



РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРРИТОРИИ ПО СТЕПЕНИ ОПОЛЗНЕВОЙ ОПАСНОСТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДЗЗ

Виляев А.В.², Жантаев Ж.Ш.¹, Бреусов Н.Г.¹, Стихарный А.П.²

*АО "Национальный центр космических исследований и технологий"¹
ДТОО «Институт ионосферы»², Республика Казахстан, Алматы,*

vilayev@gmail.com



Оценка территории на развитие оползневых процессов сейсмического генезиса

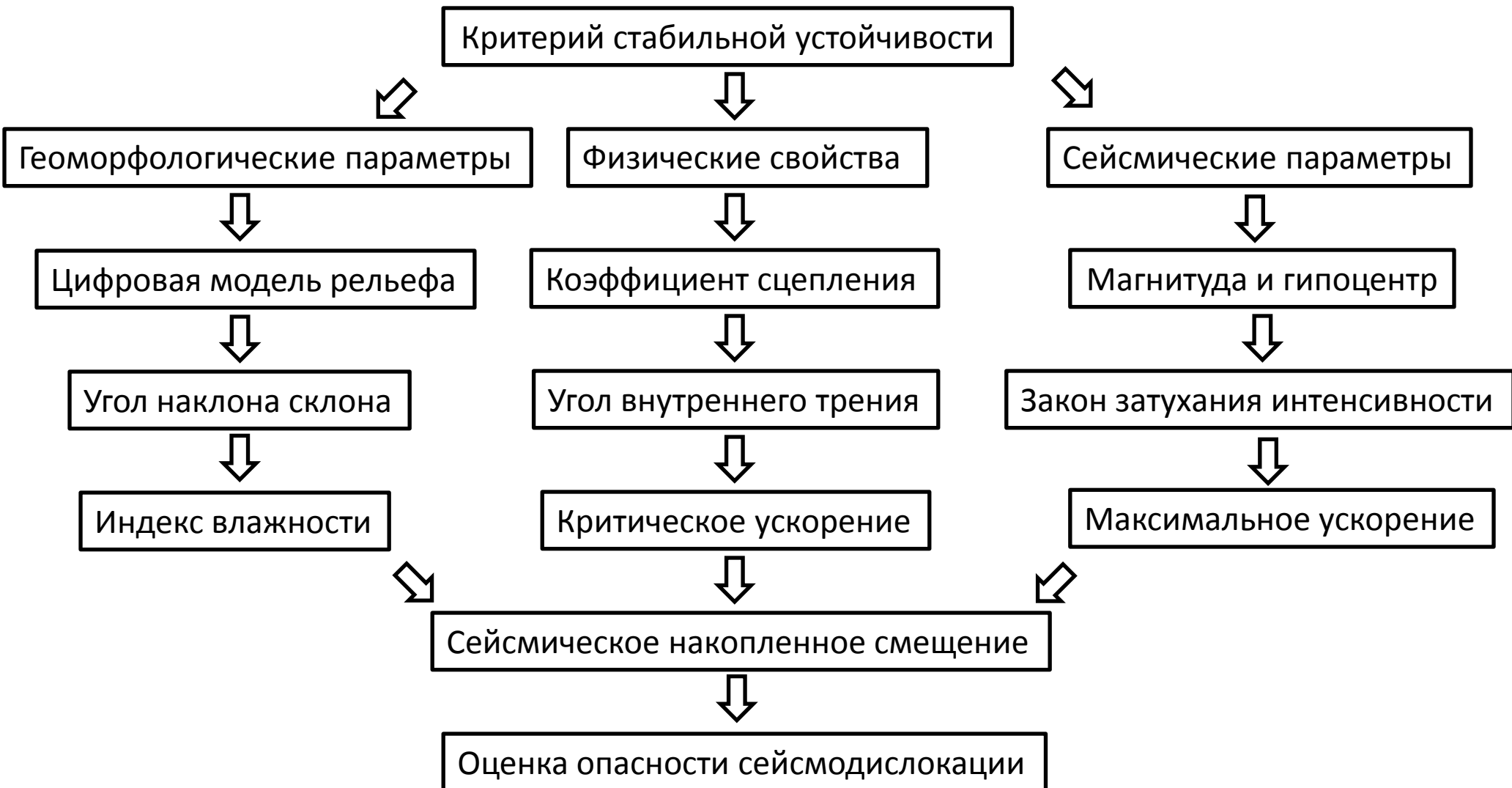
ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ:

- ЦИФРОВАЯ МОДЕЛЬ РЕЛЬЕФА
- ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПОРОД
- ГЕОТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ
- СЕЙСМИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

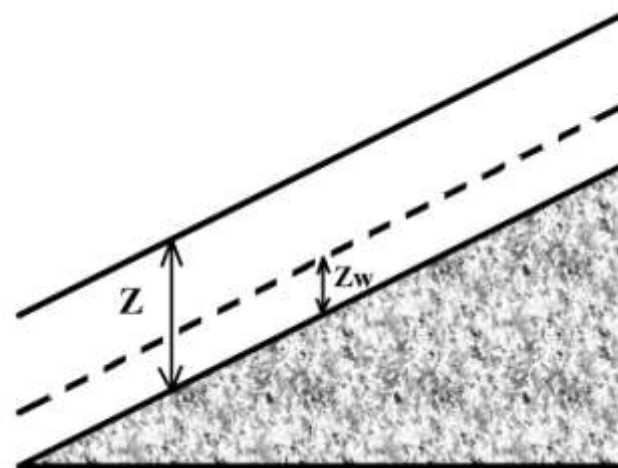
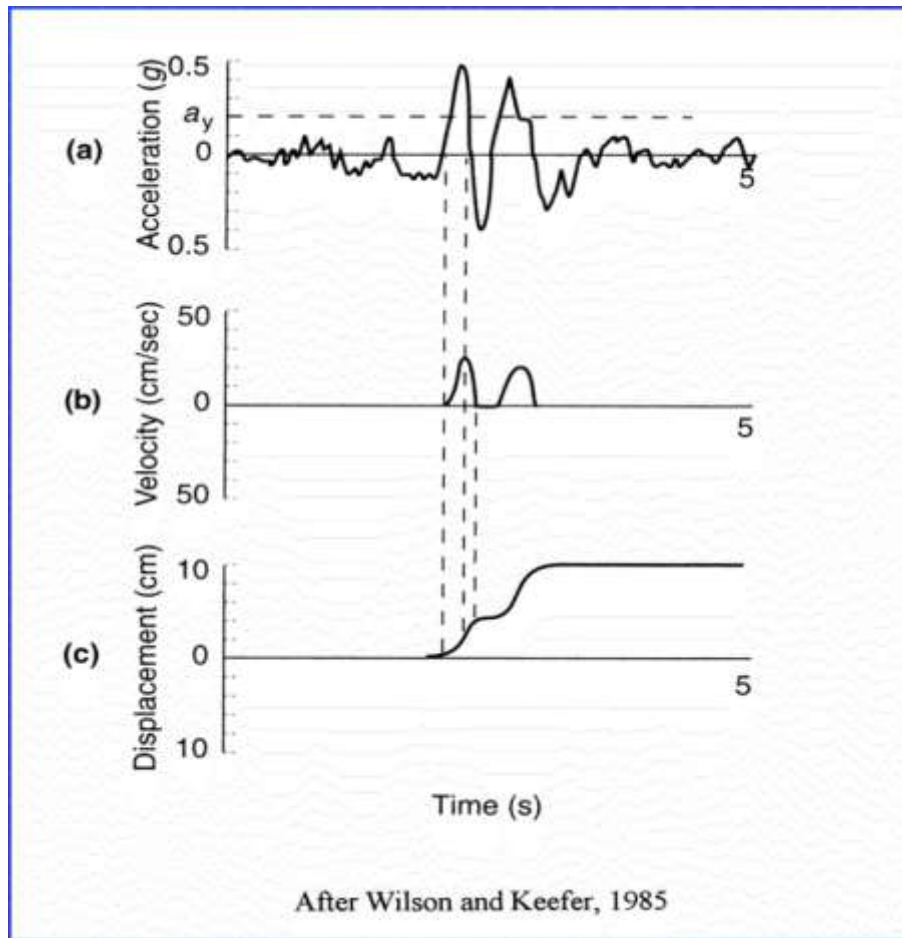
МЕТОДОЛОГИЯ:

- МОДЕЛИРОВАНИЕ ОПОЛЗНЯ ПЛОСКИМ НАКЛОННЫМ СЛОЕМ
- ВЫЧИСЛЕНИЕ КОСЕЙСМИЧЕСКИХ СМЕЩЕНИЙ ПО NEWMARK

Алгоритм построения математической модели воздействия сейсмических процессов на формирование оползней и обвалов.



Определение косеймических смещений оползня по Ньюмарку



Критическое ускорение

$$A_c = (FS - 1)g \sin \alpha$$

Неустойчивый склон $FS < 1.0$

Критический склон $1.0 \leq FS \leq 1.5$

Высокая устойчивость $FS > 1.5$

Фактор стабильности

$$FS = \frac{c'}{yz \cos \alpha \sin \alpha} + \left(1 - m \frac{y_w}{y}\right) \frac{\tan \phi}{\tan \alpha}$$

Критическое ускорение

$$A_c = \frac{\frac{c'}{\cos^2 \alpha} + (y - my_w)z \tan \phi - yz \tan \alpha}{yz + yz \tan \alpha \tan \phi}$$

Суммарное смещение при сейсмическом воздействии

$$\log D_n = -2.710 + \log \left[\left(1 - \frac{A_c}{PGA}\right)^{2.335} \left(\frac{A_c}{PGA}\right)^{-1.478} \right] - 0.424 M_s$$

$$\log D_n = 0.802 \log PGV - 10.981 A_c + 7.377 A_c \log PGV + 1.914$$

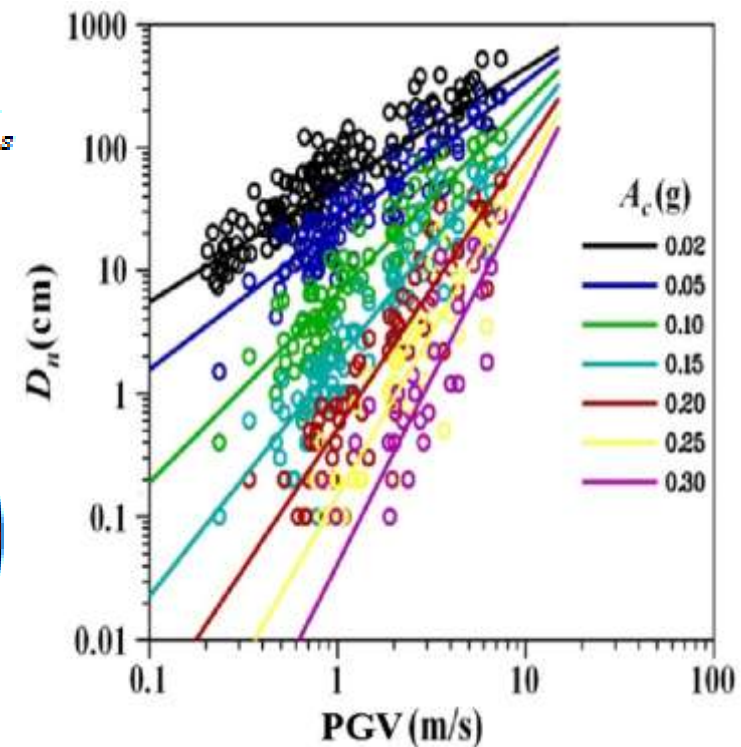
Для Северного Тянь-Шаня:

Модель затухания пиковых ускорений (ИС, 2011)

$$\ln PGA = 2.6 + 0.87 M_s - 0.85 \ln R - 0.0055 R + \begin{pmatrix} -0.30 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0.30 & 1 \end{pmatrix}$$

Модель затухания пиковых скоростей (ИС, 2011)

$$\ln PGV = -3.1 + 1.4 M_s - 0.90 \ln R - 0.045 R + \begin{pmatrix} -0.35 & 1 \\ 1 & 0 \\ 0.2 & 1 \end{pmatrix}$$



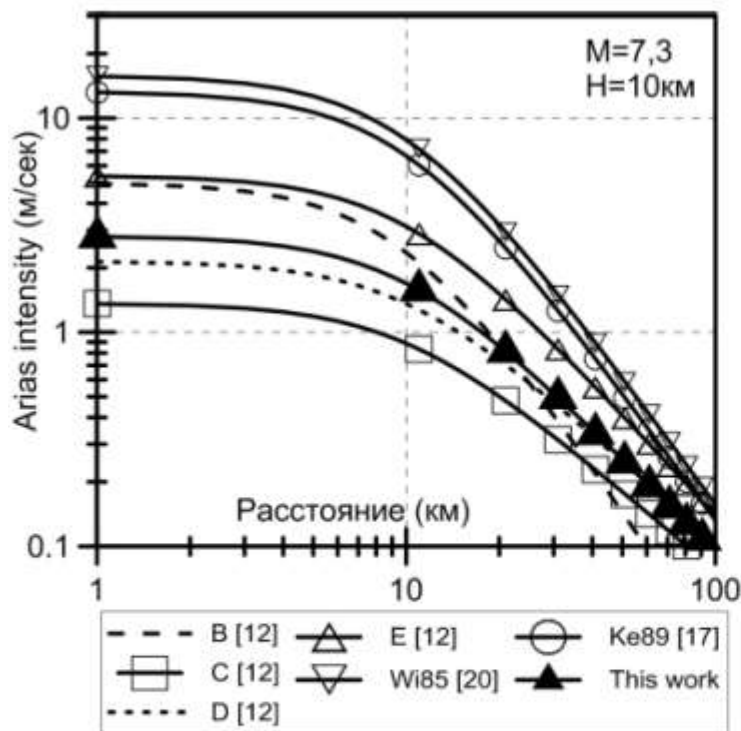
(S.-Y. Hsein, et all., 2011)

Суммарное смещение при сейсмическом воздействии

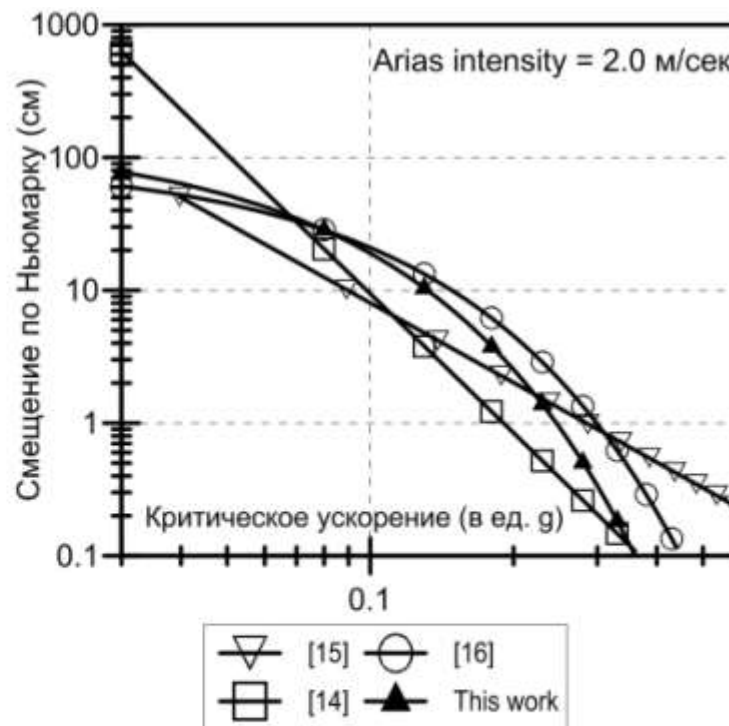
$$\log D_n = 0.802 \log I_a - 10.981 A_c + 7.377 A_c \log I_a + 1.914 \pm 0.274$$

Корреляционная зависимость I_a от магнитуды землетрясения и расстояния

$$\ln(I_a) = 2.056 M_w - 1.475 \ln(R) - 10.577 \pm 1.335$$



Сравнение модельных кривых затухания I_a по разным источникам от расстояния для сценарного землетрясения магнитудой 7,3 с центром на глубине 10 км.

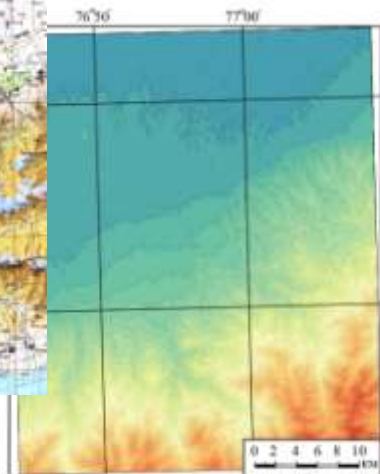


Сравнение модельных кривых зависимости сейсмогенного смещения D_n по разным источникам от критического ускорения A_c

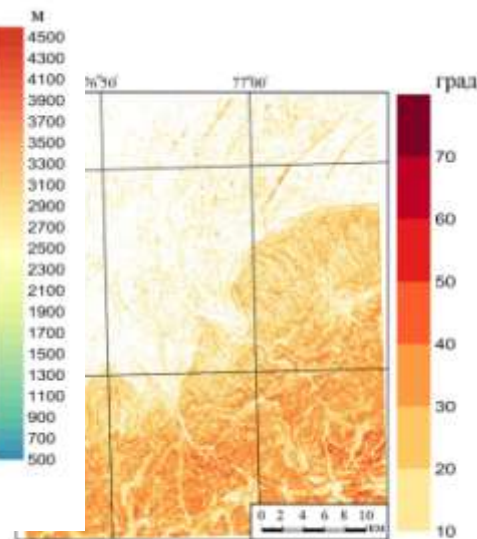
Модель воздействия сейсмических процессов на формирование оползней и обвалов (на примере северного склона хребта Иле Алатау и Верненского землетрясения 1887 г.)



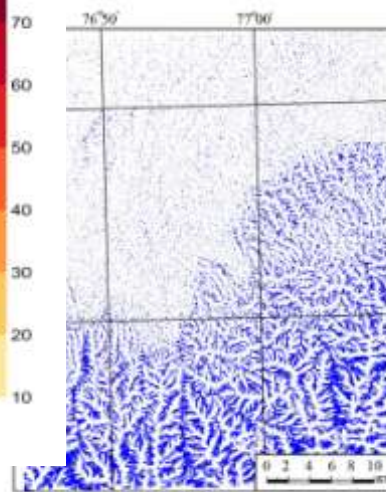
Обзорная схема
моделирования



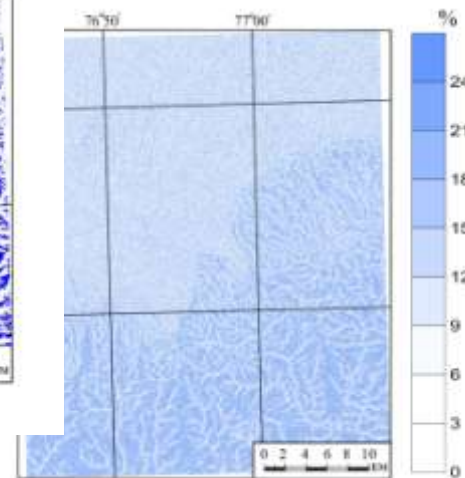
Цифровая модель рельефа



Максимальные углы наклона рельефа

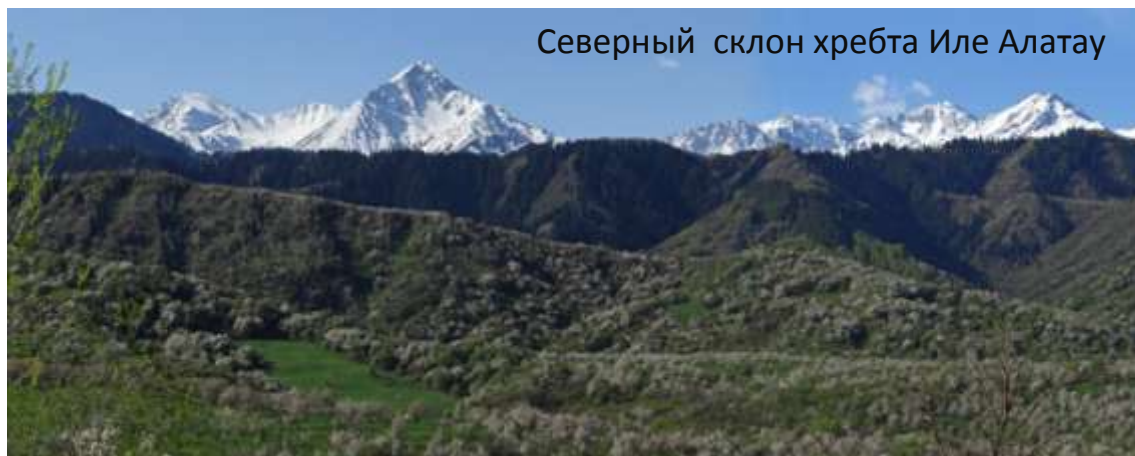


Водосборная площадь

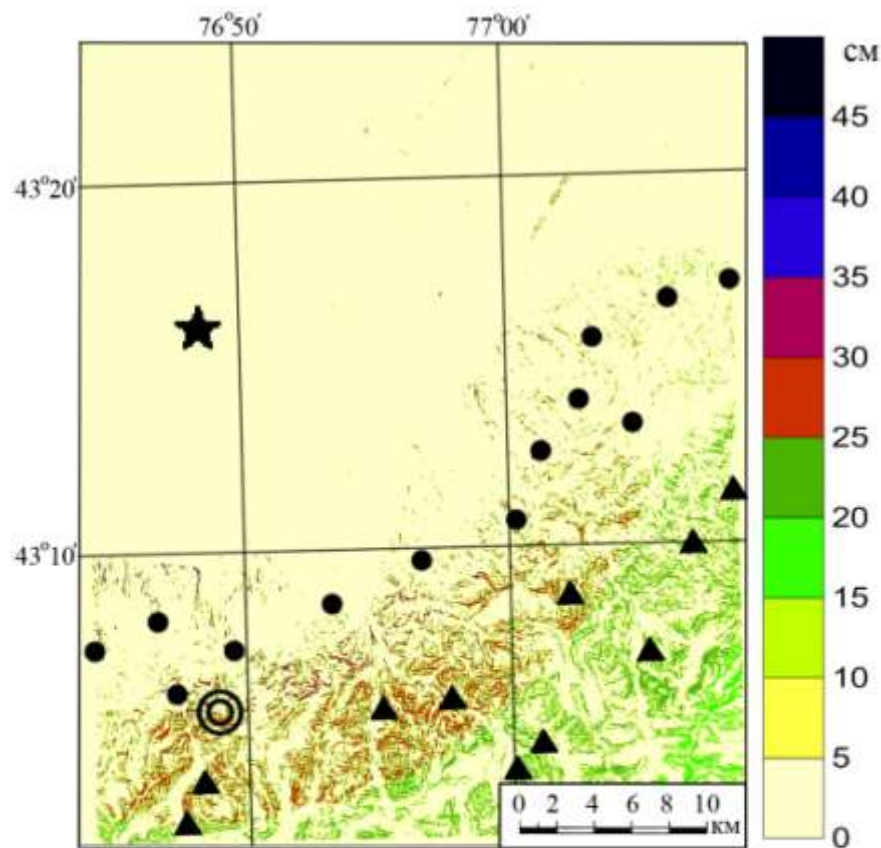


Топографический индекс влажности

Северный склон хребта Иле Алатау



Распределение модельных косейсмических смещений на склоне Иле Алатау при Верненском землетрясении 1887 г.



Расчетные значения сейсмического смещения D_n (см) для Верненского землетрясения.

- сейсмогенные оползни-потоки в лессовых грунтах
- ▲ сейсмогенные оползни-обвалы скальных грунтов
- ★ эпицентр землетрясения, $M=7.3$, $H=10$ км
- ◎ Акжарский обвал



Акжарский обвал

Склон неустойчив
Опасность высокая

$$D_n \geq 30 \text{ cm}$$

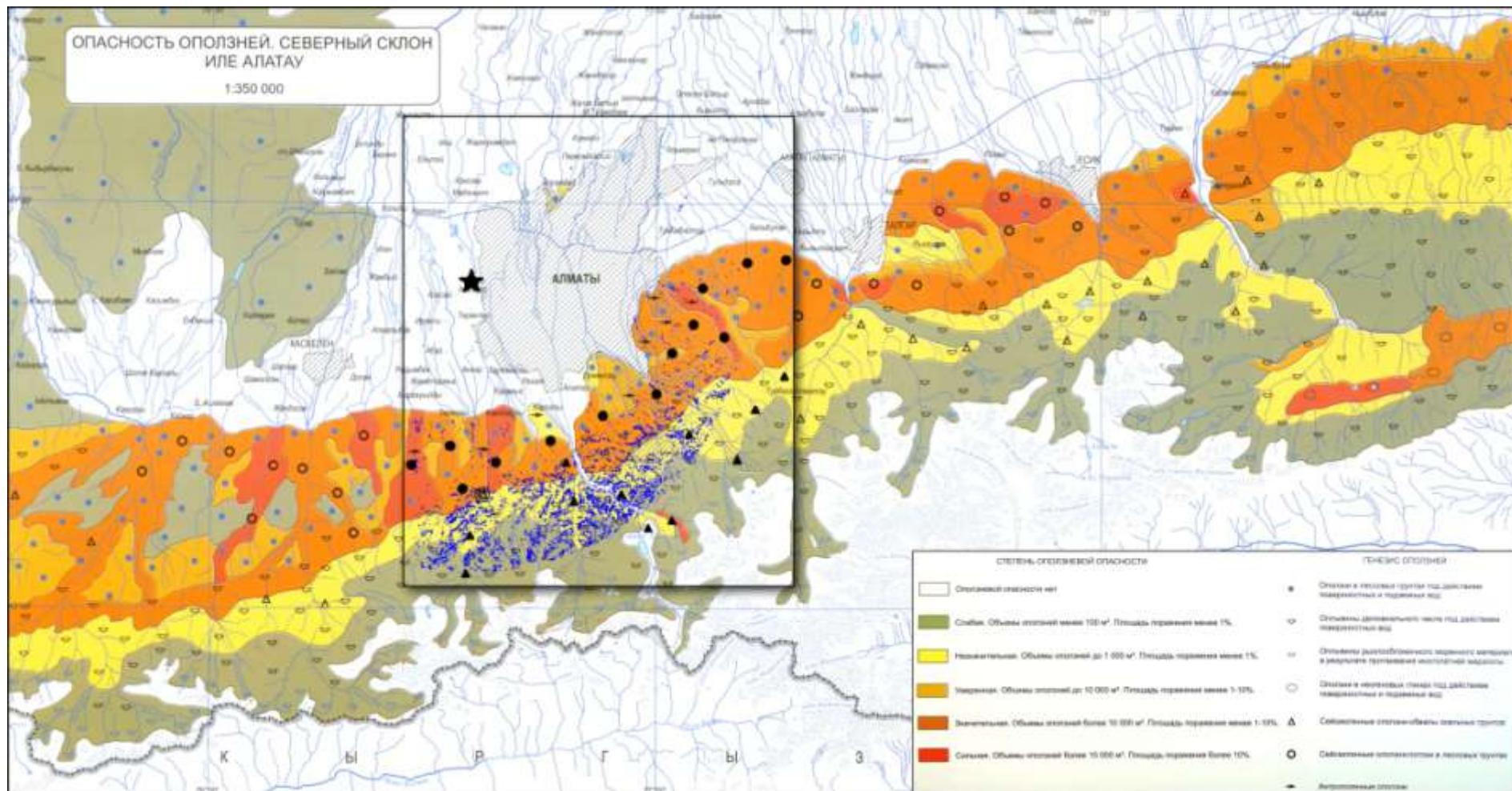
Критическое состояние
Экспертная оценка

$$10 \text{ cm} \leq D_n < 30 \text{ cm}$$

Склон устойчив
Опасности нет

$$D_n < 10 \text{ cm}$$

Корректировка карты оползневой опасности на основе модельных построений



ПРЕИМУЩЕСТВА:

- ВЫСОКАЯ ДЕТАЛИЗАЦИЯ НА ОСНОВЕ ЦИФРОВОЙ МОДЕЛИ РЕЛЬЕФА
- МОДЕЛИРОВАНИЕ СЕЙСМОГЕННЫХ ОПОЛЗНЕЙ ОТ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

НЕДОСТАТКИ:

- ДЕТЕРМИНИСТИКИЙ ХАРАКТЕР МОДЕЛИ
- МОДЕЛИРОВАНИЕ ИСКЛЮЧИТЕЛЬНО СЕЙСМОГЕННЫХ ОПОЛЗНЕЙ

ЧТО ДЕЛАТЬ:

- ПРИМЕНЕНИЕ РАДАРНОЙ ИНТЕРФЕРОМЕТРИЧЕСКОЙ СЪЕМКИ
- ПОЛЕВЫЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКИЕ РАБОТЫ НА КОНКРЕТНЫХ УЧАСТКАХ
- ДЕТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ



**Благодарю
за
внимание !**