

Международная конференция «Актуальные проблемы современной сейсмологии»,
посвященной 50-летию Института сейсмологии им. Г.А. Мавлянова АН РУз, Ташкент.

=====

Новые карты общего сейсмического районирования территории Российской Федерации ОСР-2016

Главные редакторы
д.ф.-м.н., проф. В.И. Уломов, к.г.-м.н. М.И. Богданов
Заместители главных редакторов
к.г.-м.н. А.Л. Стром, к.т.н. С.А. Перетокин

Докладчик М.И. Богданов, Ташкент, 12.10.2016 г.

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

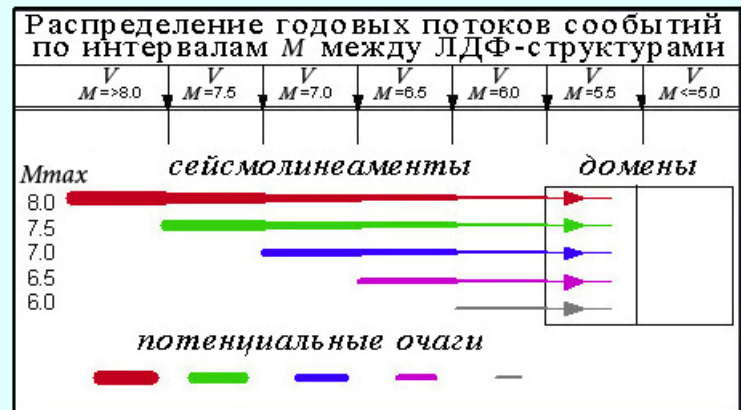
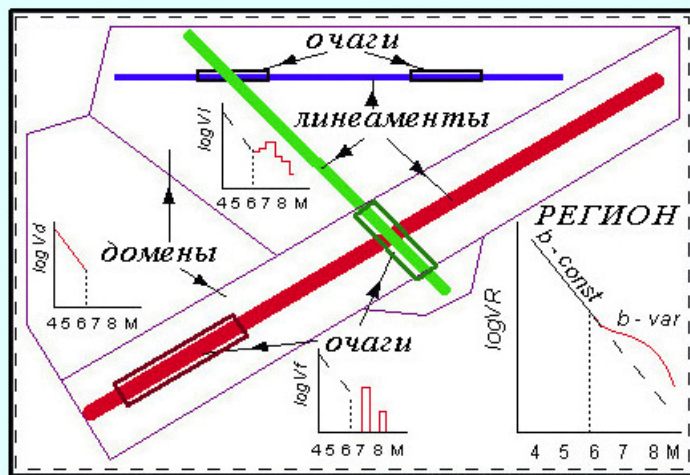
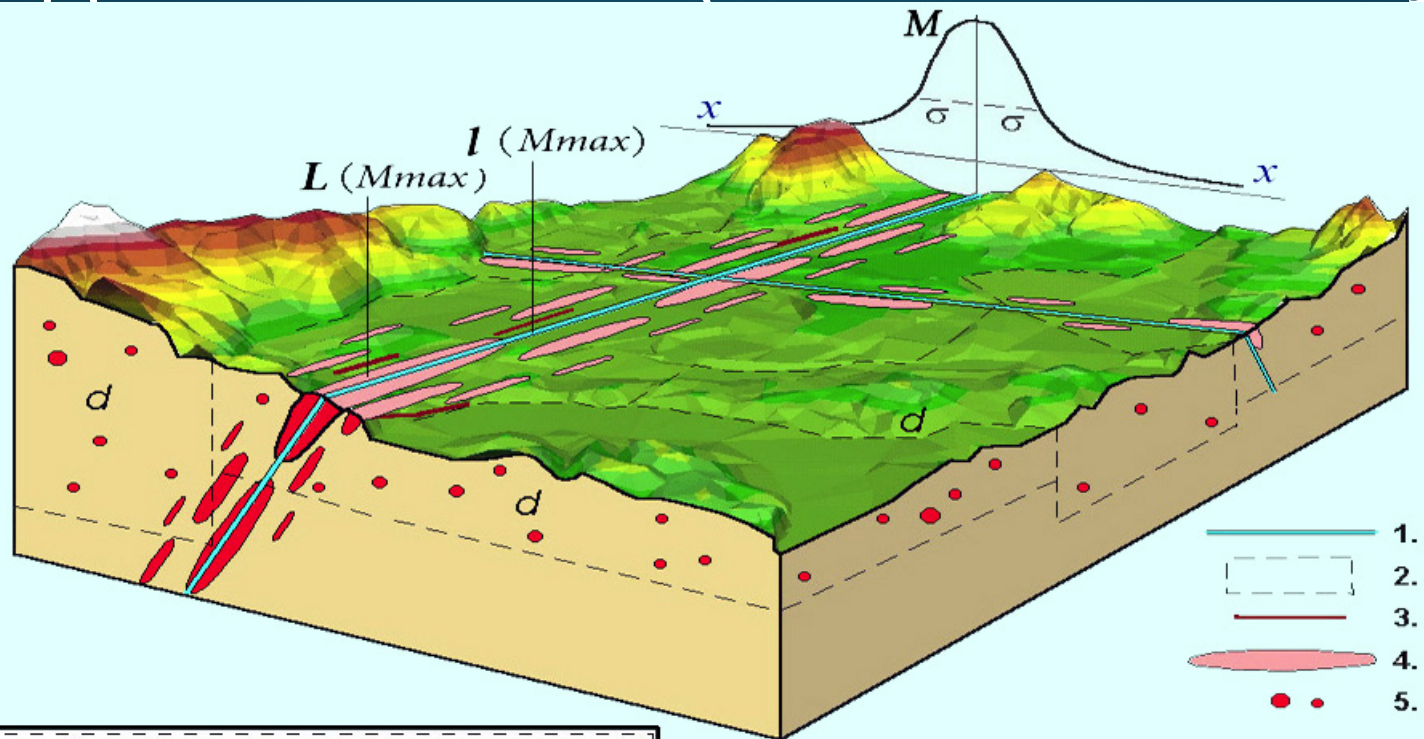
МОДЕЛЬ СЕЙСМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА

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

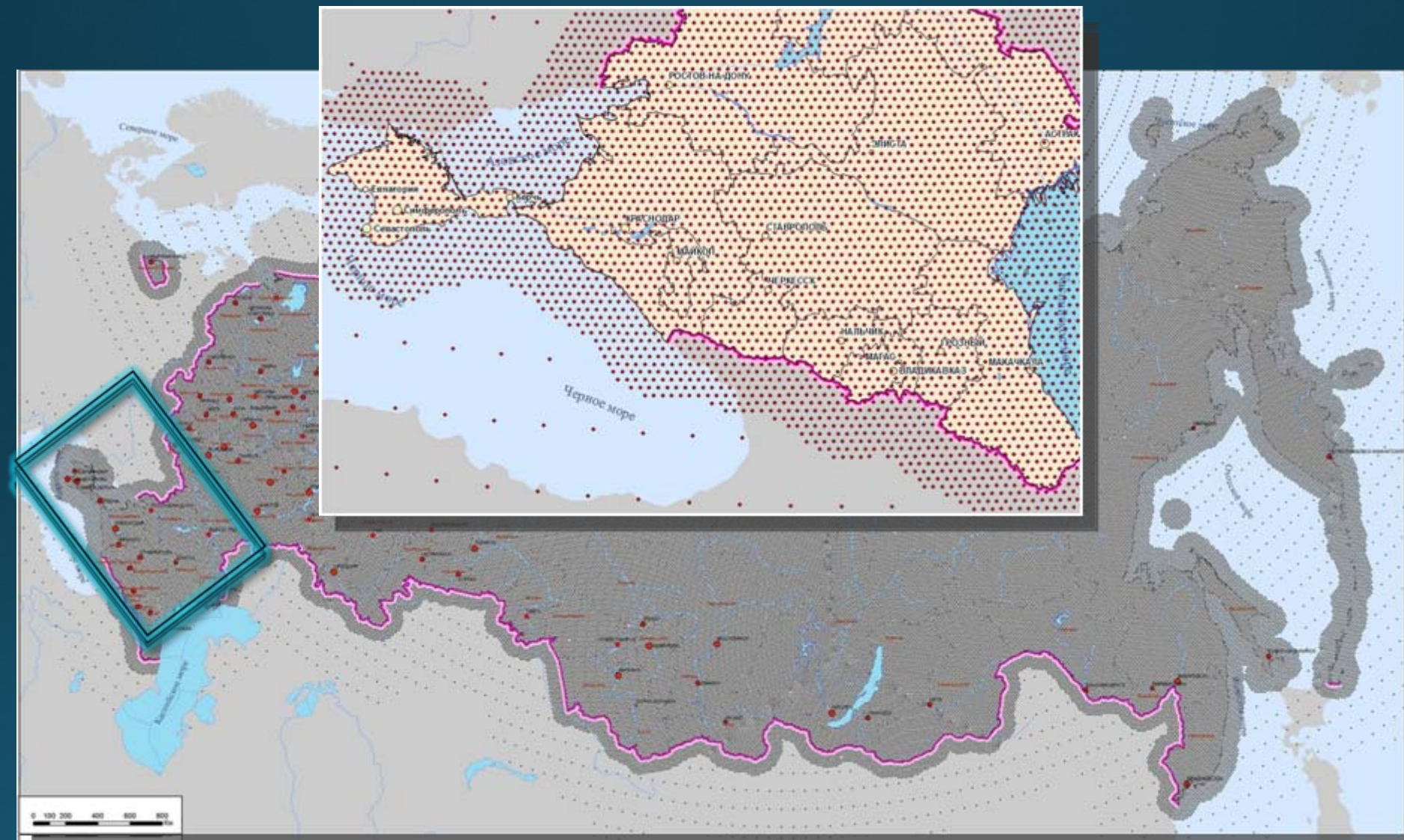
СЕЙСМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ

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



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

В ОТЛИЧИЕ ОТ КАРТ ОСР-97, ГДЕ ИСПОЛЬЗОВАЛАСЬ КВАДРАТНАЯ ОПРОСНАЯ СЕТКА С ШАГОМ 25 км, ПРИ ДАЛЬНЕЙШИХ РАБОТАХ РАСЧЕТЫ ВЕЛИСЬ ПО РАВНОМЕРНОЙ ТРЕУГОЛЬНОЙ СЕТКЕ С ШАГОМ 15 км



Уточнялись исходные модели:

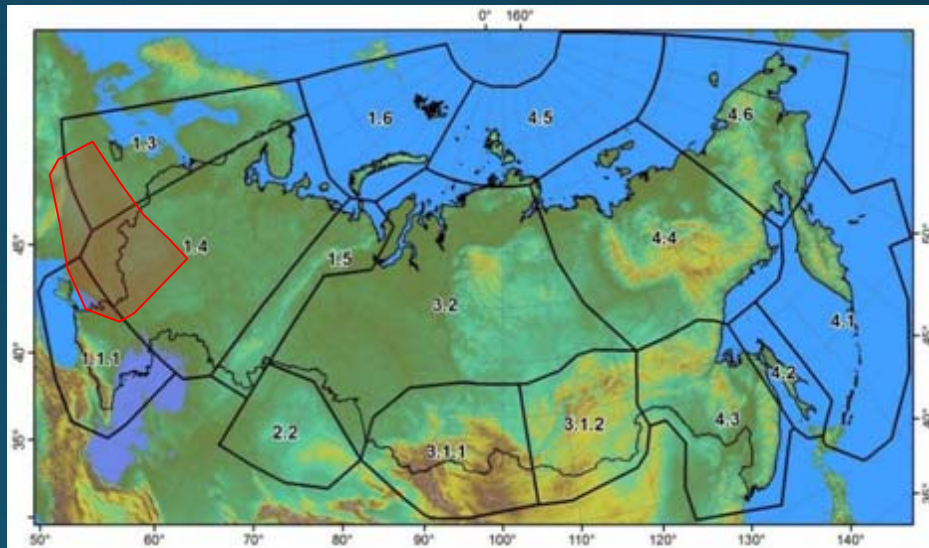
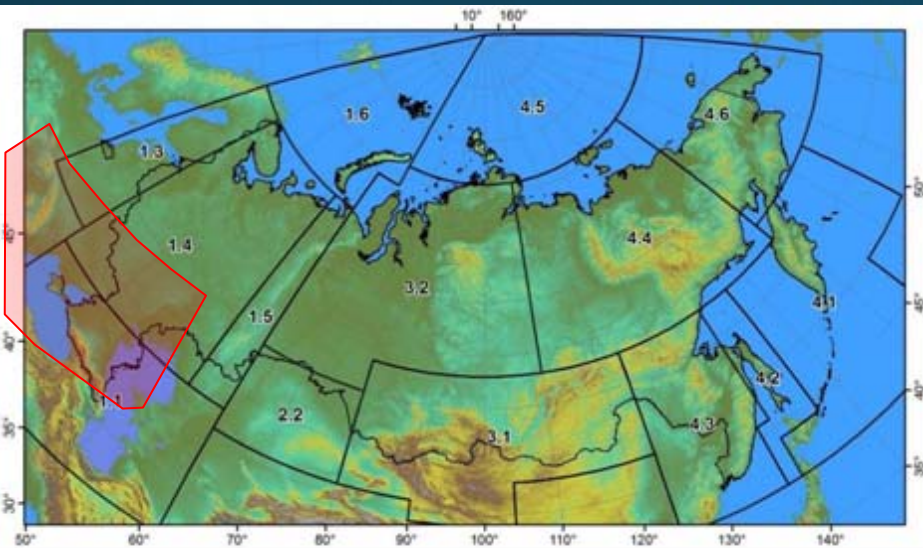
Модель очаговых зон

Модель сейсмического эффекта

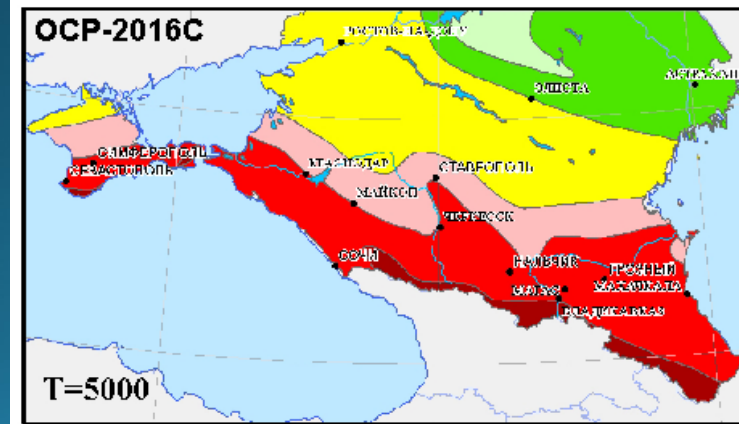
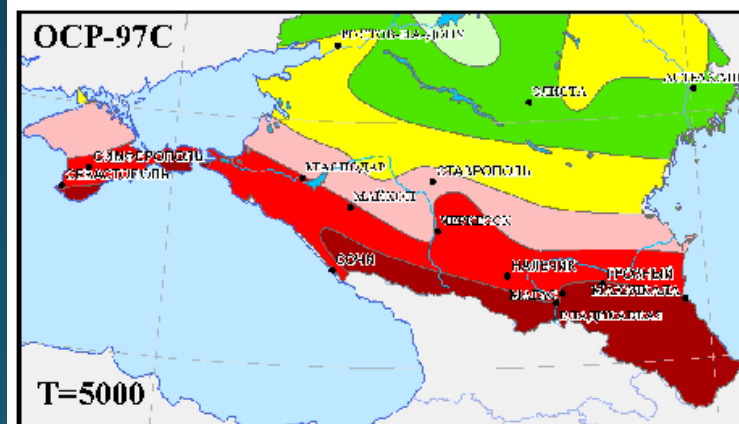
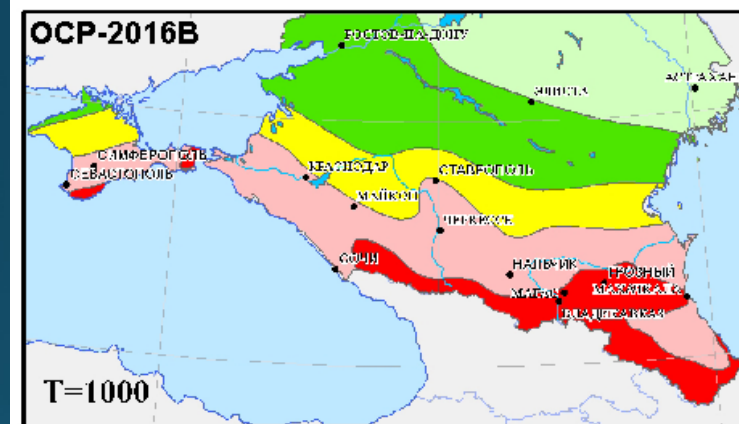
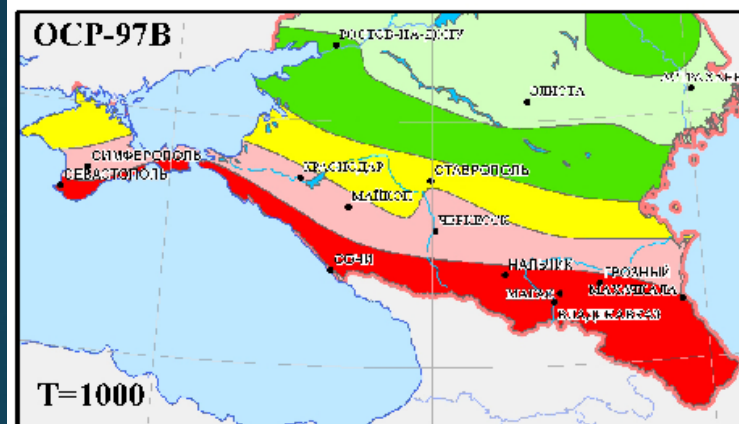
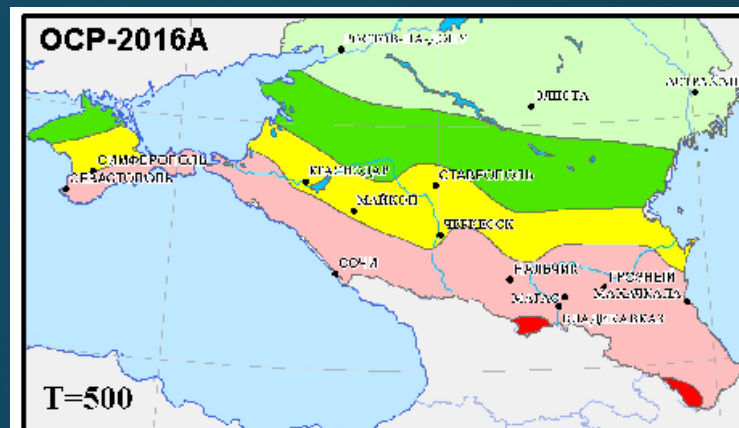
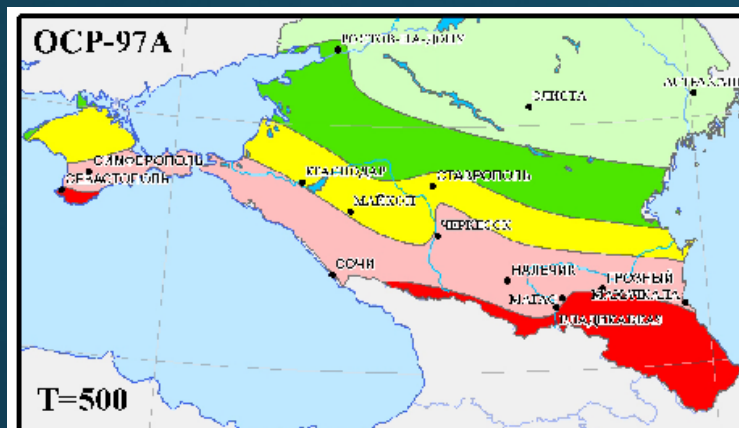
Уточнена сейсмогеодинамическая регионализация

ОСР-97

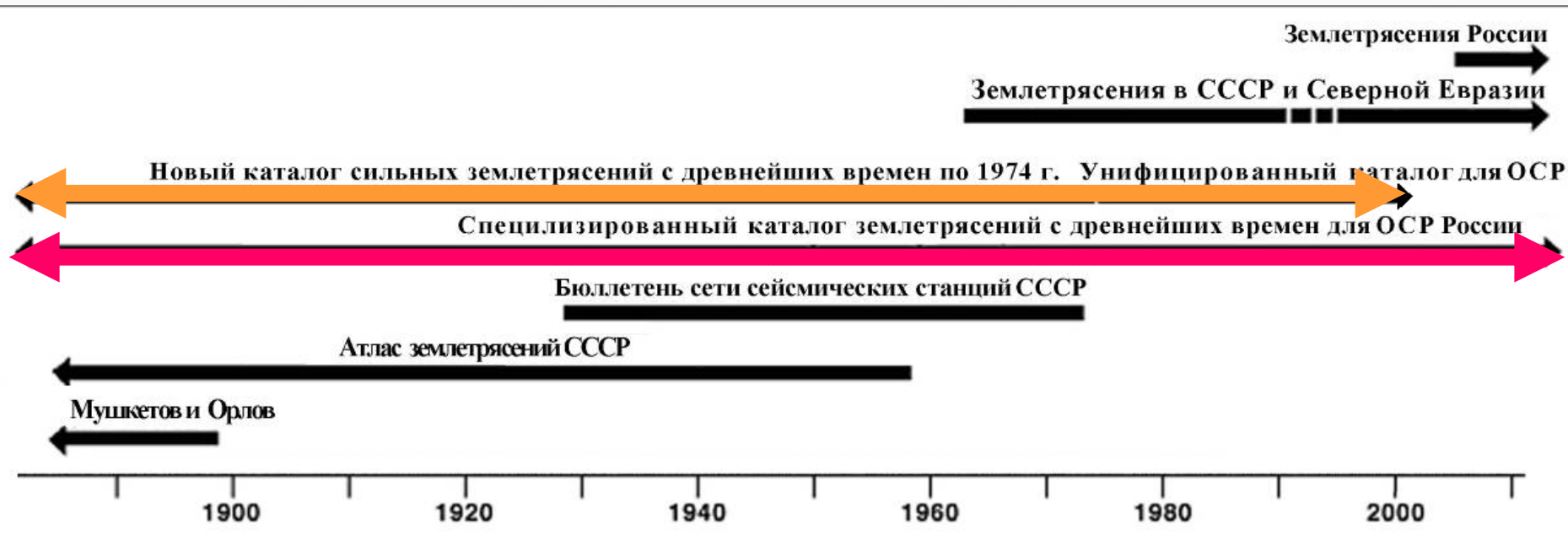
ОСР-2014/2016



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



Каталоги землетрясений на территории Российской Империи, СССР и Российской Федерации



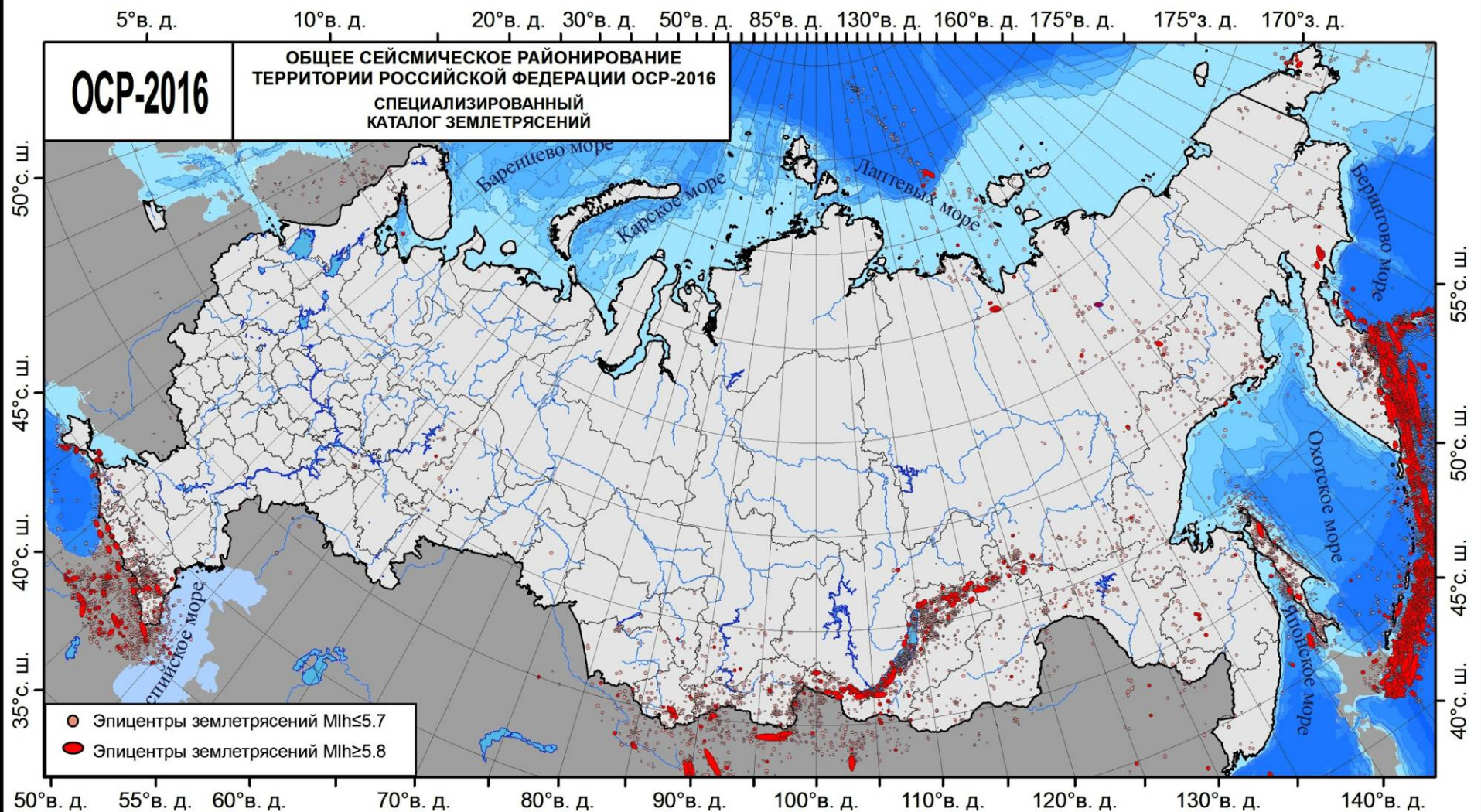
Карты ОСР-97 базировались на **Унифицированном каталоге землетрясений Северной Евразии (УКЗ)**.

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

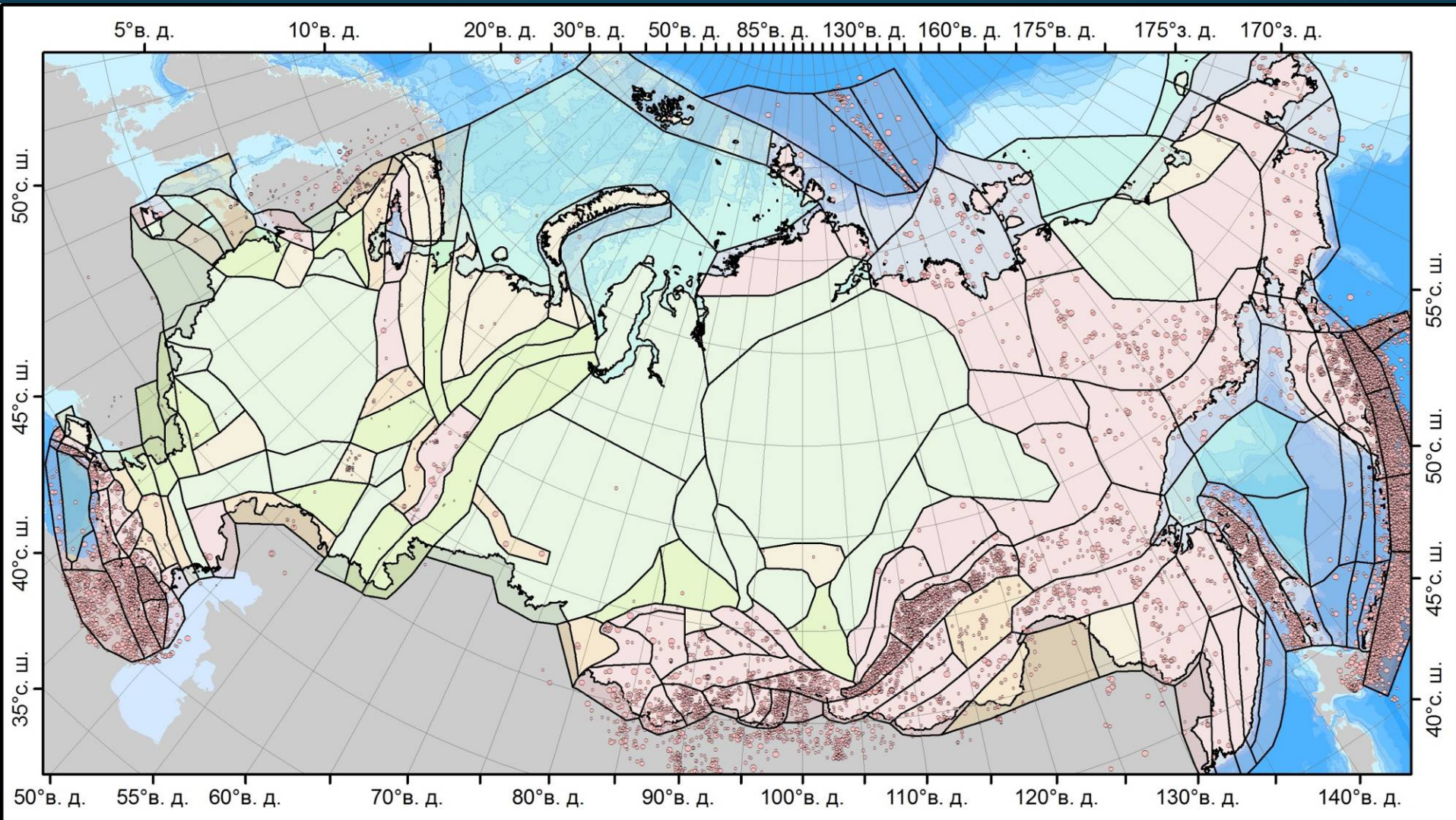
В **СКЗ** включены данные о протяженности и ориентации очагов крупных землетрясений с $M_s \geq 6.8$. Для Европейской части России и Урала проведена ревизия макросейсмических данных по доинструментальным землетрясениям.

ОСР-2016

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

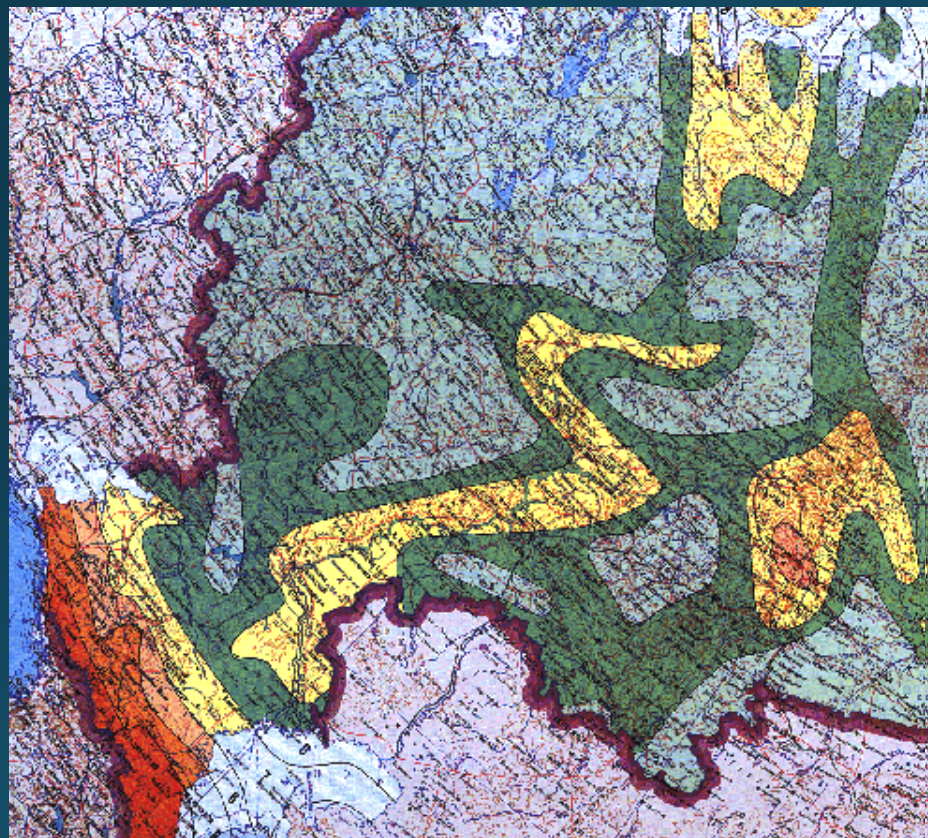


СОПОСТАВЛЕНИЕ ЭПИЦЕНТРОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ $M_{LH} \leq 5.7$ И ДОМЕНОВ МОДЕЛИ ЗОН ВОЗ ОСР-2016

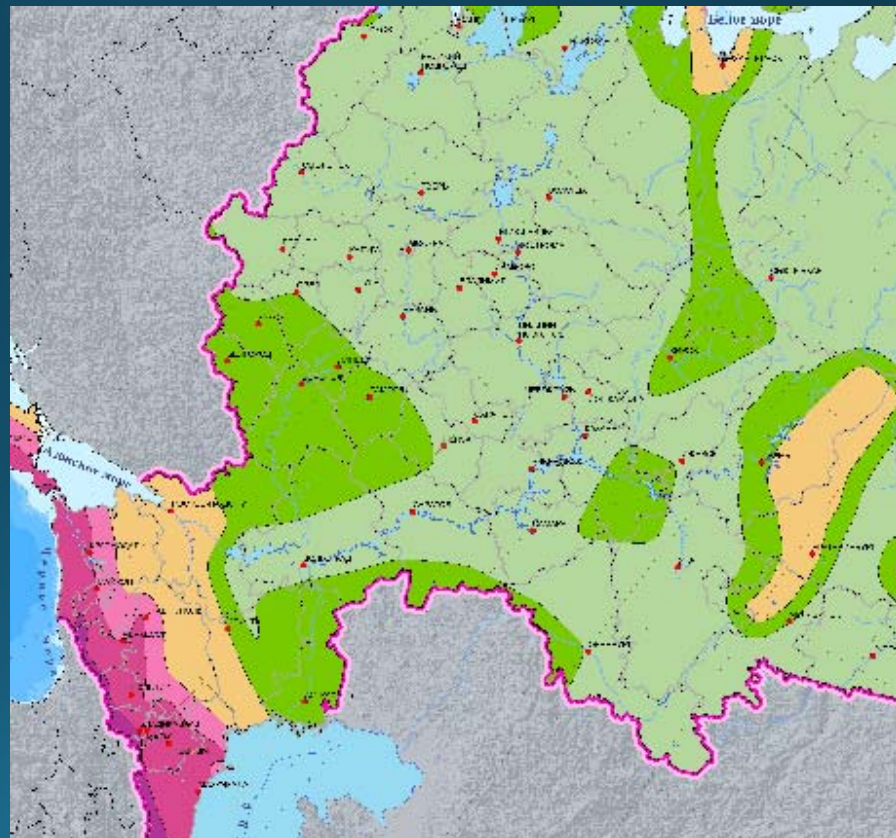


Это, в частности, позволило откорректировать представления о сейсмической опасности Центральной части России и Поволжья

ОСР-97 С



ОСР-2016 С

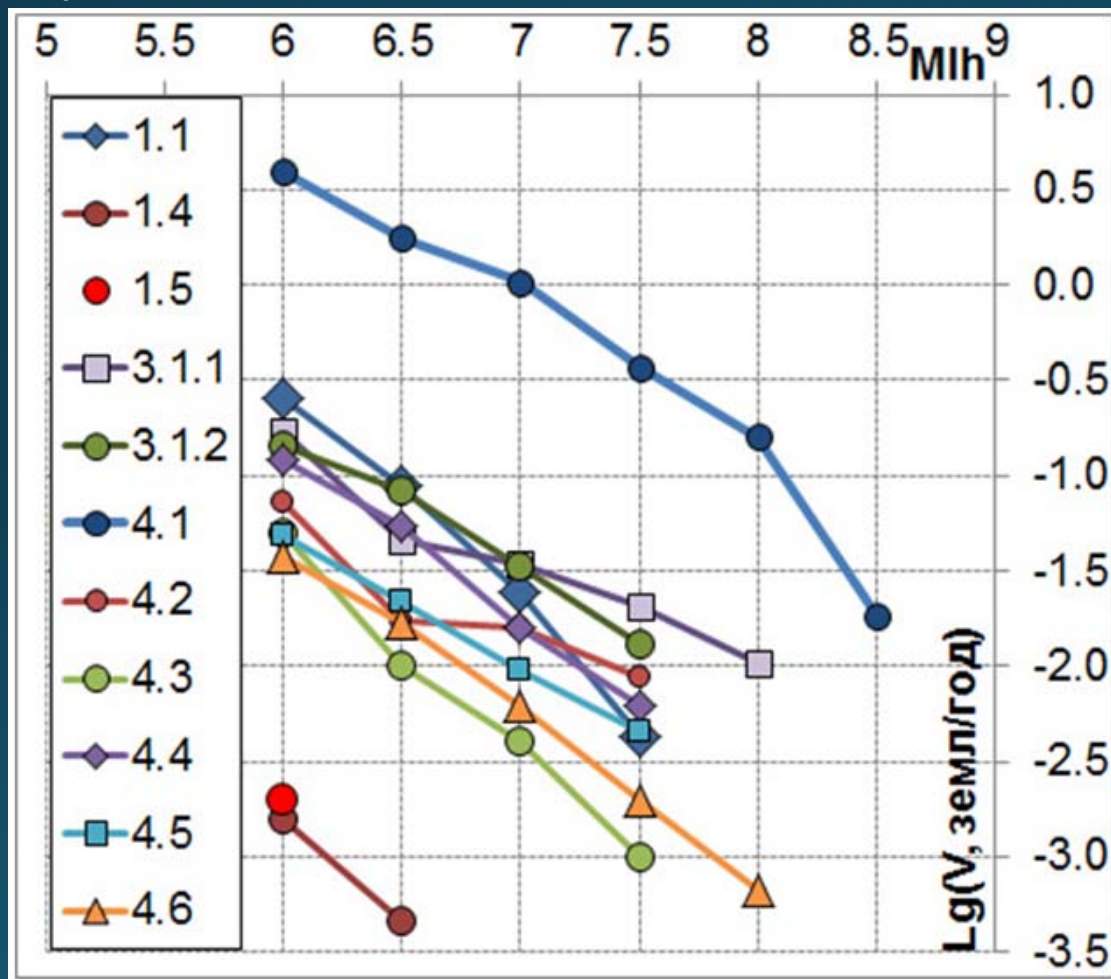


Палеосейсмология

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.



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
линементами для
каждого из
регионов

Крымско-Кавказский регион (1.1)

Графики накопления землетрясений разных магнитуд

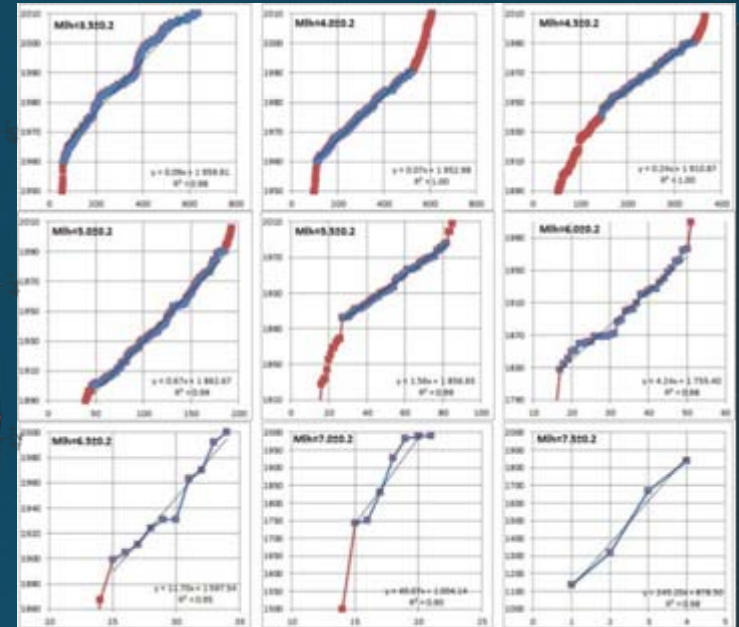
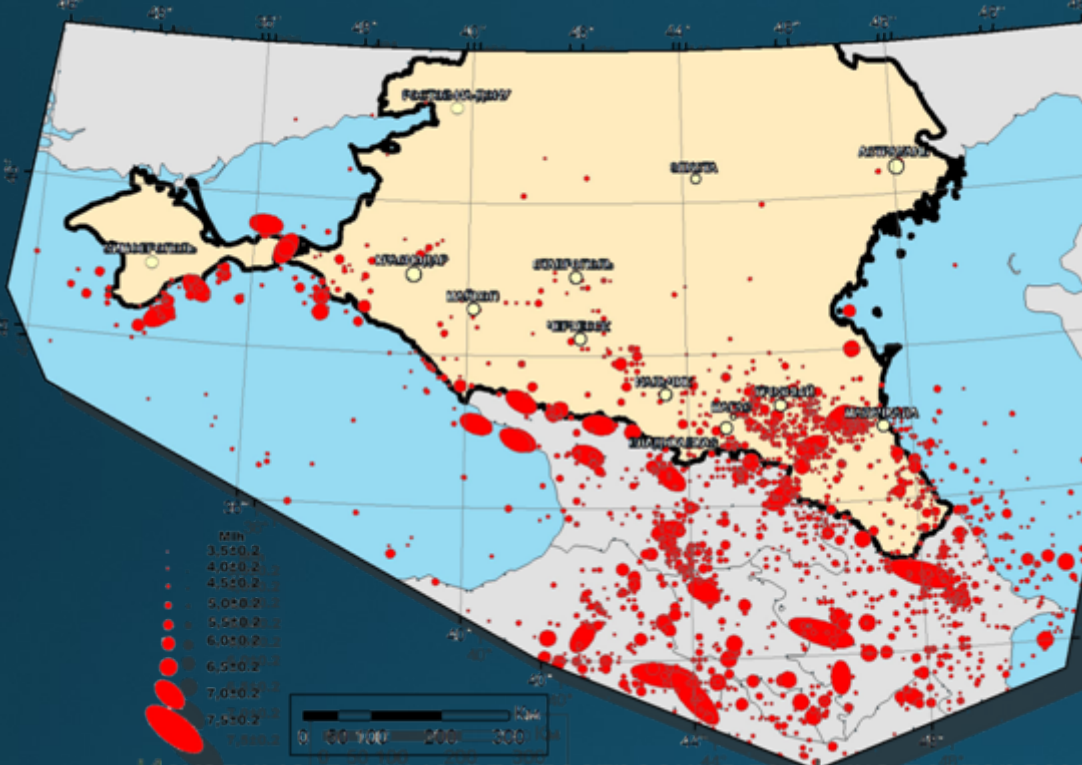
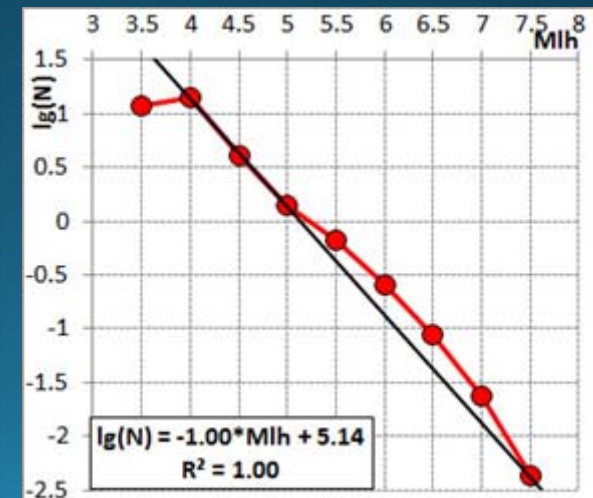


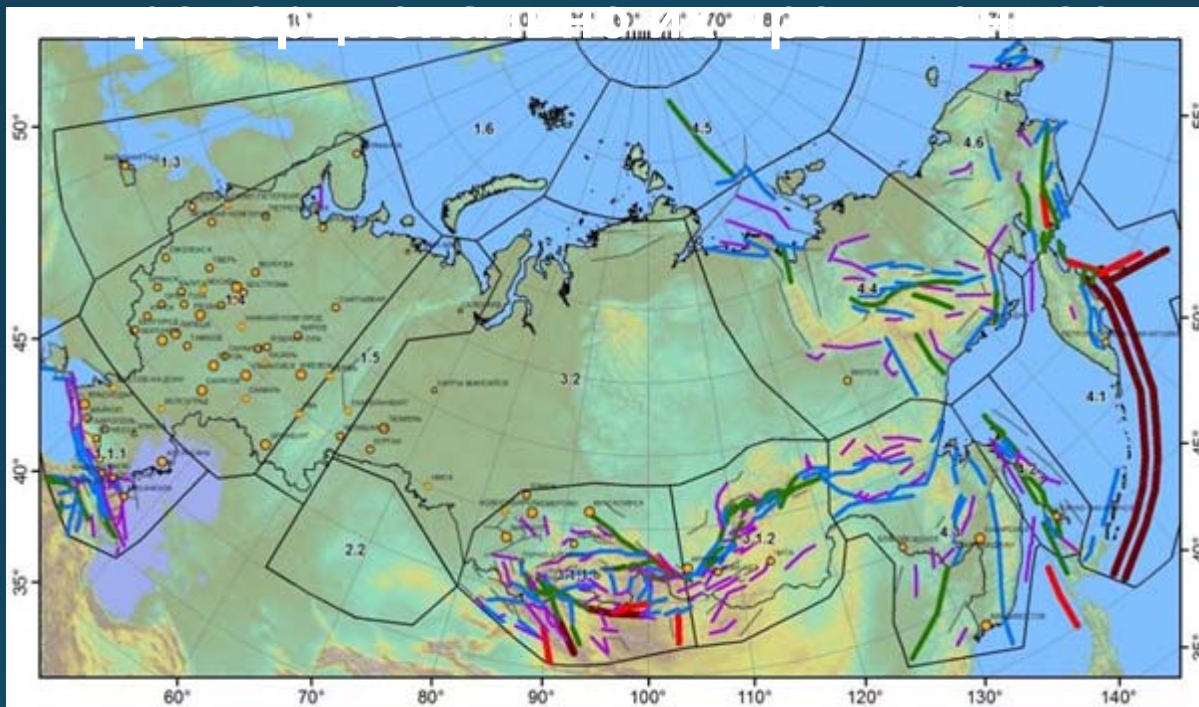
График повторяемости

Исходные данные для построения графика повторяемости

Mln±0.2	Интервал времени		Период T, лет	Кол-во	Повт-ть	Период
	Начало	Конец				
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



Повторяемость событий разных магнитуд на линеаментах при отсутствии исторических и палеосейсмологических данных определялась



Повторяемость на i -том линеаменте землетрясений с магнитудой M ;

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

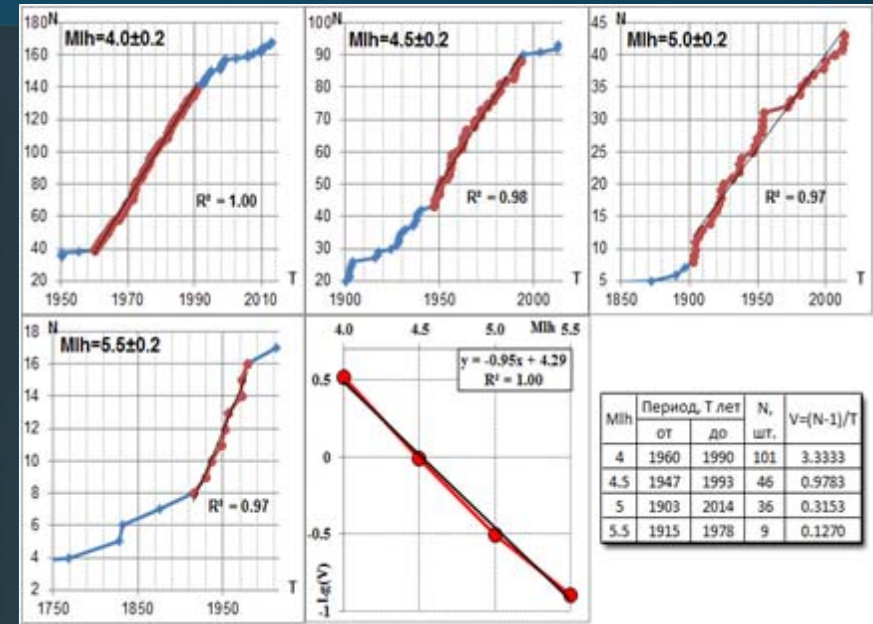
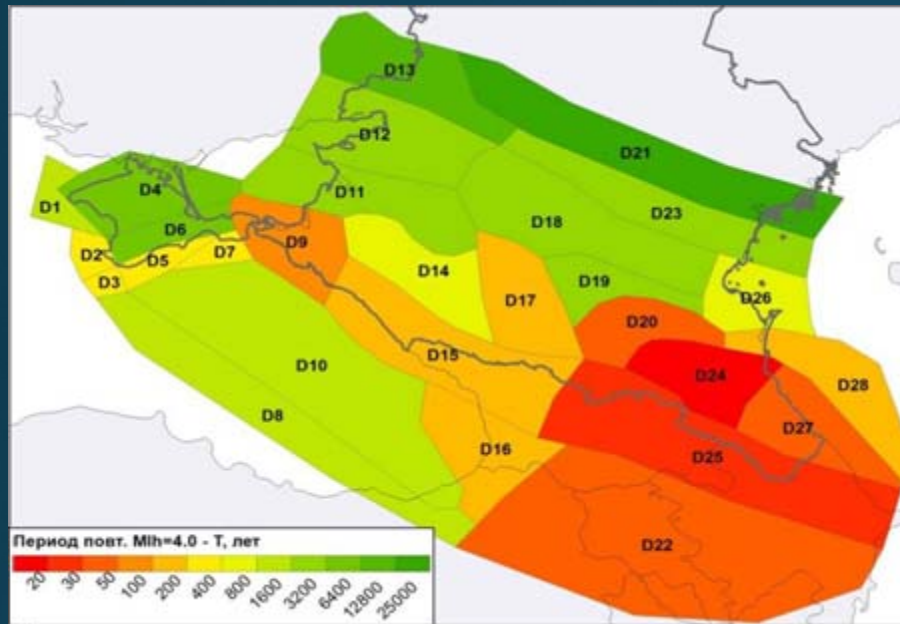
L_i – длина i -того линеамента;

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

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

Для доменов - пропорционально их площади

Принципы построения графика повторяемости для доменов зависят от имеющихся сейсмостатистических данных



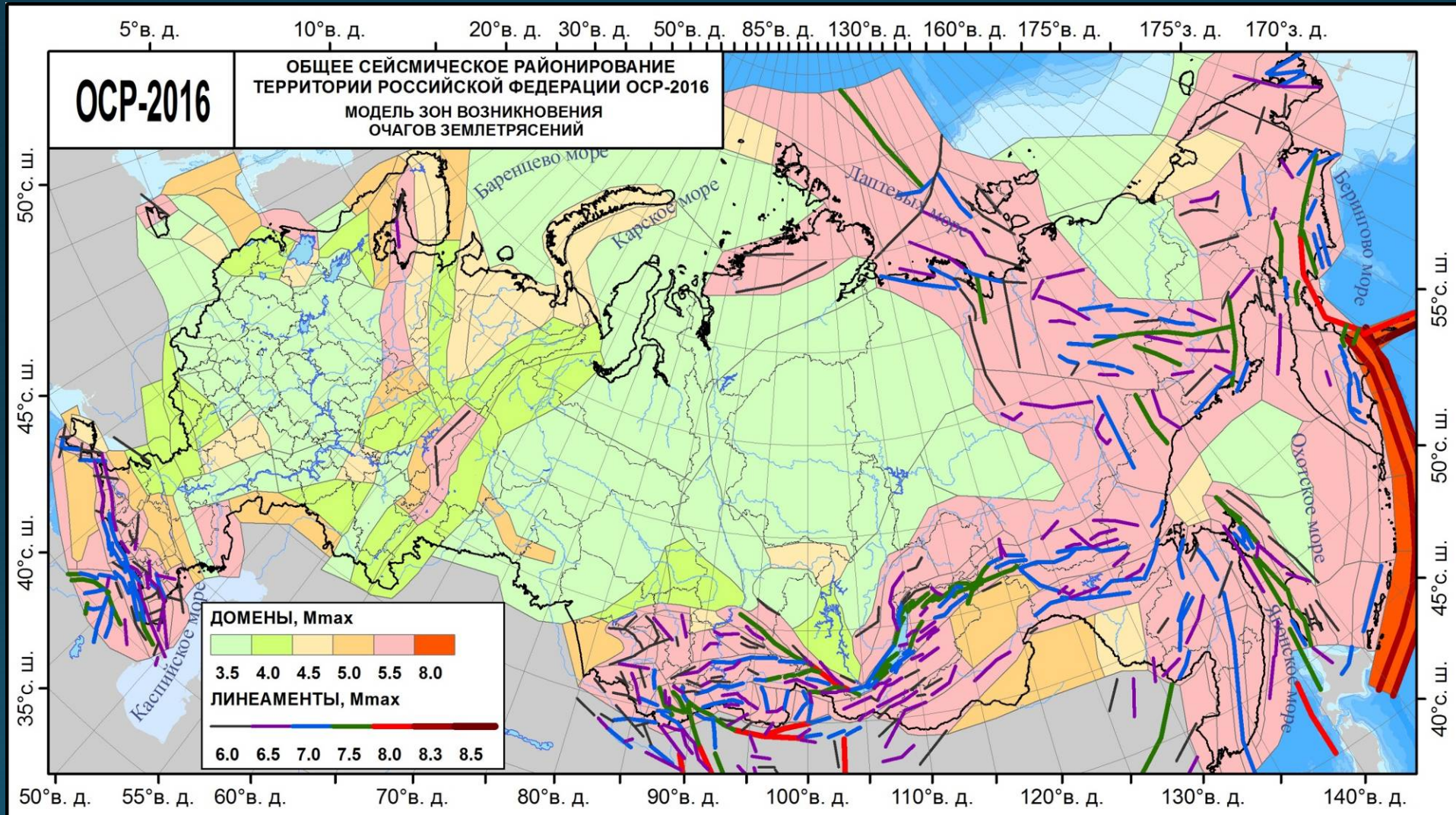
Периоды повторяемости землетрясений с магнитудой $M_{lh}=4.0$ на 1000 км^2

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

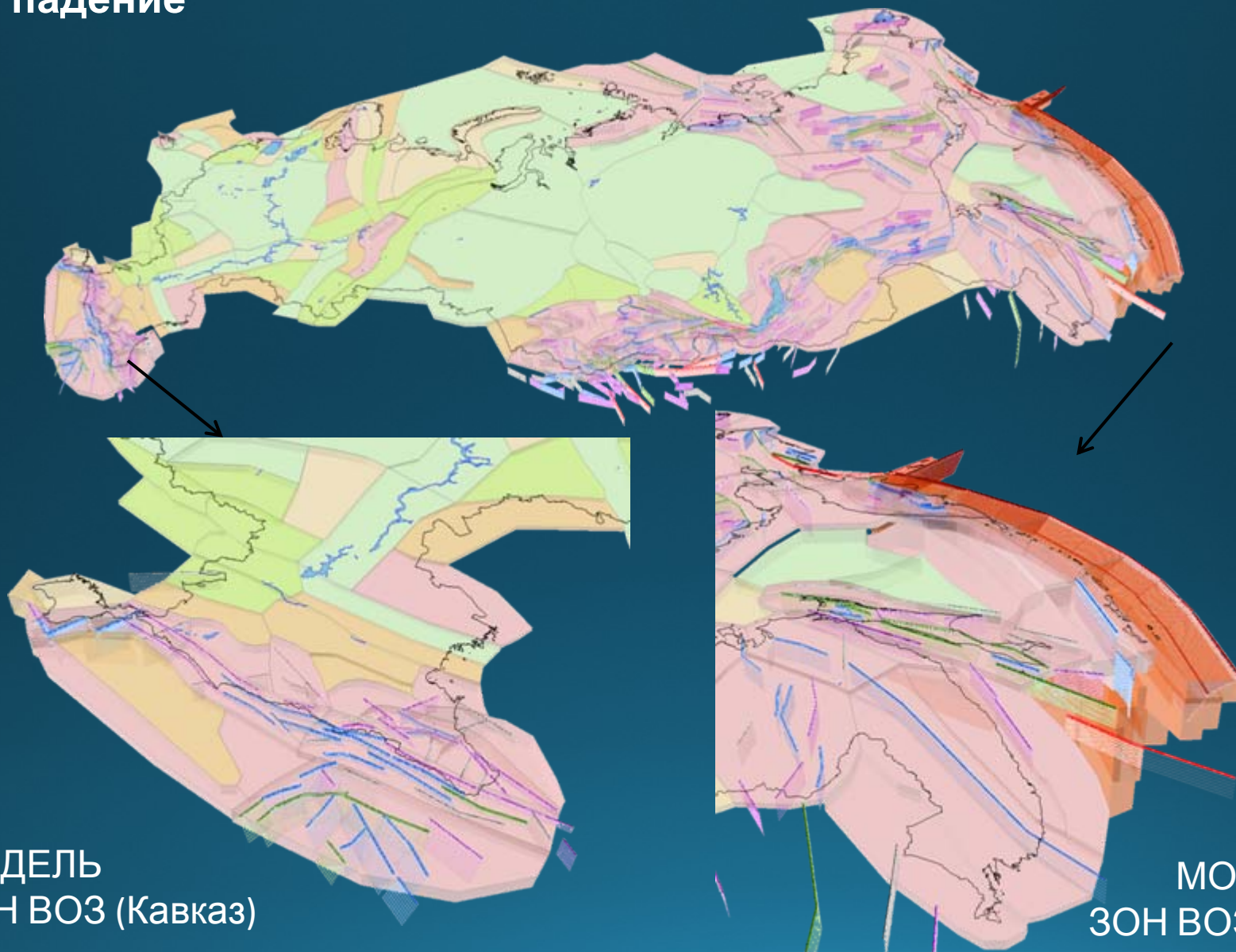
Для расположенных рядом доменов с недостаточной статистикой землетрясений строится общий график повторяемости, который график распределяется между доменами пропорционально их площади.

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

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



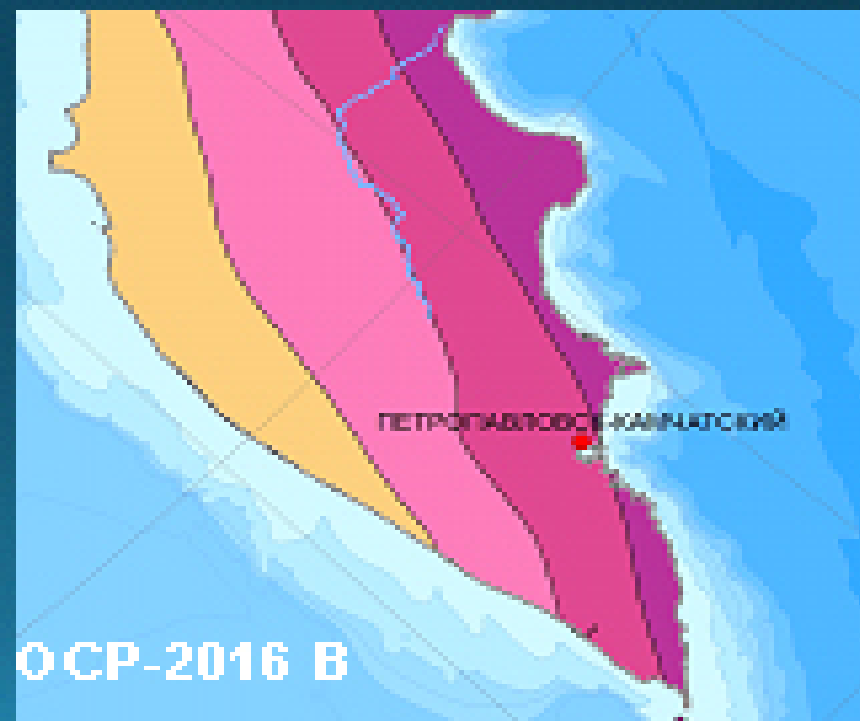
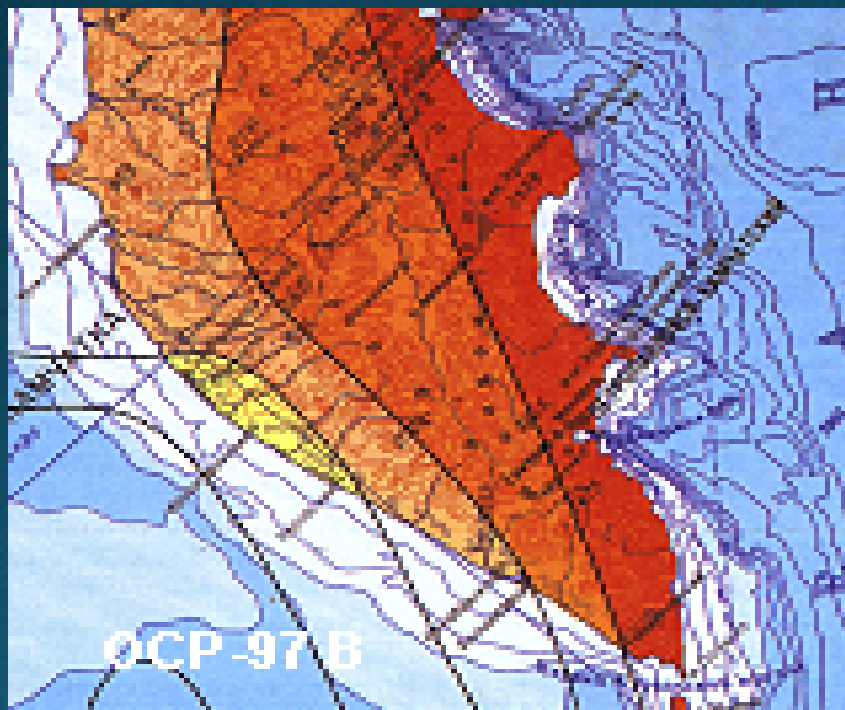
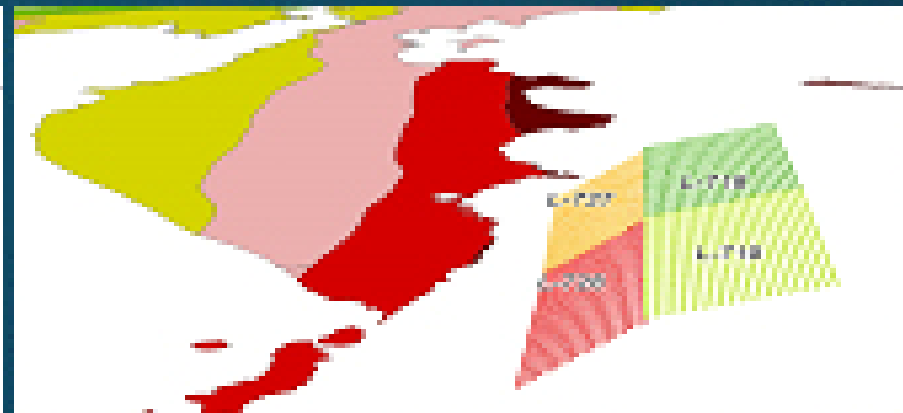
Уточнялось не только положение зон ВОЗ в плане, но и их падение



МОДЕЛЬ
ЗОН ВОЗ (Кавказ)

МОДЕЛЬ
ЗОН ВОЗ (ДВ)

КОРРЕКТИРОВКА МОДЕЛИ ЗОНЫ СУБДУКЦИИ ДЛЯ КАМЧАТКИ



ОСР-97

ОСР-2016

МОДЕЛЬ СЕЙСМИЧЕСКОГО ЭФФЕКТА (по А.А. Гусеву)

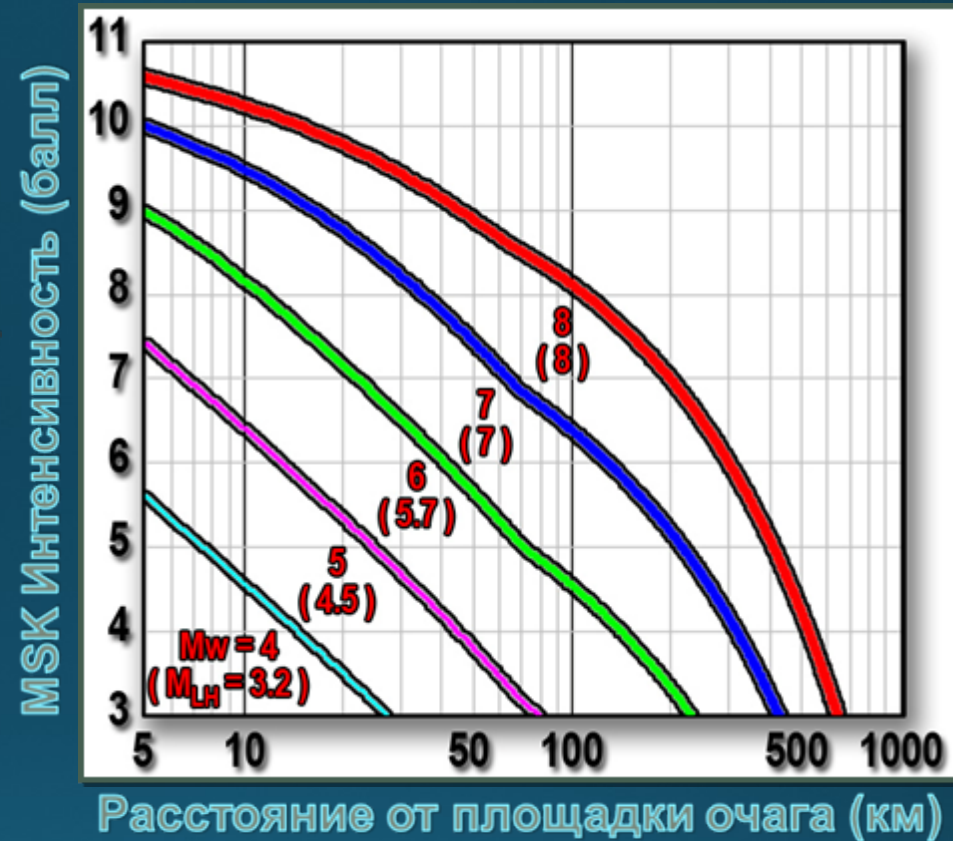
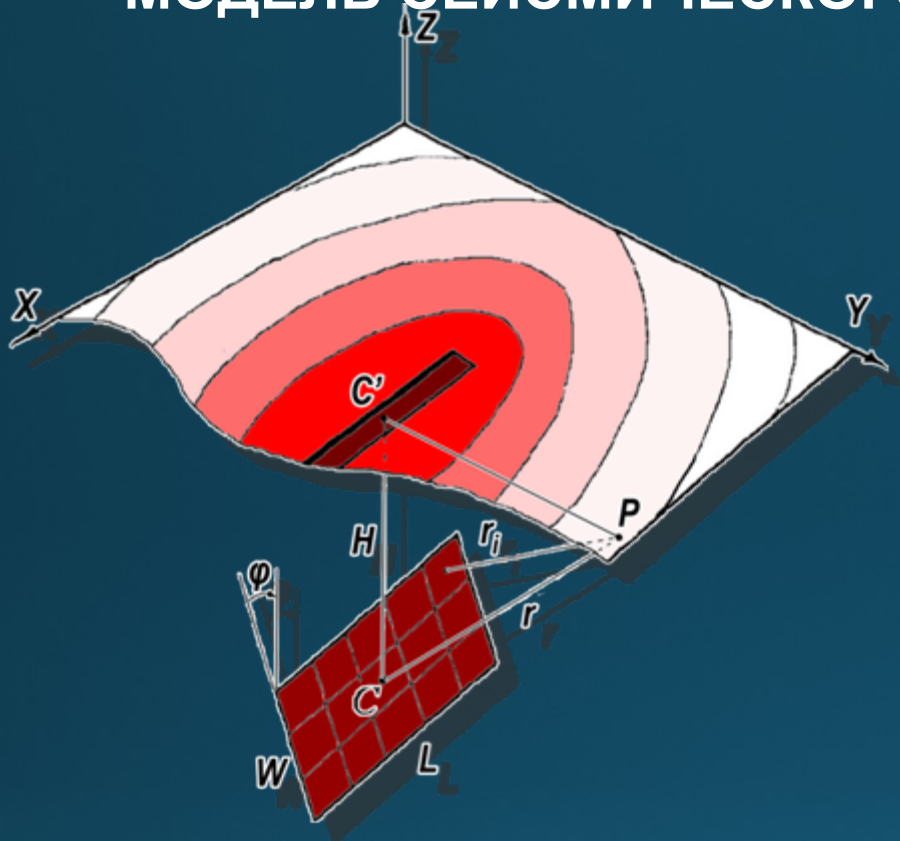
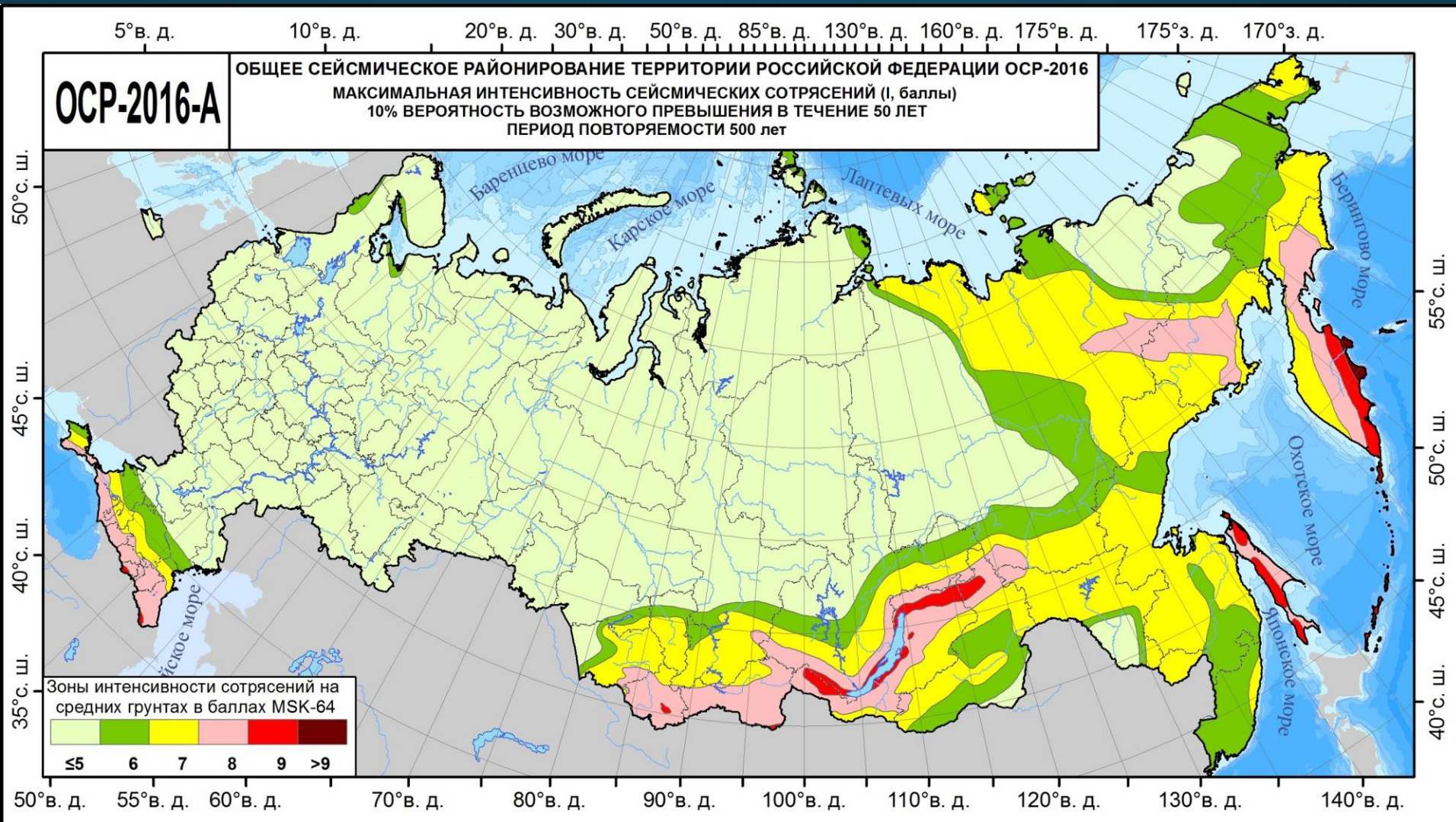


СХЕМА РАСЧЕТА ИНТЕНСИВНОСТИ:

С - гипоцентр, С' - эпицентр прямоугольного очага длины L и ширины W на глубине H, наклоненного под углом φ . Плоскость XY -дневная поверхность, Р - 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.

Далее: комплект карт ОСР-2016 (А, В, С, D



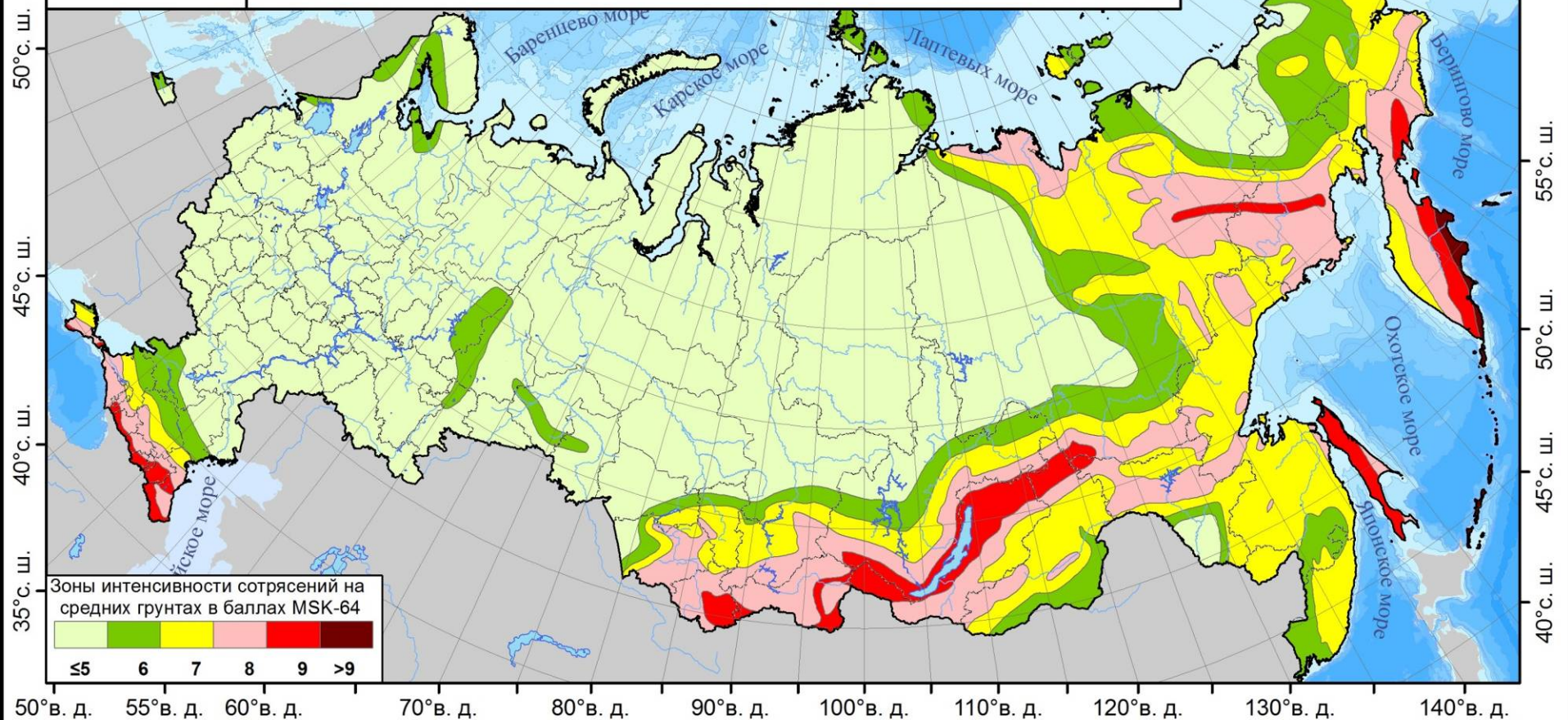
ОСР-2016-В

ОБЩЕЕ СЕЙСМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ОСР-2016

МАКСИМАЛЬНАЯ ИНТЕНСИВНОСТЬ СЕЙСМИЧЕСКИХ СОТЯСЕНИЙ (I, баллы)

5% ВЕРОЯТНОСТЬ ВОЗМОЖНОГО ПРЕВЫШЕНИЯ В ТЕЧЕНИЕ 50 ЛЕТ

ПЕРИОД ПОВТОРЯЕМОСТИ 1000 лет



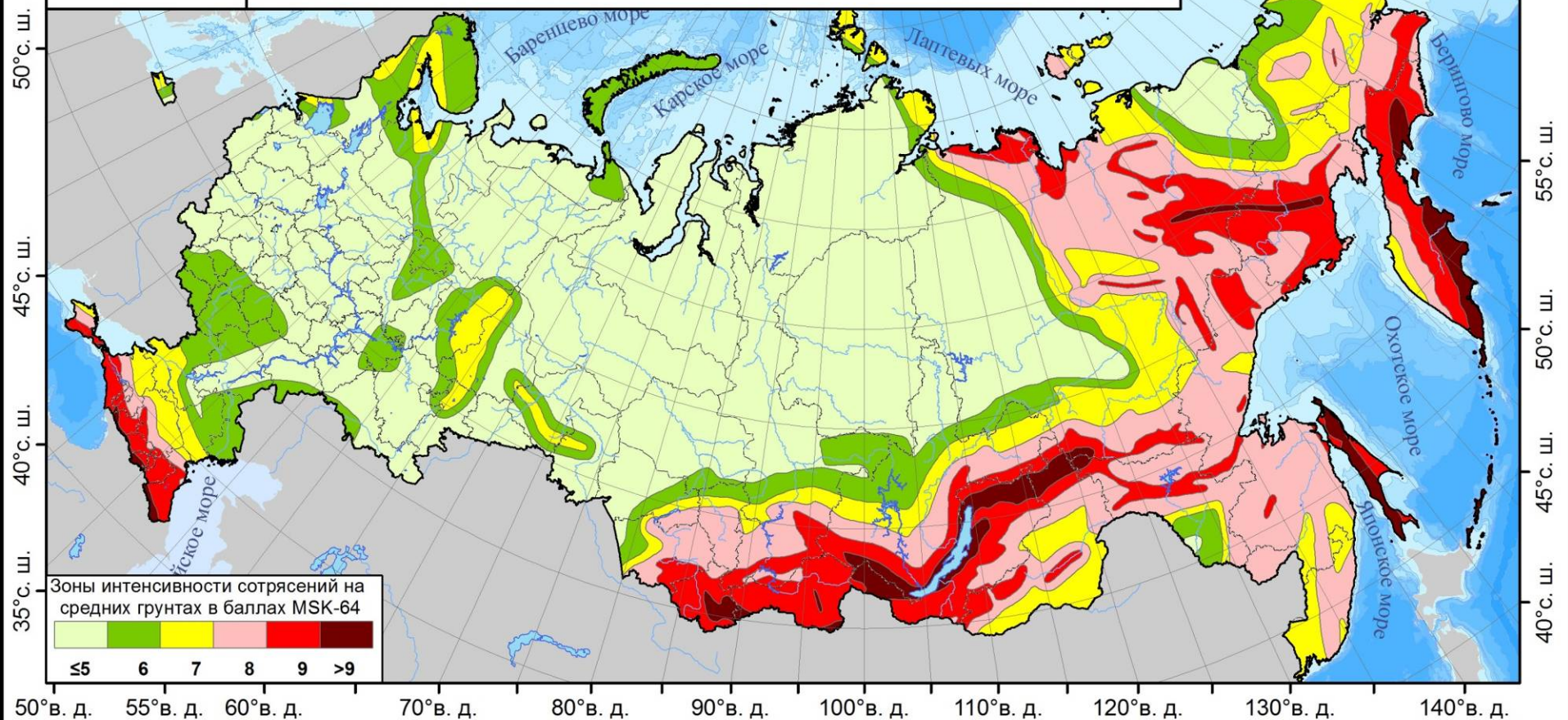
ОСР-2016-С

ОБЩЕЕ СЕЙСМИЧЕСКОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ОСР-2016

МАКСИМАЛЬНАЯ ИНТЕНСИВНОСТЬ СЕЙСМИЧЕСКИХ СОТЯСЕНИЙ (I, баллы)

1% ВЕРОЯТНОСТЬ ВОЗМОЖНОГО ПРЕВЫШЕНИЯ В ТЕЧЕНИЕ 50 ЛЕТ

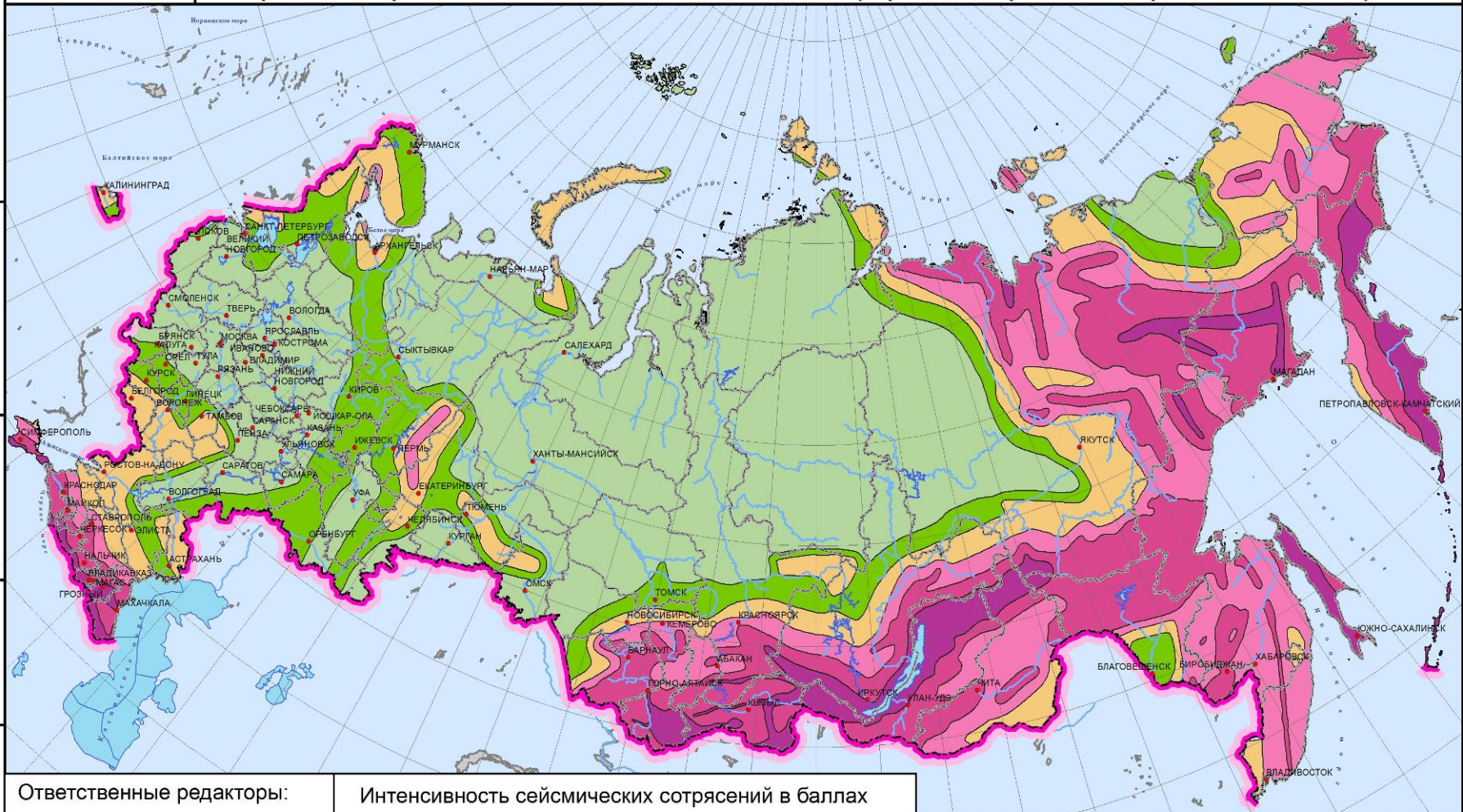
ПЕРИОД ПОВТОРЯЕМОСТИ 5000 лет



OCP-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).



Ответственные редакторы:

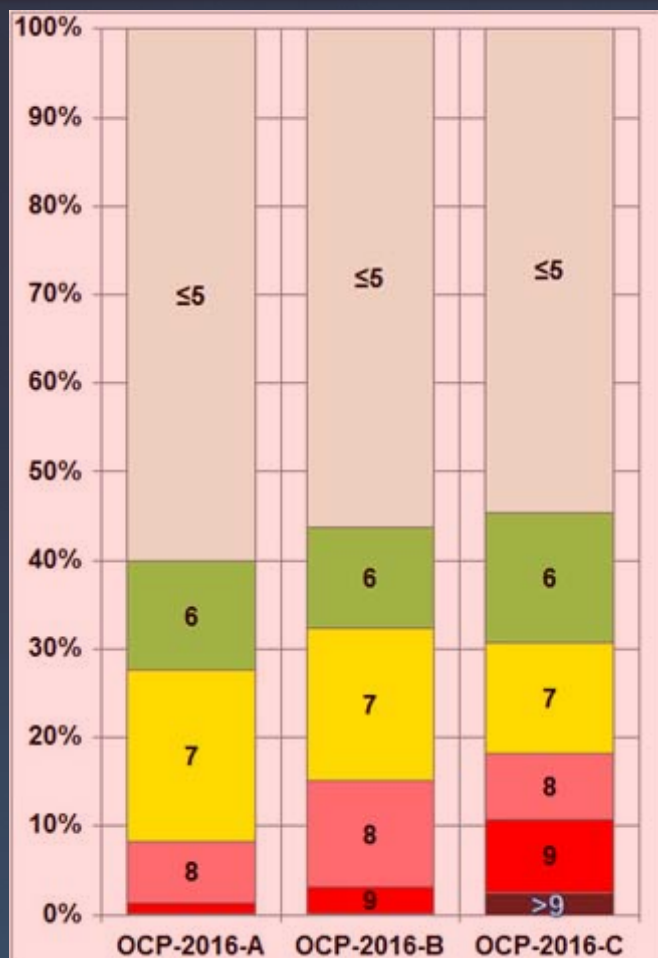
Интенсивность сейсмических сотрясений в баллах



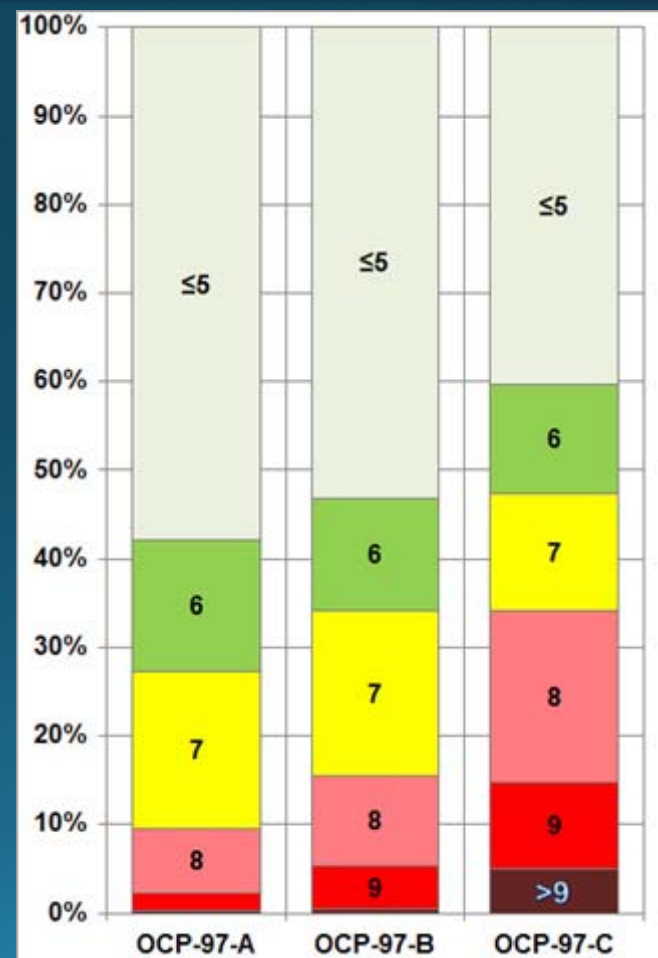
0 280 560 1120 1680 2240 Километры

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

Балл	ОСР-2016-A	ОСР-2016-B	ОСР-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

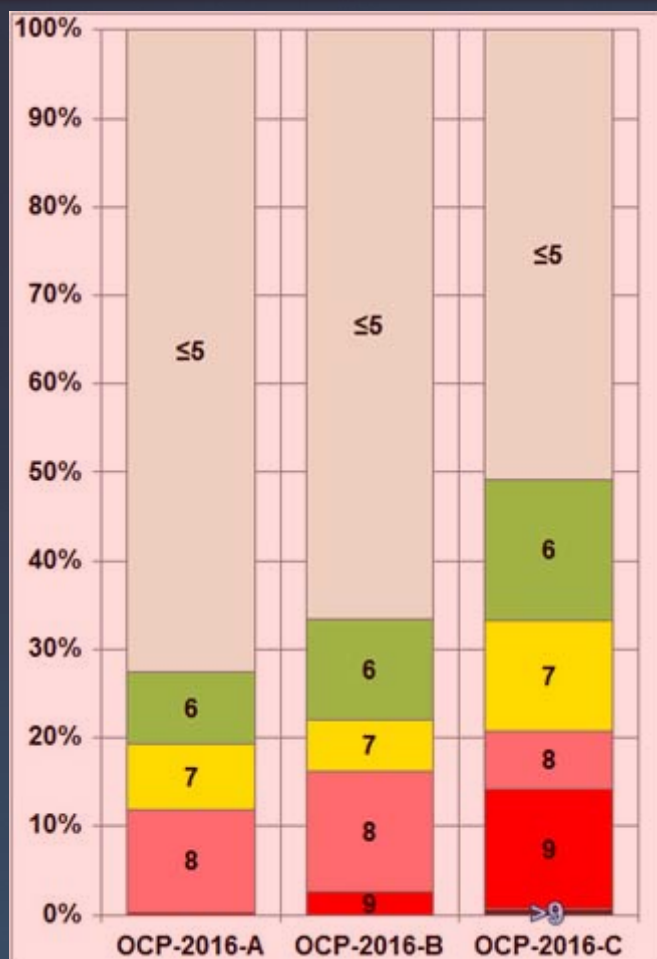


Балл	ОСР-97-A	ОСР-97-B	ОСР-97-C
≤5	57.9	53.1	40.3
6	14.8	12.8	12.3
7	17.8	18.6	13.3
8	7.2	10.1	19.3
9	2.1	4.9	9.8
>9	0.2	0.5	5.0

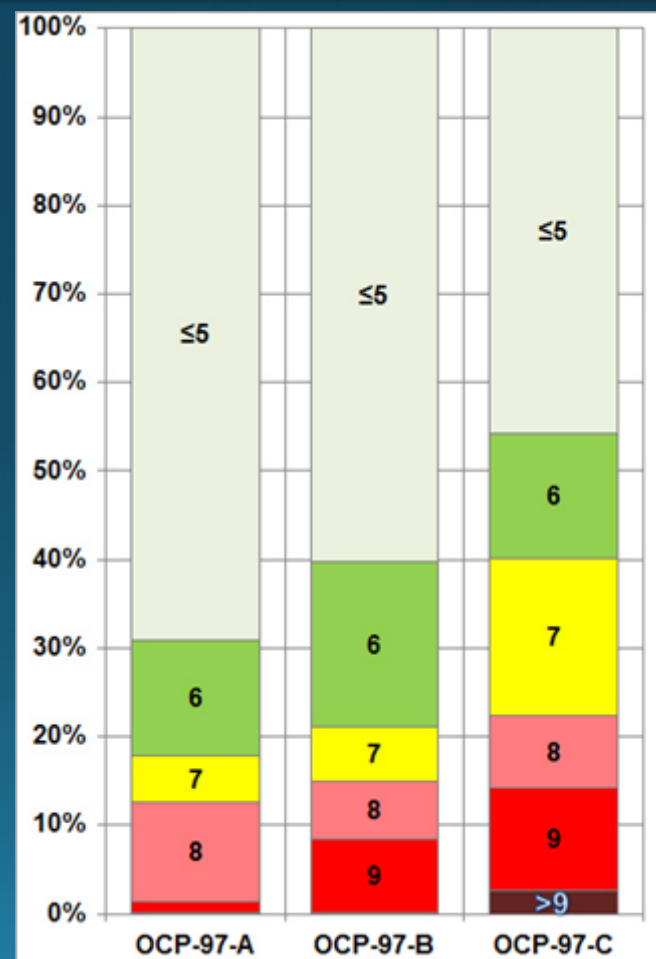


СОПОСТАВЛЕНИЕ ЧИСЛЕННОСТИ НАСЕЛЕНИЯ В ЗОНАХ РАЗНОЙ БАЛЛЬНОСТИ ПО КАРТАМ ОСР-97 И ОСР-2016 В ПРОЦЕНТАХ

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 %



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).

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!