



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

ПАМЯТИ Ю.А. БЕРЖИНСКОГО

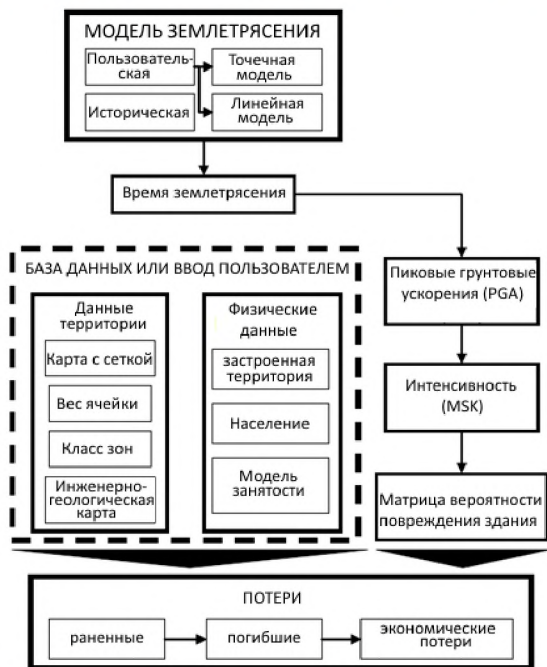
05 – 07 декабря 2023 года

Оценка сейсмической опасности и риска урбанизированных территорий в горных регионах

Заалишвили Владислав Борисович, д.ф.-м.н., профессор,
научный руководитель Геофизического института ВНЦ РА (ГФИ ВНЦ РАН),
Россия, г. Владикавказ



Методика оценки ущерба





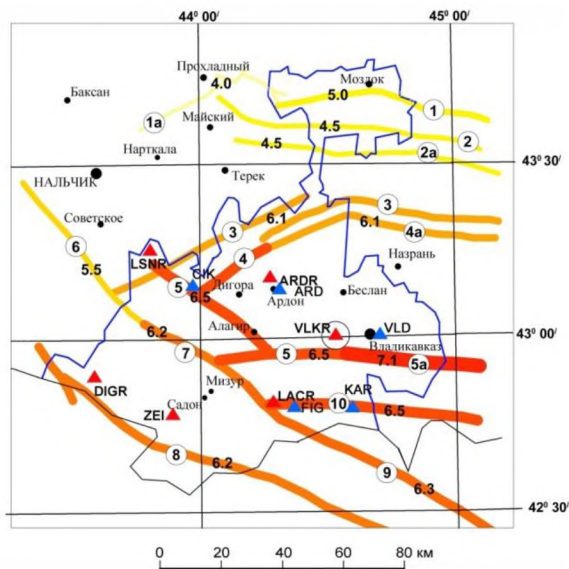
$$\text{Риск} = \text{Опасность} \times \text{Уязвимость} \quad (1)$$

$$Loss_i = \sum_{j=1}^5 C_{ij} \times V_j \quad (2)$$

$$L_i = \sum_{j=1}^j S_{ij} \times V_{ij} \times C_{ij} \quad (3)$$

- S_{ij} – плотность застройки типа j в зоне с интенсивностью i ;
- V_{ij} – средняя уязвимость отдельного объекта;
- C_{ij} – средняя стоимость отдельного объекта.

Зоны ВОЗ территории РСО-Алания

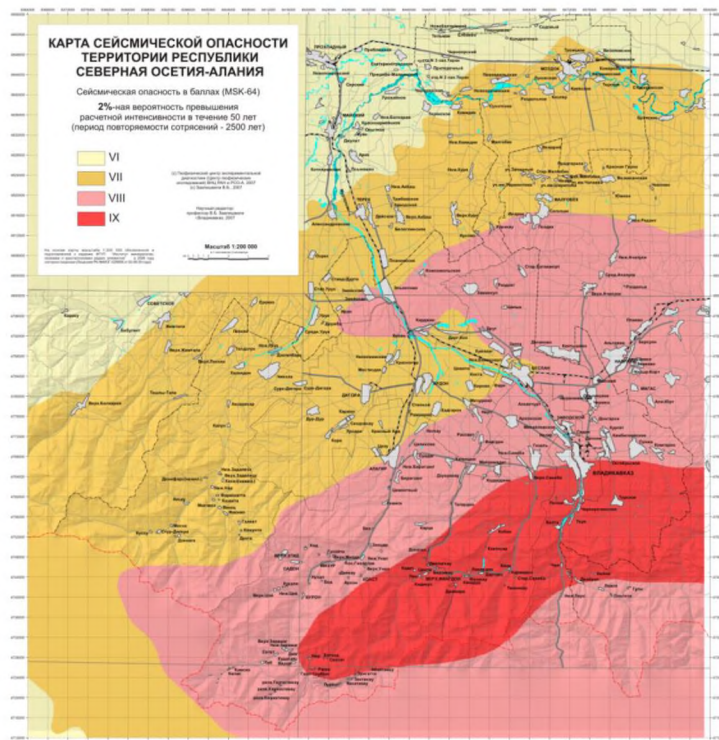
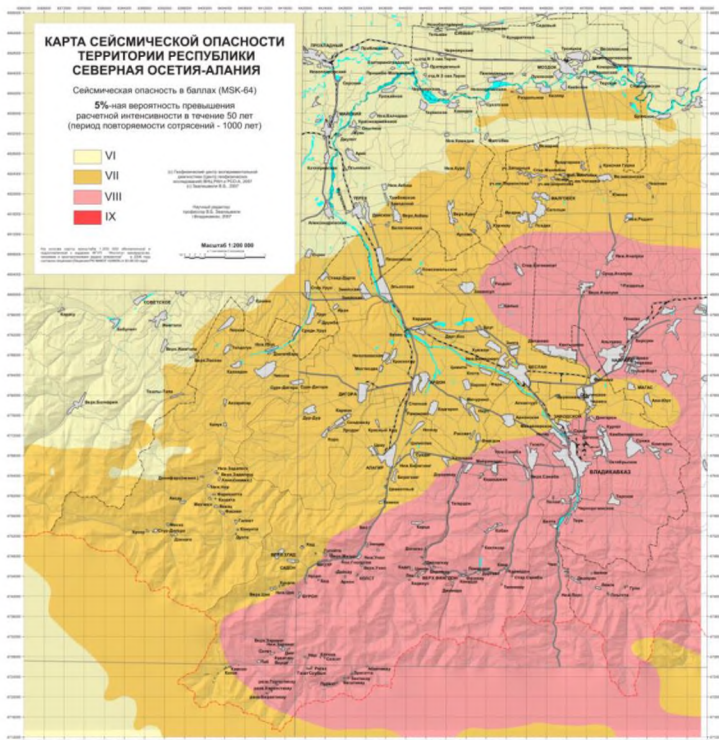


Условные обозначения

- ▲ - станции ЦГИ ВНИЦ РАН и РСО-А
- ▲ - станции ГС РАН

Зоны ВОЗ и их характеристики для территории Республики Северная Осетия-Алания (составил Е.А. Рогожин)

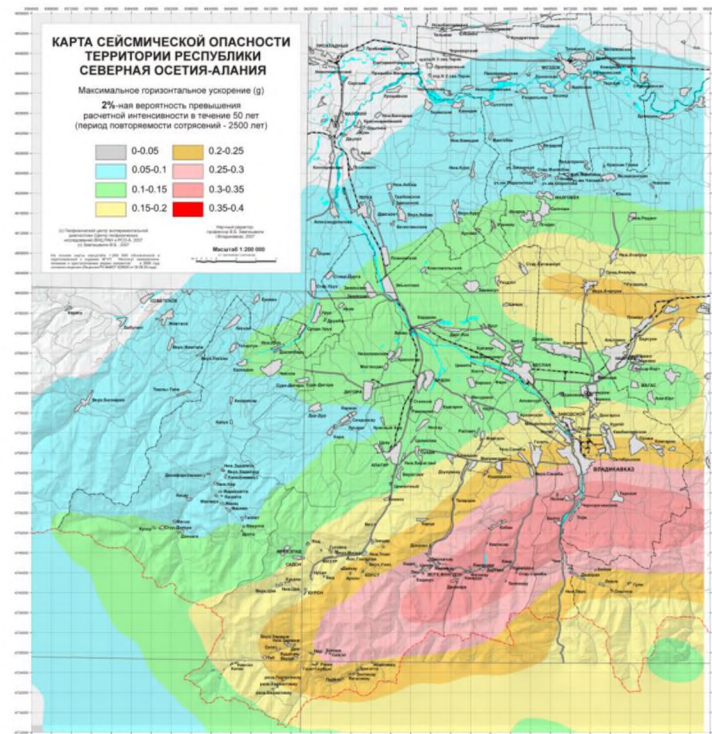
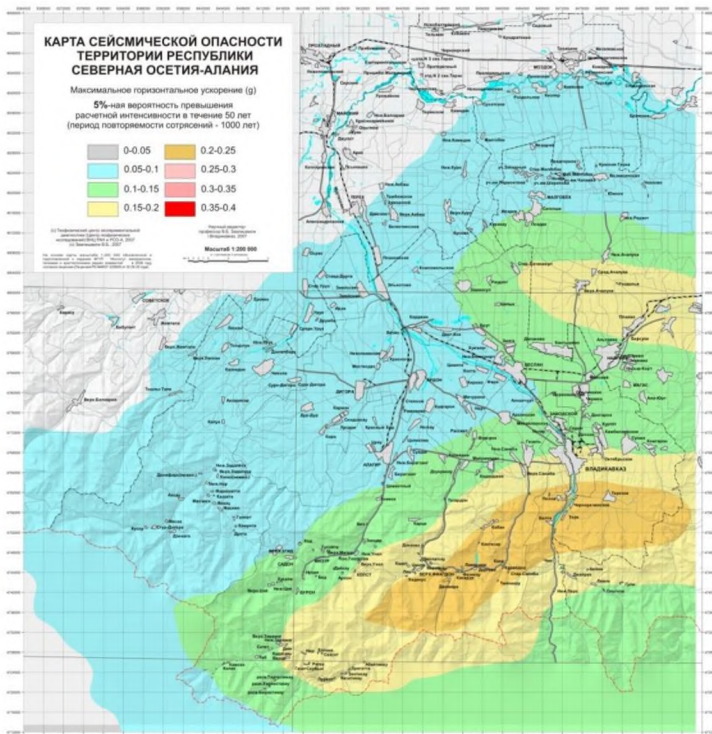
№	Зона ВОЗ	Магнитуда	Н, км	Кинемат.
1	Моздокская восточная	5.0	10	взброс
1a	Моздокская западная	4.0	5	сдвиг
2	Терская	4.5	5	взброс
3	Сунженская северная	6.1	15	взброс
4	Сунженская южная (западная ветвь)	6.5	15	сдвиг
4a	Сунженская южная (восточная ветвь)	6.1	15	взброс
5	Владикавказская (западная ветвь)	6.5	15	взброс
5a	Владикавказская (восточная ветвь)	7.1	20	взброс
6	Нальчикская	5.5	10	сдвиг
7	Мизурская	6.2	15	сдвиг
8	Главного хребта	6.2	15	взброс
9	Бокового хребта	6.3	15	взброс
10	Кармадонская	6.5	15	взброс



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
**'АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНОЙ СЕЙСМОЛОГИИ, БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ И ЗДАНИЙ,
ЭКСПЕРТИЗА И ОЦЕНКА РИСКОВ'**

ПАМЯТИ Ю.А. БЕРЖИНСКОГО

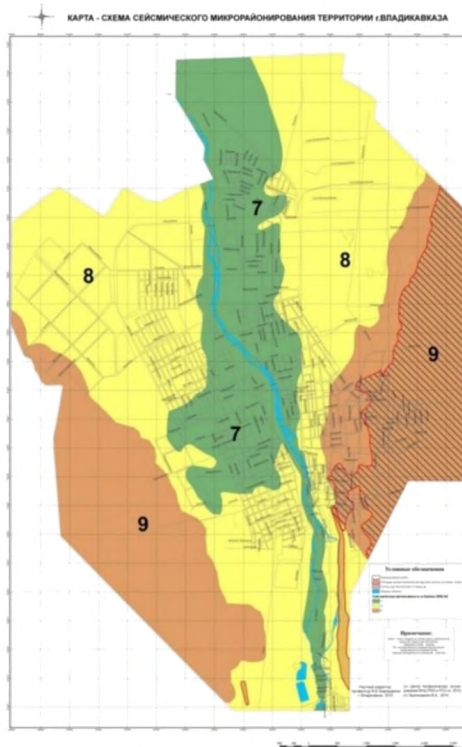
05 – 07 декабря 2023 года



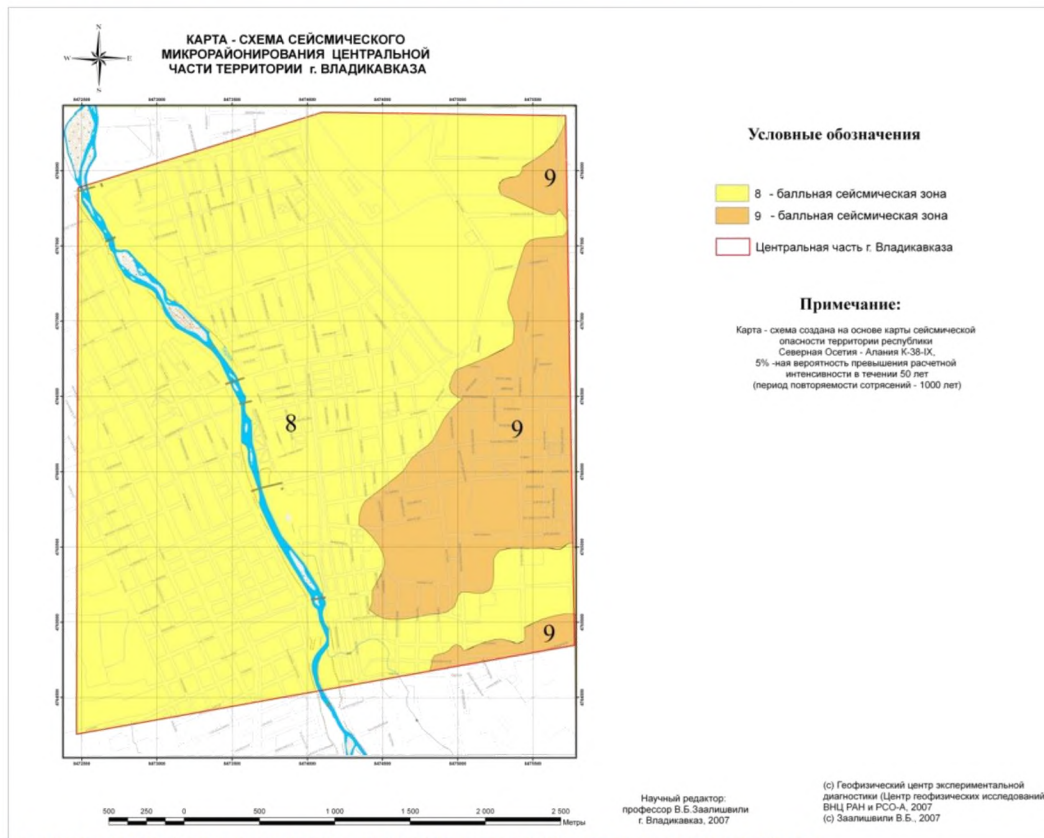
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
**'АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНОЙ СЕЙСМОЛОГИИ, БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ И ЗДАНИЙ,
ЭКСПЕРТИЗА И ОЦЕНКА РИСКОВ'**

ПАМЯТИ Ю.А. БЕРЖИНСКОГО

05 – 07 декабря 2023 года



Оценка сейсмической опасности и риска урбанизированных территорий в горных регионах

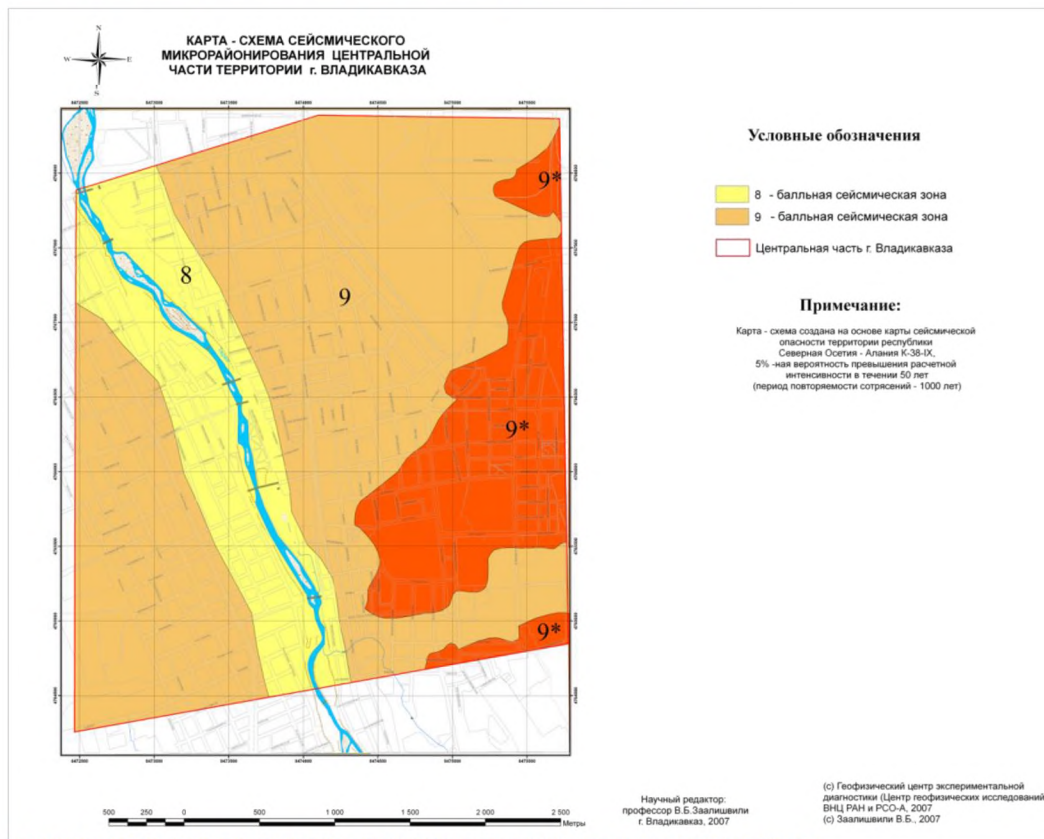


НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
**'АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНОЙ СЕЙСМОЛОГИИ, БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ И ЗДАНИЙ,
ЭКСПЕРТИЗА И ОЦЕНКА РИСКОВ'**

ПАМЯТИ Ю.А. БЕРЖИНСКОГО

05 – 07 декабря 2023 года

Оценка сейсмической опасности и риска урбанизированных территорий в горных регионах



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ
**'АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНОЙ СЕЙСМОЛОГИИ, БЕЗОПАСНОСТИ ТЕРРИТОРИЙ И ЗДАНИЙ,
ЭКСПЕРТИЗА И ОЦЕНКА РИСКОВ'**

ПАМЯТИ Ю.А. БЕРЖИНСКОГО

05 – 07 декабря 2023 года

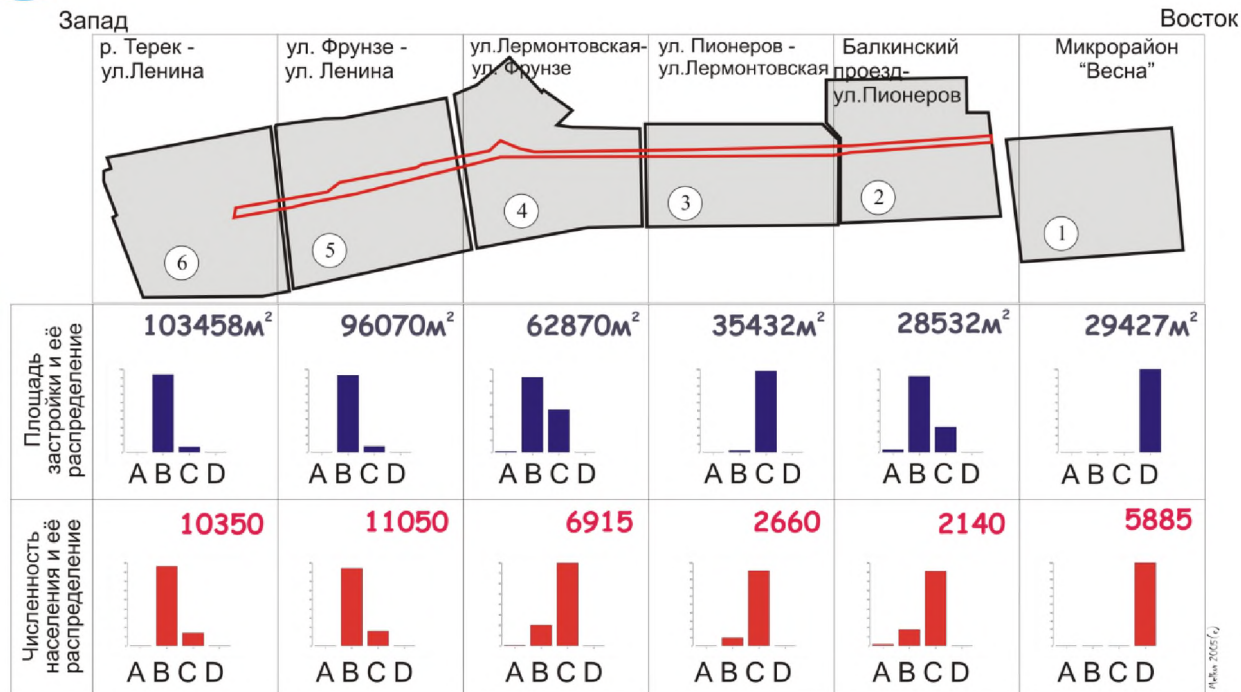
Исследуемые кварталы и инженерно-геологические условия в районе ул. Куйбышева



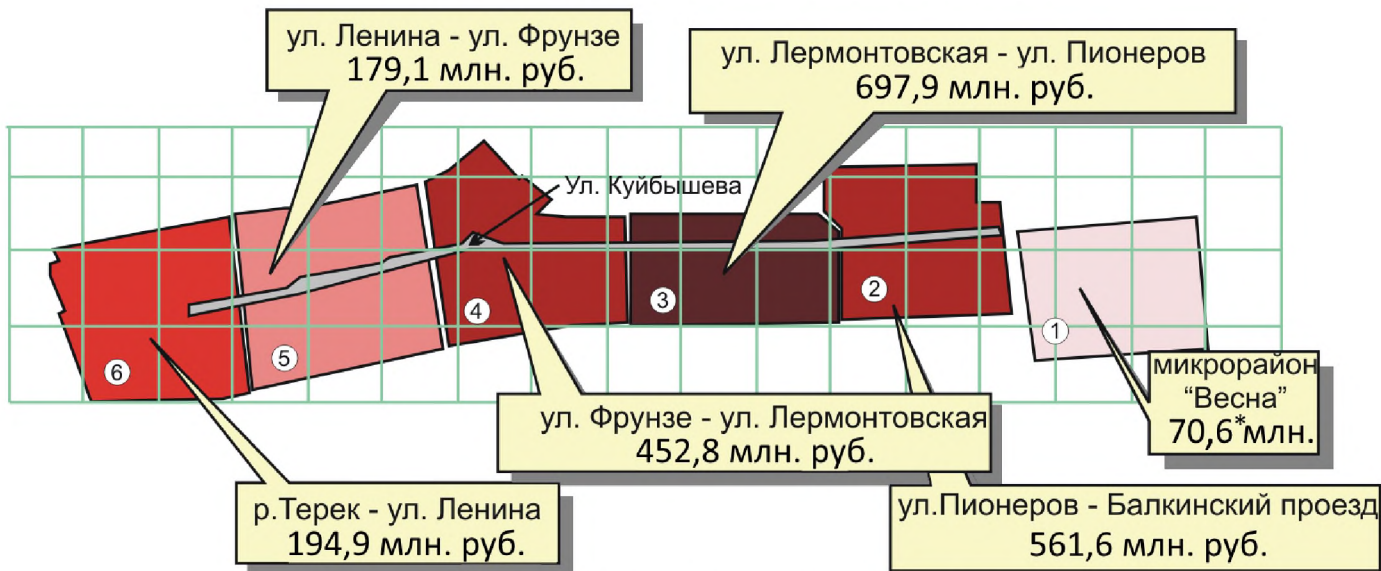
Геологический разрез по линии А-А'



Исходные данные для оценки сейсмического риска



Экономические потери при землетрясении интенсивностью 8 баллов



* учитывая возможное разжижение грунтов экономические потери для участка №1 возрастут до 400 млн. руб

Уязвимость V_i , соответствующая четырем типам зданий по MSK-64

Тип зданий	Макросейсмическая интенсивность по шкале MSK-64					
	V	VI	VII	VIII	IX	XII
A	0,001	0,015	0,227	0,565	0,825	1
B	0	0,001	0,057	0,227	0,565	1
C	0	0	0,010	0,072	0,227	1
D	0	0	0,002	0,015	0,06	1

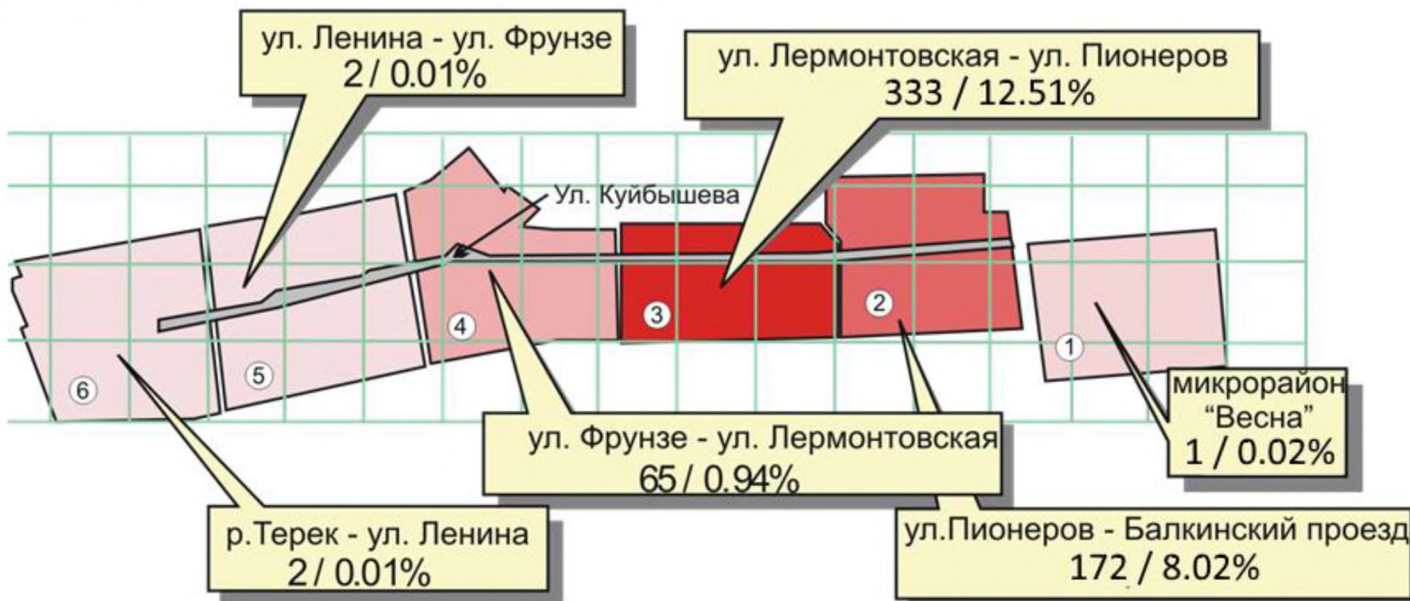
Ожидаемый экономический ущерб по участкам, прилегающим к улице Куйбышева

Наименование участков в районе улицы Куйбышева	Размер экономического ущерба, при землетрясении, млн. рублей		
	7 баллов	8 баллов	9 баллов
Весна	8,2	17,7	70,6*
Балкинский проезд - улица Пионеров	61,1	232,8	561,6
Улица Пионеров - улица Лермонтовская	70,3	280,2	697,9
Улица Лермонтовская - улица Фрунзе	114,1	452,8	
Улица Фрунзе-улица Ленина	179,1	722,0	
Улица Ленина – набережная р.Терек	194,9	784,1	

Зависимость потерь населения от типа зданий и уровня воздействия

Воздействие	Тип здания (численность населения, чел.)	Потери населения, чел. (% от общего числа)		
		Легкие ранения	Серьезные ранения	Летальные исходы
VII	A (61)	8 (13,1%)	-	-
VIII		21 (34,4%)	9 (14,8%)	3 (4,9%)
IX		19 (31,1%)	15 (24,6%)	17 (27,9%)
VII	B (22365)	3 (0,01%)	-	-
VIII		674 (3%)	90 (0,4%)	22 (0,1%)
IX		4037 (18,1%)	528 (2,4%)	338 (1,5%)
VII	C (10689)	-	-	-
VIII		18 (0,2%)	-	-
IX		433 (4,1%)	42 (0,4%)	11 (0,1%)
VII	D (5885)	-	-	-
VIII		-	-	-
IX		1 (0,02%)	-	-

Ожидаемые социальные потери при 8-балльном (для средних грунтов) землетрясении для г.Владикавказ



Цифры обозначают абсолютное число пострадавших и / число пострадавших в процентах от численности населения участка



Микрорайон Весна, г. Владикавказ

$M_{\max} = 7.1$

Фото: Т.В. Заалишвили



Разжижение грунтов 16 июня, 1964, Ниигата, Япония,

$M = 7.5$

Фото: JosephPenzien

Выводы

- Реализована оценка сейсмического риска современной урбанизированной территории на примере территории ул.Куйбышева и прилегающих кварталов. Являясь частью старой центральной части города, рассматриваемая улица включает почти все типы зданий и сооружений, распространенных в городе и все многообразие грунтовых условий.
- Реализована оценка ожидаемого экономического ущерба и социальных потерь, обусловленных сейсмическим воздействием на застройку. Социальные потери во время землетрясений, в основном, определяются уровнем повреждения зданий и сооружений. В то же время т.н. вторичные последствия в виде оползней, разжижения, грунтов, наводнения могут стать при определенном стечении негативных факторов определяющими и аномально высокими.
- Рассмотрены основные показатели уязвимости зданий и сооружений, факторы, формирующие прямой и косвенный ущерб при землетрясениях.
- Приведена классификация застройки по ул. Куйбышева по сейсмическому классу уязвимости.
- Создана база данных застройки по улице Куйбышева. Эта база включает в себя всю необходимую информацию по зданиям, расположенным по улице Куйбышева и в прилегающих кварталах.
- Рассмотрены особенности построения модели сейсмической уязвимости градостроительных систем.



Благодарю за внимание!