

'АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНОЙ СЕЙСМОЛОГИИ, БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ И ЗДАНИЙ, ЭКСПЕРТИЗА И ОЦЕНКА РИСКОВ'

ПАМЯТИ Ю.А. БЕРЖИНСКОГО

05 – 07 декабря 2023 года

Оценка индивидуального сейсмического риска на территориях на разных этапах проявления сейсмической активности

К.т.н., доцент Г.М. Нигметов, ВНС ФГБУ ВНИИ ГОЧС(ФЦ), г. Москва, А.М. Савинов, НС ФГБУ ВНИИ ГОЧС(ФЦ),
г. Москва, Т.Г. Нигметов, НС ФГБУ ВНИИ ГОЧС(ФЦ), г. Москва





Решение задачи по оценке индивидуального сейсмического риска

Разобшенность подходов по оценке индивидуального сейсмического риска не позволяет решить такую актуальную задачу .

Предлагается опыт решения такой задачи.

$$Rei = (P \times M) / (T \times N6), \text{ где}$$

Rei – индивидуальный сейсмический риск;

P – вероятность срабатывания землетрясения;

M – математическое ожидание потерь;

T – время в годах в течении которого может произойти землетрясение;

$N6$ – население попадающее в 6-бальную зону при рассматриваемом землетрясении.

Основные этапы решения задачи:

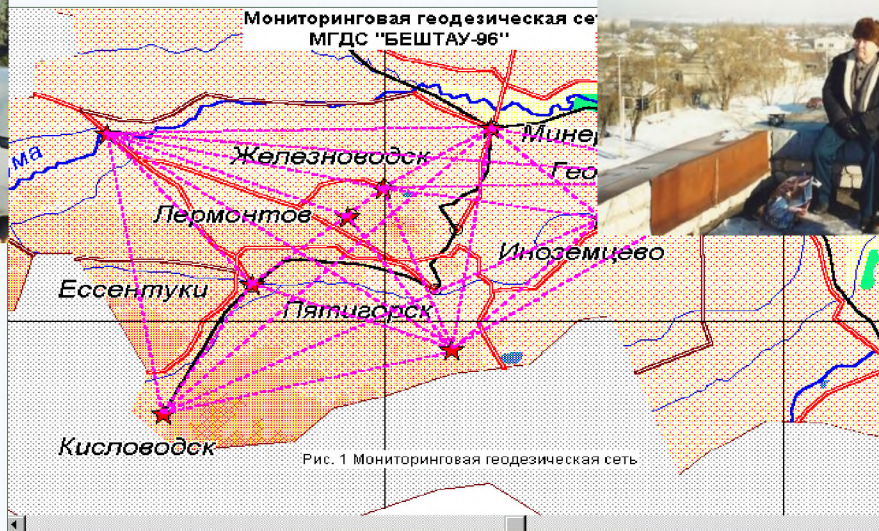
1. Среднесрочная оценка сейсмической опасности (определение параметров очага и периода его срабатывания на всех этапах проявления ВОЗ);
2. Оценка уязвимости: технического состояния и сейсмостойкости зданий различного типа, уточнение базы данных;
3. Оценка возможных потерь;
4. Оценка индивидуального сейсмического риска в 6 бальной зоне



Оценка сейсмической опасности на всех этапах проявления сейсмической активности



Геодинамический мониторинг

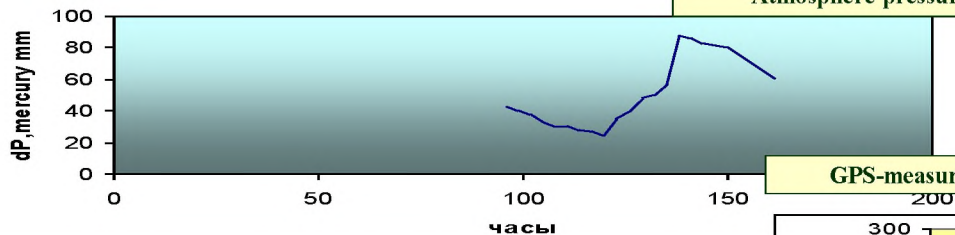


Geodynamical network for monitoring of North Caucasus

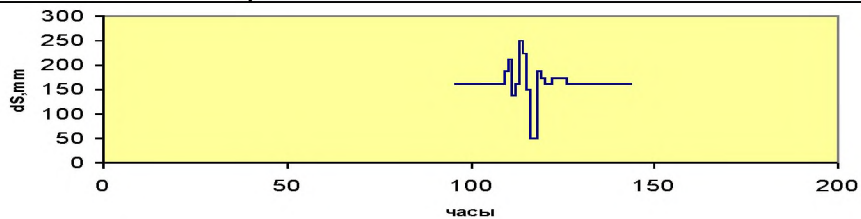


Была замечена Связь между геодинамическими и атмосферными процессами

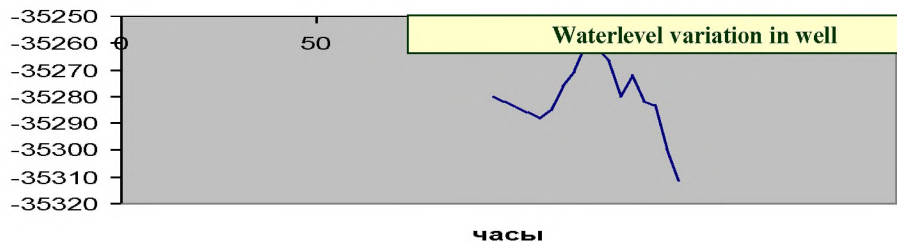
Atmosphere pressure variation



GPS-measuring

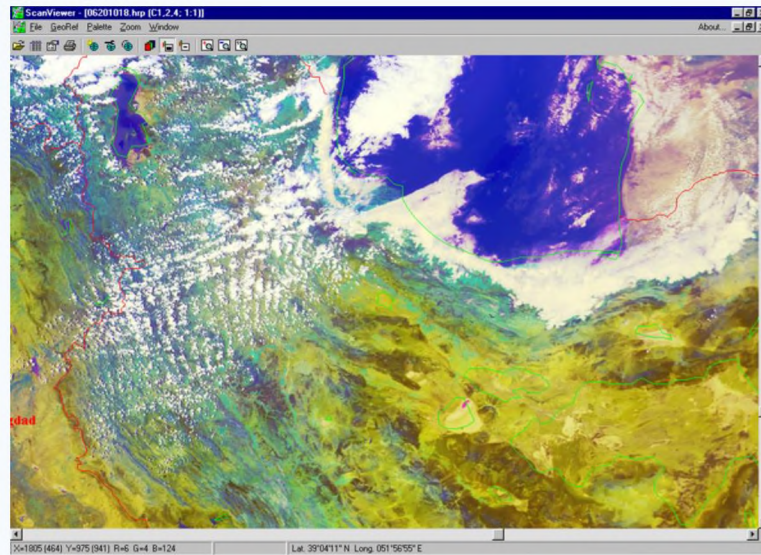
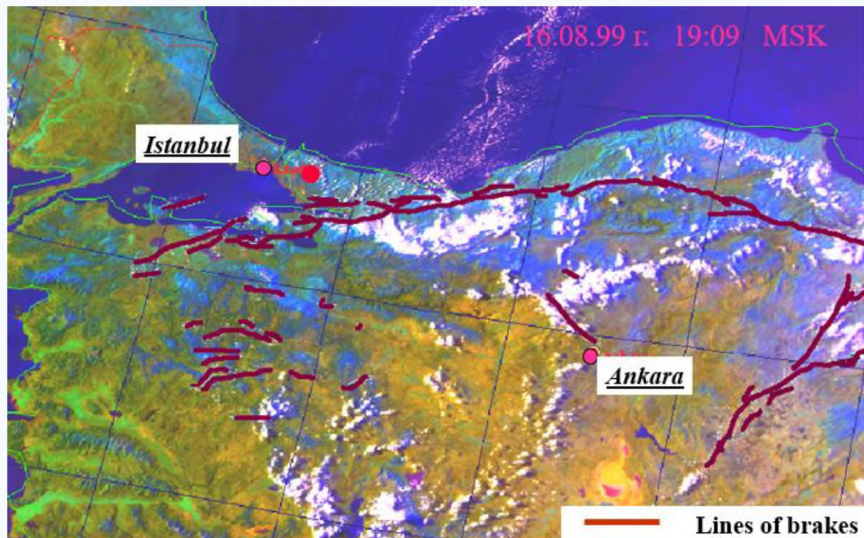


Waterlevel variation in well



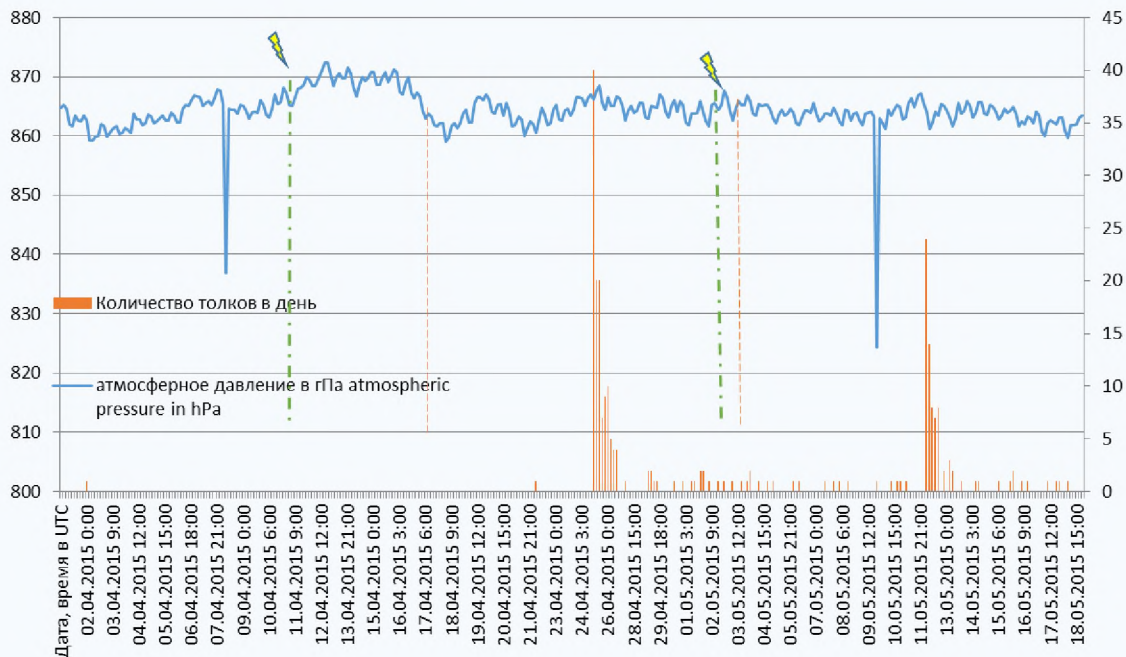


Типичный портрет облачности перед землетрясением





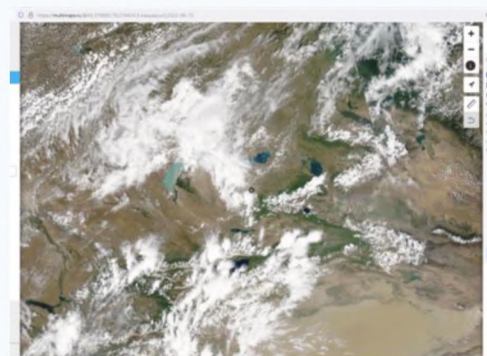
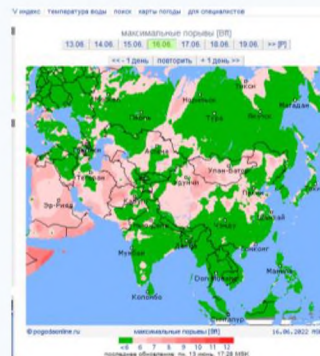
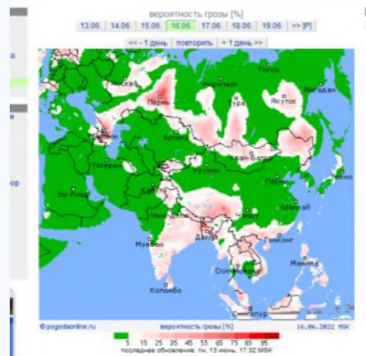
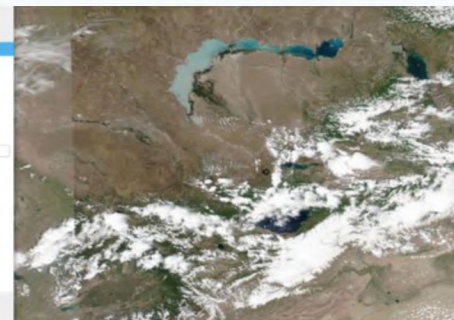
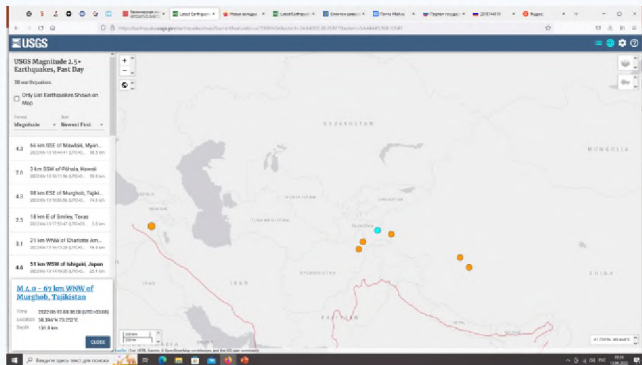
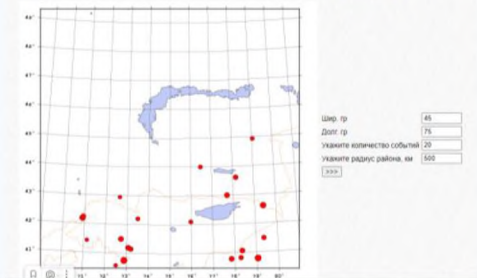
Изменение атмосферного давления сейсмической и грозовой активности перед сильными землетрясениями в Непале





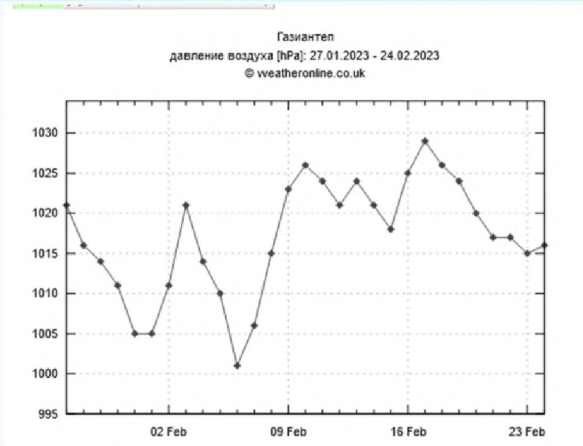
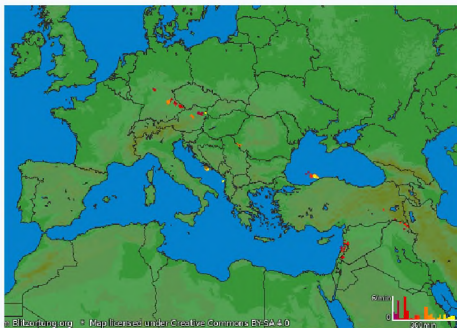
Оценка координат ВОЗ по каталогу землетрясений и другим предвестникам

№	Время [СМТ]	Шир. гр.	Долг. гр.	Глуб. км	Станция	Ма	mb	№	Регион
1	2022-05-26 19:50:36	43.00	77.71	10	19	- 4.5	4.4-5	1	Район озера Иссык-Куль
2	2022-05-26 19:18:07	41.48	72.73	10	36	- 4.5	4.4-5	2	Байконур
3	2022-05-08 00:32:01	43.61	76.15	10	23	- 4.4	4	3	Район озера Иссык-Куль
4	2022-05-21 16:20:37	42.16	70.91	10	26	- 4.6	4.5	4	Центральный Казахстан
5	2022-05-22 16:05:36	42.84	72.63	9	14	- 4.1	4.4-5	5	Байконур
6	2022-02-09 04:39:35	41.42	71.15	10	13	- 4.1	3.3-5	6	Байконур
7	2021-11-17 11:17:17	41.19	73.07	10	34	- 4.5	4.4-5	7	Байконур
8	2021-11-12 01:38:09	40.87	72.52	10	15	- 4.1	3.3-5	8	Байконур
9	2021-11-10 17:41:24	42.20	73.50	10	14	- 4.2	3.5	9	Байконур
10	2021-09-29 07:48:15	41.15	73.19	40	43	- 4.4	3.4	10	Байконур
11	2021-08-16 06:52:45	44.00	76.47	10	10	- 4.2	3.5	11	Восточный Казахстан
12	2021-07-26 01:40:40	41.48	79.36	20	23	- 4.3	2.5-5	12	Байконур, Семейная городская область
13	2021-07-25 20:59:16	40.79	77.83	10	28	- 4.5	4.4-5	13	Байконур, Семейная городская область
14	2021-07-16 16:06:17	40.75	72.89	10	20	- 4.7	4.5-5	14	Байконур
15	2021-07-07 09:07:10	42.10	75.98	20	18	- 4.2	2.2-5	15	Район озера Иссык-Куль
16	2021-06-02 12:44:00	41.06	76.34	60	37	- 4.6	-	16	Байконур, Семейная городская область
17	2021-05-06 07:07:18	42.60	79.40	10	20	- 4.6	4.5	17	Район озера Иссык-Куль
18	2021-05-05 07:54:18	40.82	78.27	10	17	- 4.3	3.5-4	18	Семей, Семейная область
19	2021-04-01 19:20:06	40.76	79.05	10	43	- 4.7	4.5-5	19	Семей, Семейная область
20	2021-03-31 01:43:36	42.23	70.94	10	22	- 4.4	4	20	Центральный Казахстан
21	2021-03-24 07:03:03	44.93	79.04	10	25	- 4.2	3.5	21	Восточный Казахстан





Землетрясение в Турции, проявление предвестников

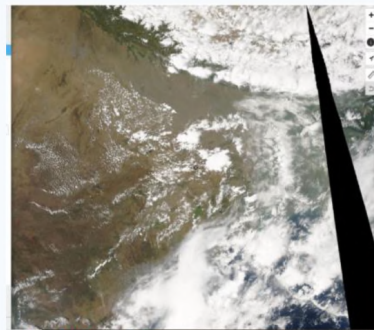
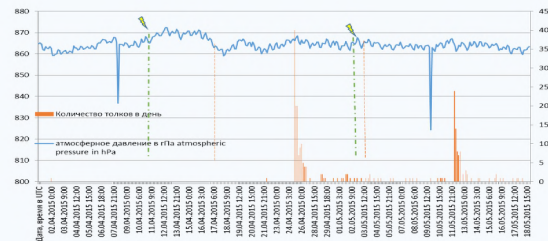




Оценка вероятности срабатывания возможного очага землетрясения (ВОЗ)

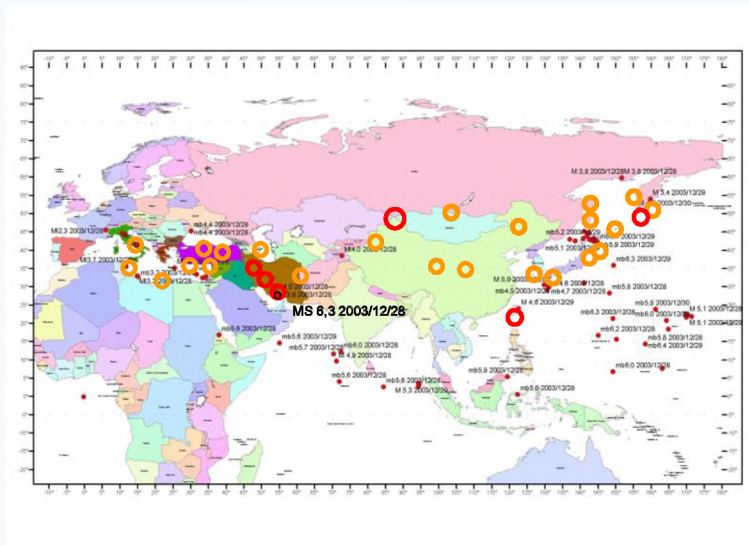
Таблица 2.1. Проявление по времени и параметры предвестников перед Непальскими землетрясениями 25.04.2015 г.

№	Вид предвестника	Время проявления до основного толчка	Основные параметры предвестника	Вероятность срабатывания ВОЗ.
1	Падение атмосферного давления (резкие порывы ветра)	За 18 дней перед землетрясением наступает затишье	Резкое <u>12 часовое</u> падение и подъем атмосферного давления 32 ГПа (см. рис. 2.1)	0,7
2	Молниевые разряды	За 15 дней перед землетрясением наступает затишье		0,7
4	Портрет облачности			0,7
5	<u>Форшоковая</u> активность или затишье	Наблюдалось сейсмическое затишье		Более 0,5

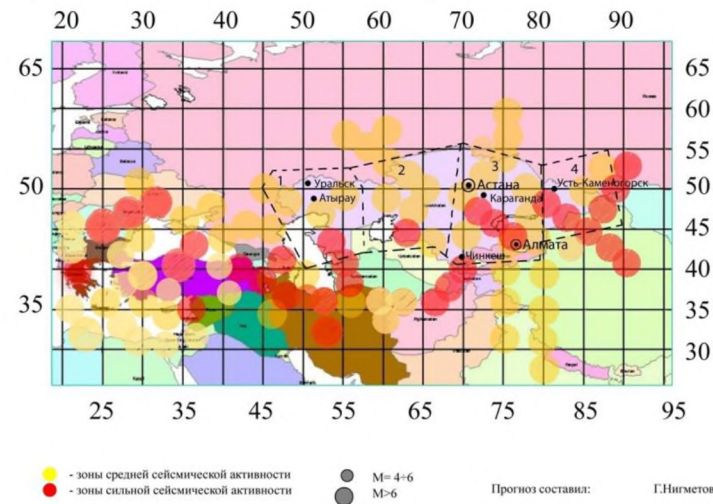




Пример реализации краткосрочного прогнозирование зон повышенной сейсмической активности 24.12.2003 – 29.12.2003



Прогноз зон возможных очагов землетрясений на 2013-2016 г.г.





Оценка технического состояния и сейсмостойкости зданий и сооружений

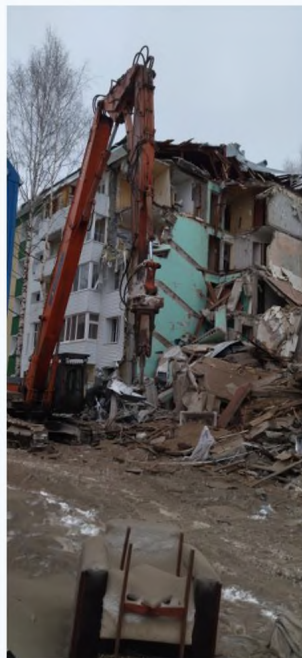
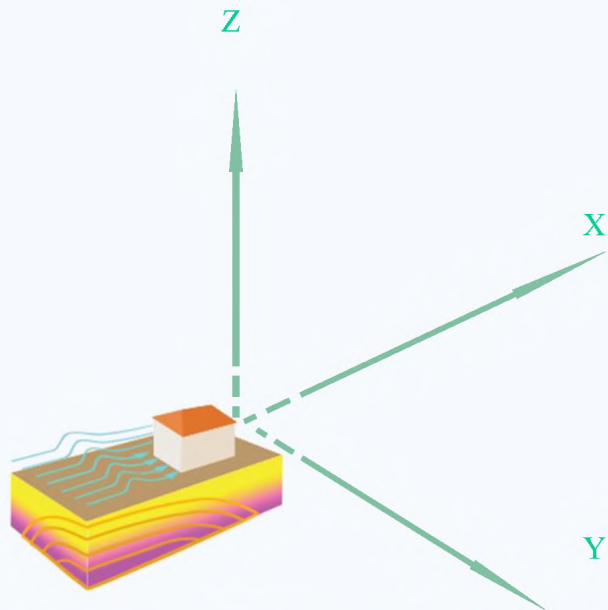


Аппаратно-программный комплекс «СТРУНА» для оценки уязвимости (сейсмостойкости) систем «грунт-здание»

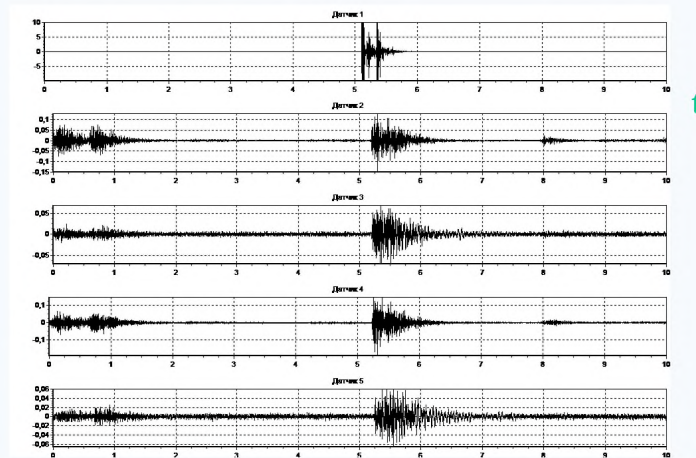




Создание динамических нагрузок на систему грунт-здание



Ускорения полученные у машины, на грунте и здании





Оценка сейсмичности грунтов и сейсмостойкости зданий в Италии после катастрофического землетрясения в 2016 г.

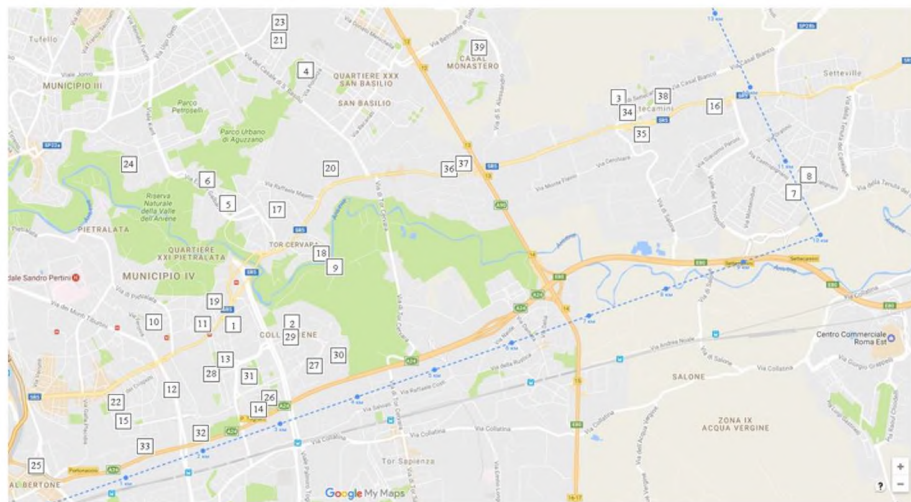
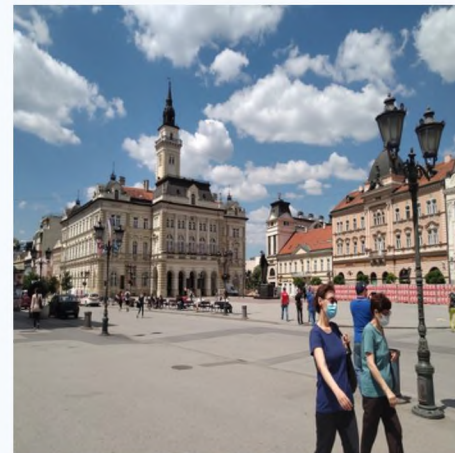
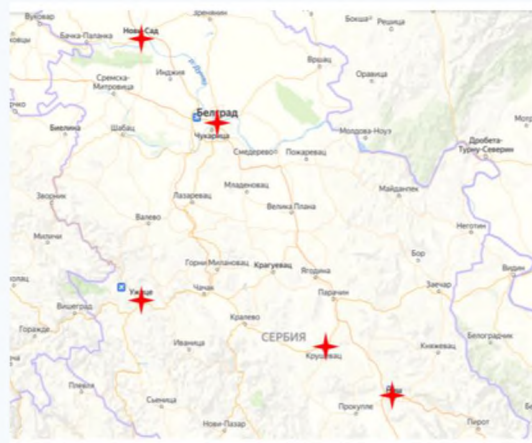


Рисунок 2.1. Места расположения обследуемых зданий в городе Рим





Оценка сейсмостойкости МДК «Струна» в городах Сербии в 2021 г.





Оценка сейсмостойкости исторических зданий и сооружений после воздействия катастрофических землетрясений





Диагностика трубопроводов методом динамических испытаний выявляются возможные скрытые дефекты на участках трубопроводов, определяется остаточный ресурс (технология «Струна»).

Установка датчика для снятия динамических
Данных с участка трубопровода

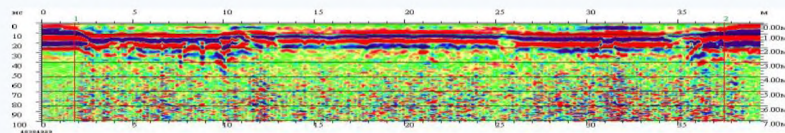
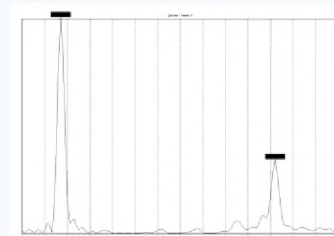
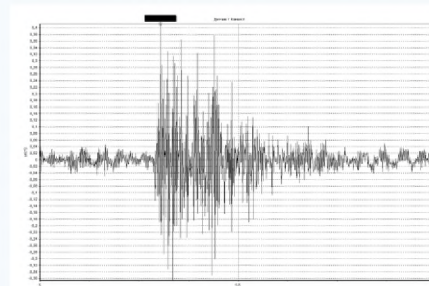


Мобильный пункт
сбора
диагностической
информации с датчиков



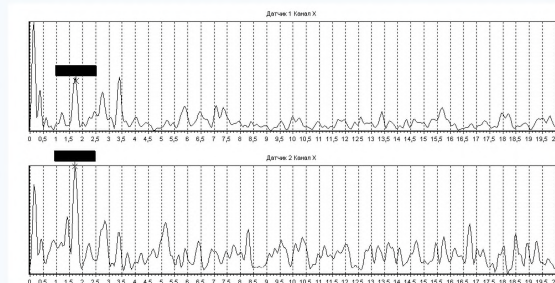
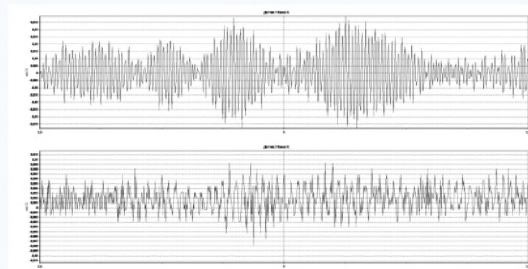
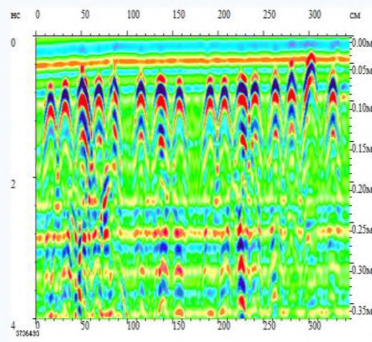
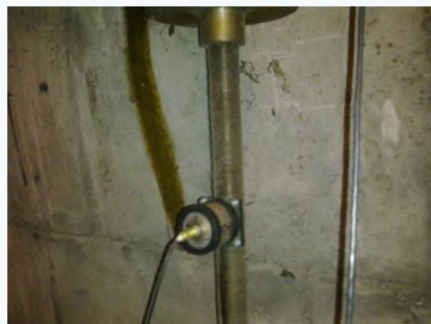
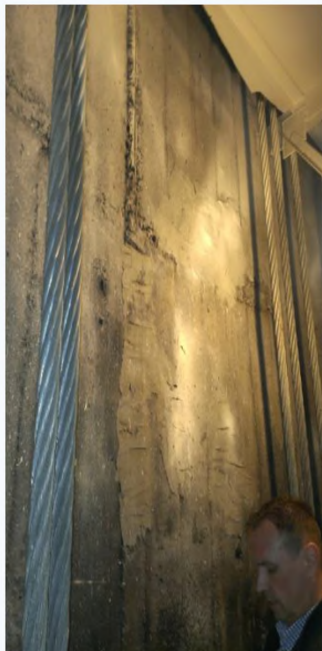


Диагностика сооружений башенного типа. Оценка Останкинской телебашни и башни Шухова с помощью технологии «Струна»



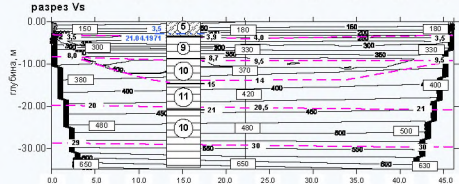
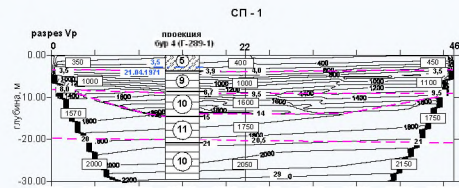


Диагностика оболочки, тросов, стальных шпилек Останкинской телебашни





Диагностика и мониторинг оползнеопасных склонов и зданий в г. Ульяновске



УСЛОВНЫЕ СООБЗНАЧЕНИЯ

- 0.22, 46 пикеты пунктов удара (сейсмозондирований) — 600 — изолиния скорости
- 600 — пластовая скорость, м/с — граница слоя ② — номер ИТЭ
- ⑤ — султанок от твердой до тулопластичной, консолидационной — ⑨ — глина от твердой до тулопластичной, выветрелая
- ⑩ — глина от твердой до полутвердой, слаботрепещоциноватая — ⑩ — глина от твердой до полутвердой, опасенная
- 24.8417971 — УПВ, м

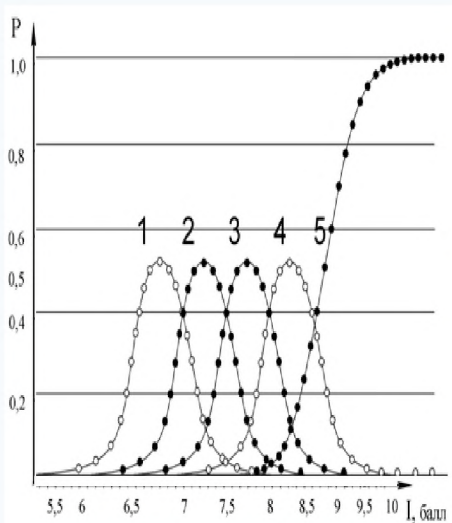


Оценка сейсмостойкости и несущей способности мостов, плотин





Уточнение законов разрушения и базы данных ГИС для различных типов зданий и сооружений при сейсмическом воздействии.



Название города	Численность населения в 1999-2000 г., тыс. чел.	Численность населения в наст. время, тыс. чел.	А/в высот а, м	В/в высот а, м	С6/высот а, м	С7/высот а, м	С8/высота, м	С9/высот а, м
Нальчик	233,2	239,3	0,2/3	0,21/6	0,2/15	0,39/3	0	0
Краснодар	647,1	918,145	0,33/18,5	0,45/19,1	0,13/6,5	0,08/20,1	0	0
Сочи	331,2	443,644	0,33/18,5	0,45/19,1	0,13/6,5	0,08/20,1	0	0
Ставрополь	342,9	437,367	0,31/3,8	0,46/13,28	0,07/21,2	0,16/21	0	0

Определить типы зданий, сейсмостойкость и их размещение на плане города. Внести дополнения и изменения в базу данных ГИС

Determine the types of buildings, seismic resistance and their placement on the city plan



Оформление сертификатов сейсмобезопасности



СЕРТИФИКАТ СЕЙСМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ Г.БАМ ПРОВИНЦИИ КЕРМАН

Москва – Тегеран 2005

Т М – 3 21-22.02.2005

ЧЛЕНЫ КОНСОРЦИУМА, ПОДГОТОВИВШИЕ И УТВЕРДИВШИЕ ДАННЫЙ СЕРТИФИКАТ



АГЕНТСТВО МЧС РОССИИ ПО МОНИТОРИНГУ И
ПРОГНОЗИРОВАНИЮ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ
(ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ))

121352 Россия, Москва, ул. Давыдовская д.7,
Тел.: 7-095-443 8344 • Факс: 7-095-443 8315
e-mail: plancs@rambler.ru



НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ПРИРОДНЫХ КАТАСТРОФ ИРАНА
(НИИПИКИ)

ИРАН, Г. Тегеран, ул. Вали-э-Асад, перекр. Паровой,
ул. Фахави, пер., Шабде, №1, Пасаж Ферате,
р.б.: 18395-4676

Факс: 021-2003453; Тел: 0212517051
E-mail: ndi@tegepi.com

Список исполнителей

ФГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)		НИИПИКИ	
Профессор	Шарифовичи М.А.	Профессор	Хатами, Агда
Доцент	Налимова Т.М.	Профессор	Шахрох Малак
Инженер	Гайбуллин Э.Г.		
Инженер	Резаев А.И.		
Инженер	Парсылков М.Ю.		
Инженер	Терехов Г.Г.		
Инженер	Сурядис В.В.		
Инженер	Самойлов Ю.А.		
Инженер	Черников Д.В.		
Инженер	Сарипов К.И.		
Инженер	Терехов А.В.		

Т М – 3 21-22.02.2005

2

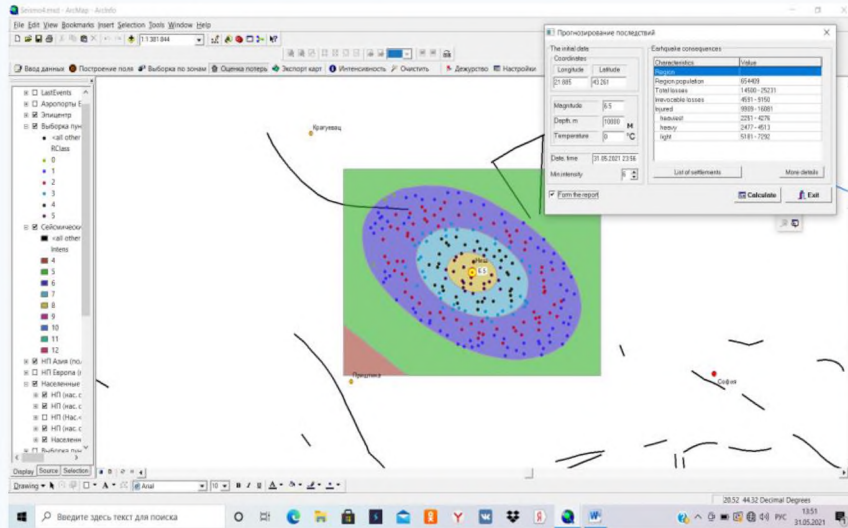
Блок здания	A_x , m/s ²	A_y , m/s ²	A_z , m/s ²	Дефицит сейсмостойкости при сейсмичности по карте районирования с учетом грунтов и максимальном воздействии с ускорением 4 m/s ² (в скобках дефицит сейсмостойкости при максимальной сейсмичности)		
				ΔA_x , m/s ²	ΔA_y , m/s ²	ΔA_z , m/s ²
Каменное	0,978	0,905	0,122	До 3	До 3	До 4



Оценка индивидуального сейсмического риска



Пример оценки возможных индивидуальных рисков в Республике Сербия



В 6-балльную зону попадает население численностью 654 409 человек.

Индивидуальный сейсмический риск составляет $Re = (221,6 - 385,6) \times 10^{-5}$

The 6-point zone includes a population of 654 409 people.

Individual seismic risk is $Re = (221,6 - 385,6) \times 10^{-5}$



Пример оценки рисков для населения в зоне влияния угольного разреза Бочатский Кемеровской области



Сценарий №1.

$$Re_i = P \times M / N_6 = 0,2615 \times M / N_6 = 0;$$

Сценарий №2.

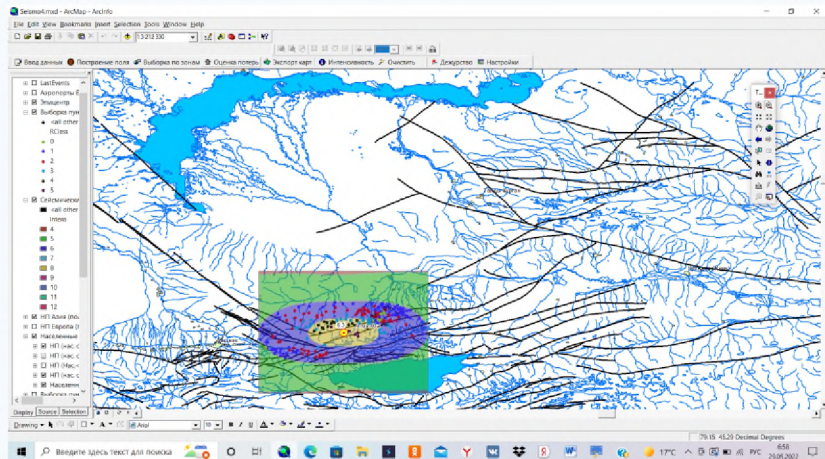
$$Re_i = P \times M / N_6 = 0,2615 \times (315..1391) / 68\ 189 = (4,6 \times 10^{-4} - 2 \times 10^{-2}) \text{ 1/год.}$$

Сценарий №3.

$$Re_i = P \times M / N_6 = 0,2615 \times (16-96) / 31104 = (5,1 \times 10^{-4} - 3,1 \times 10^{-3}) \text{ 1/год.}$$



Пример оценки рисков для ВОЗ северо-восточнее Алматы



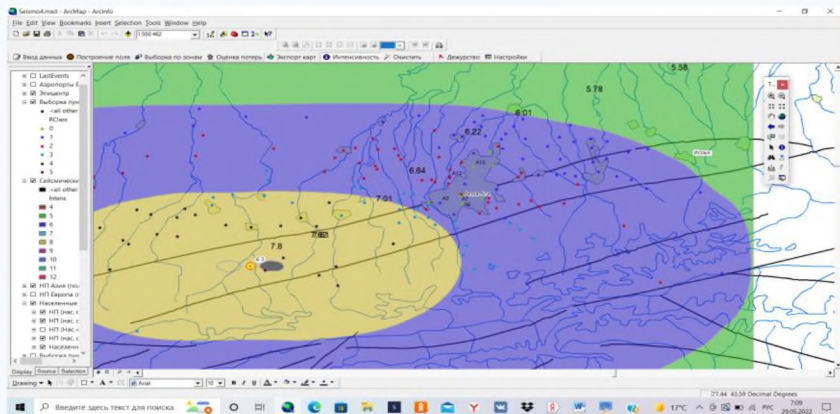
Name	Name 2	Intensity	Losses	Injured	Degree of destruction					Rel. fin
					1	2	3	4	5	
Akzhal	Ақжал	6.19	0	0 - 1	0.28	0.10	0.02	0.00	0.00	0.03
Aktogaj	Ақтоғай	6.22	0 - 1	0 - 7	0.30	0.13	0.03	0.00	0.00	0.04
Akshiy	Ақший	6.50	0 - 1	0 - 4	0.33	0.23	0.09	0.01	0.00	0.10
Altindala	Алтындала	6.45	0	1	0.33	0.19	0.06	0.01	0.00	0.08
Aralkum	Аралқум	6.51	0 - 1	0 - 4	0.33	0.23	0.09	0.01	0.00	0.10
Arna	Арна	6.61	0 - 1	0 - 7	0.32	0.26	0.11	0.02	0.00	0.12
art.k.	арт.к.	6.41	0	1	0.33	0.19	0.06	0.01	0.00	0.08
Arharii	Архарлы	6.26	0	0	0.30	0.13	0.03	0.00	0.00	0.04
Besapan	Бесәпан	6.31	0	0 - 1	0.32	0.16	0.04	0.00	0.00	0.06

$N_i = 80\,486\,i$

$Re_i = (116,29 - 348,88) \times 10^{-5}$



Пример оценки рисков для ВОЗ юго-западнее Алматы

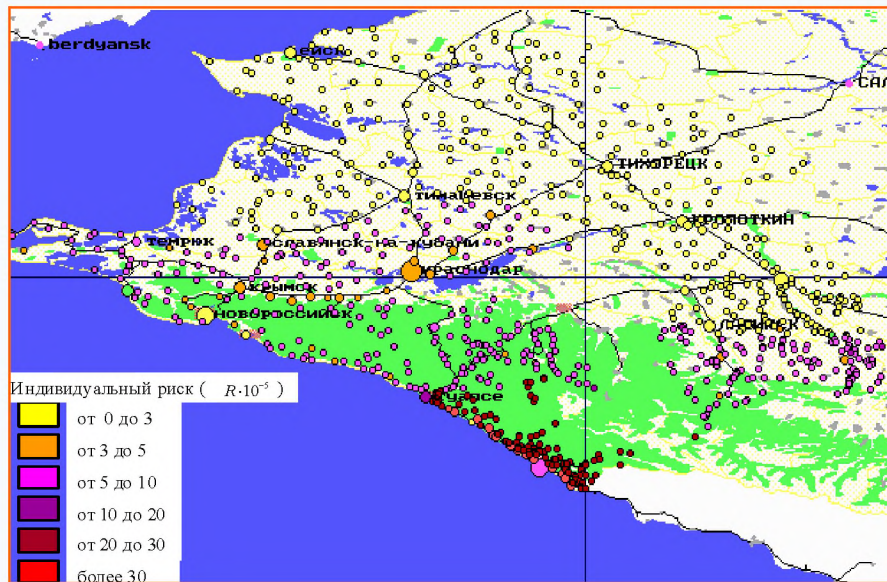


Name	Name 2	Intensity	Losses	Injured	Degree of destruction					Rel. fin
					1	2	3	4	5	
12 Dekabr	12 Декабрь	6.2 4	0 0	0 - 1 2	0.0 6	0.0 1	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 2
50 let Kazahskoj SSR	50 лет Казахской ССР	6.6 4	0 - 2	1 - 9 7	0.3 7	0.1 8	0.0 6	0.0 1	0.0 0	0.0 7
A10	A10	6.5 7	0 - 2	2 - 17	0.1 5	0.0 4	0.0 1	0.0 0	0.0 0	0.0 2
A11	A11	6.6 2	3 - 8	17 - 91	0.2 1	0.0 8	0.0 2	0.0 0	0.0 0	0.0 3
A12	A12	6.6 1	5 - 16	35 - 193	0.2 9	0.1 1	0.0 2	0.0 0	0.0 0	0.0 4
A13	A13	6.6 2	4 - 11	23 - 122	0.2 2	0.1 1	0.0 0	0.0 0	0.0 0	0.0 1

$$Rei = (2,048 - 57,93) \times 10^{-4}$$



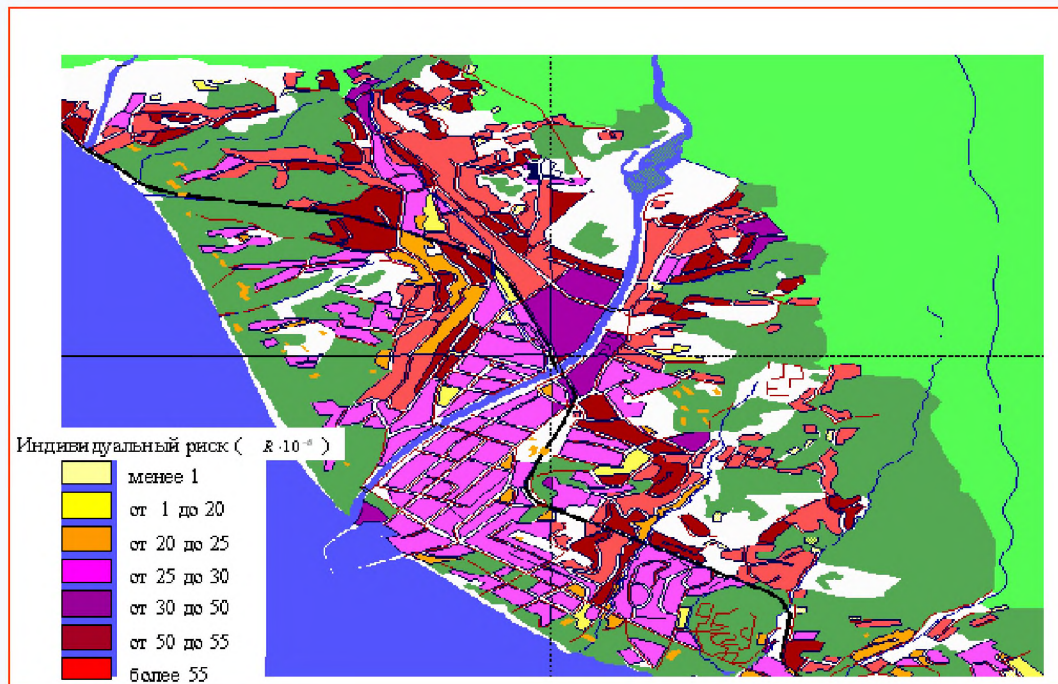
Пример оценки индивидуального сейсмического риска для территорий Краснодарского и Ставропольского краёв



С использованием карт рисков определяются зоны повышенного риска, производится планирование мероприятий по его снижению



Пример оценки индивидуального сейсмического риска для г. Сочи.
База данных ГИС была уточнена по результатам оценки сейсмостойкости
с помощью технологии «Струна» в 1995 г.





Выводы и рекомендации

Для оценки индивидуального сейсмического риска на всех этапах проявления ВОЗ предлагается:

1. Для уточнения ВОЗ на разных этапах развития сейсмической активности можно использовать комплексные предвестниковые данные в том числе с применением метода динамико-геофизических испытаний;
2. С применением метода динамико-геофизических испытаний уточнить сейсмостойкость типовых зданий в возможной б бальной зоне прогнозируемого ВОЗ.
3. Внести изменения в базу данных ГИС;
4. Выполнить оценку индивидуального сейсмического риска;
5. Спланировать мероприятия по снижению индивидуального сейсмического риска.
6. Выполнить оценку индивидуальных сейсмических рисков с учетом планируемых мероприятий. Если риски не будут превышать норму, то мероприятия эффективные.



СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ !

НАУКА ВО ИМЯ СПАСЕНИЯ