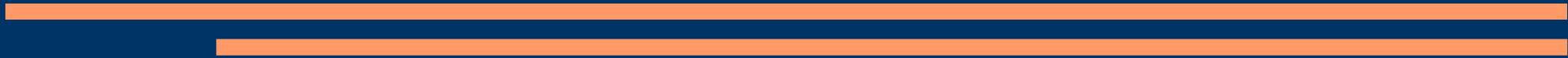


**СЕЙСМОТЕКТОНИЧЕСКИЕ
ИССЛЕДОВАНИЯ
ПРИ ИЗЫСКАНИЯХ ДЛЯ ЛИНЕЙНЫХ
СООРУЖЕНИЙ**



ПЛАН ЛЕКЦИИ

1. Основные понятия и определения

- очаг, гипоцентр и эпицентр землетрясения
- интенсивность и магнитуда землетрясения

2. Основные задачи сейсмотектонических исследований

- Выделение сейсмогенерирующих зон, как основа оценки сейсмической опасности
 - Выделение активных (опасных для сооружений) разломов
-
-

ПЛАН (Продолжение)

3. Учет типа сооружения при планировании работ

- Автодороги
- Железные дороги
- Нефте- и газопроводы
- Тоннели транспортные и гидротехнические

4. Расчетные параметры активных разломов

- Местоположение
 - Кинематика и величина подвижки
 - Повторяемость подвижек
 - Скорость постоянных перемещений
-
-

ПЛАН (Окончание)

Основные методы поиска и изучения активных разломов

- Дистанционные (аэро-космические)
 - Лазерное сканирование
 - Полевое обследование
 - Траншейные исследования
 - Геофизика, геохимия
 - Геодезия
-
-

Основные понятия и определения

Тектоническое землетрясение - резкая подвижка по разрыву в земной коре или верхней мантии. При этом происходит быстрая разрядка накопившихся напряжений и излучение упругих (сейсмических) волн.

Очаг землетрясения - область в земной коре или мантии, из которой излучаются сейсмические волны. В первом приближении в качестве очага может рассматриваться участок плоскости разрыва, по которому произошла подвижка.

Точка в очаге землетрясения (в плоскости очагового разрыва), где начался процесс нарушения и излучения сейсмических волн - **гипоцентр землетрясения**.

Точка на поверхности земли над **гипоцентром** - **эпицентр**.

Интенсивность землетрясения - характеристика силы подземных толчков и (или) тяжести вызванных ими последствий в конкретном пункте.

Интенсивность измеряется в баллах от 1 до 12 (шкалы MSK-64, MM, EMS) или от 1 до 7 (японская шкала JMA) с шагом в 1, иногда в 0.5 балла.

В современных шкалах **интенсивность** выражается также в значениях **ускорений сейсмических колебаний**. Так, согласно шкале MSK-64, 7 баллам соответствует $A=0.1$ g, 8 баллам $A=0.2$ g, 9 баллам $A=0.4$ g.

Фактически, эта связь намного сложнее.

Интенсивность уменьшается по мере удаления от эпицентра или от очаговой области землетрясения. Она также существенно зависит от местных условий - состава и свойств грунтов, уровня подземных вод и рельефа.

Магнитуда (величина) землетрясения - это параметр, характеризующий работу, произведенную в очаге землетрясения или энергию, излученную в виде сейсмических волн (в зависимости от типа магнитуды).

Понятие магнитуды было введено Ч. Рихтером в 40-х годах прошлого века. В настоящее время чаще всего используются следующие типы магнитуд- M_w , $M_s(LH)$, M_L , m_b . У сильнейших землетрясений M_w достигает примерно 9.6, $M_s(LH)$ - примерно 8.5. Магнитуда прямо зависит от размеров очага.

В отличие от интенсивности, изменяющейся по мере удаления от очаговой области, магнитуда характеризует землетрясение в целом.

Понятия "Шкала Рихтера" не существует, а выражение "землетрясение силой в ... баллов по шкале Рихтера", часто употребляемое в СМИ, не имеет смысла.

Основные задачи сейсмотектонических исследований

А - Выделение **сейсмогенерирующих зон**, как основа оценки сейсмической опасности, обусловленной сейсмическими колебаниями.

Сейсмогенерирующие зоны - это активные тектонические структуры, в первую очередь зоны разломов, с которыми связаны очаги землетрясений. На сегодняшний день мы можем более-менее уверенно выделять структуры, "ответственные" за большие землетрясения ($M \geq 6$). Землетрясения малых магнитуд обычно рассматриваются, как "рассеянная сейсмичность", не связанная с конкретными зонами разломов.

Б - Выделение **активных (опасных для сооружений) разломов**, воздействие которых на сооружение обусловлено взаимным перемещением разделяемых ими блоков земной коры.

Лекция будет посвящена, преимущественно, решению проблем, возникающих в связи со второй задачей - выделением конкретных активных разрывов и определением их расчетных параметров.

Мы рассмотрим критерии их выделения, расчетные параметры, определяемые по результатам изысканий, методы поиска и изучения таких структур.

Основное различие в подходах и методах, применяемых при выделении сейсмогенерирующих зон и при выделении конкретных активных разломов состоит в значимости прямых и косвенных признаков, а также в различных требованиях к точности локализации выделяемых структур.

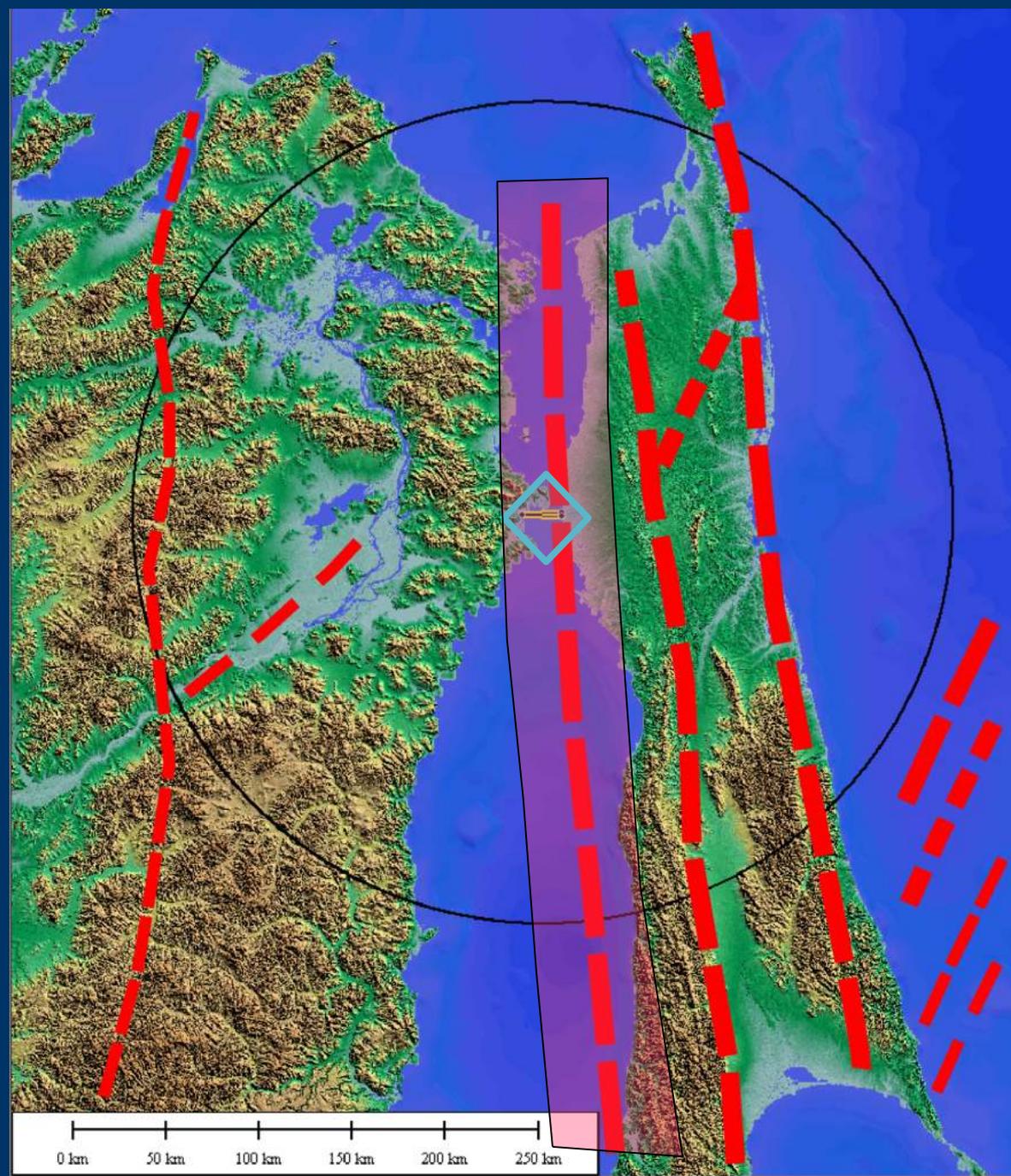
Точность локализации, в свою очередь, обусловлена характером "опасного" воздействия - сейсмическими колебаниями при выделении сейсмогенерирующих зон и перемещением блоков при выделении активных разломов.

При сильных землетрясениях ($M > 5$; $I_0 \geq 7$ баллов), а именно они представляют реальную опасность для сооружений, сотрясения высокой интенсивности охватывают достаточно широкую область вдоль очаговой зоны землетрясения. Поэтому приемлемая точность локализации такой зоны составляет \pm несколько километров.

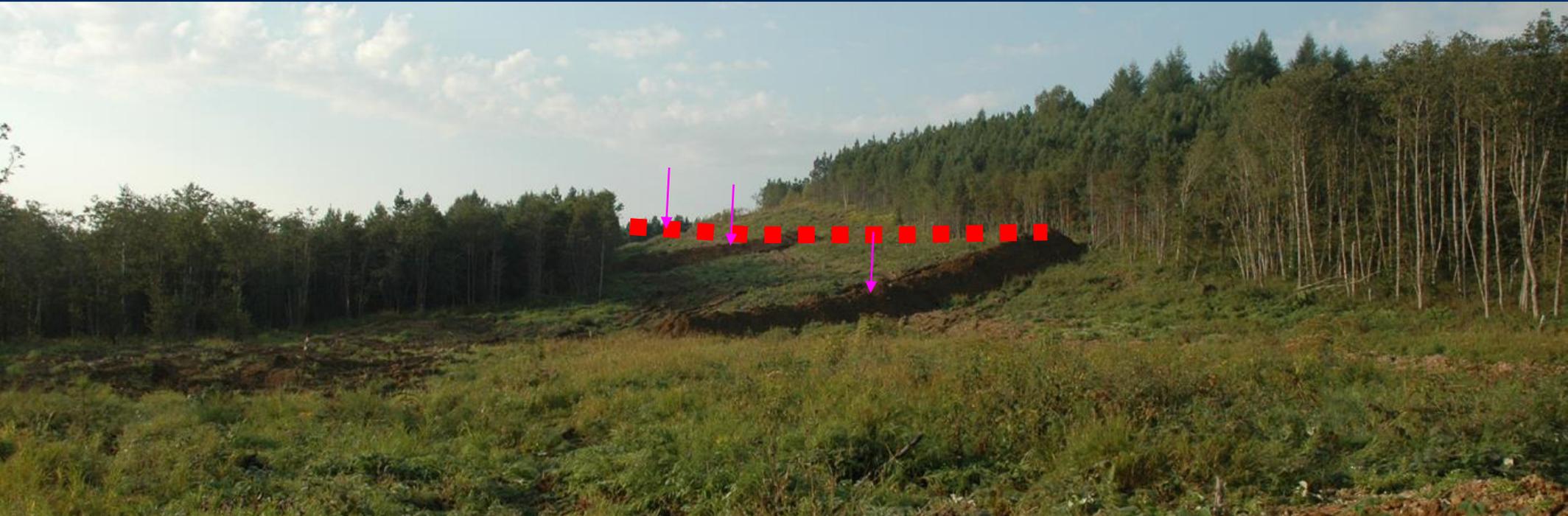
Вариант схемы сейсмогенерирующих зон для оценки сейсмических условий перехода газопровода через пролив Невельского.

Имеющиеся данные позволяют предполагать, что вдоль пролива проходит крупный разлом, с которым могут быть связаны сильные землетрясения.

Этих данных недостаточно, чтобы точно определить, где конкретно проходит такой разлом. Но здесь это не критично, так как зона максимальных сотрясений при таком землетрясении шире пролива.



Напротив, подвижки по разлому проявляются в узкой зоне, обычно шириной до нескольких метров или десятков метров, что и определяет требования к точности их локализации.



На фотографии показан участок трассы трубопроводов проекта Сахалин-2, где для того, чтобы точно определить положение активного разрыва в пределах большого приразломного уступа было пройдено несколько экскаваторных траншей глубиной до 4 - 5 м.

Прежде, чем дать определение понятию "**активный разлом**" подчеркну, что основная цель изучения опасных природных процессов при инженерных изысканиях – дать проектировщикам исходные данные для разработки экономически оправданной конструкции, обеспечивающей защиту от исследуемого процесса или обосновывающие необходимость переноса сооружения.

Утверждение, что трассу пересекает "активный разлом" без указания количественных параметров опасного воздействия и точной локализации места, для инженера-проектировщика - абстракция.

В то же время, такое указание настораживает экспертов при проведении технической или экологической экспертизы проектов.

Наиболее распространенное определение понятия "Активный разлом":

Активным является такой разлом, по которому за некоторый период времени произошла хотя бы одна подвижка.

Продолжительность этого периода времени определяется на основании эмпирических данных о повторяемости смещений на одном и том же отрезке разлома. Обычно она принимается в интервале от 10 000 лет (голоцен) до ~100 000 лет (поздний плейстоцен - голоцен).

При решении прикладных задач мы исходим из следующего определения понятия "активный разлом": При инженерных изысканиях под конкретный тип линейных сооружений в качестве активных рассматриваются разломы, пересекающие трассу, перемещения по которым способны механически повредить данное сооружение.

Наличие таких разломов предусматривает разработку адекватных методов защиты от неблагоприятного воздействия и определяет перечень параметров, используемые при расчетах сооружений.

Процессы, пространственно связанные с разломами, но воздействующие на сооружения или их основания иным, немеханическим, способом (карст, воздействия флюидов и т.п.), требуют иных методов защиты и нами сейчас не рассматриваются.

Специальный вопрос – возможность усталостных деформаций сооружения под воздействием периодических знакопеременных малоамплитудных перемещений.

Позже я остановлюсь на этом подробнее, но сразу отмечу, что выявление таких перемещений требует специальных методов исследований, в первую очередь длительных повторных геодезических измерений, что, на мой взгляд, практически не реализуемо при изысканиях для новых, строящихся объектов, в первую очередь из-за коротких сроков, обычно отводимых на проведение изыскательских работ.

Учет типа сооружения при планировании работ

- Автодороги
- Железные дороги
- Нефте- и газопроводы
- Тоннели транспортные и гидротехнические

При планировании работ по поиску и изучению активных разломов необходимо принимать во внимание:

в какой мере полученная информация может быть учтена при проектировании;

как подвижка по разлому может повлиять на безопасность сооружения и окружающей среды;

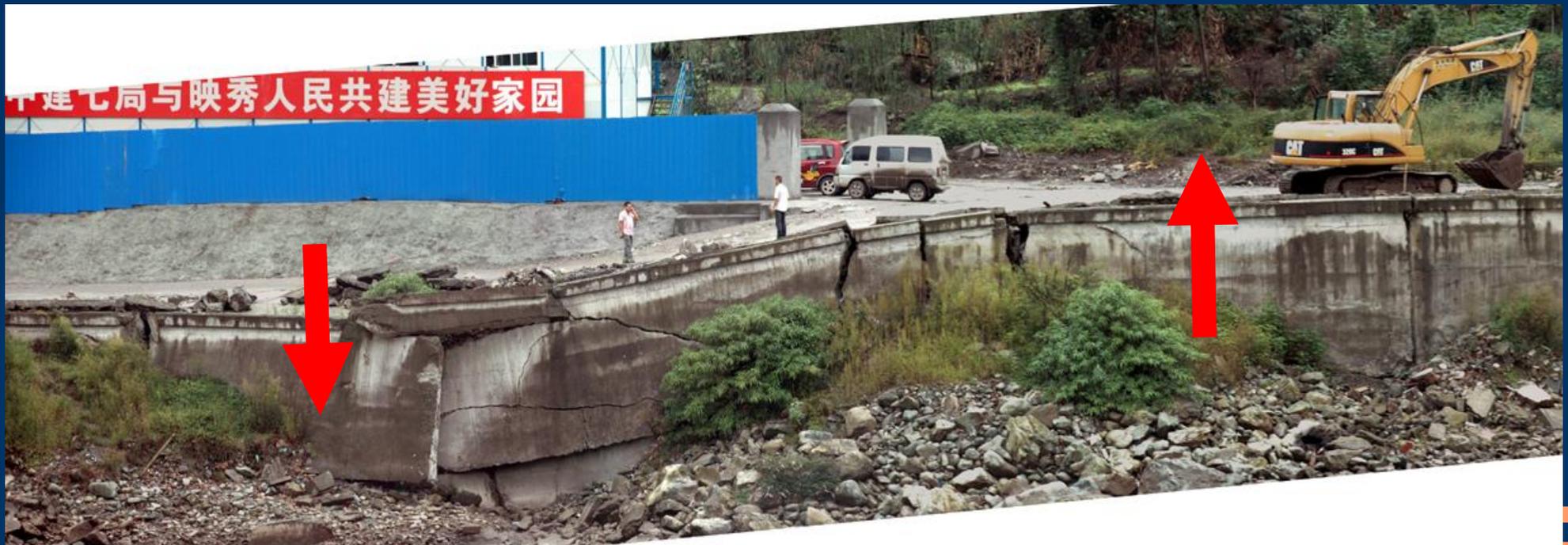
как соотносятся стоимость изысканий, проектирования защитных сооружений, их строительства и эксплуатации со стоимостью работ по ликвидации возможного ущерба или по восстановлению объекта в случае возникновения подвижки.



Автодороги.

Трудно представить себе экономически оправданную конструкцию автодороги, сохраняющую работоспособность при резкой сейсмогенной или длительной криповой подвижке по разлому, пересекающему дорогу.

Если это произойдет, она будет просто отремонтирована. Т.е. проектировщик, скорее всего, не будет использовать эти данные. Соответственно, при изысканиях для автодорог заниматься изучением активных разломов, как конкретных опасных структур, на мой взгляд, нецелесообразно. Это не относится к выделению сейсмогенерирующих структур для оценки сейсмической опасности.



Железные дороги.

Для них, опять же, вряд ли можно разработать конструкцию пути, сохраняющую работоспособность при резкой сейсмогенной подвижке по разлому.

Если в районе прохождения железной дороги происходит сильное землетрясение, то, прежде чем пускать по ней поезда, очевидно, проверяют состояние пути и, при необходимости, выполняют ремонтные работы.

Сложнее с медленными (мм-см/год) криповыми смещениями по разломам. Теоретически они способны постепенно деформировать путь, создав угрозу безопасности.

И здесь необходимо остановиться на принципиально разной организации работ изучению активных разломов для выявления причин повреждений **существующего сооружения**, особенно таких повреждений, которые периодически происходят на одном и том же месте, и для прогноза мест возможных осложнений **при изысканиях для нового строительства**.

Если мы предполагаем, что периодические деформации сооружения обусловлены тектоническим крипом, то оптимальным является проведение повторных высокоточных геодезических измерений по нескольким профилям, пересекающим зону разлома. Выполнить такие исследования в ходе эксплуатации линейного сооружения вполне реально, так как мы, в принципе, не ограничены сроками.

Но провести многолетние исследования в рамках инженерных изысканий для будущего строительства в отведенные на них сроки практически нереально. Поэтому, учитывая, что конструктивно защититься от таких движений малореально, на мой взгляд наиболее целесообразно вести регулярные путеизмерительные наблюдения уже на построенной железной дороге.

По-видимому, наибольшее развитие изучение активных разломов получило при изысканиях по трассам магистральных нефте- и газопроводов.

Это обусловлено, в первую очередь тем, что существуют реальные технические возможности защитить трубопровод от неблагоприятных последствий такой активности - резких (сейсмогенных), или постепенных (криповых) смещений по разломам.



Переход Трансаляскинского нефтепровода через разлом Денали. В ноябре 2002 г. при землетрясении с $M_w = 7.9$, смещение по разрыву составило 5.6 м при расчетной подвижке 6 м. Трубопровод выдержал.



Строительство перехода
газопровода проекта
Сахалин-2 через
активный разлом



При выработке методики изучения активных разломов, пересекающих трассы трубопроводов, должны учитываться особенности поведения этих сооружений при их "нормальной" эксплуатации.

Известно, что нефте- и газопроводы испытывают весьма значительные перемещения вследствие изменения температуры перекачиваемого продукта, температуры окружающей среды и гидродинамических эффектов. Амплитуда перемещений трубы может достигать 10 см, если не более.

Соответственно, медленные (мм/год) криповые смещения по разломам не должны оказывать на них существенного механического воздействия. Другое дело - резкие смещения при землетрясениях, величина которых может достигать нескольких метров.



Разрыв Суусамырского землетрясения 1992 г. в Киргизии с $M=7.3$ пять дней после землетрясения и через 14 лет



Тот же разрыв. Высота уступа сейсмогенного надвига около 2.5 м.



Уступ одного из разрывов Сычуаноского землетрясения 12 мая 2008 г. в Китае с $M=8.0$. Изначально школьный двор был горизонтальным



Уступ разрыва Гоби-Алтайского
Землетрясения 1957 г.



Уступ разрыва землетрясения
Бора Пик в Айдахо (1983 г.)

Такие подвижки вполне могут разорвать трубопровод. Поэтому при изысканиях для этих сооружений, по крайней мере в тектонически и сейсмически активных регионах, необходимо проводить поиск и изучение активных разломов, по которым можно ожидать резких сейсмогенных подвижек.

Более того, учитывая некоторую неопределенность в интерпретации данных, при наличии следов молодых подвижек по разлому, такой разрыв должен рассматриваться, как сейсмогенный.

Тоннели транспортные и гидротехнические.

Подход к изучению активных разломов при изысканиях для транспортных тоннелей, в принципе, схож с подходом при изысканиях по трассам железных и автомобильных дорог.

Разница состоит в том, что ремонт или восстановление тоннеля намного сложнее и дороже, чем транспортного сооружения на поверхности. Я хочу подчеркнуть, что речь идет именно об изысканиях по установлению активности разломов. Я не касаюсь здесь изучения разломов, как ослабленных зон, что, безусловно, имеет важнейшее значение при проектировании подземных сооружений.

Соответственно, при проектировании гидротехнических тоннелей, подход аналогичен подходу к изучению активных разломов по трассам трубопроводов, так как есть возможность сохранить работоспособность сооружения после подвижки.

Расчетные параметры активных разломов (на примере трубопроводов)

Для разработки работоспособной конструкции перехода сооружения через активный разлом необходимы следующие данные:

- Местоположение разлома
- Кинематика (направление) подвижки
- Расчетная величина подвижки (по направлению перемещения и по-компонентные)

Для оценки риска важным параметром является повторяемость подвижек; желательно знать и возраст последней подвижки.

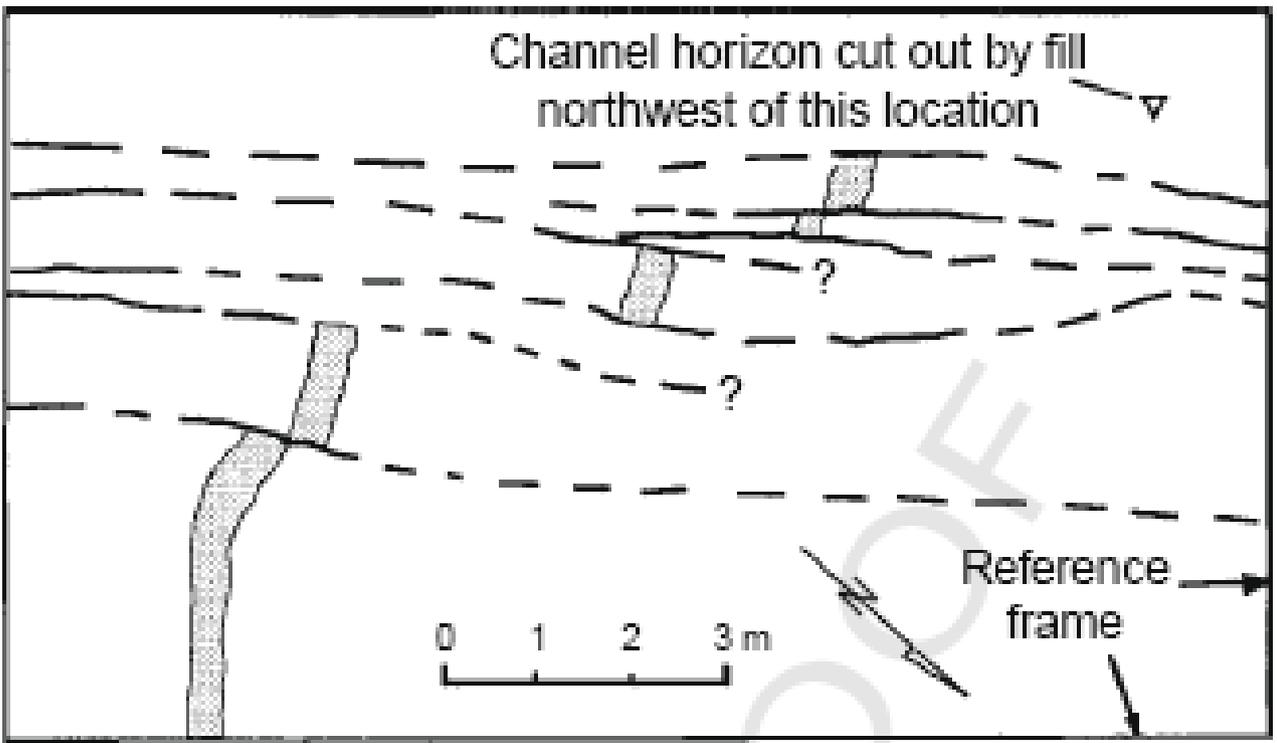


Местоположение разлома

Для проектирования перехода через активный разлом его местоположение должно быть определено с точностью не хуже, чем несколько десятков метров.

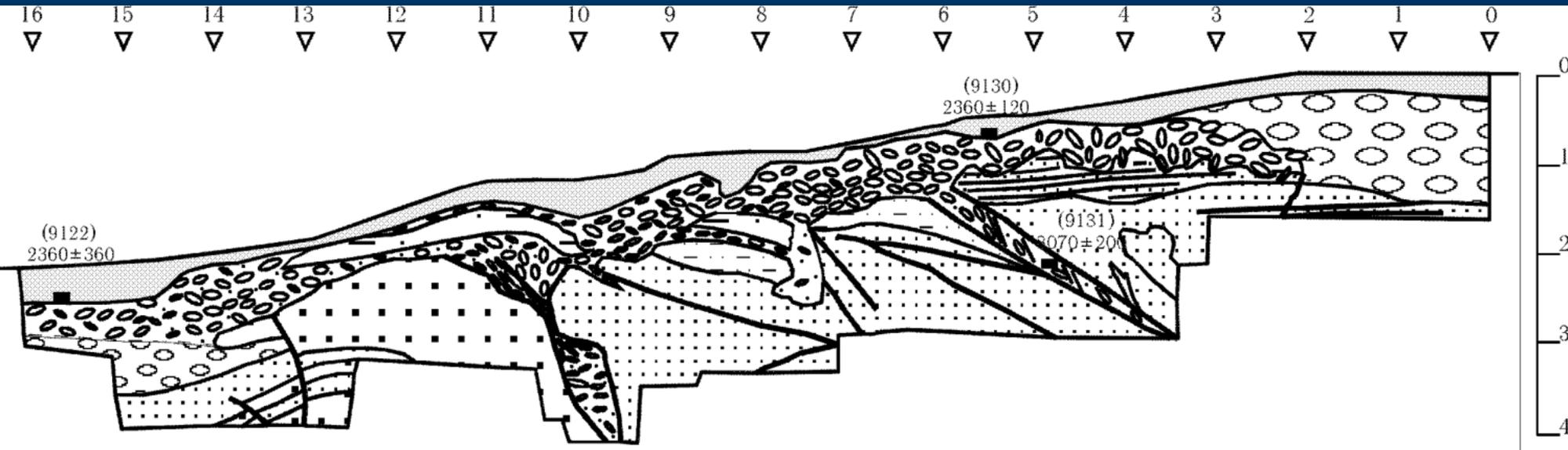
Следует понимать, что даже если мы нашли в траншее плоскость разрыва, нет гарантии, что следующая подвижка произойдет именно по этой же плоскости.

Более того, нередко в зонах разломов выявляются несколько субпараллельных поверхностей смещения.

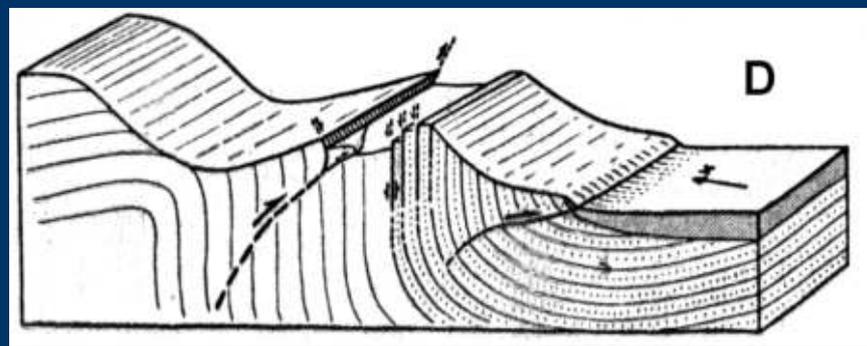
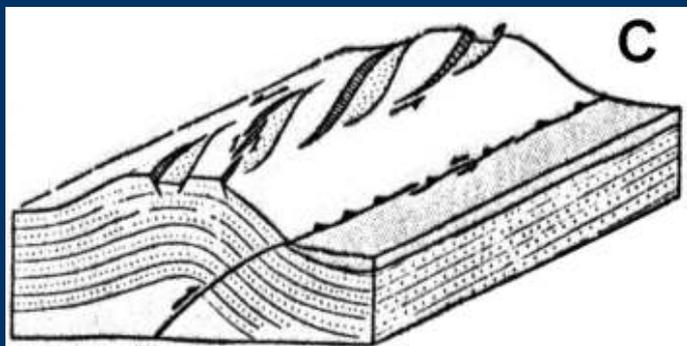
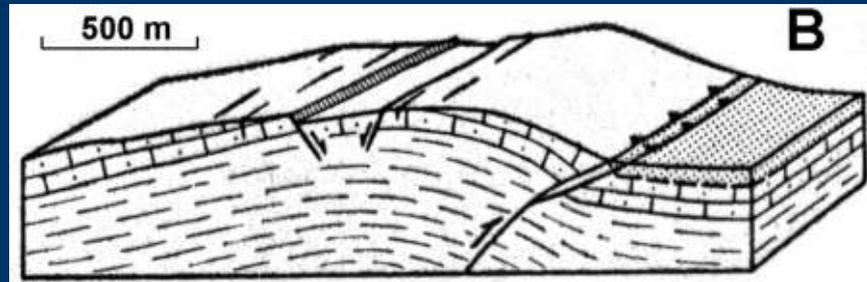
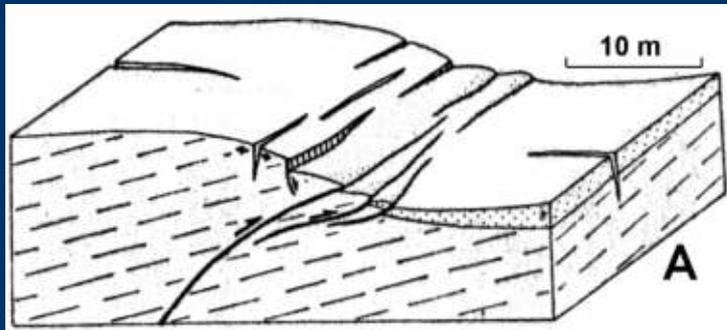


Деталь строения одного из сдвиговых разрывов в Калифорнии (McCalpin, 2009)

Строение молодого разрыва у пос. Победино (Сахалин)



Еще один фактор, который следует учитывать при локализации активных разломов - то, что помимо основного "шва" они нередко сопровождаются **зонами вторичных деформаций**, ширина которых может варьировать в широких пределах - от нескольких метров или десятков метров до километров. Весьма изменчивы и характер и масштабы отдельных проявлений.

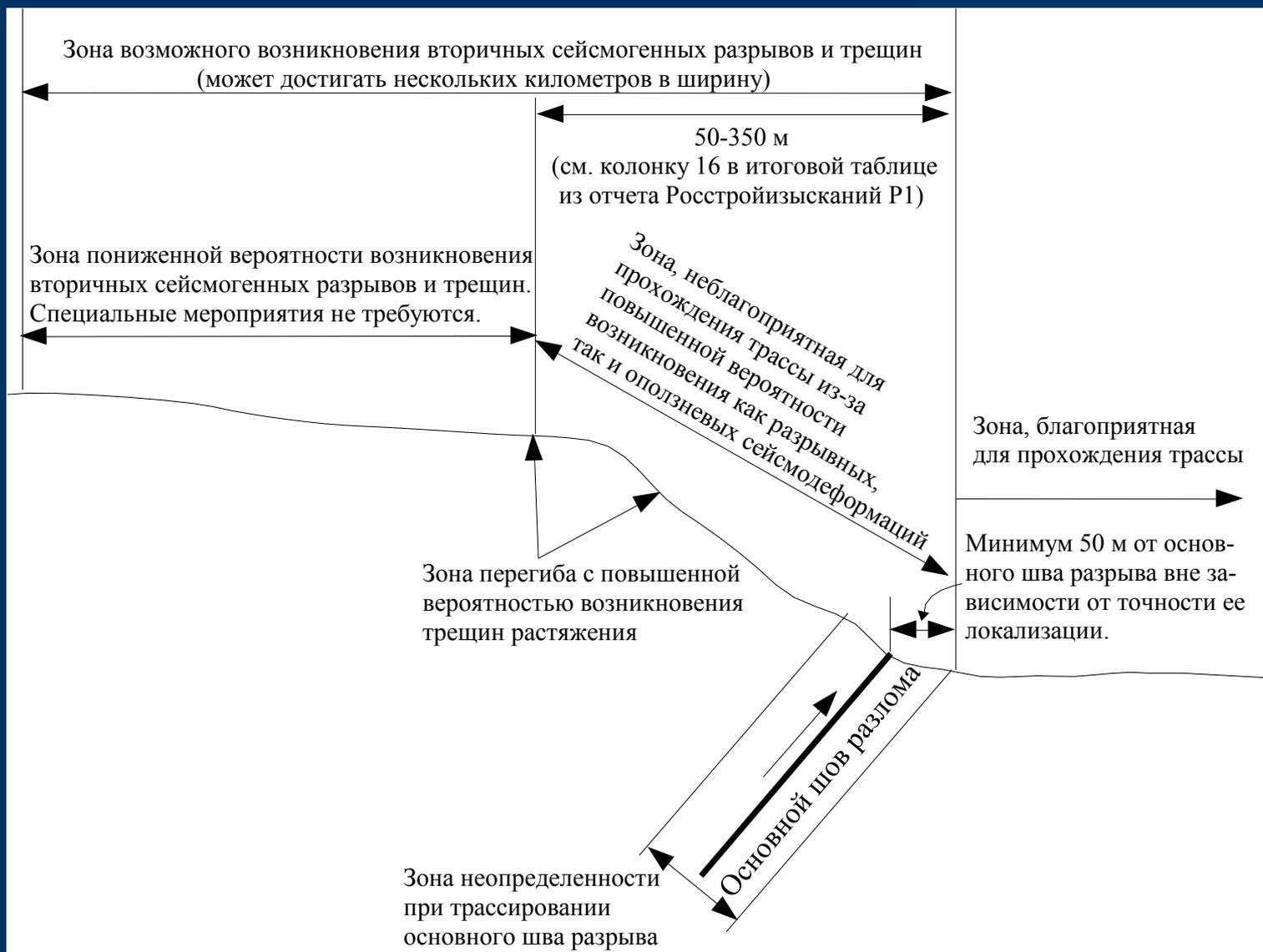


Типы вторичных деформаций в поднятом крыле сейсмогенного надвига при Эль-Аснамском землетрясении 1980 г. в Алжире.



Трещины растяжения в мощных ледниковых отложениях в поднятом крыле разрыва Кеминского землетрясения 1911 г. в долине р. Чон-Аксу (Киргизия).

При изысканиях по трассе трубопроводов проекта Сахалин-2 была рекомендована следующая схема учета возможности возникновения вторичных деформаций:



Кинематика (направление) подвижки

Этот параметр определяется по материалам полевого изучения разломов - по положению плоскости разлома, наличию штриховки на плоскости сместителя, по форме уступа или сдвигу мелких элементов рельефа.

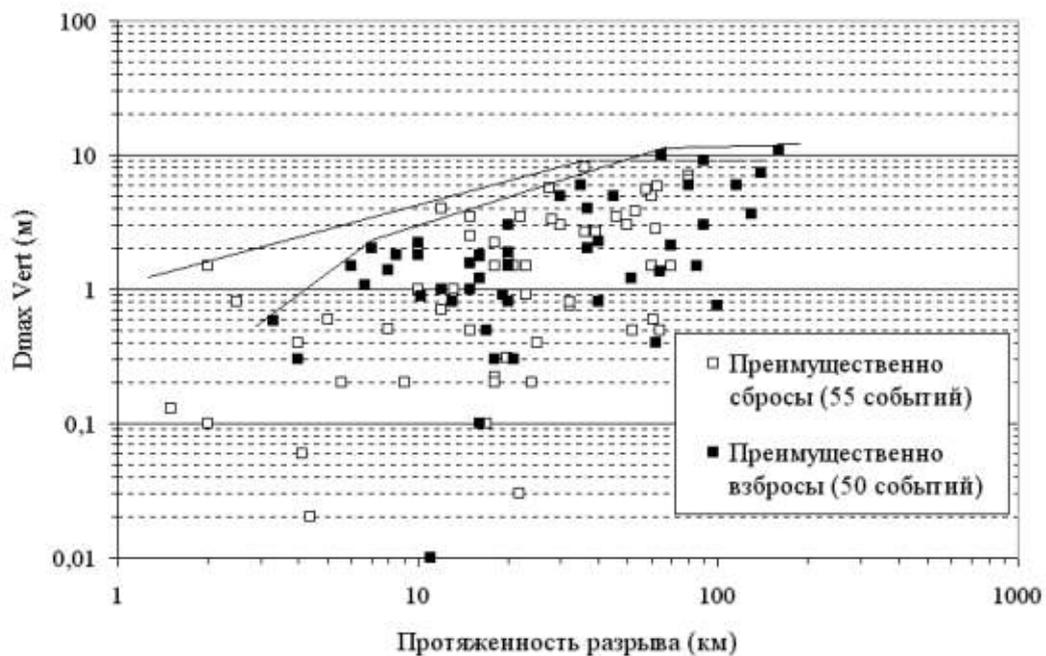
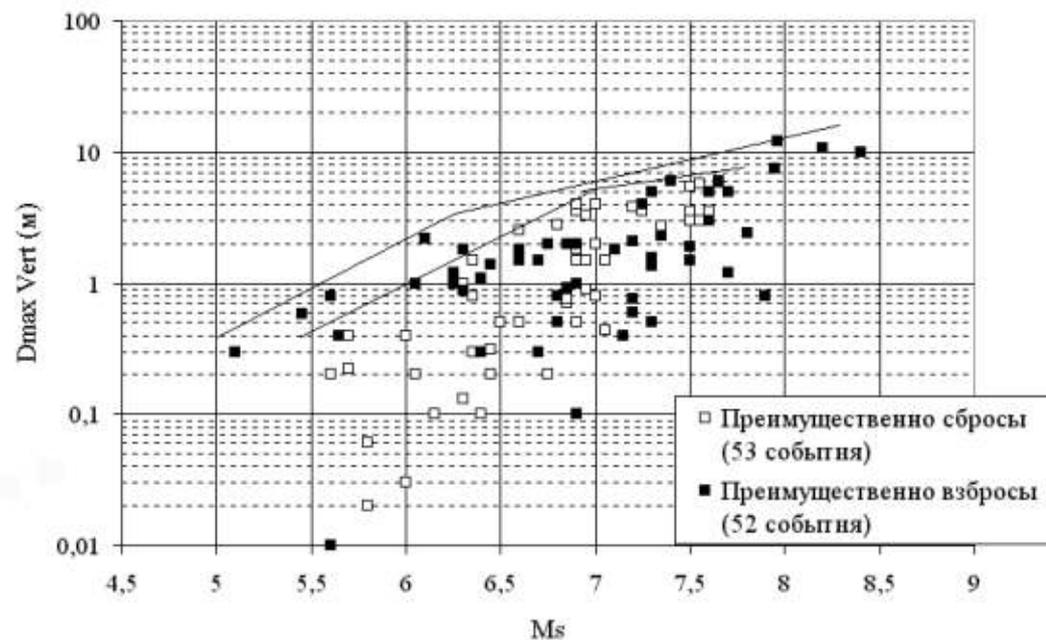
Учитывается также положение исследуемого разлома в региональном поле напряжений.



**Наиболее сложная задача -
определение расчетной
величины подвижки.**

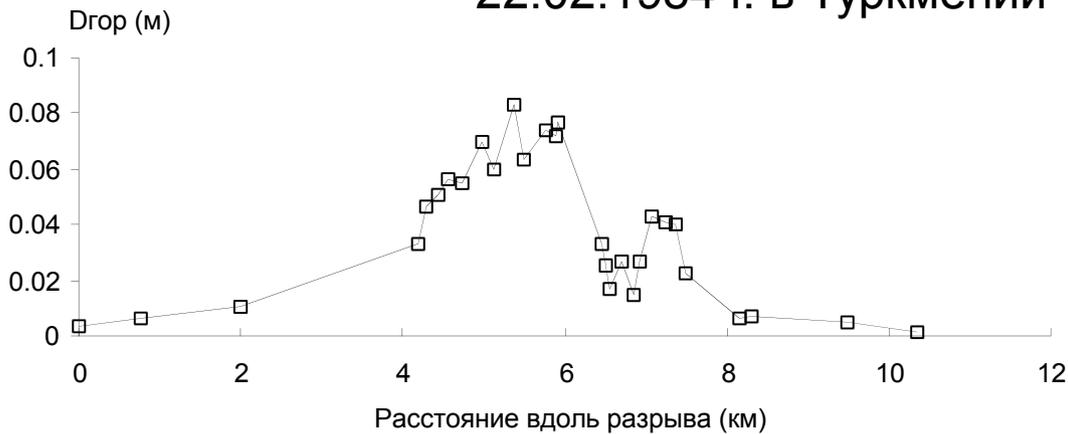
**Расчетная подвижка
определяется и по
направлению вектора
перемещения и для
отдельных компонент.**

**Надо отчетливо понимать, что
это всегда некоторая оценка
и реальное смещение может
превысить расчетную
величину, по крайней мере,
если мы не примем явно
завышенную оценку.**

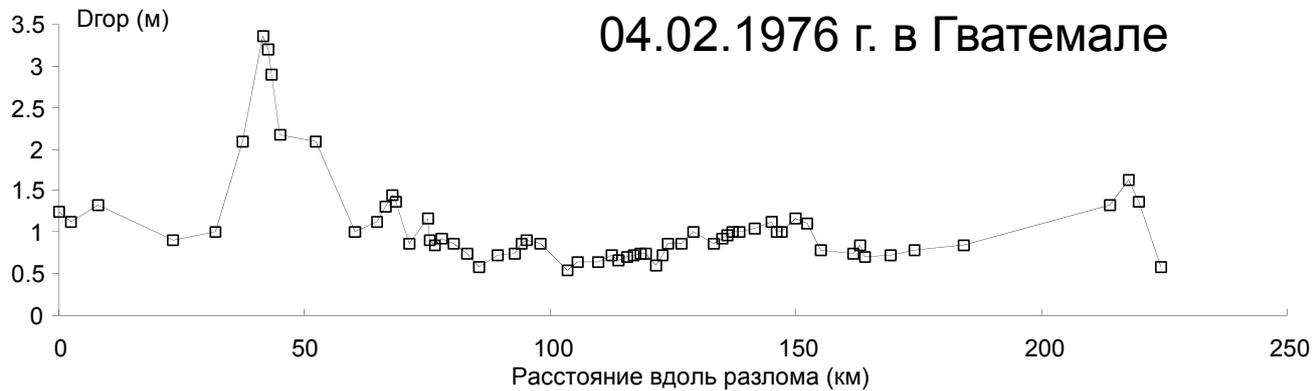


Распределение смещений вдоль разрывов, образовавшихся при землетрясениях

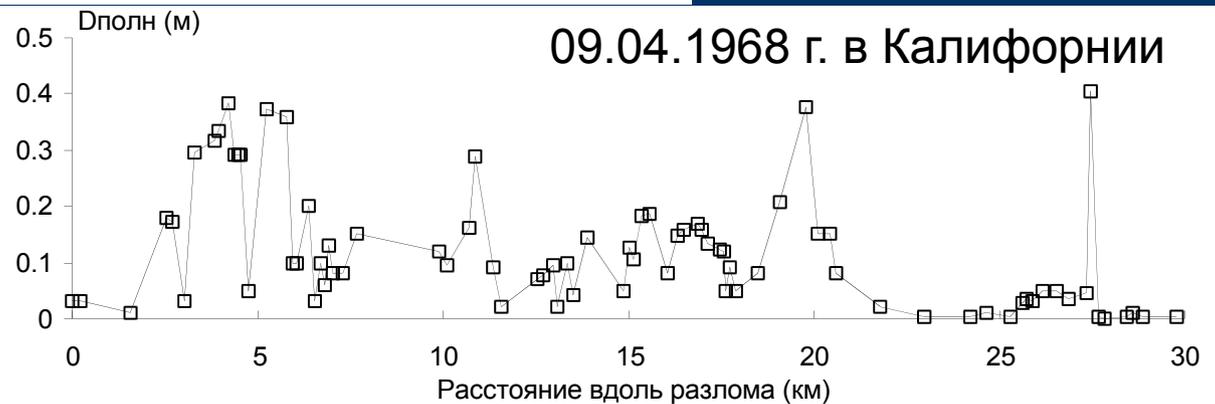
22.02.1984 г. в Туркмении



04.02.1976 г. в Гватемале



09.04.1968 г. в Калифорнии



Важный момент - ДВУХУРОВЕННОЕ (ПЗ и МРЗ) ЗАДАНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЙ (Величины подвижки)

При задании сейсмических нагрузок на сооружения часто рассматриваются воздействия двух уровней, так называемые "Проектное землетрясение" - ПЗ и "Максимальное расчетное землетрясение" - МРЗ с разной вероятностью возникновения (для трубопроводов повторяемость 1 раз за 100-200 лет для ПЗ и ~1000 лет для МРЗ).

При ПЗ трубопровод должен сохранять работоспособность, а при МРЗ он может выйти из строя, но не должно произойти его разрыва и загрязнения окружающей среды.

Поскольку сейсмические воздействия от сейсмических волн могут быть связаны с землетрясениями из множества очагов, с разными глубинами и т.д. понятно, что чем больше рассматриваемый интервал времени, тем больше вероятность того, что произойдет землетрясение при котором интенсивность сотрясений в пункте превысит некоторое пороговое значение. Поэтому сейсмическое воздействие уровня МРЗ всегда больше воздействия уровня ПЗ.

Однако, при задании расчетных сейсмогенных смещений по разрывам ситуация существенно иная.

Дело в том, что **значительные сейсмогенные подвижки** происходят только и именно по тому разлому, к которому приурочен очаг землетрясения. Фактически, это выход на поверхность очагового разрыва.

По другим разрывам смещения при этом землетрясении могут составлять миллиметры или первые сантиметры, что как отмечено выше, не представляет опасности для трубопроводов.

Повторяемость сильных землетрясений по одному и тому же сегменту разрыва составляет сотни и тысячи лет, в промежутках между которыми движений по разрыву нет.

Этому периоду более-менее соответствует повторяемость событий уровня МРЗ. Ожидать, что раз в 100-200 лет произойдет незначительная подвижка, нет основания.

Нередко в практике инженерных изысканий используется так называемая "средняя скорость смещения по разрыву" ("Slip rate"), обычно составляющая от мм/год до см/год.

Соответственно, берется эта скорость, умножается на, к примеру, срок службы сооружения или на те же 100-200 лет и получается "величина подвижки" за этот срок.

ЭТО ПРИНЦИПИАЛЬНО НЕВЕРНЫЙ ПОДХОД

Как определяется Slip rate? Установлено, к примеру, что за 10,000 лет по разлому накопилась кумулятивная подвижка ~ 20 м. Эта величина делится на время и получаем 2 мм/год. Но это "кажущаяся" скорость. В действительности раз в 1000 лет происходит подвижка примерно на 2 м. В промежутках между ними движений не происходит. Т.е. если за время службы сооружения произойдет подвижка, она будет или около 2 м или ее не будет вовсе.

ВЕРОЯТНОСТЬ ПРЕВЫШЕНИЯ РАСЧЕТНОЙ ПОДВИЖКИ

Поскольку нельзя полностью исключить возможность того, что фактическое смещение по разрыву при землетрясении превысит принятое расчетное значение, для оценки риска разрыва трубопровода и разработки мероприятий по минимизации его последствий может потребоваться оценить вероятность возникновения сейсмогенных смещений, превышающих $D_{\text{расч}}$.

Такая задача была поставлена перед нами при проектировании трубопроводов проекта Сахалин-2.

Для ее решения было определено, до каких значений подвижек разработанные конструкции переходов сохраняют свою работоспособность - т.е. обеспечивают герметичность трубопровода.

Значения осевой деформации трубопроводов Сахалин-2 при проектных смещениях разломов находятся ниже допустимых значений деформации

Нефтепровод 20" - 24"

Деформации макс.растяжения/мин.сжатия при переходе разлома



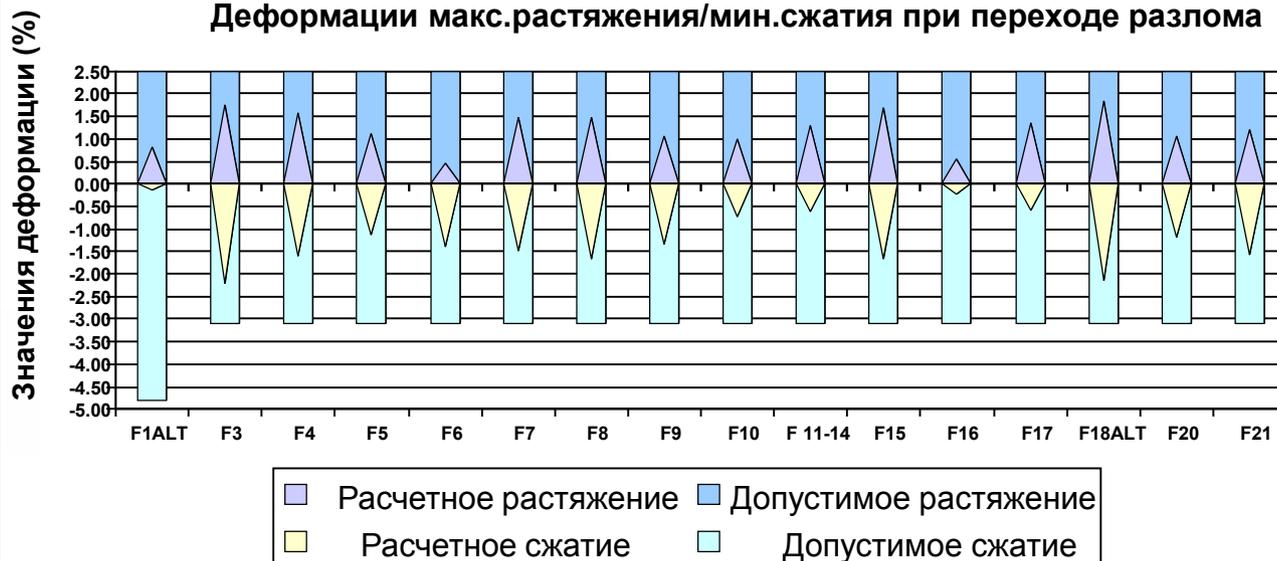
Было установлено, что трубопроводы сохраняют герметичность при полуторном превышении величины расчетной подвижки.

Соответственно, дальнейший анализ проводился для смещения равного $1.5 D_{расч}$

Годовая вероятность такой подвижки $5 \times 10^{-5} \div 7.5 \times 10^{-6}$

Газопровод 20" - 48"

Деформации макс.растяжения/мин.сжатия при переходе разлома



Основные методы поиска и изучения активных разломов

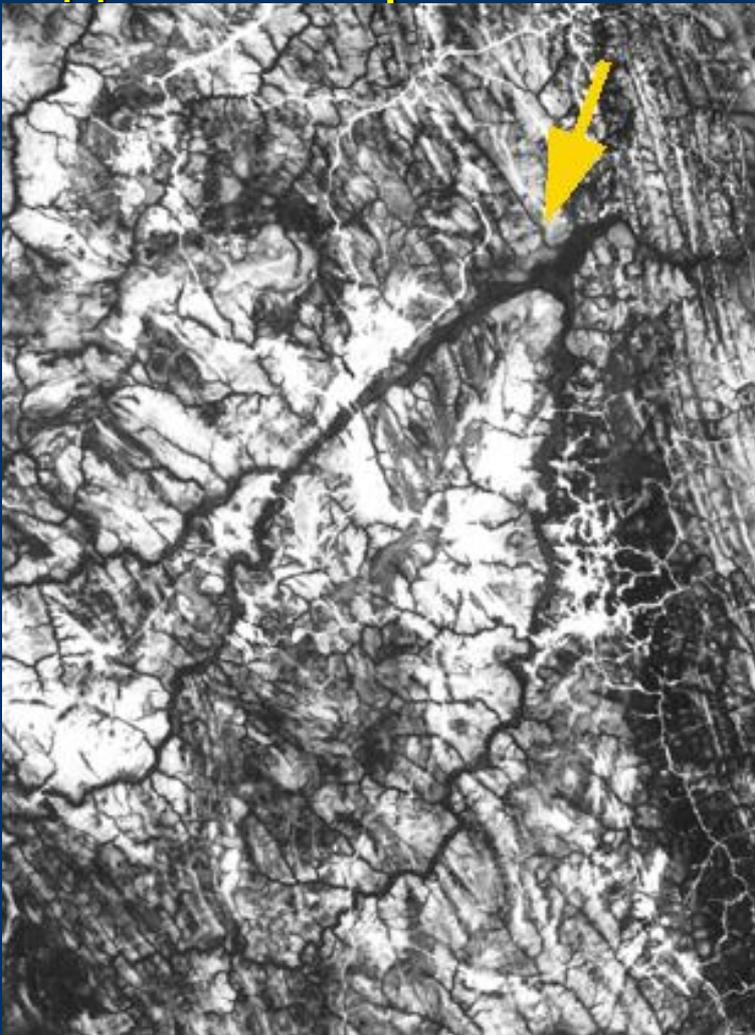
Дешифрирование аэро- и космических снимков

В соответствии с определением понятия "Активный разлом", активным является такой разлом, по которому за некоторый период времени произошла хотя бы одна подвижка.

Продолжительность этого периода времени определяется на основании эмпирических данных о повторяемости смещений на одном и том же отрезке разлома. Обычно она принимается в интервале от 10 000 лет (голоцен) до 100 000 лет (поздний плейстоцен - голоцен).

Т.е. активными считаются разломы, нарушающие и смещающие формы рельефа соответствующего возраста.

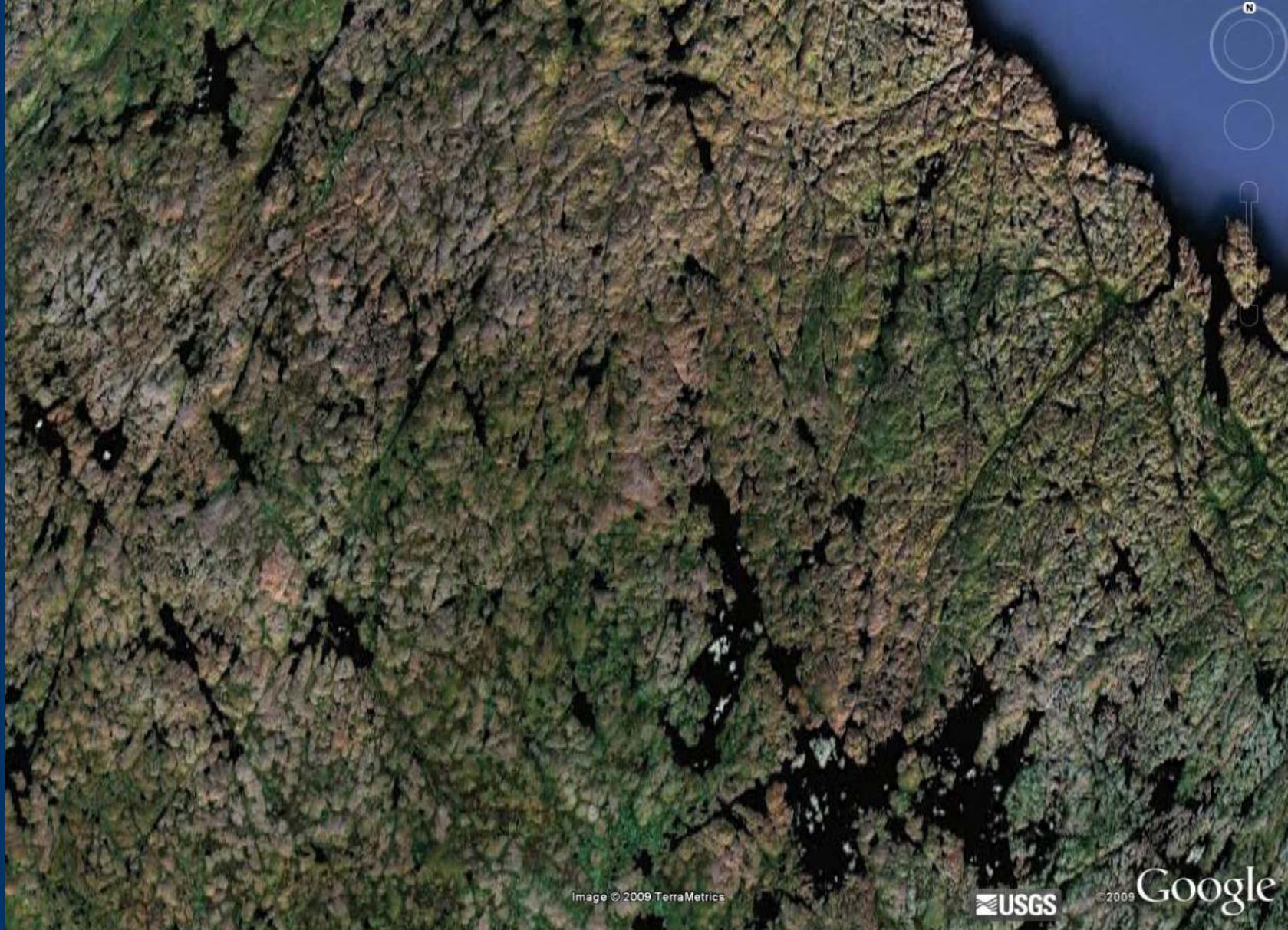
При этом важно различать разломы, смещающие молодые формы рельефа, и древние разломы, проявленные в рельефе за счет действия различных экзогенных процессов.



Верхне-Пильтунский активный разлом до Нефтегорского землетрясения 1995 г.



Активные разломы, кулисно подставляющие Верхне-Пильтунский



Космоснимок участка Кольского полуострова.
Видны многочисленные отпрепарированные
древние разломы

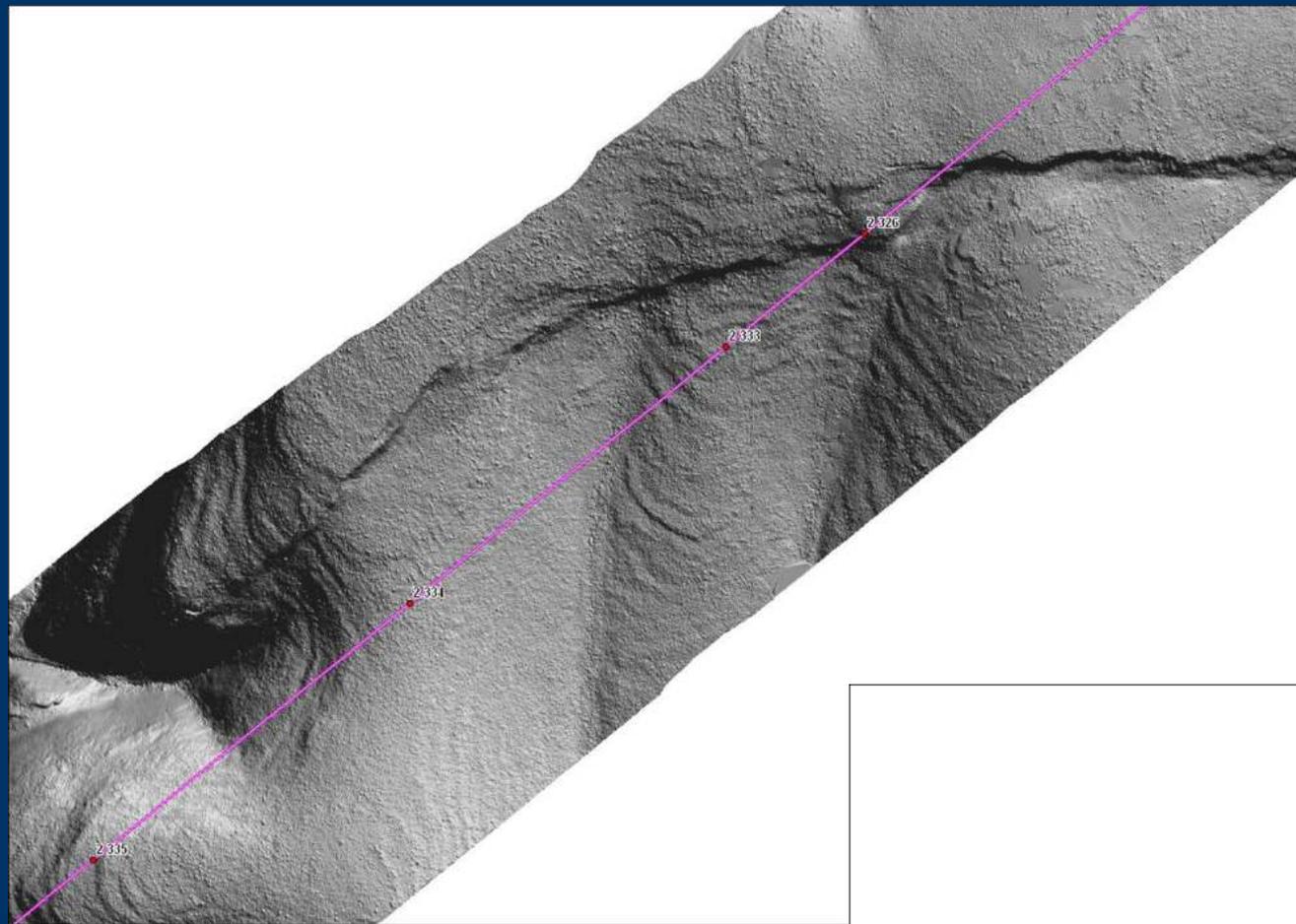


Аэрофотоснимок активного разлома на правом борту долины р. Нарын. Возраст последней сдвиги ~2000 лет



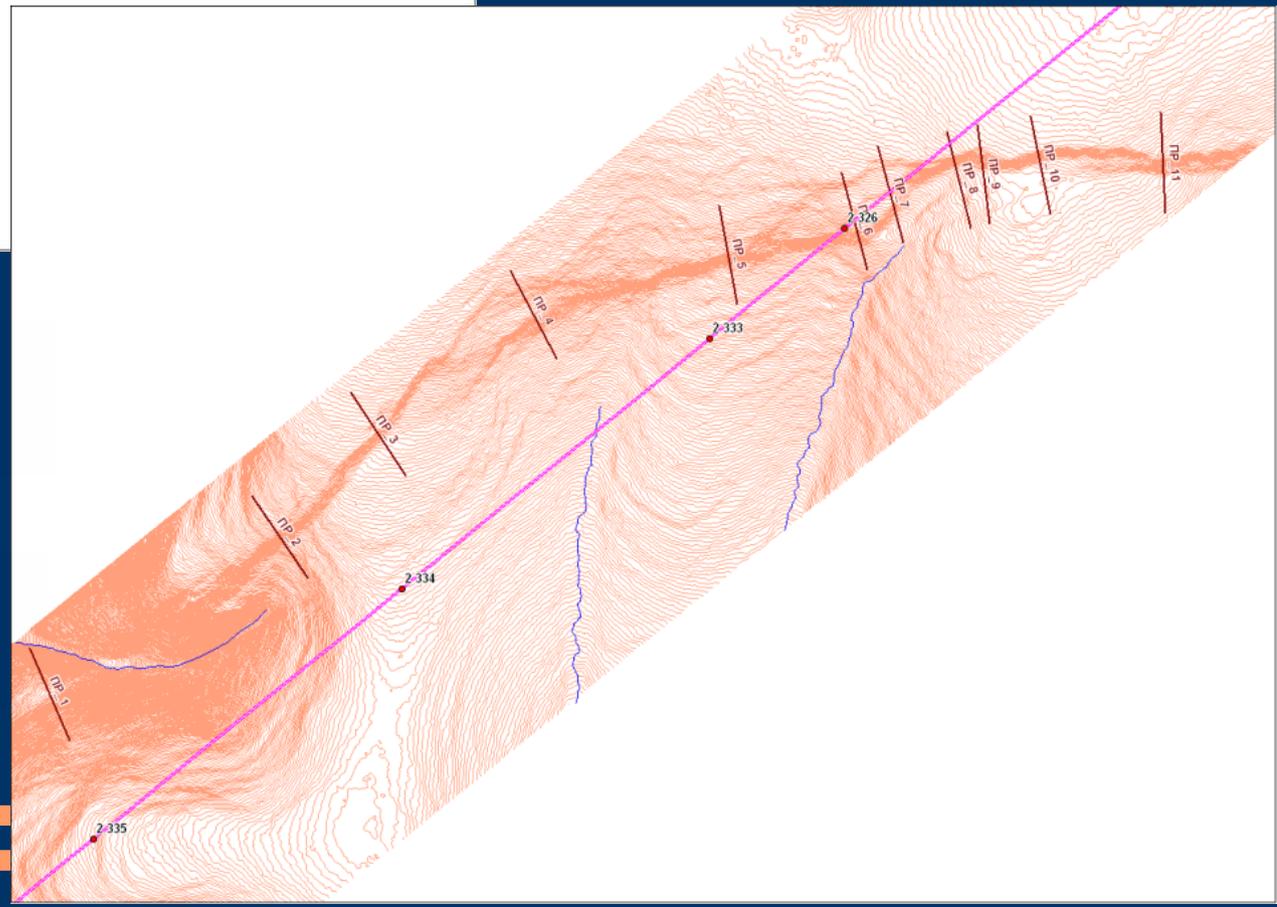
Вид с севера на разрыв, показанный на аэрофотоснимке.
Амплитуда смещения при последней подвижке ~ 6 м.

Одним из наиболее эффективных дистанционных методов изучения активных разломов оказалось **лазерное сканирование**



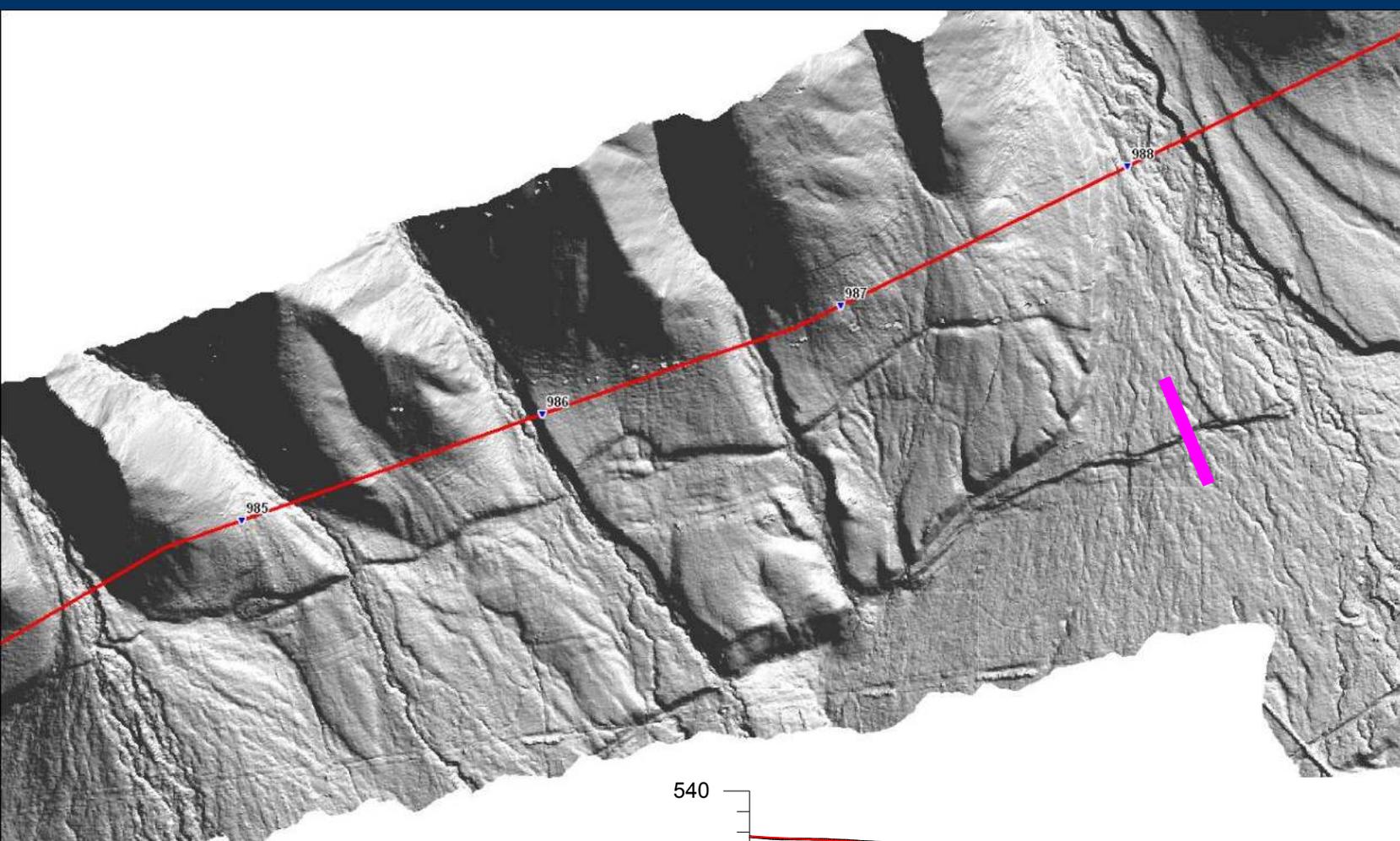
Чульмаканский разрыв по трассе нефтепровода ВСТО-1

ЦМР и топографическая карта м-ба 1:2000

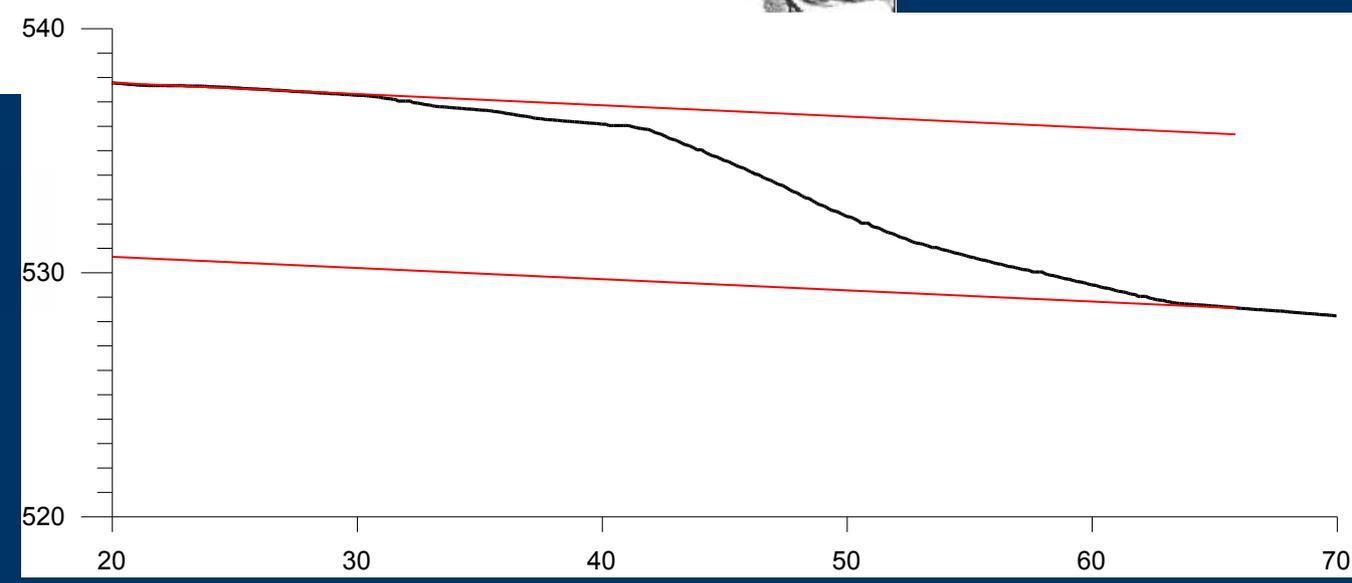


Чульмаканский разрыв. Снимок сделан с вертолета в апреле.
Летом уступ почти не виден из-за густой растительности.





Разрывы Кичерской палеосейсмодислокации вблизи отвергнутого варианта трассы нефтепровода ВСТО-1



Полевое изучение активных разломов включает их геолого-геоморфологическое обследование и так называемый "тренинг" - комплекс работ по проходке и специальной документации канав и траншей через зоны активных разрывов.

Наиболее полное и систематическое описание методики таких исследований содержится в книге под редакцией Джеймса МакКалпина "Paleoseismology" (Палеосейсмология).

Первое издание вышло в 1996 г.

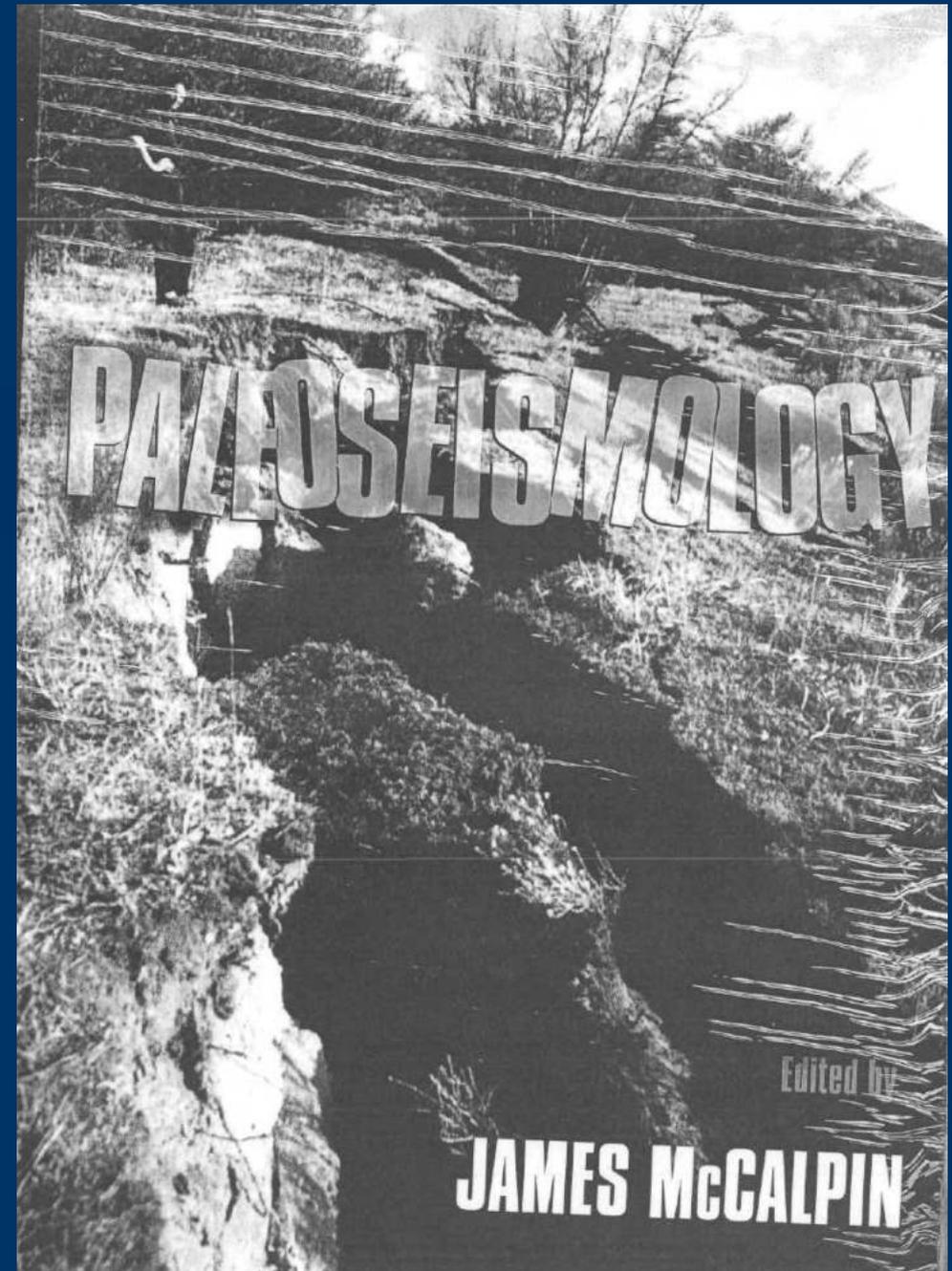
Сейчас готово к выходу второе, расширенное и дополненное издание.

Мы договорились с автором и издательством, что переведем и издадим эту книгу на русском языке.

Уже нашли деньги на выкуп лицензии у издательства Elsevier.

Следующий этап - перевод и собственно издание.

Планируется тираж ~ 500 экземпляров.



Собственно полевое маршрутное обследование проводится для прослеживания молодых разрывов на местности, измерения высоты приразломных уступов и горизонтального сдвига мелких форм рельефа, оценки степени их выраженности при пересечении разновозрастных форм рельефа, например речных террас.

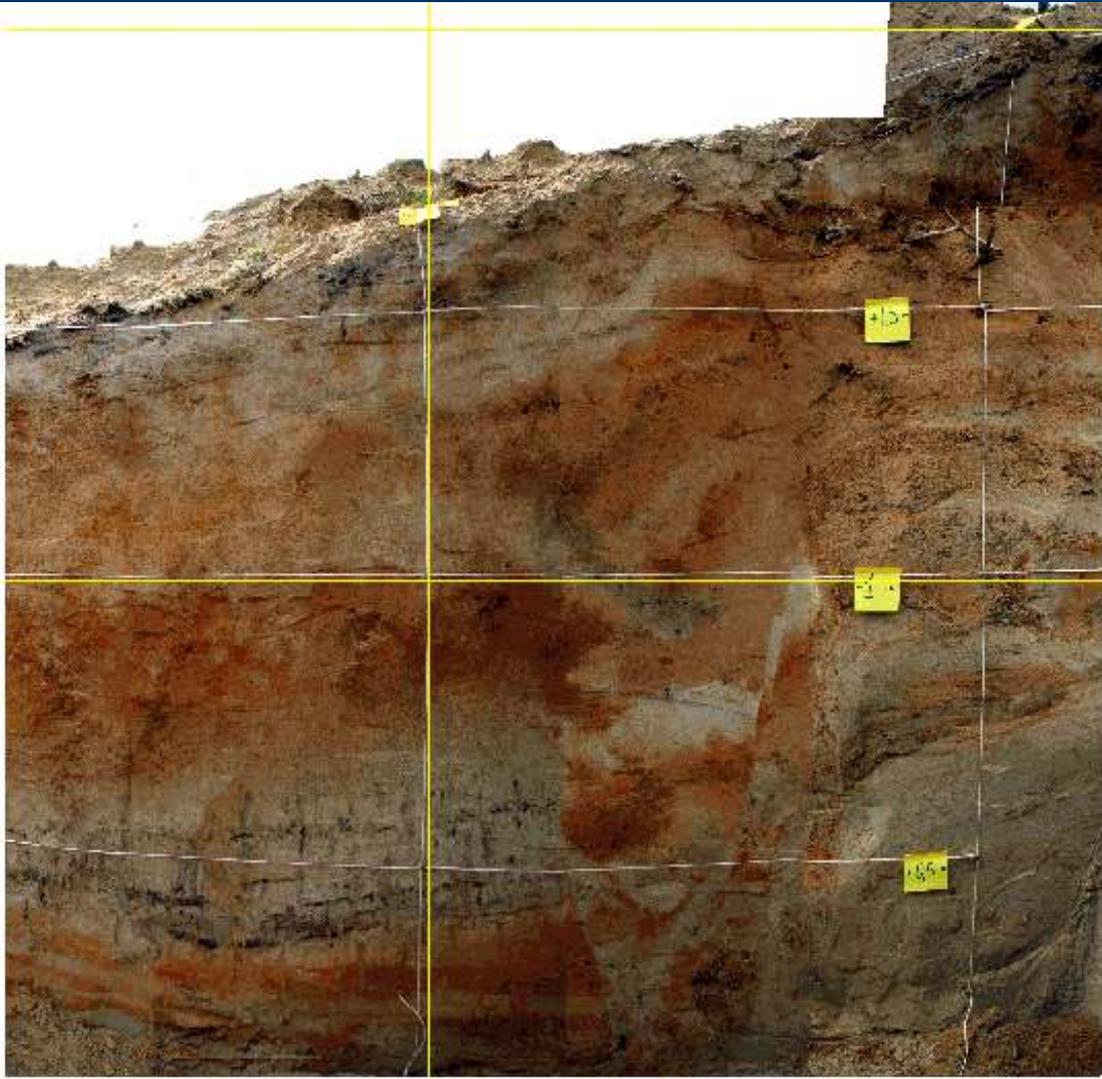


Выраженность в рельефе шва Хейтонского разлома. Сев. Сахалин

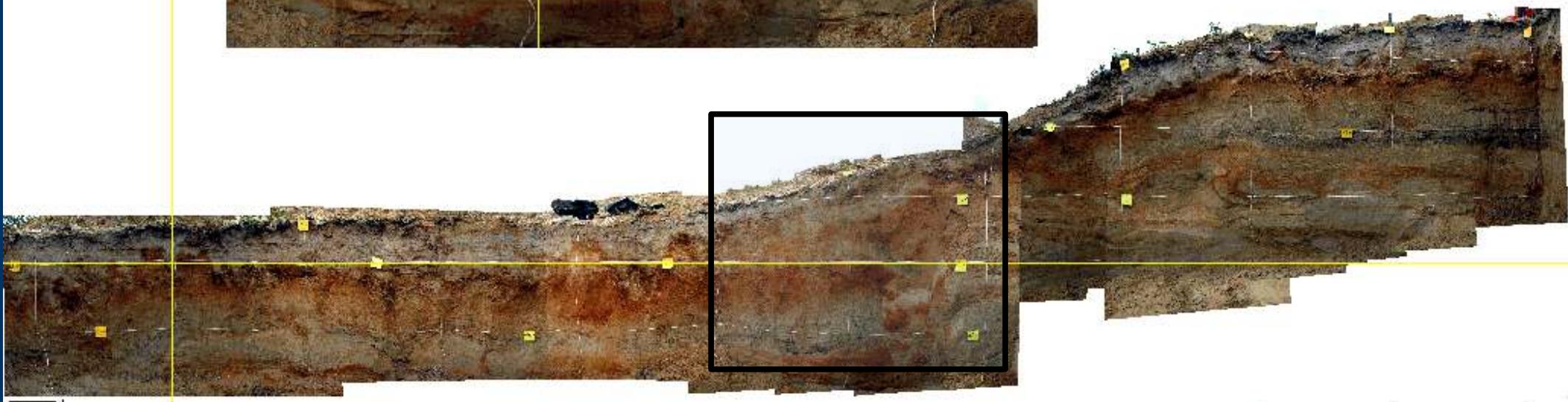
В ходе маршрутного обследования выбираются места для проходки траншей.

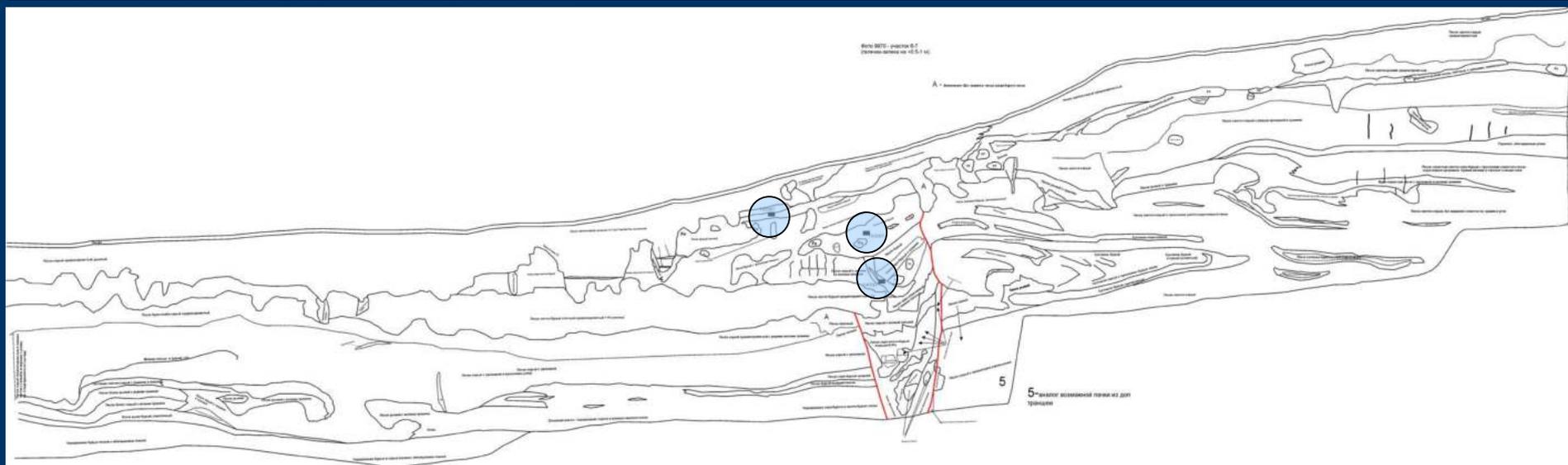
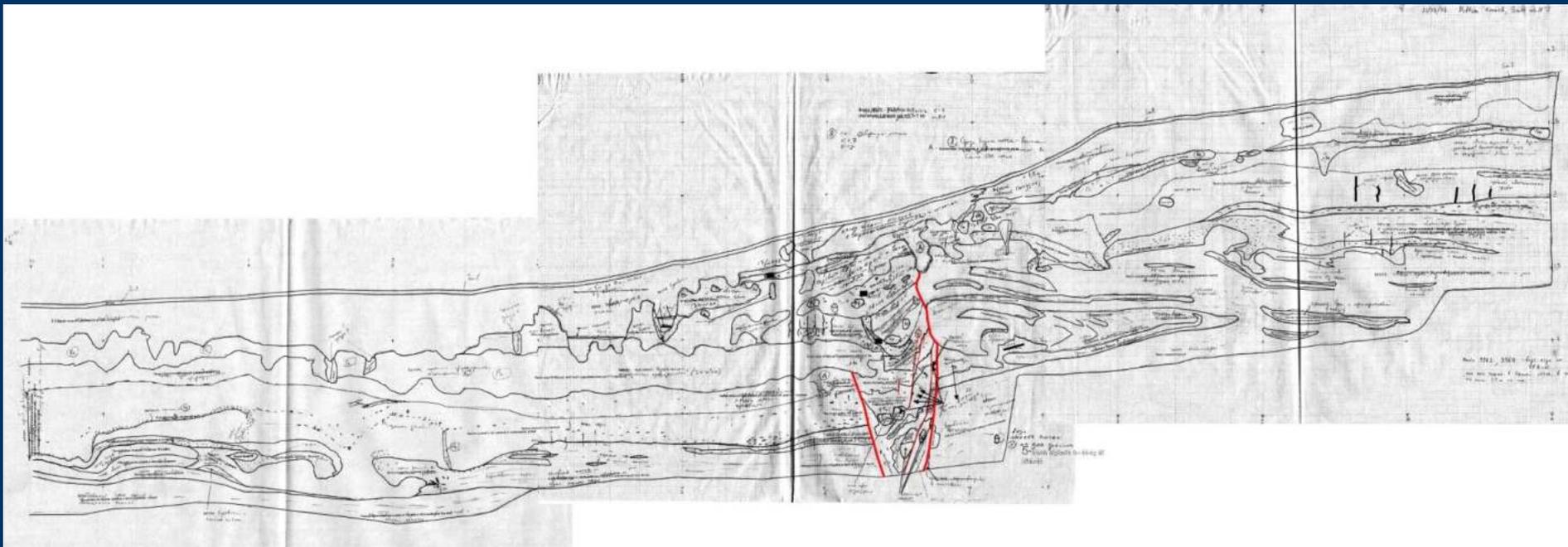


Участок проходки траншеи через уступ
Пильтунского разлома на северном Сахалине.



Фотодокументация южной
стенки траншеи





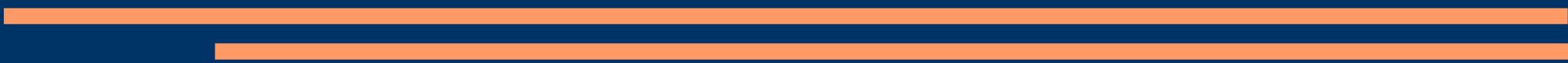
Вверху - полевая документация южной стенки траншеи;
Внизу - границы пачек после оцифровки



Документация подготовленной и размеченной стенки траншеи.
Южный Сахалин. Проект Сахалин-2

Наряду с геолого-геоморфологическими методами изучения активных разломов применяются также геофизические, в первую очередь сейсморазведка, электроразведка, георадары.

Используется также газовая и эманационная съемка, но эти данные свидетельствуют скорее о проницаемости определенных зон, нежели об их активности.

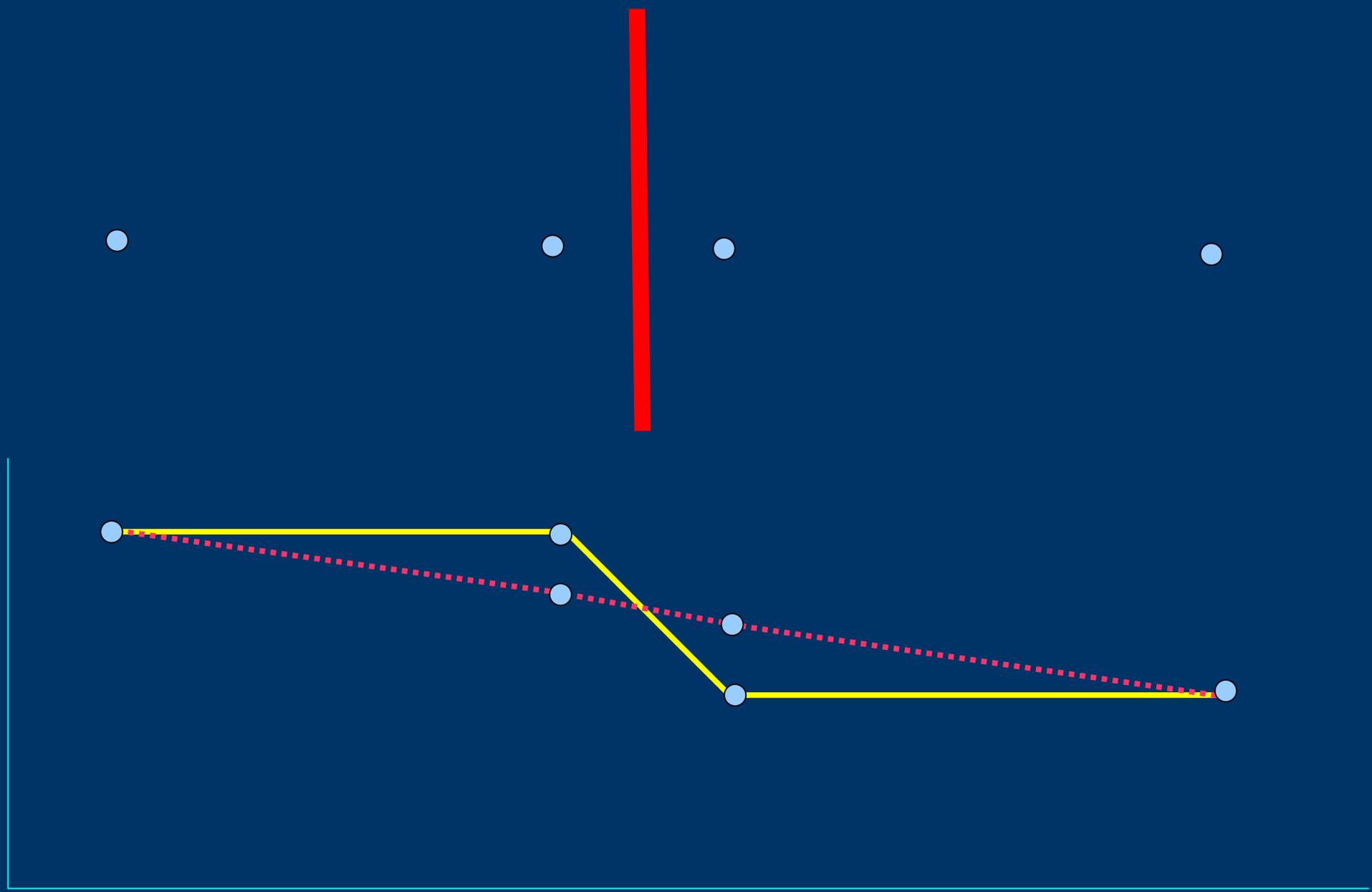


Геодезические методы изучения активных разломов

Геодезические методы (повторная нивелировка, GPS, радиоинтерферометрия) выходят на первый план при геодинамическом мониторинге и контроле влияния современных геологических процессов на состояние сооружений.

Но, как я уже отмечал, эти измерения, в общем, требуют достаточно длительного времени, что почти нерельно при проведении изысканий для нового строительства.

Единственно, что хотелось бы отметить, важно так построить систему наблюдений, чтобы уверенно различать движения по разлому от общего деформирования обширных блоков земной коры.



Orange horizontal bar

Orange horizontal bar

A photograph of a dry, rocky mountain valley. The terrain is rugged and brownish, with sparse vegetation. In the background, there are more mountains under a cloudy sky. A utility pole is visible on the right side of the image.

СПАСИБО

ЗА ВНИМАНИЕ!
