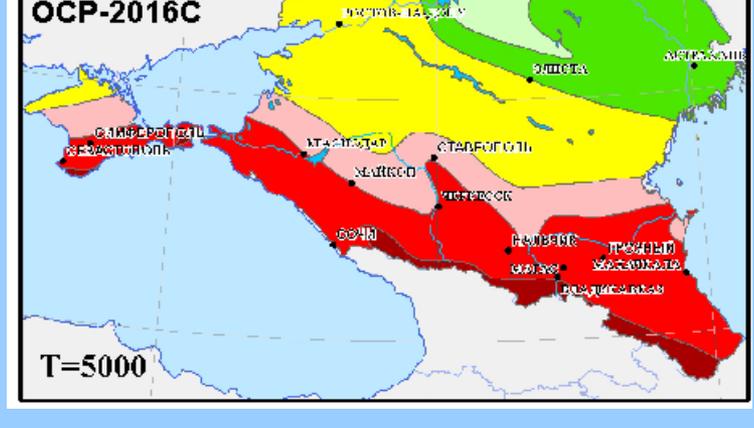
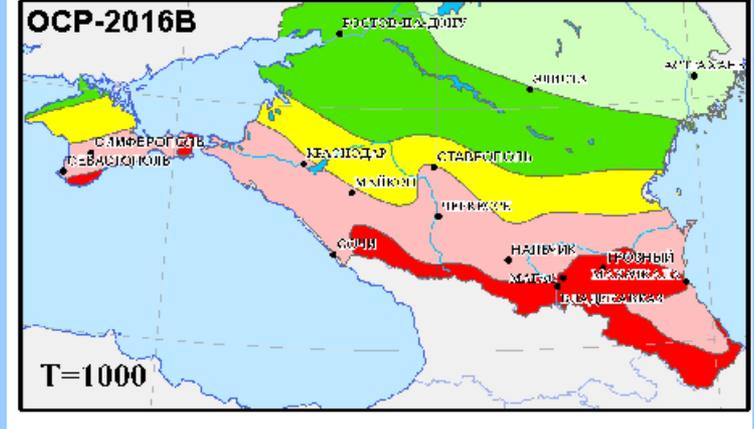
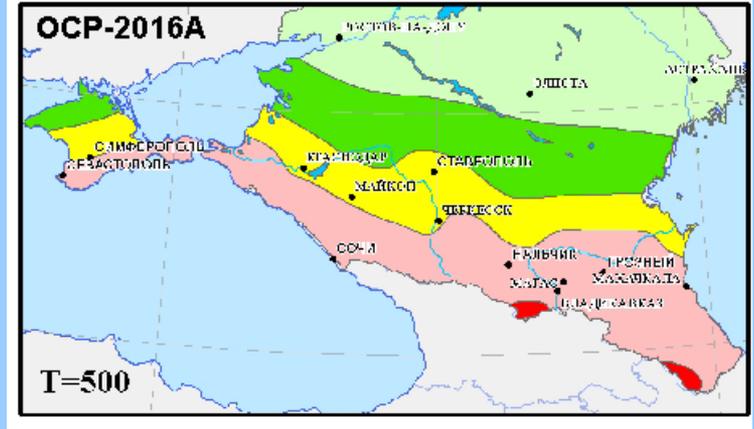
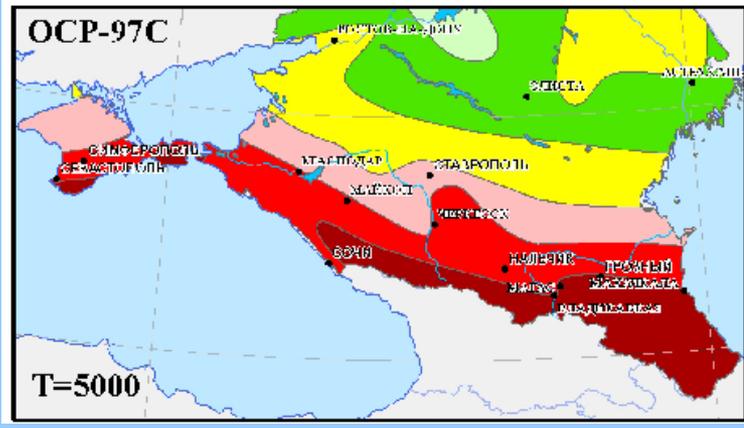
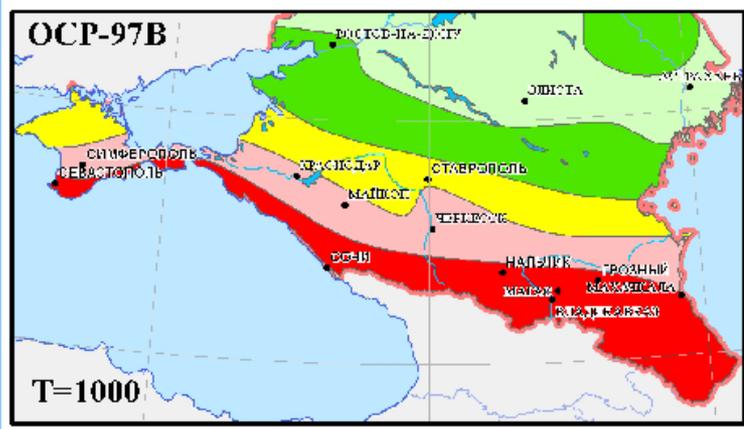
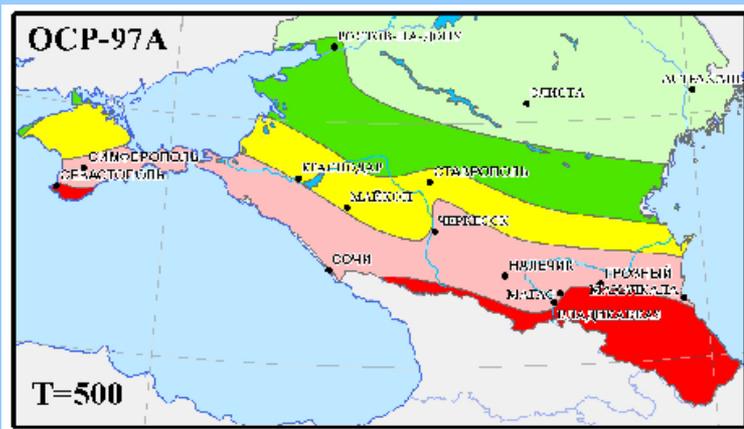
Уточнена сейсмогеодинамическая регионализация ОСР-97



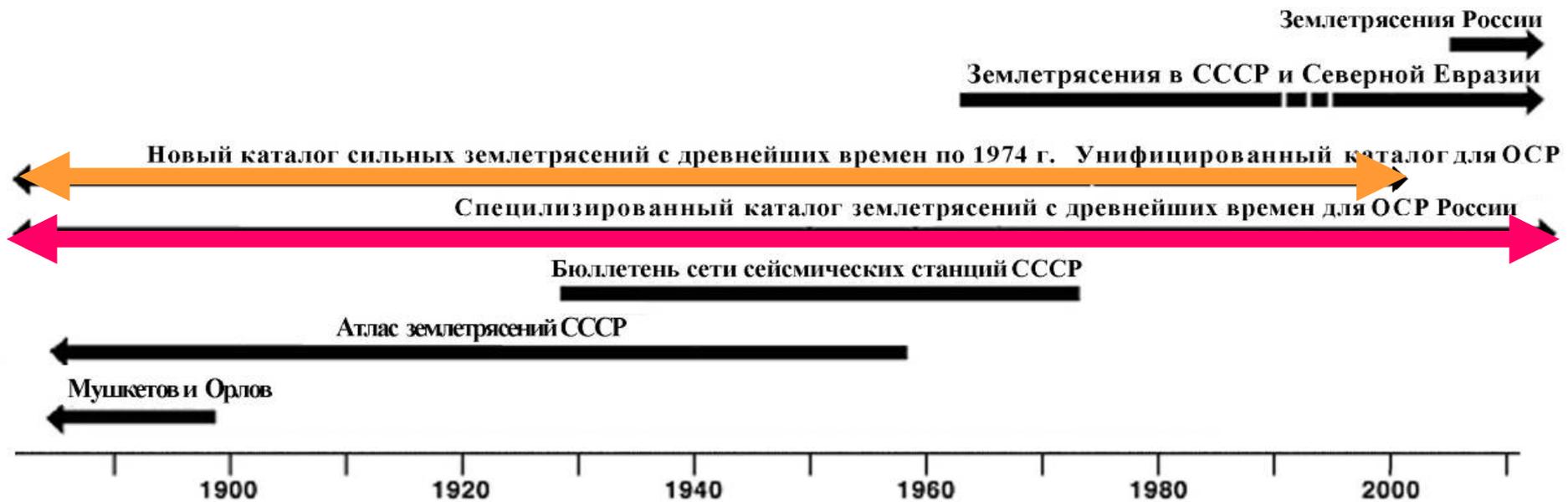
ОСР-2014/2016



Благодаря этому, к примеру, получены более объективные
оценки сейсмической опасности для Кавказа



Каталоги землетрясений на территории Российской Империи, СССР и Российской Федерации



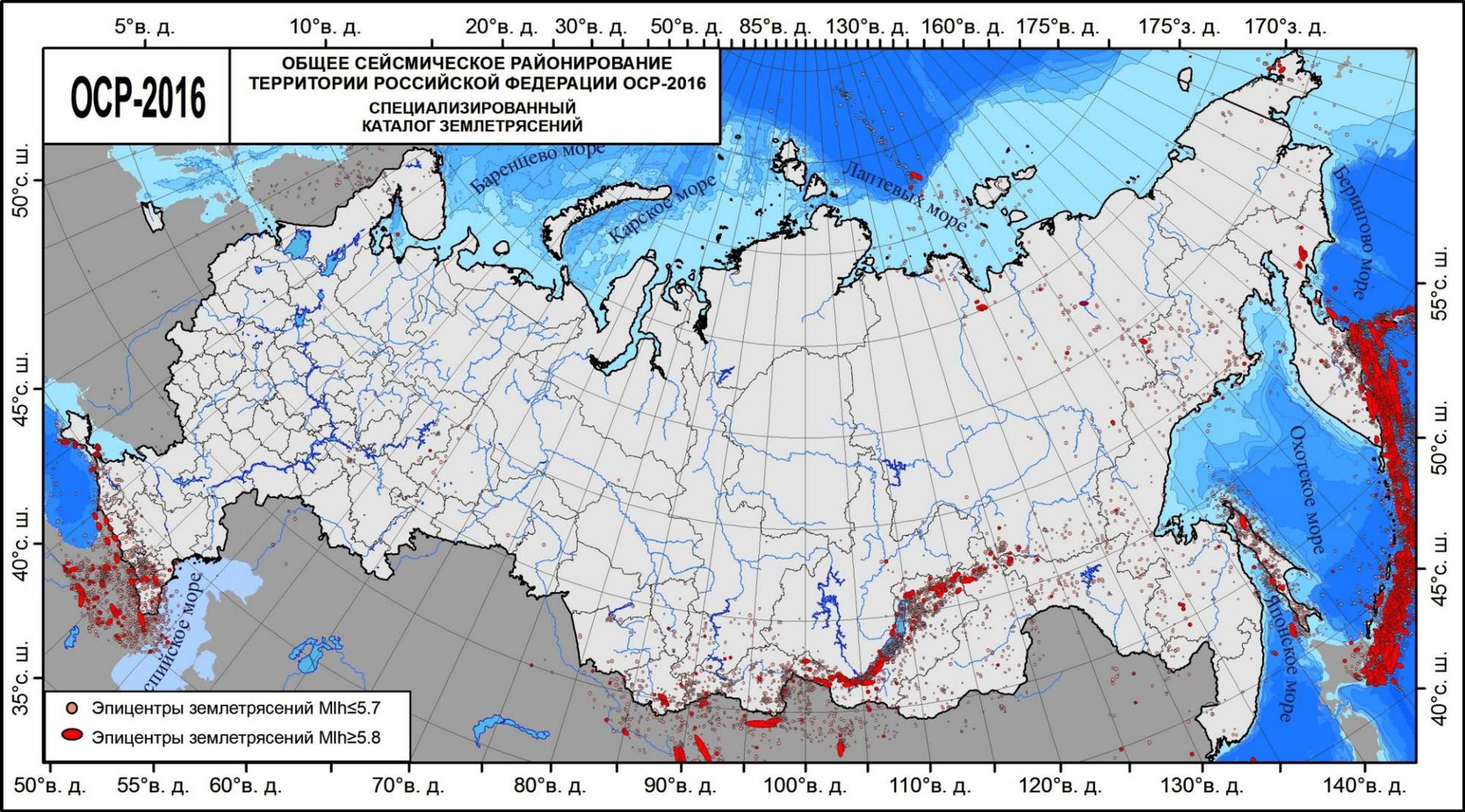
Карты ОСР-97 базировались на **Унифицированном каталоге землетрясений Северной Евразии (УКЗ)**.

Для разработки ОСР-2016 он был дополнен и откорректирован и был составлен **Специализированный каталог землетрясений Северной Евразии (СКЗ)**.

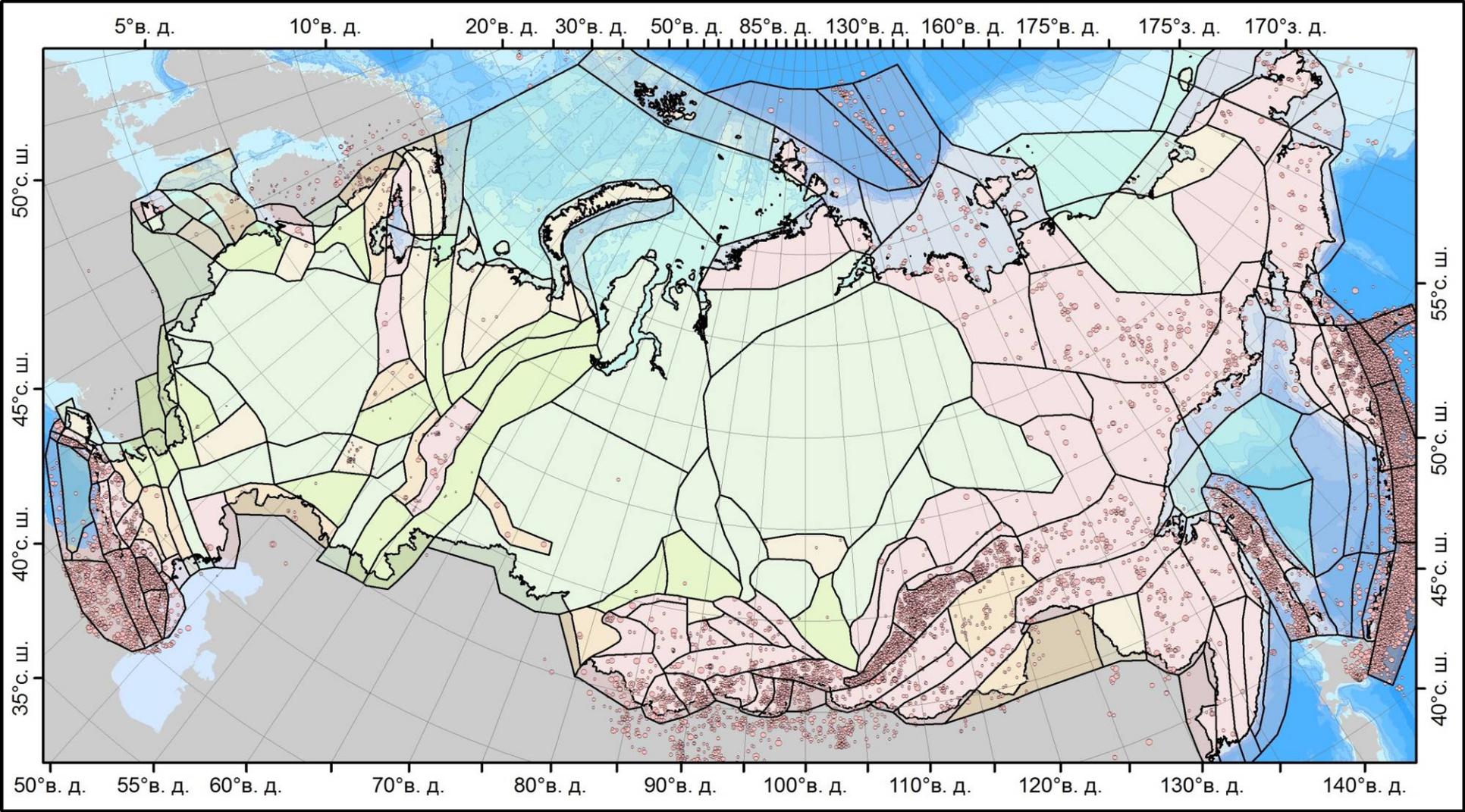
В **СКЗ** включены данные о протяженности и ориентации очагов крупных землетрясений с $M_s \geq 6.8$. Для Европейской части России и Урала проведена ревизия макросейсмических данных по доинструментальным землетрясениям.

ОСР-2016

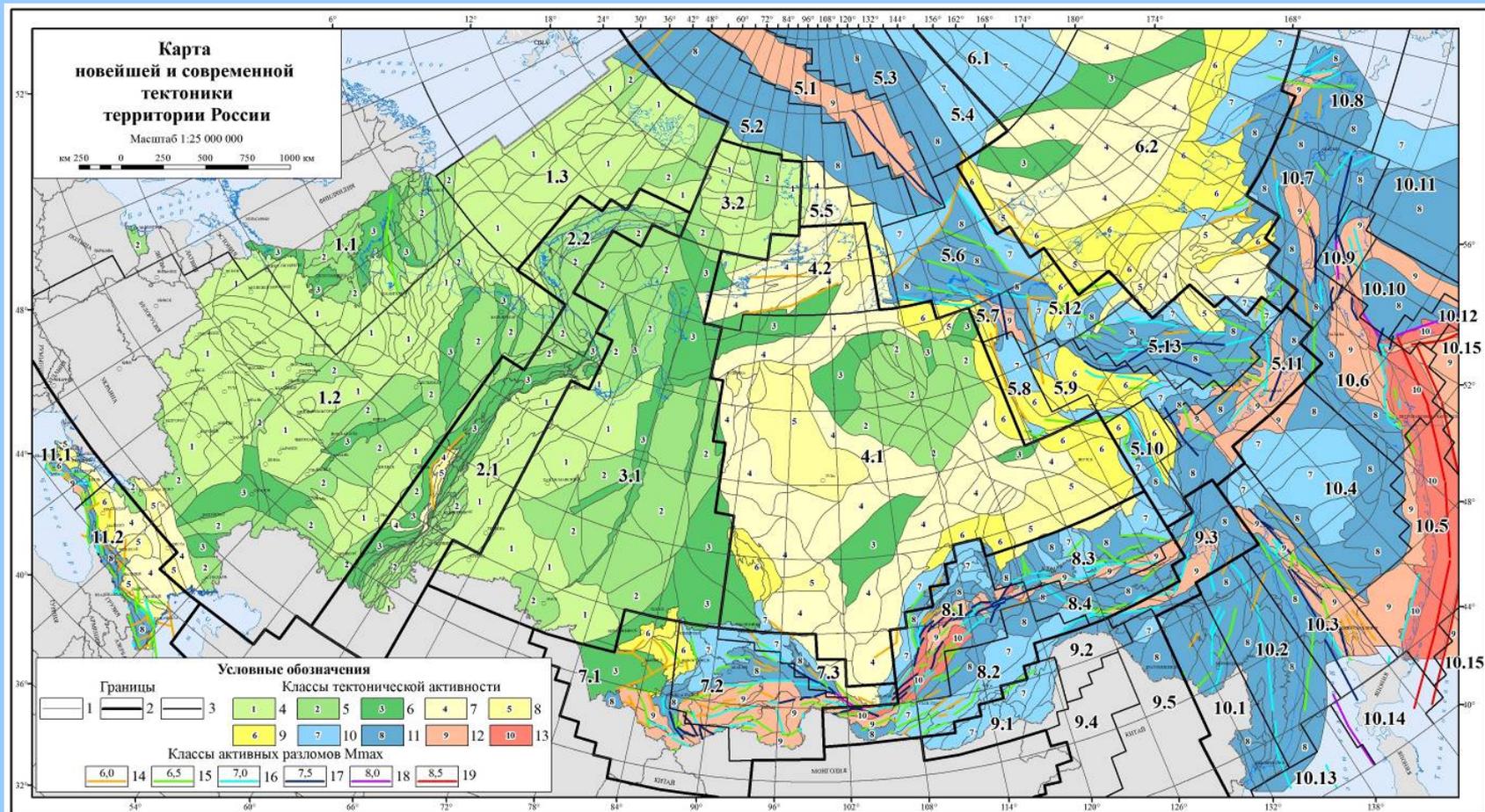
**ОБЩЕЕ СЕЙСМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ
ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ОСР-2016
СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЙ
КАТАЛОГ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ**



СОПОСТАВЛЕНИЕ ЭПИЦЕНТРОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ $M_{LH} \leq 5.7$ И ДОМЕНОВ МОДЕЛИ ЗОН ВОЗ ОСР-2016



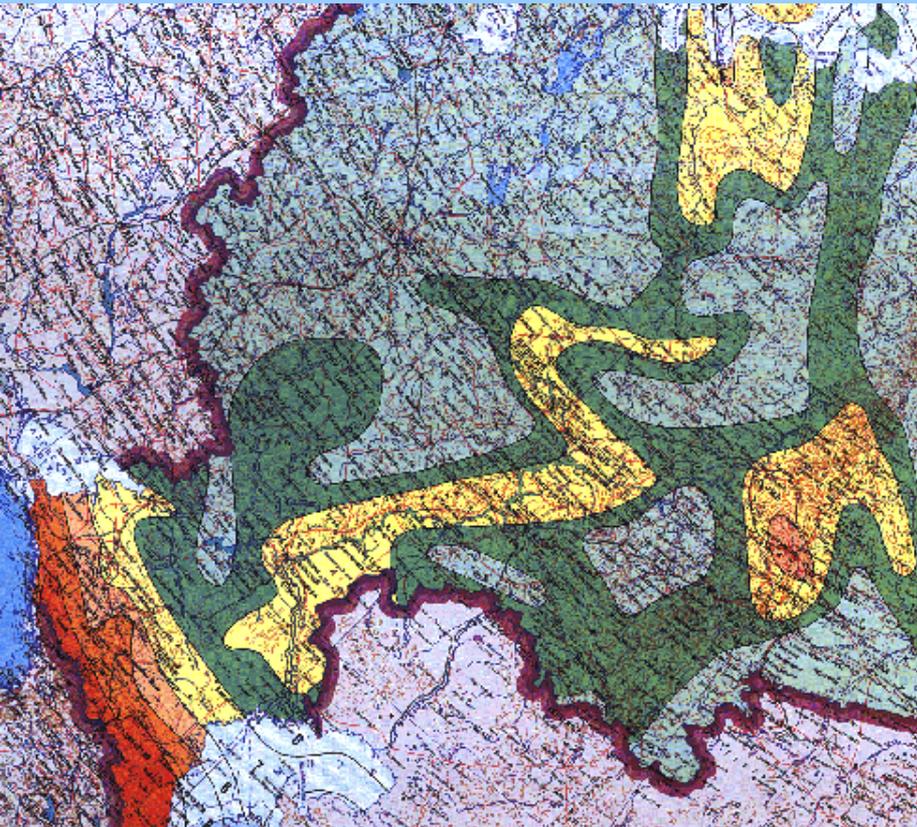
Была откорректирована схема площадных зон ВОЗ – сейсмодоменов. За основу взята модель неотектонического районирования Г.С. Гусева.



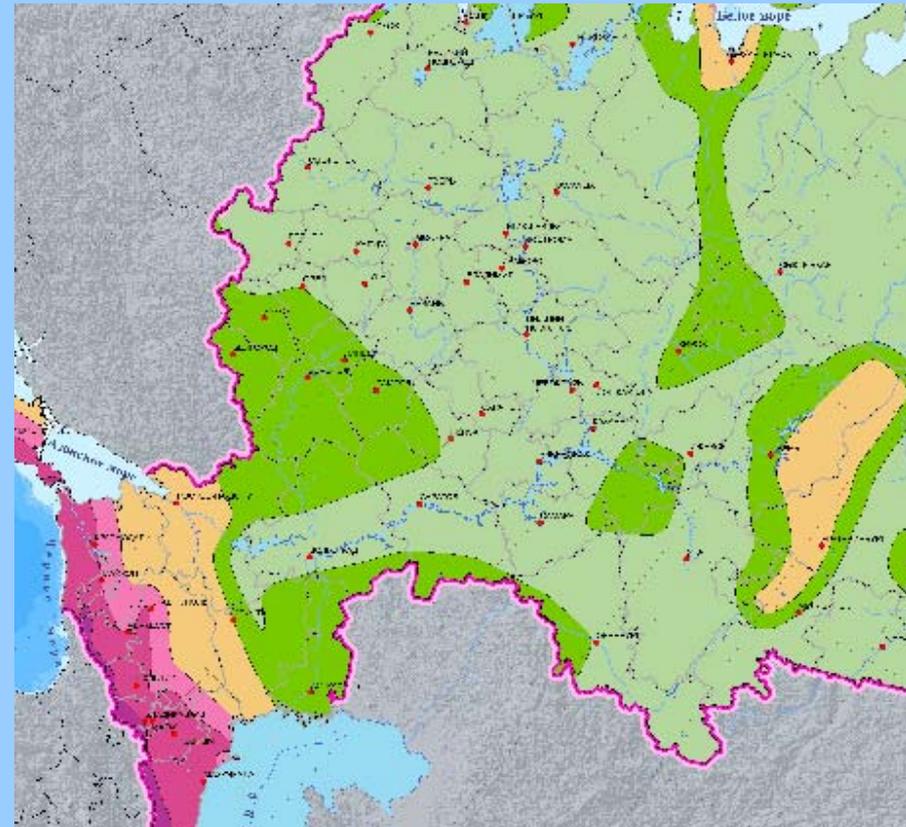
Доменам, где землетрясения не регистрировались, присваивалось значение $M_{max}=3.5$. Если в пределах домена выделялся сейсмолинеament, его $M_{max}=5.5$. В противном случае M_{max} бралась, как максимально наблюдаемая магнитуда +0.5, но не выше 5.5. Смежные домены с одинаковым значением M_{max} объединялись, что повышало обоснованность построения графиков повторяемости землетрясений за счет более представительной статистики.

Это, в частности, позволило откорректировать представления о сейсмической опасности Центральной части России и Поволжья

ОСР-97 С



ОСР-2016 С

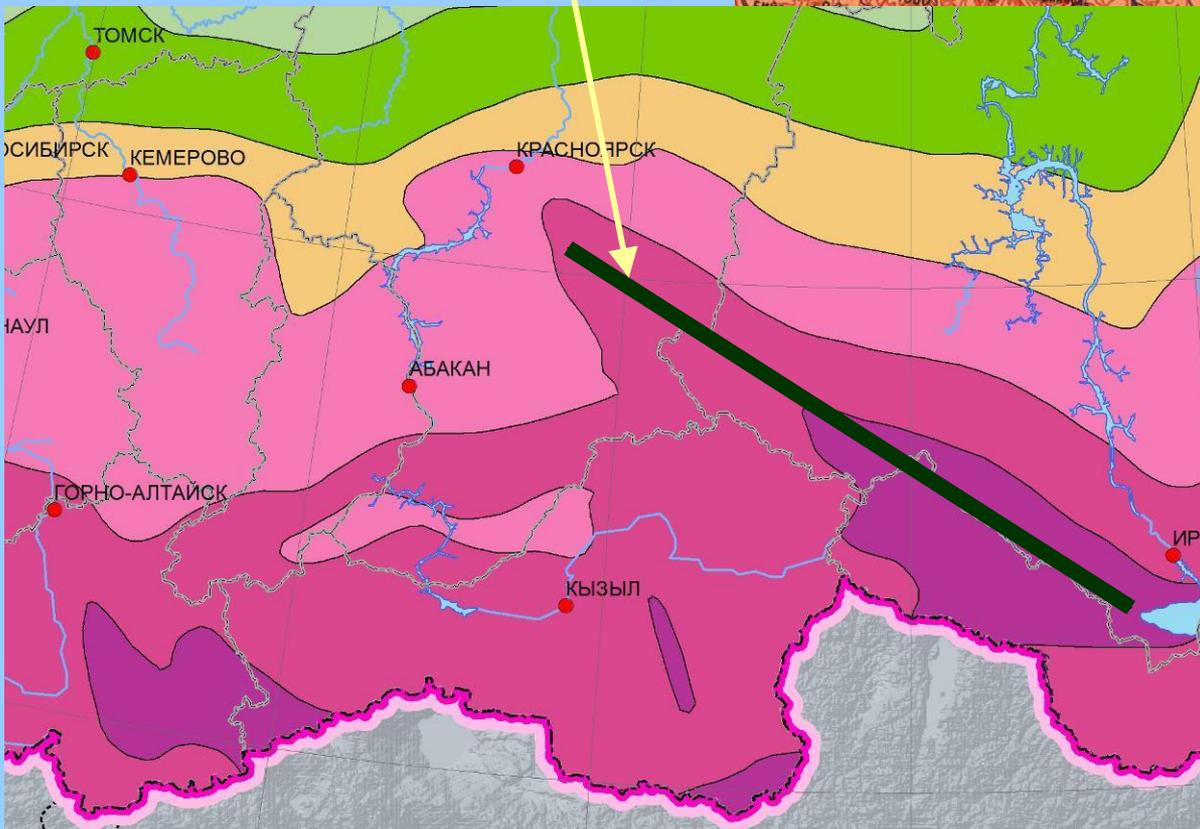
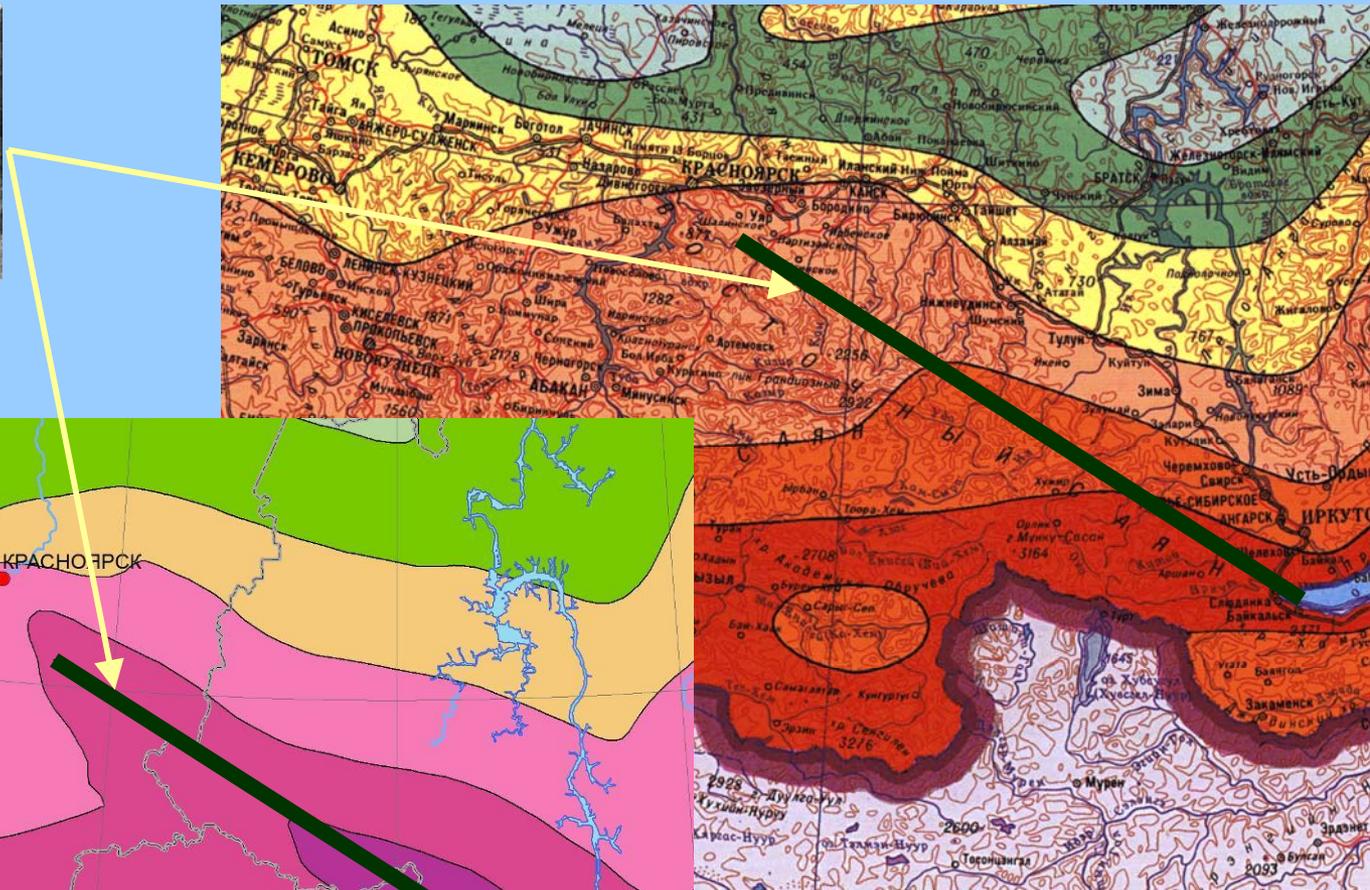
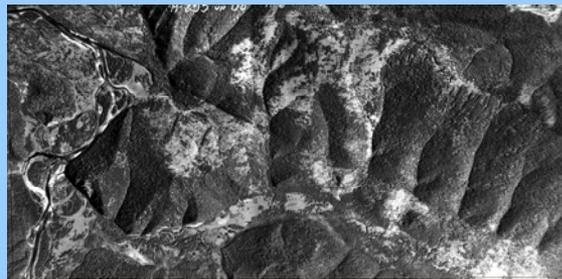


Палеосейсмология

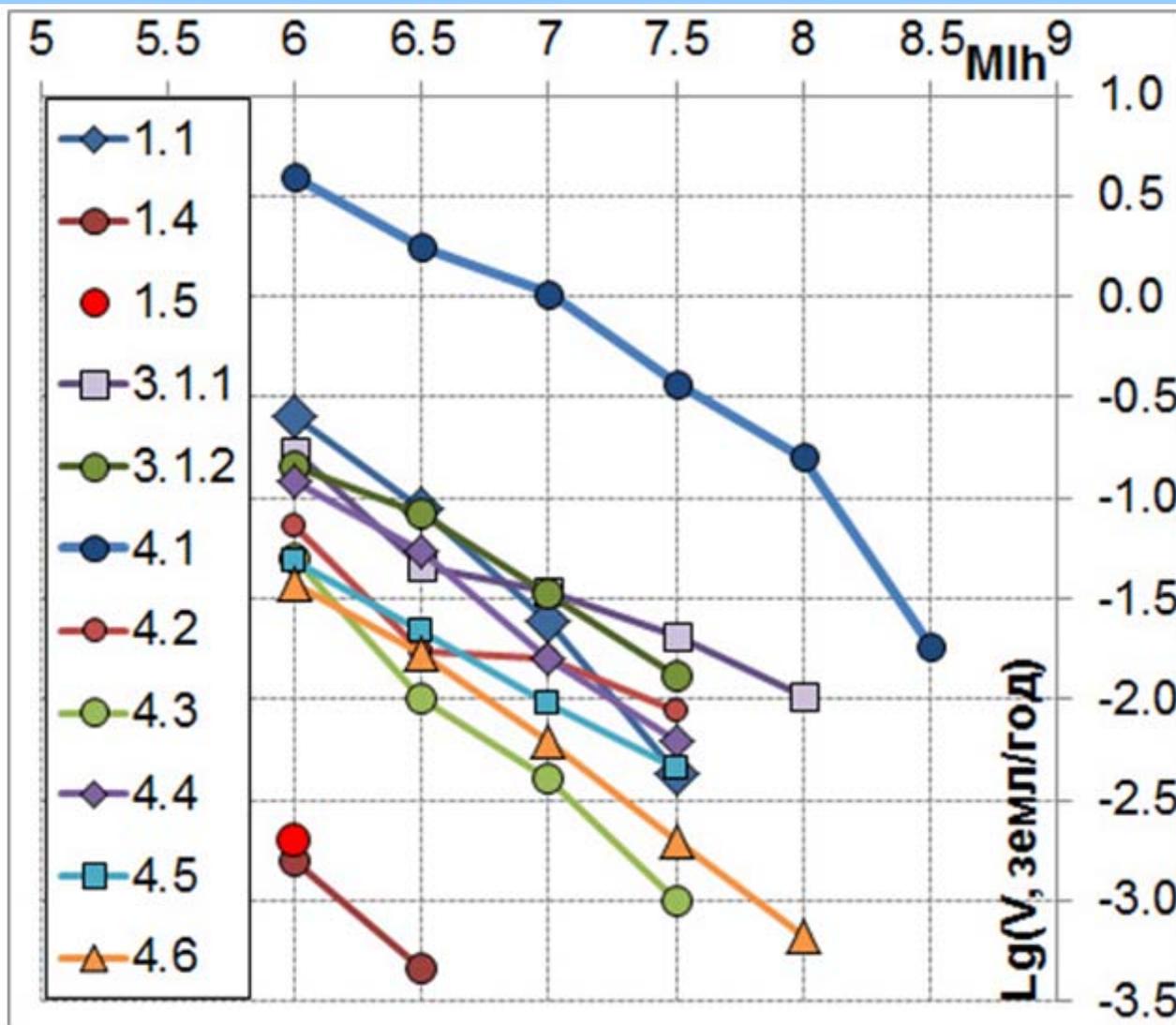
Палеосейсмологические данные учитывались в тех случаях, когда представления о природе выявленных дислокаций и параметрах связанных с ними палеоземлетрясений не вызывали сомнений, как, например, для Главного Саянского разлома.



Это позволило уточнить сейсмическую опасность района к юго-востоку от Красноярска (карты «С»)



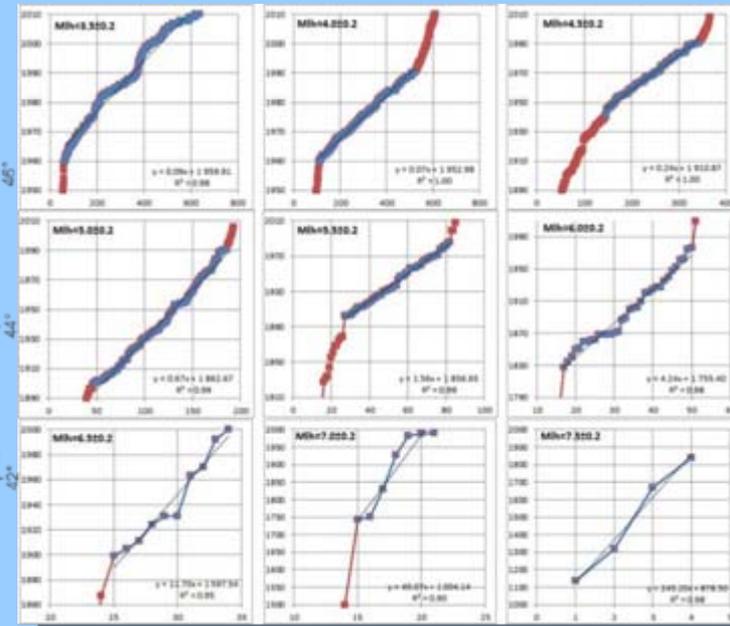
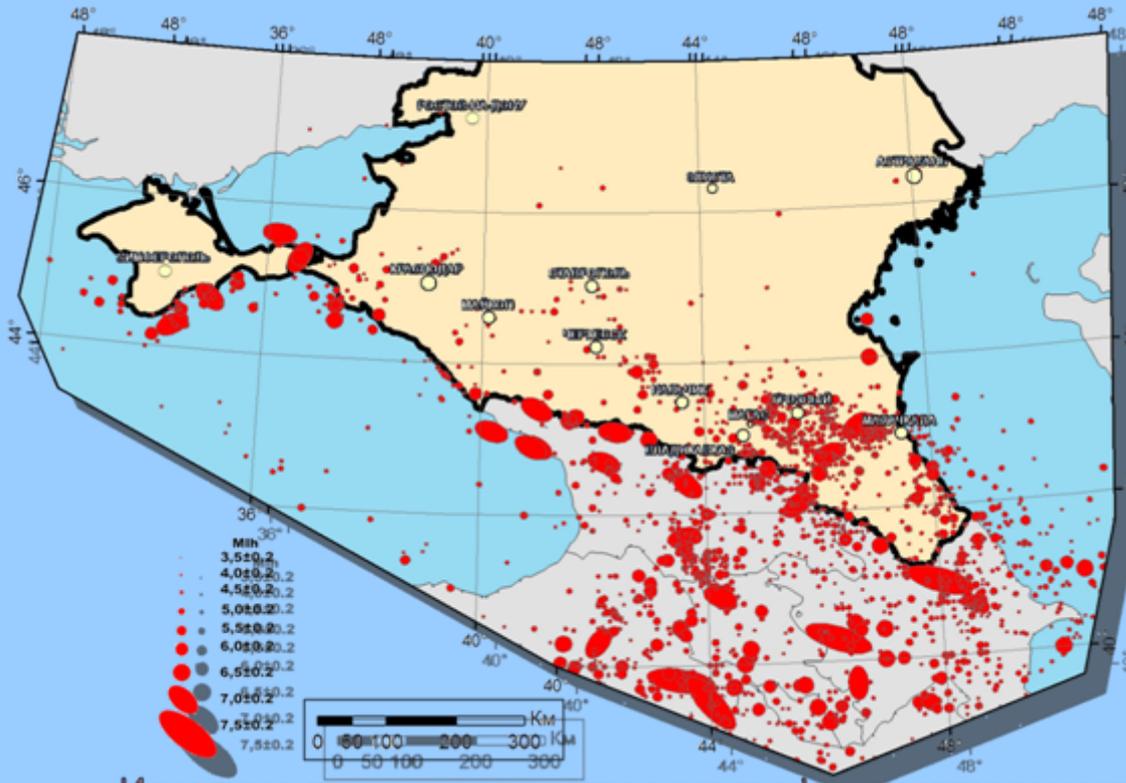
Важнейшее значение при вероятностном анализе сейсмической опасности имеют оценки повторяемости событий с M_{\max} и с меньшими магнитудами в выделенных зонах ВОЗ. Согласно разработанной методологии, сейсмический режим каждого структурного элемента зон ВОЗ обусловлен общим потоком сейсмических событий в соответствующем регионе (субрегионе).



Графики повторяемости землетрясений, связанных с сейсмолинеamentами для каждого из регионов

Крымско-Кавказский регион (1.1)

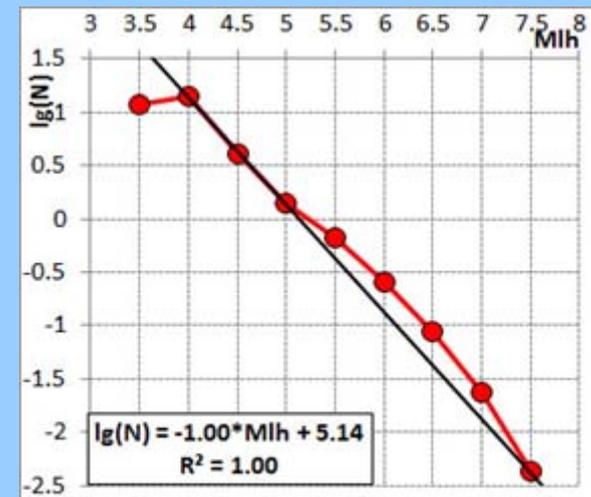
Графики накопления землетрясений разных магнитуд



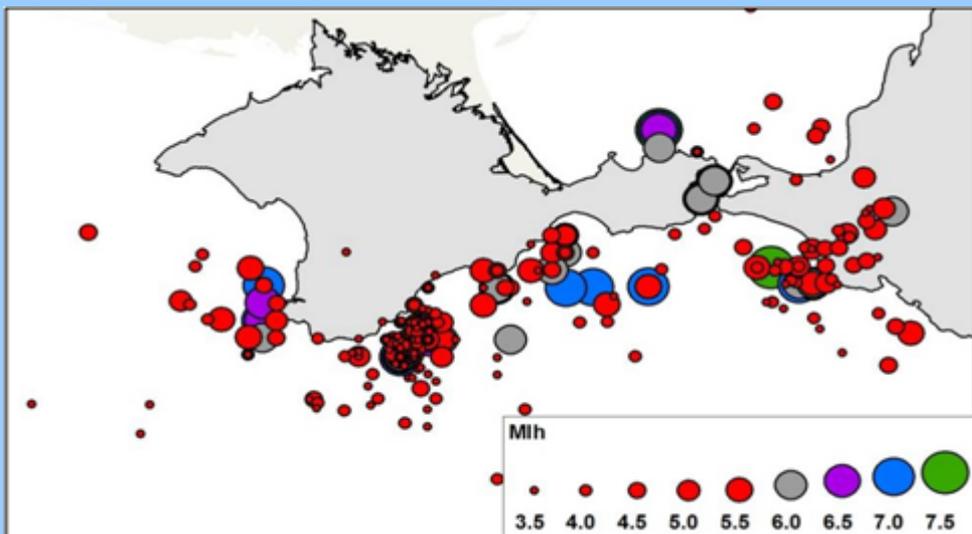
Исходные данные для построения графика повторяемости

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

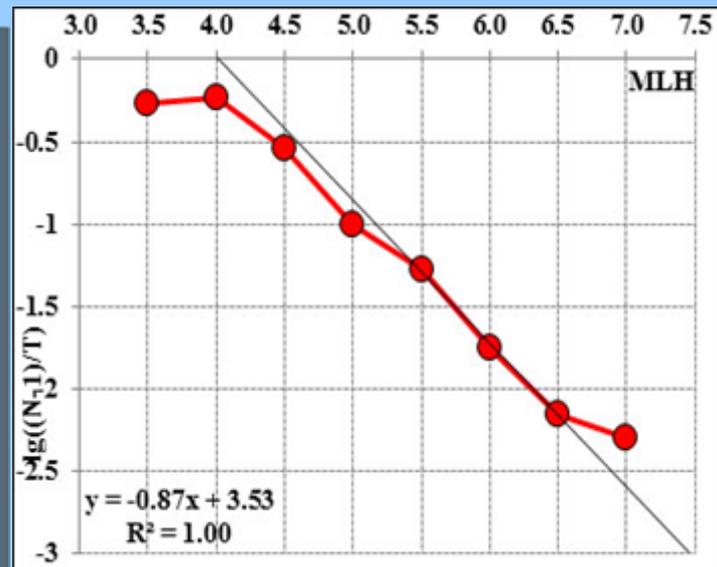
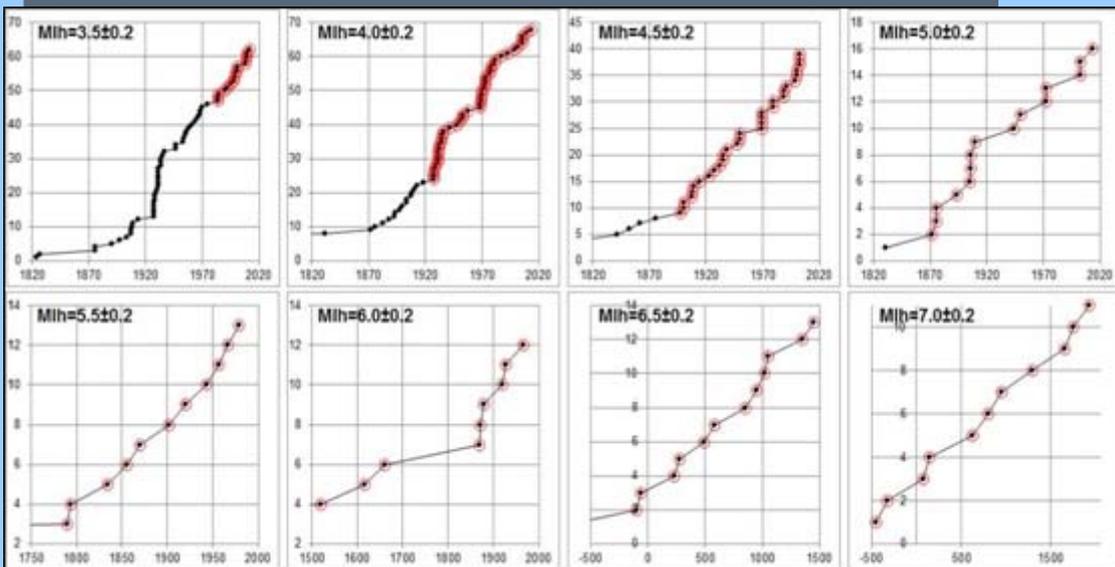
График повторяемости



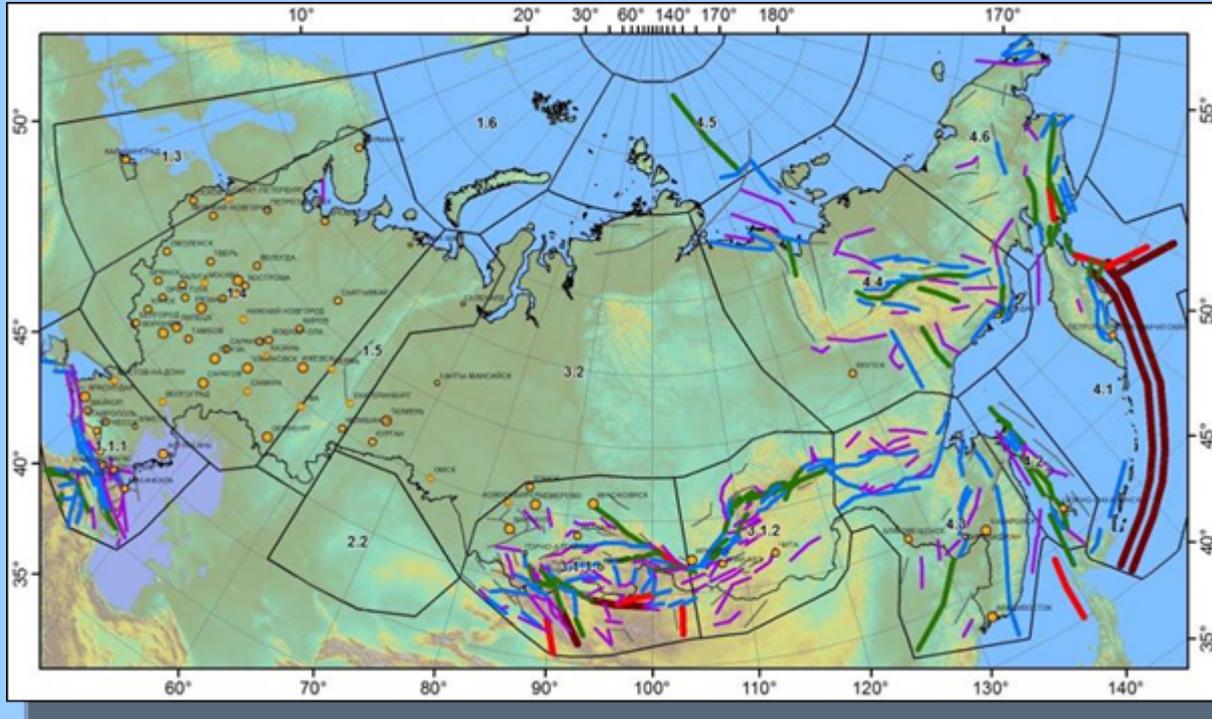
В ряде случаев графики строились и отдельно для субрегионов, в частности для Крыма и Тамани



Mih ± 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



Повторяемость событий разных магнитуд на линеаментх при отсутствии исторических и палеосейсмологических данных определялась пропорционально их протяженности



Повторяемость на i -том линеаменте землетрясений с магнитудой M ;

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

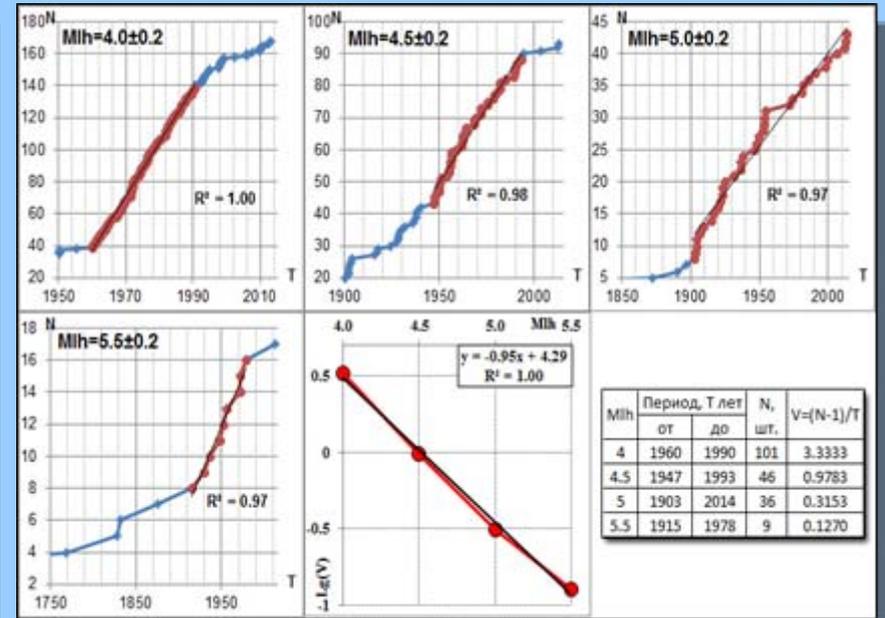
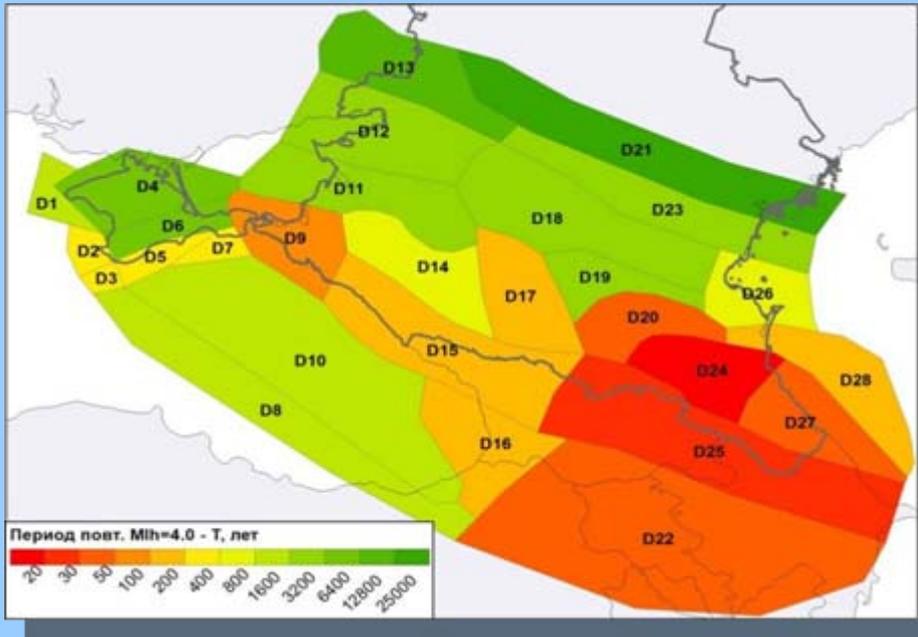
L_i – длина i -того линеаamenta;

$V_{reg}(M)$ – повторяемость землетрясений с магнитудой M в регионе;

$\Sigma(L_{M_{max} \geq M})$ – сумма длин линеааментов с M_{max} большей или равной магнитуде M .

Для доменов - пропорционально их площади

Принципы построения графика повторяемости для доменов зависят от имеющихся сейсмостатистических данных



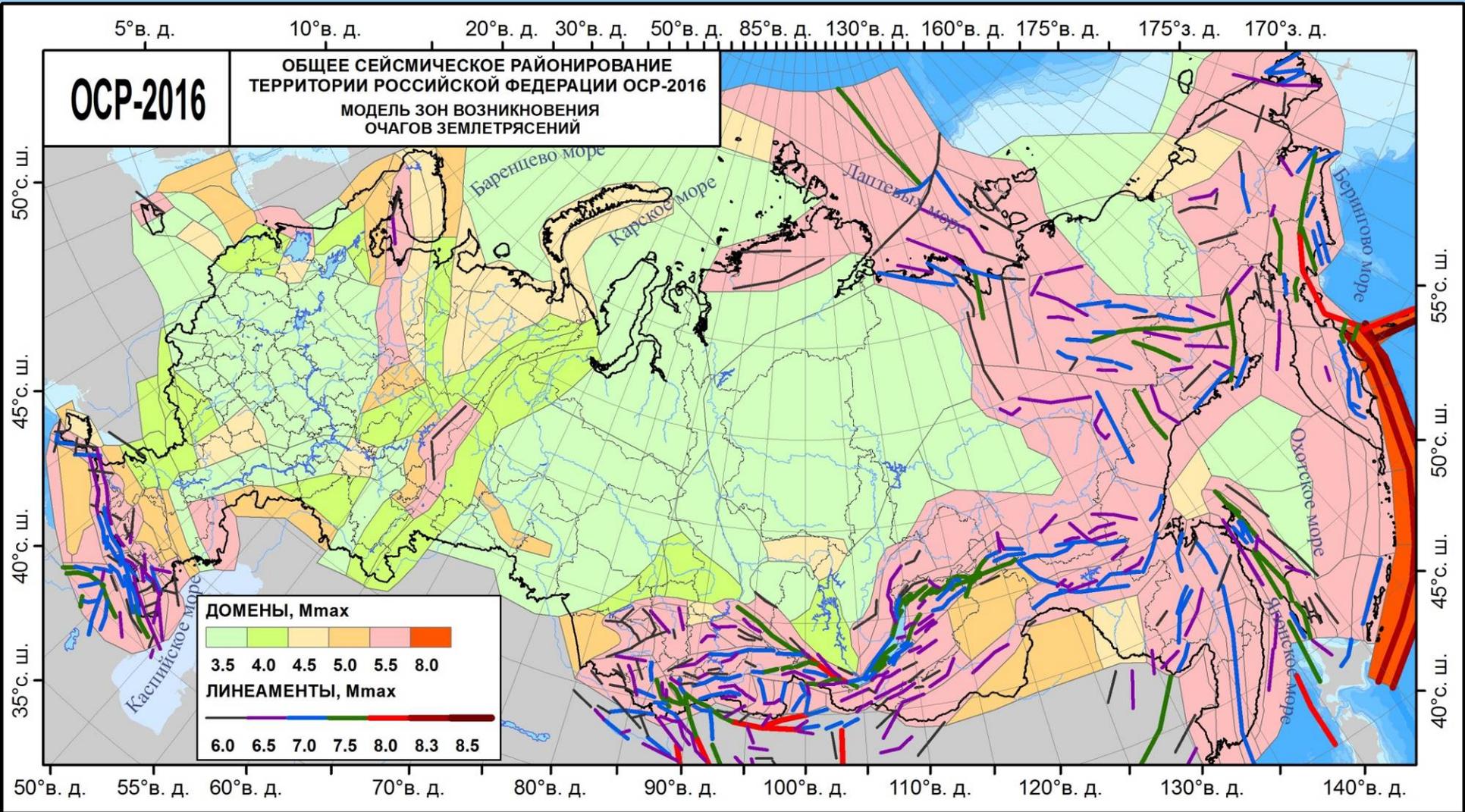
Периоды повторяемости землетрясений с магнитудой $M_{lh}=4.0$ на 1000 км^2

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

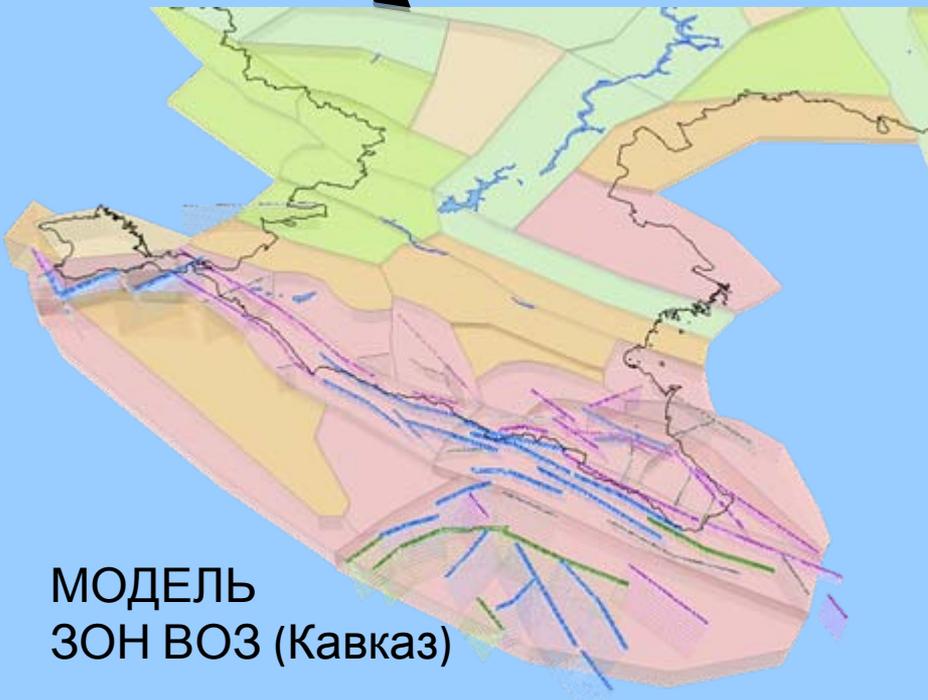
Для расположенных рядом доменов с недостаточной статистикой землетрясений строится общий график повторяемости, который распределяется между доменами пропорционально их площади.

Для доменов, где землетрясения не зарегистрированы, принята повторяемость землетрясений с $M_{max} = 3.5$ раз в 100 лет.

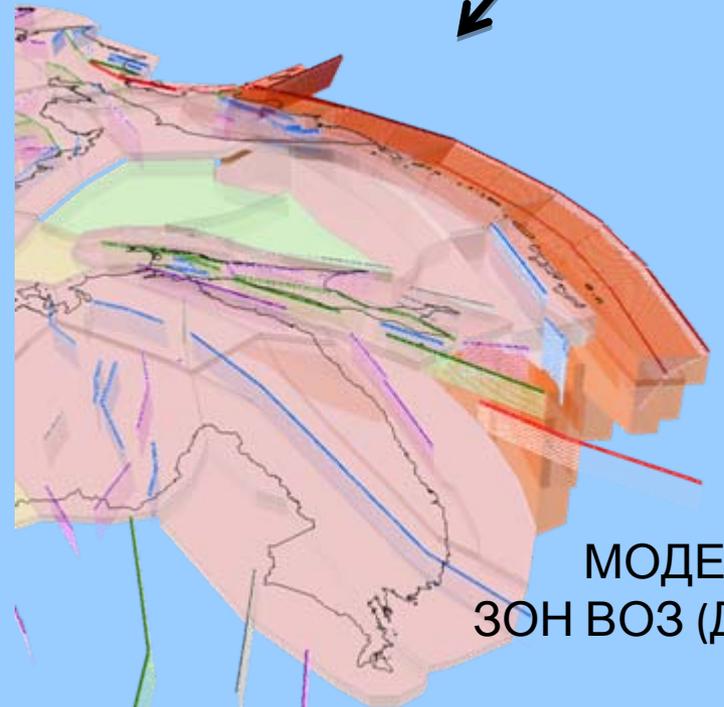
На основе анализа геолого-геоморфологических, геофизических, сейсмотектонических, сейсмологических и палеосейсмологических данных составлена уточненная линеаментно-доменная модель зон ВОЗ территории РФ и прилегающих к ней территорий и акваторий.



Уточнялось не только положение зон ВОЗ в плане, но и их падение

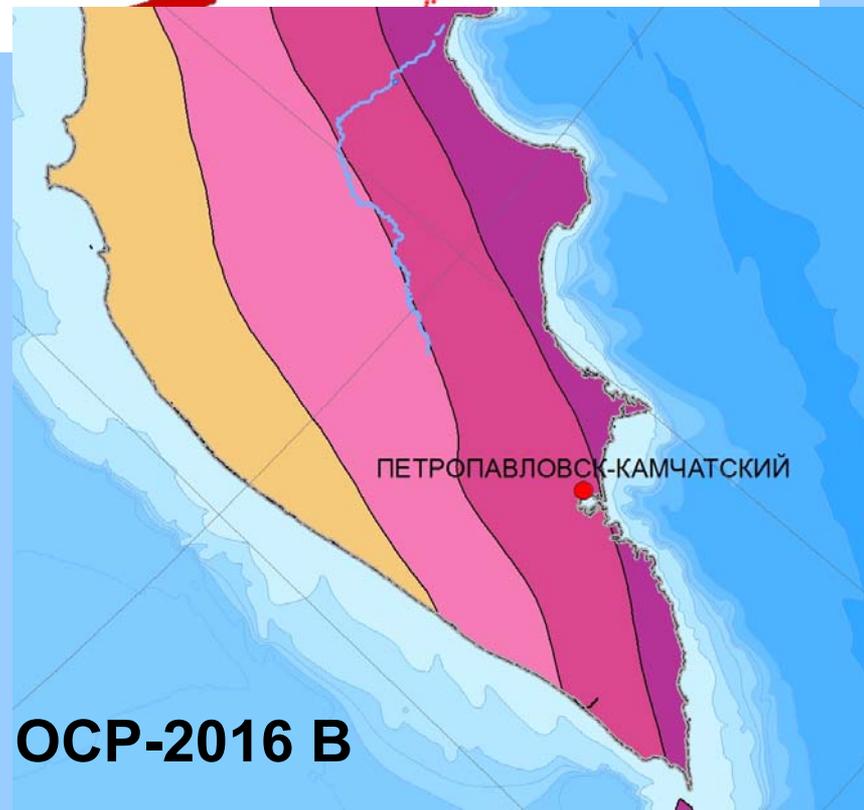
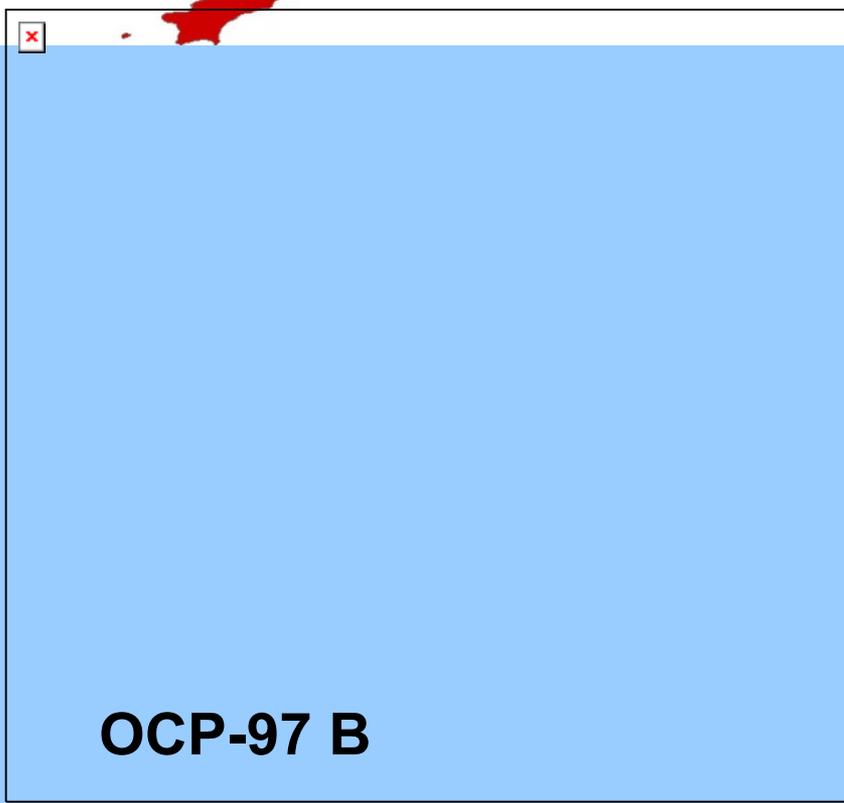
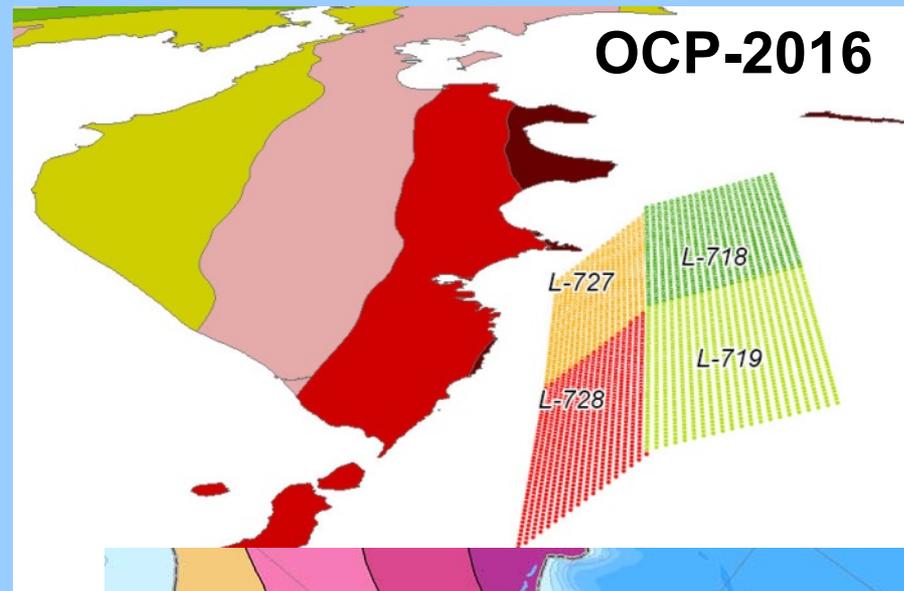
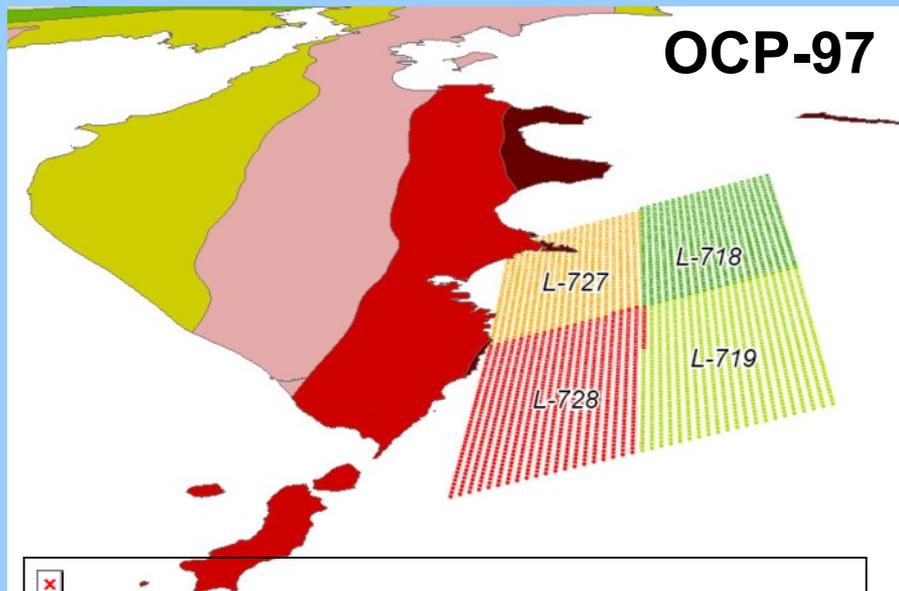


**МОДЕЛЬ
ЗОН ВОЗ (Кавказ)**



**МОДЕЛЬ
ЗОН ВОЗ (ДВ)**

КОРРЕКТИРОВКА МОДЕЛИ ЗОНЫ СУБДУКЦИИ ДЛЯ КАМЧАТКИ



МОДЕЛЬ СЕЙСМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА (по А.А. Гусеву)

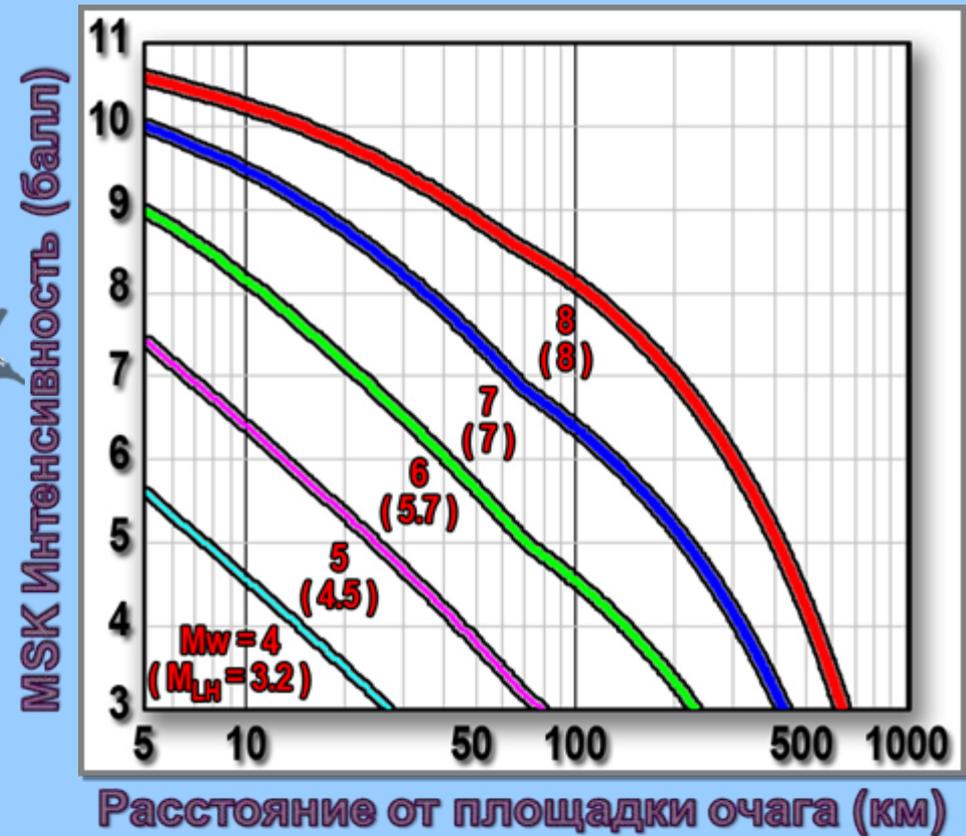
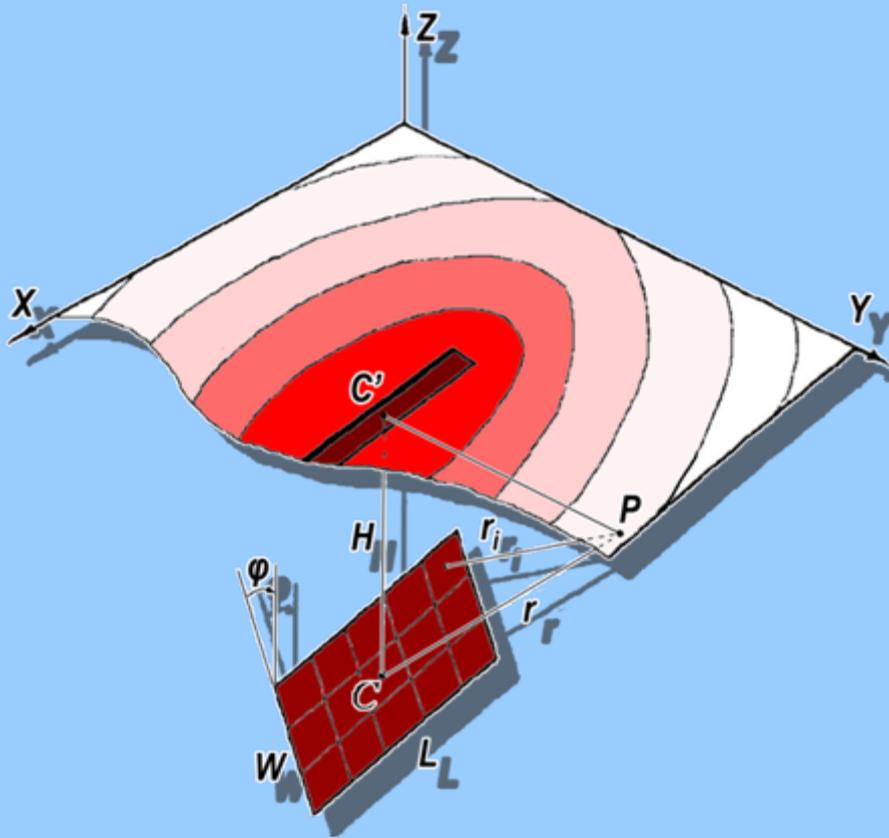
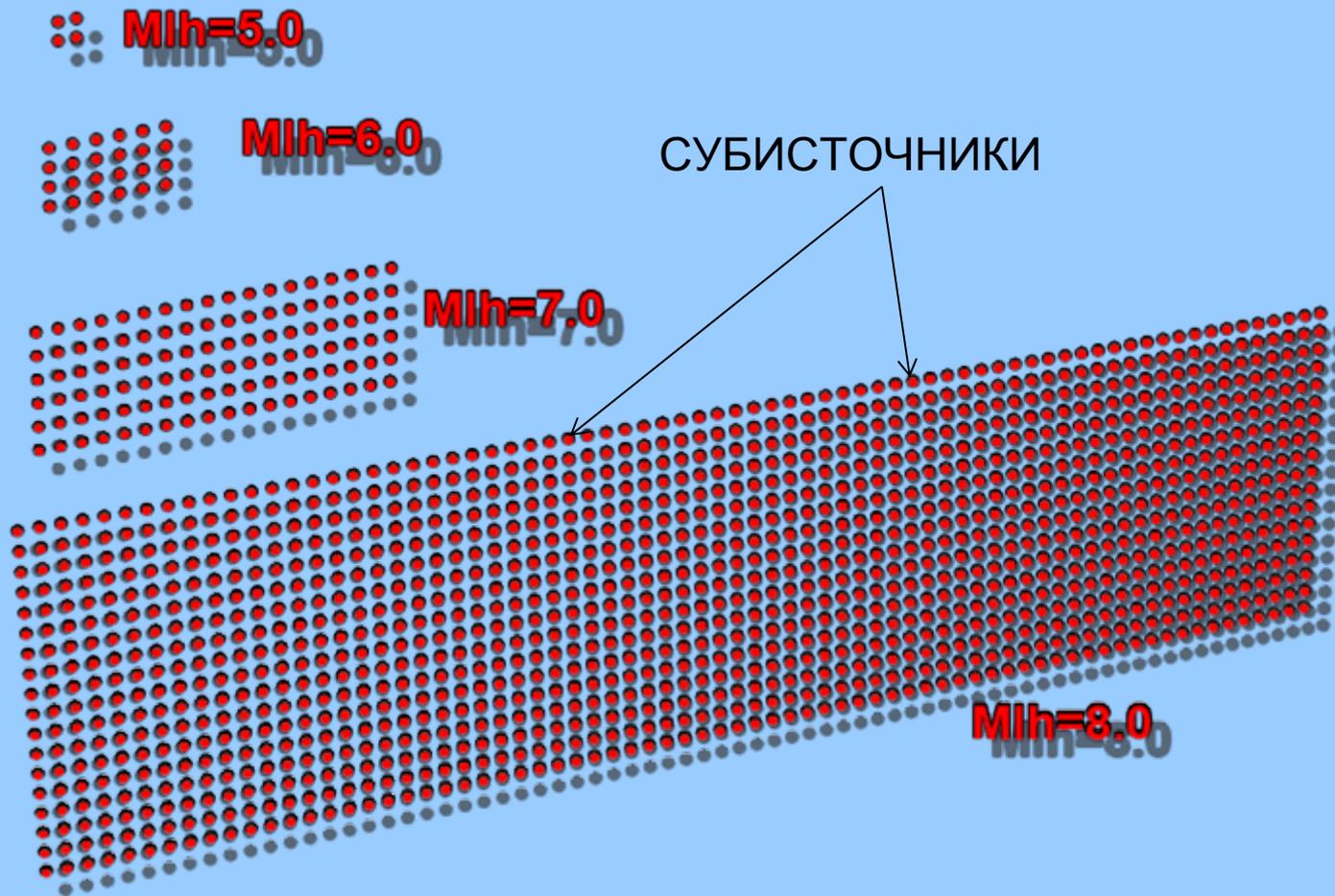


СХЕМА РАСЧЕТА ИНТЕНСИВНОСТИ:

C - гипоцентр, C' - эпицентр прямоугольного очага длины L и ширины W на глубине H , наклоненного под углом φ . Плоскость XY -дневная поверхность, P - точка наблюдения («приемник»), r - гипоцентрального 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.

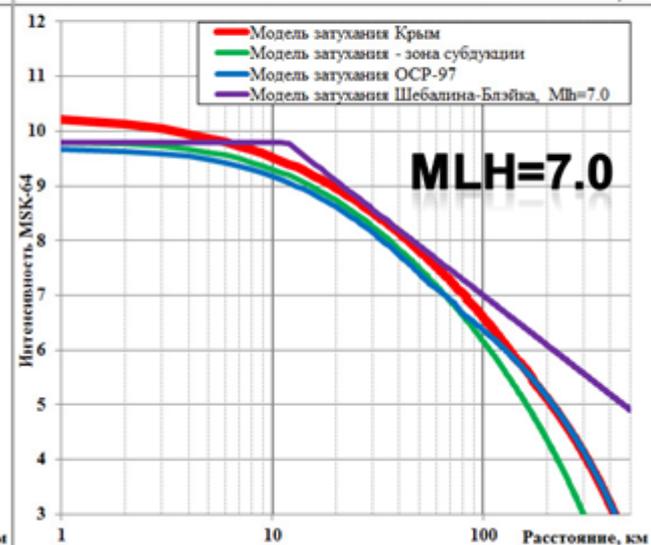
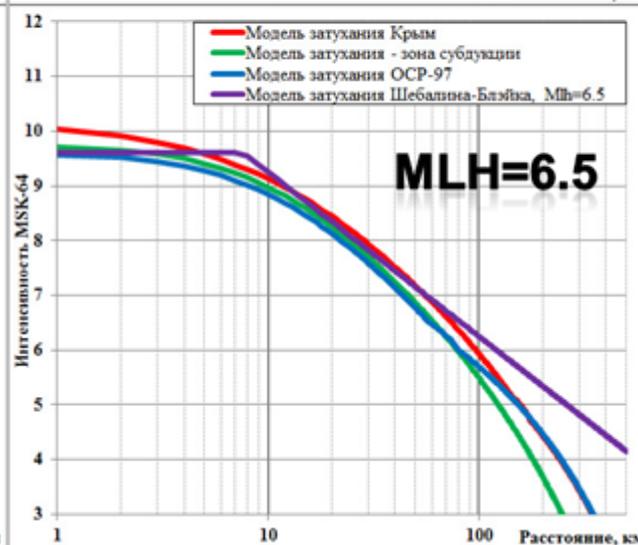
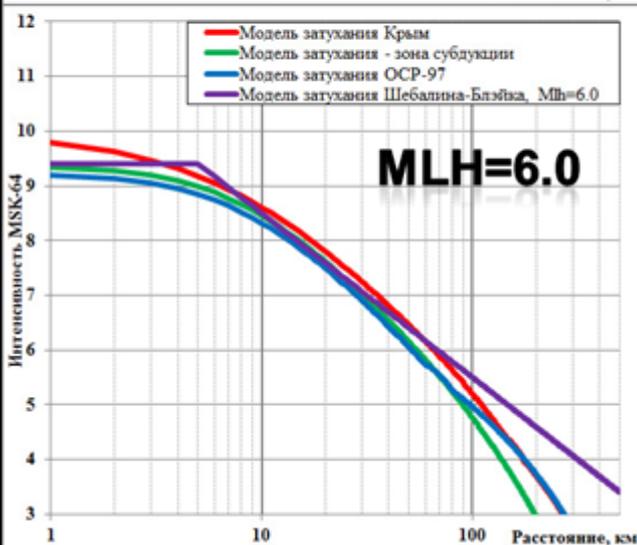
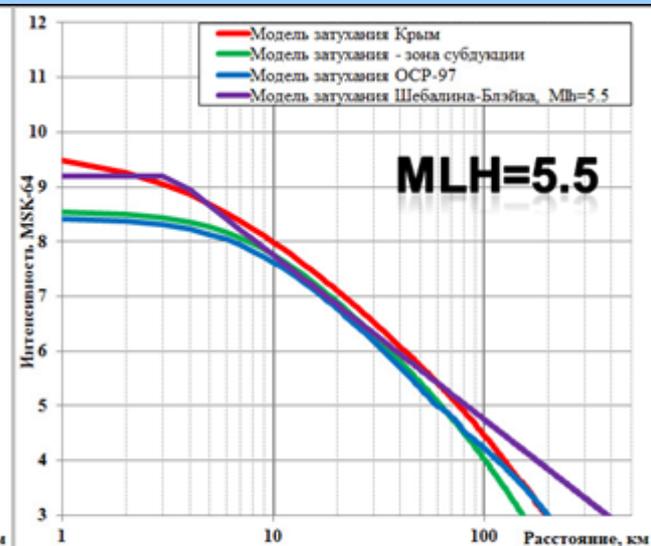
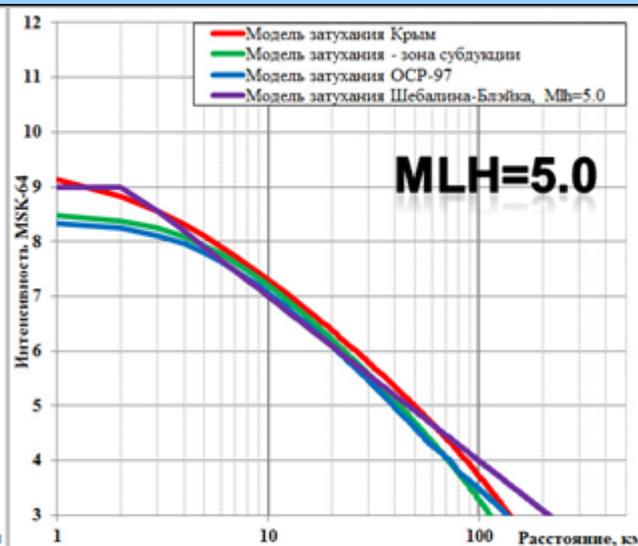
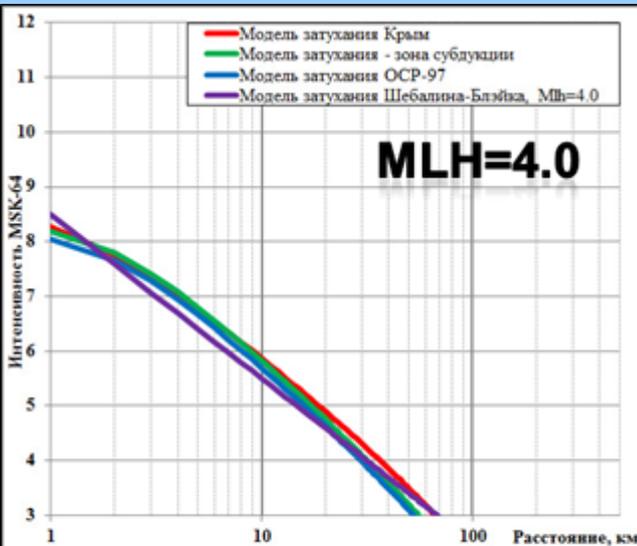
УЧЕТ ПРОТЯЖЕННОСТИ ОЧАГА

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

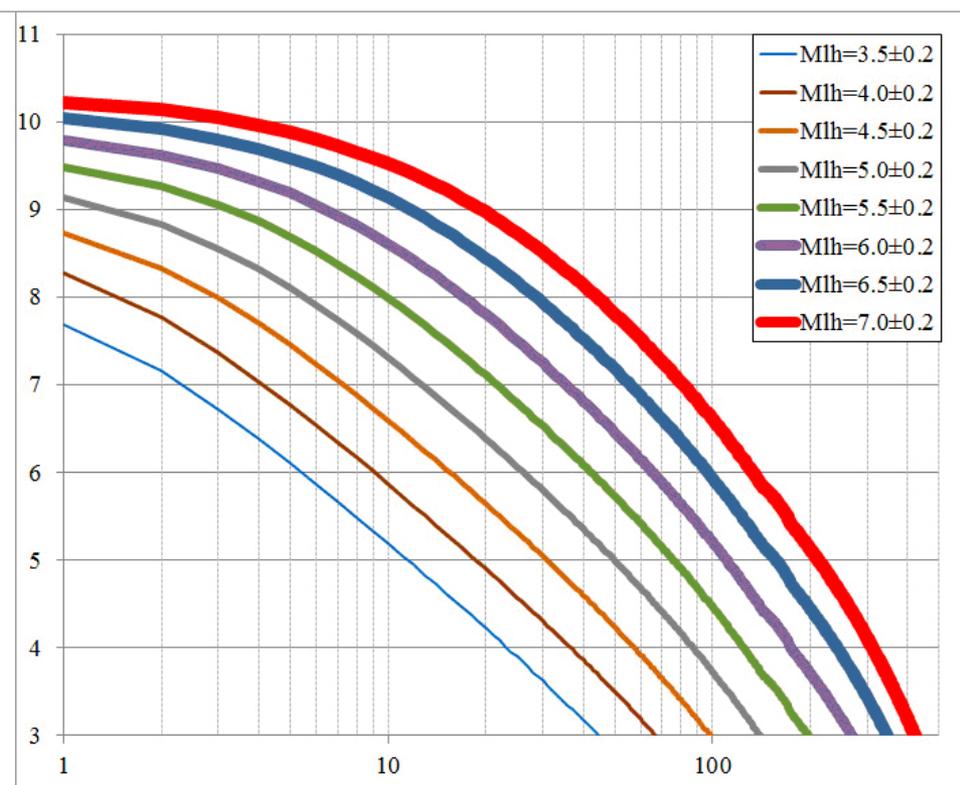
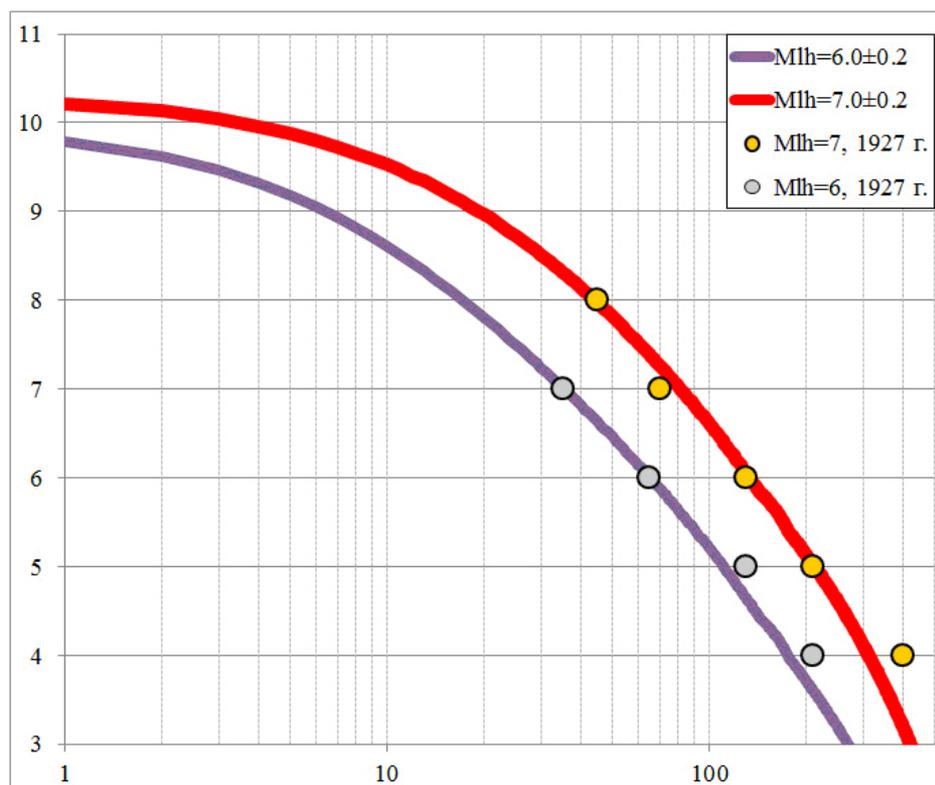


Mh	L, км	W, км
3.5	1.19	1.19
4	1.82	1.82
4.5	2.88	2.88
5	4.62	4.62
5.5	8.66	6.20
6	15.91	8.48
6.5	28.26	11.99
7	47.16	16.84
7.5	92.41	27.18

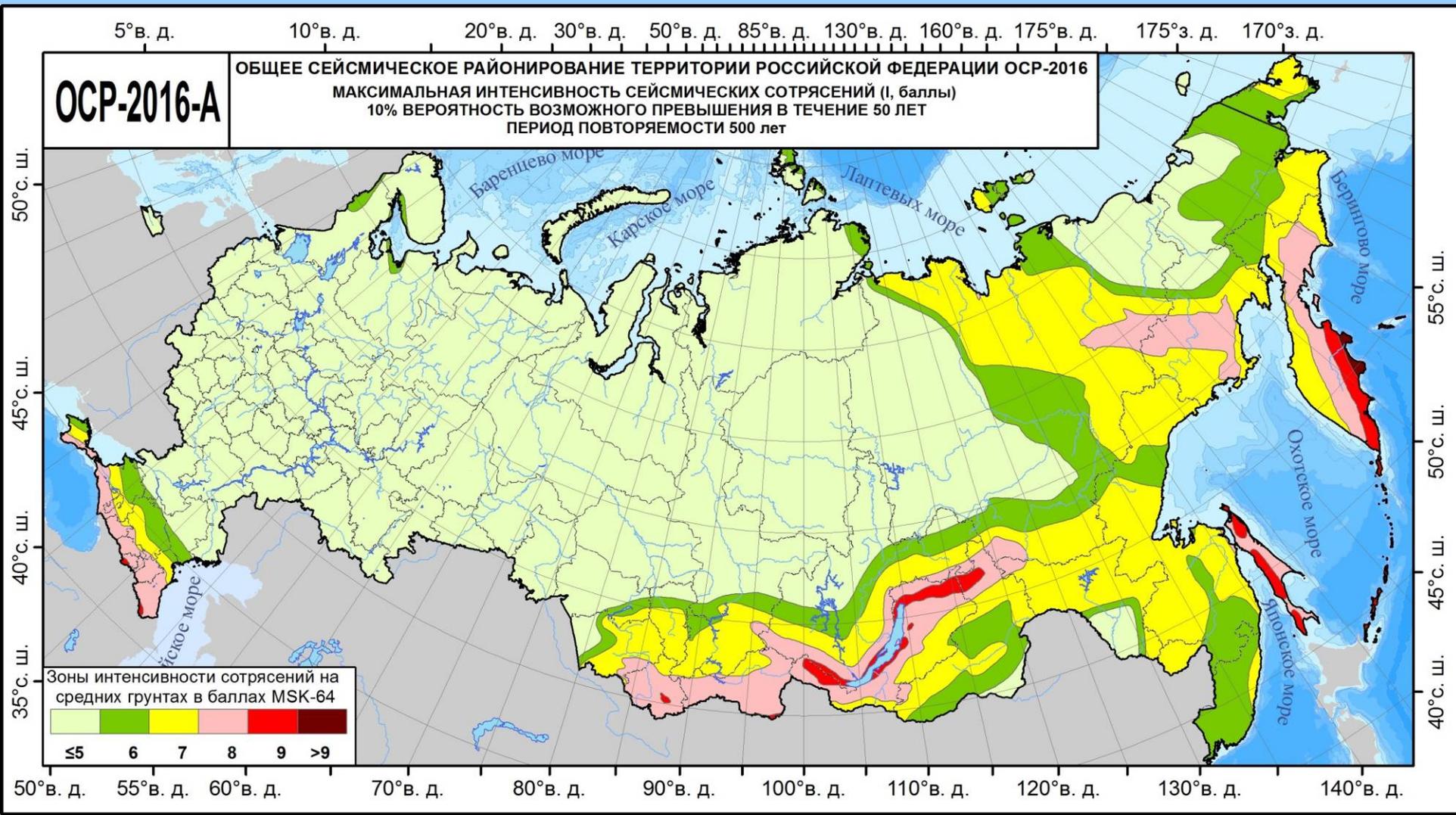
МОДЕЛИ ЗАТУХАНИЯ ОСР-2016



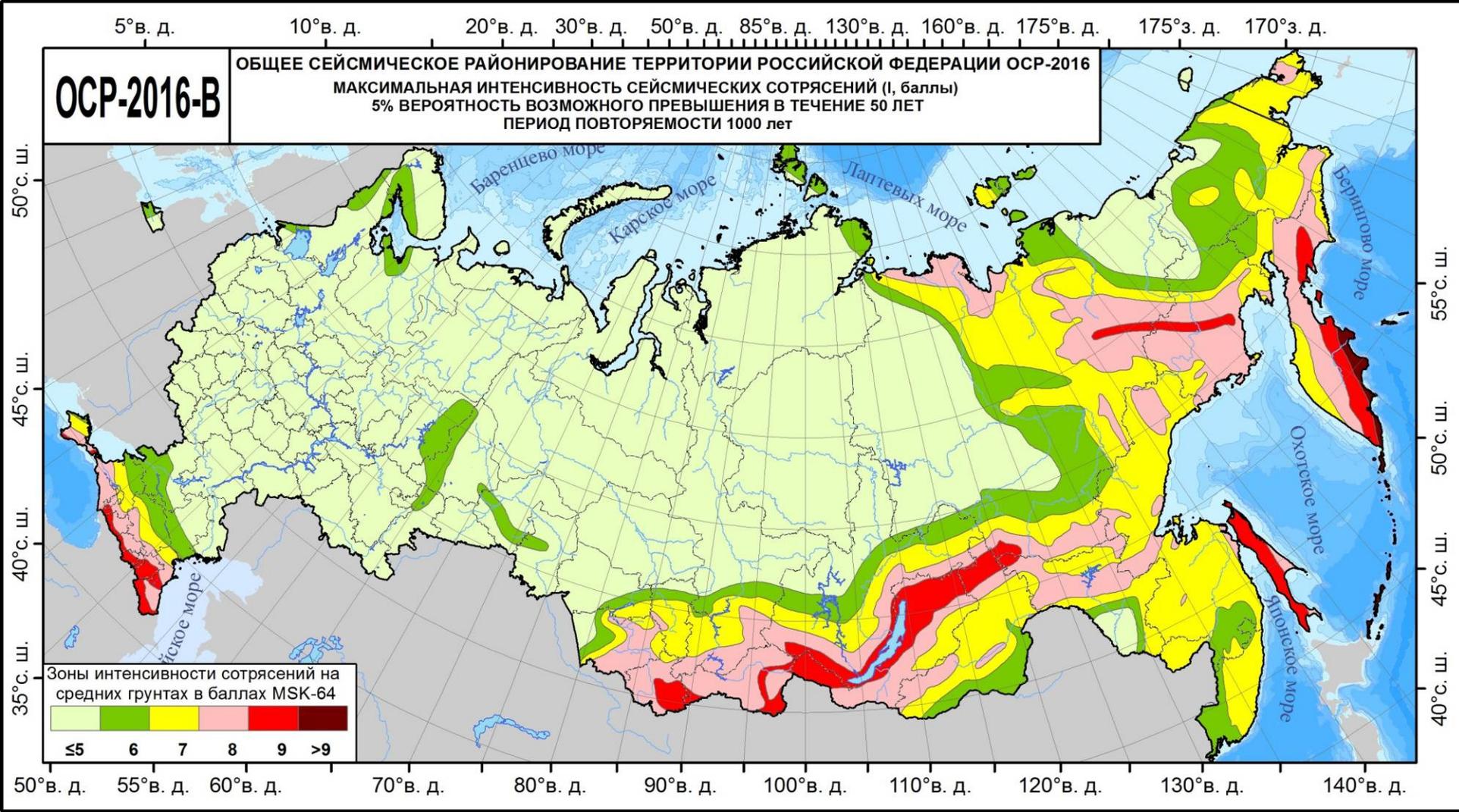
Для Крымско-Таманского субрегиона были использованы уточненные данные о затухании, согласованные с сейсмологами Крыма



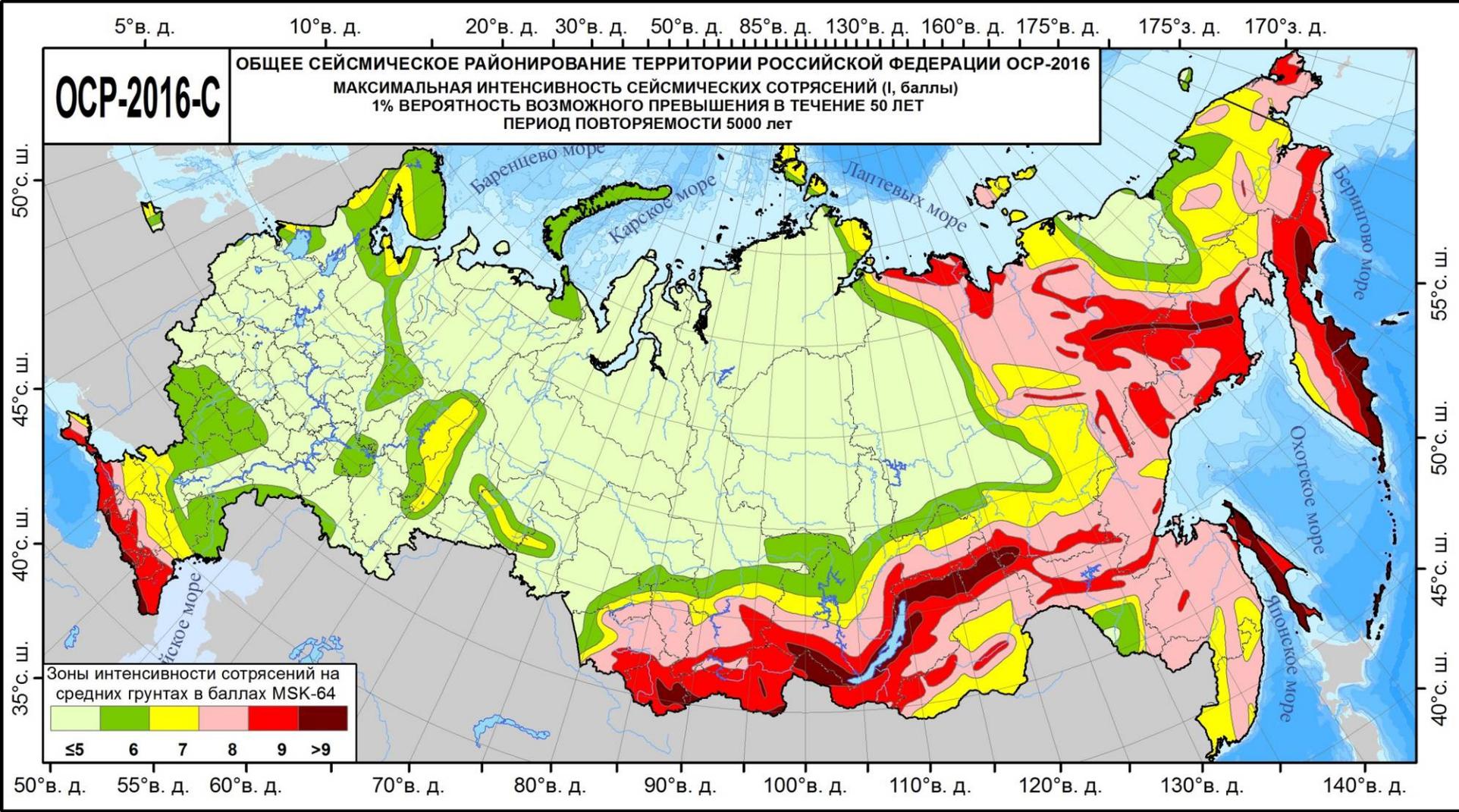
Комплект карт ОСР-2016



Комплект карт ОСР-2016



Комплект карт ОСР-2016

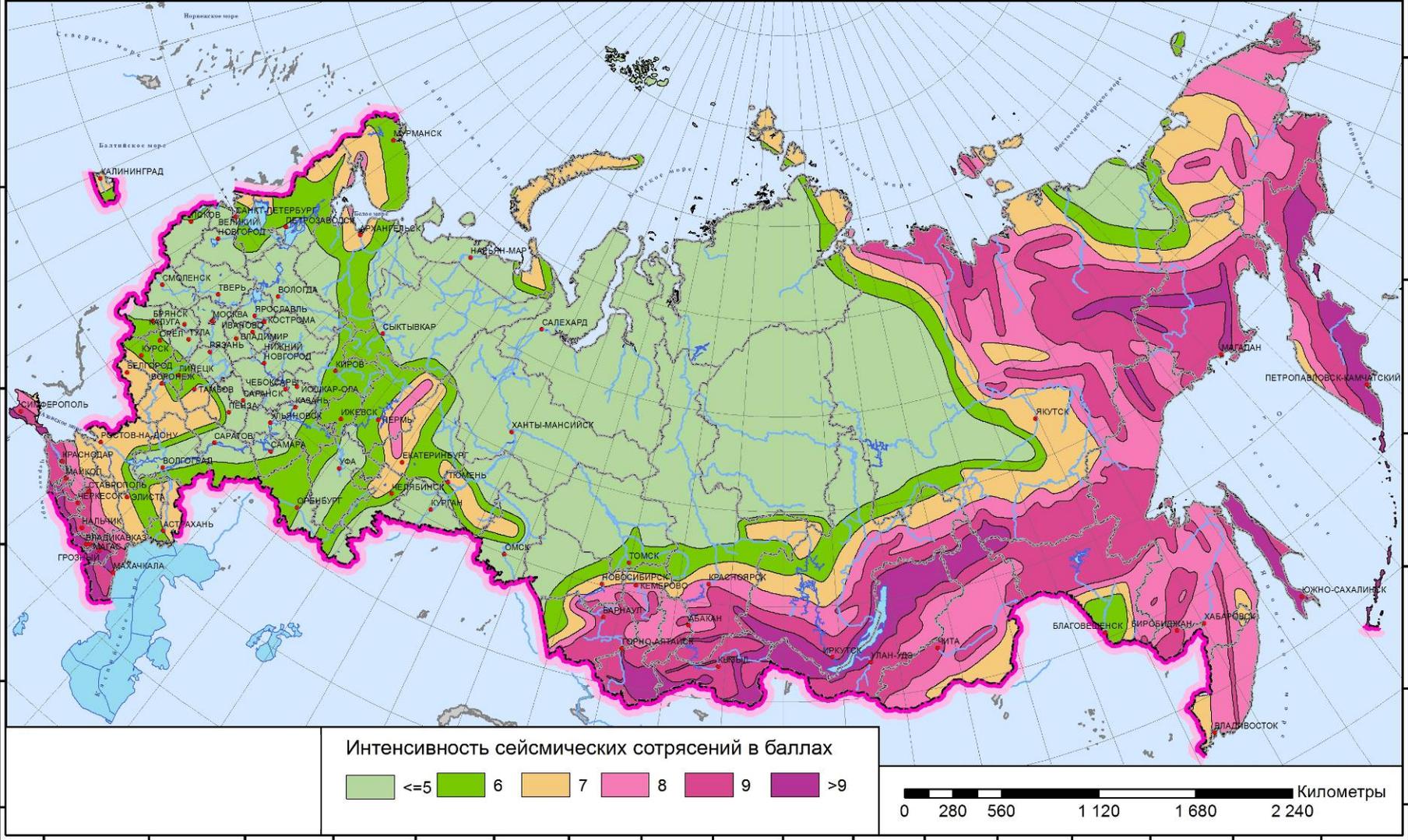


Комплект карт ОСР-2016

ОСР-2016-D

ОБЩЕЕ СЕЙСМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

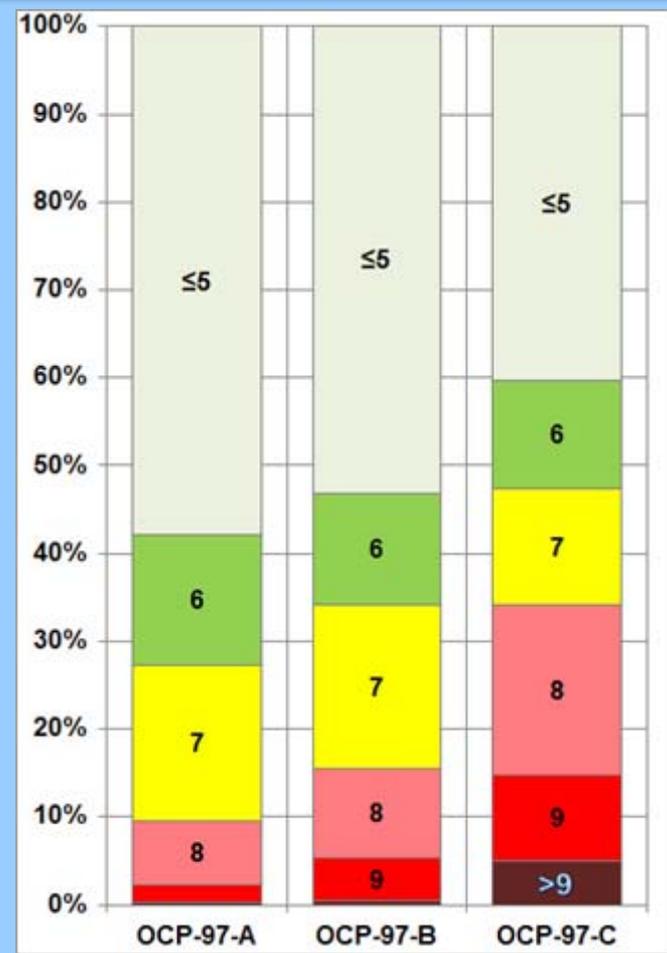
МАКСИМАЛЬНАЯ ИНТЕНСИВНОСТЬ СЕЙСМИЧЕСКИХ СОТРЯСЕНИЙ (I, баллы) 0,5%-ная вероятность превышения расчетной интенсивности в течение 50 лет (период повторяемости сотрясений – 10000 лет).



СОПОСТАВЛЕНИЕ ПЛОЩАДЕЙ ЗОН РАЗНОЙ БАЛЛЬНОСТИ НА КАРТАХ ОСП-97 И ОСП-2016 В ПРОЦЕНТАХ

Балл	ОСП-2016-A	ОСП-2016-B	ОСП-2016-C
≤5	60.1	56.3	54.6
6	12.3	11.5	14.7
7	19.3	17.2	12.5
8	6.9	12.0	7.4
9	1.3	3.0	8.4
>9	0.1	0.1	2.4

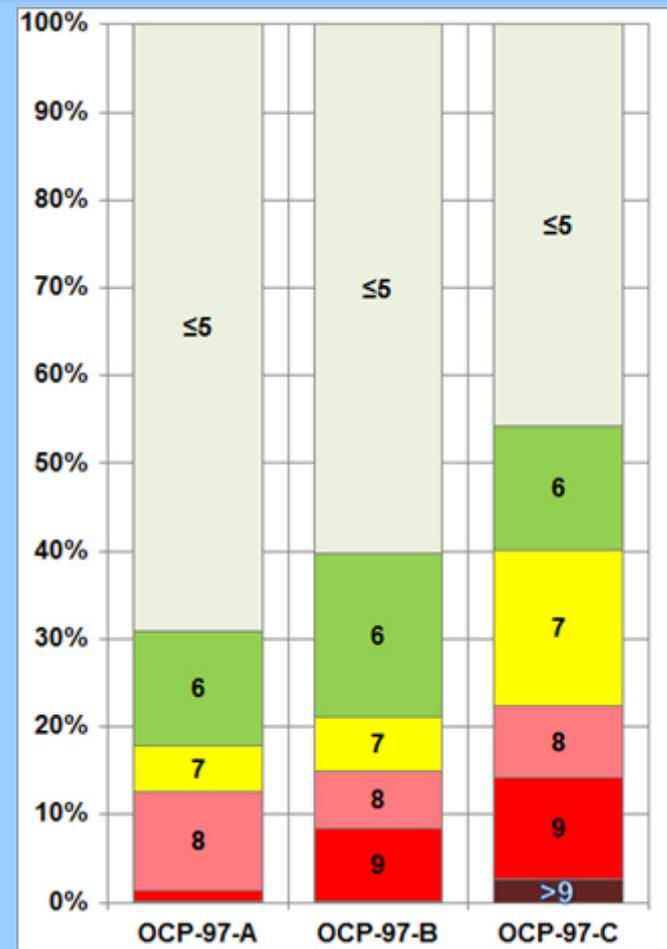
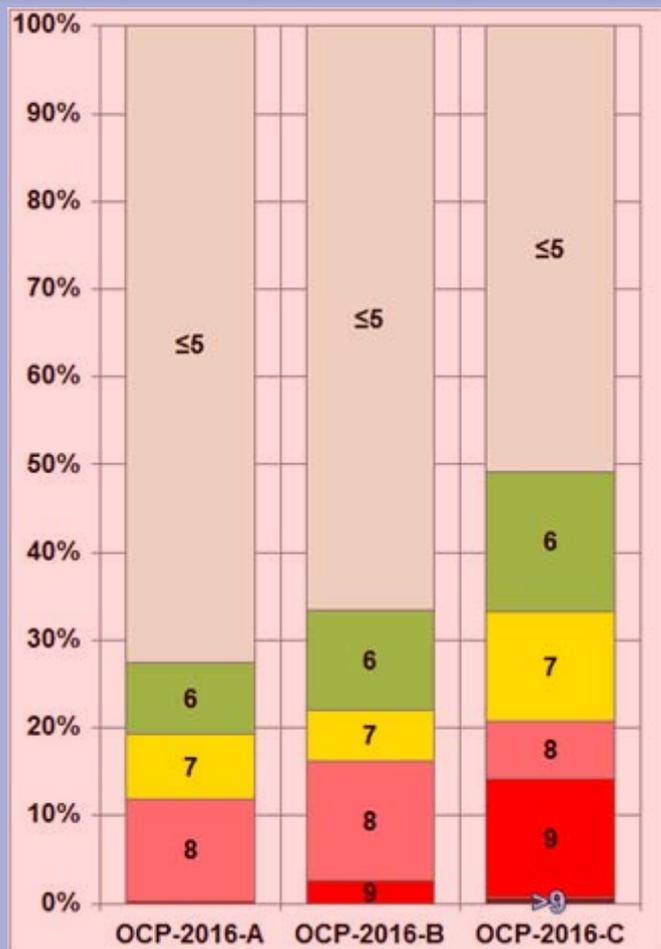
Балл	ОСП-97-A	ОСП-97-B	ОСП-97-C
≤5	57.9	53.1	40.3
6	14.8	12.8	12.3
7	17.8	18.6	13.3
8	7.2	10.1	19.3
9	2.1	4.9	9.8
>9	0.2	0.5	5.0



СОПОСТАВЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ В ЗОНАХ РАЗНОЙ БАЛЛЬНОСТИ ПО КАРТАМ ОСР-97 И ОСР-2016 В ПРОЦЕНТАХ

Балл	ОСР-2016-A	ОСР-2016-B	ОСР-2016-C
≤5	72.617 %	66.621 %	50.781 %
6	8.068 %	11.352 %	16.000 %
7	7.473 %	5.867 %	12.379 %
8	11.509 %	13.571 %	6.604 %
9	0.329 %	2.574 %	13.555 %
>9	0.004 %	0.014 %	0.681 %

Балл	ОСР-97-A	ОСР-97-B	ОСР-97-C
≤5	69.090 %	60.240 %	45.725 %
6	13.064 %	18.597 %	14.122 %
7	5.221 %	6.222 %	17.809 %
8	11.325 %	6.518 %	8.128 %
9	1.186 %	8.230 %	11.557 %
>9	0.114 %	0.193 %	2.660 %



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!