

ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ VII.64. КАТАСТРОФИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ ПРИРОДНОГО И ТЕХНОГЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ, СЕЙСМИЧНОСТЬ — ИЗУЧЕНИЕ И ПРОГНОЗ

Программа VII.64.1. Изучение влияния структуры верхней мантии и земной коры на их напряженно-деформированное состояние и проявления естественной и техногенной сейсмичности Сибири (координаторы докт. геол.-мин. наук К. Г. Леви, докт. геол.-мин. наук В. Д. Суворов)

Учеными Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука построена дислокационная модель Култукского землетрясения ($M = 6,3$, 27 августа 2008 г., юг оз. Байкал), уточнены его параметры (положение эпицентра, глубина, направление смещений на разрыве, положение разрыва) (рис. 41). Параметры смещений и деформации опреде-

лены комплексно методами космической (GPS) геодезии, штольневой деформографии и скважинных измерений.

Учеными Института земной коры проведен комплексный анализ параметров, характеризующих современные и неотектонические деформации земной коры и верхней мантии для территории Монголо-Сибирского региона.

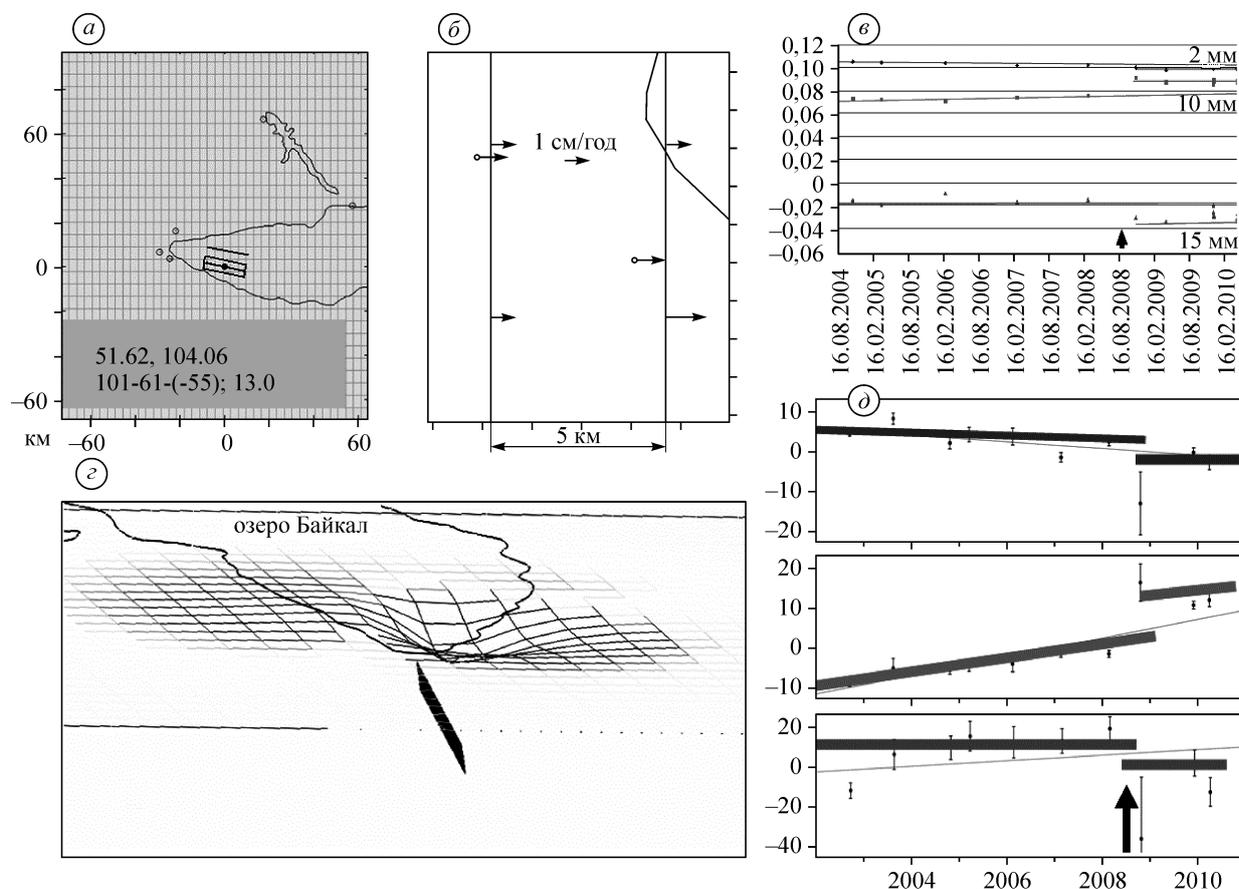


Рис. 41. Положение эпицентра, плоскости разрыва и параметров очага землетрясения (координаты, ориентация плоскости разрыва и направление смещения, глубина эпицентра) (а); модельные (б — горизонтальные, в — вертикальные) и экспериментальные (сейсмостанция Талая) 3D смещения (в — в метрах, д — в миллиметрах, сверху вниз: по меридиану, по широте и по радиусу Земли).

Показано, что направление осей деформаций удлинения (минимального сжатия) по всему комплексу данных совпадает с направлением анизотропии верхней мантии региона, медианное значение которого составляет 310—320°. Одним из главных движущих механизмов неотектонических и современных деформаций Монголо-Сибирского региона является длительно живущий крупномасштабный поток вещества верхней мантии в направлении с СЗ на ЮВ, вызывающий как движение Северной

Евразии в целом, так и дивергенцию Северной Евразии и Амурской плиты с формированием Байкальской рифтовой системы (рис. 42).

Учеными Геологического института составлена схема активной тектоники и сейсмичности Среднего Байкала, основанная на многолетних комплексных наблюдениях (рис. 43). Оценена взаимосвязь поверхностных дизъюнктивных и глубинных сейсмогенных структур, определены границы трех крупных сейсмоактивных областей. Установлено, что

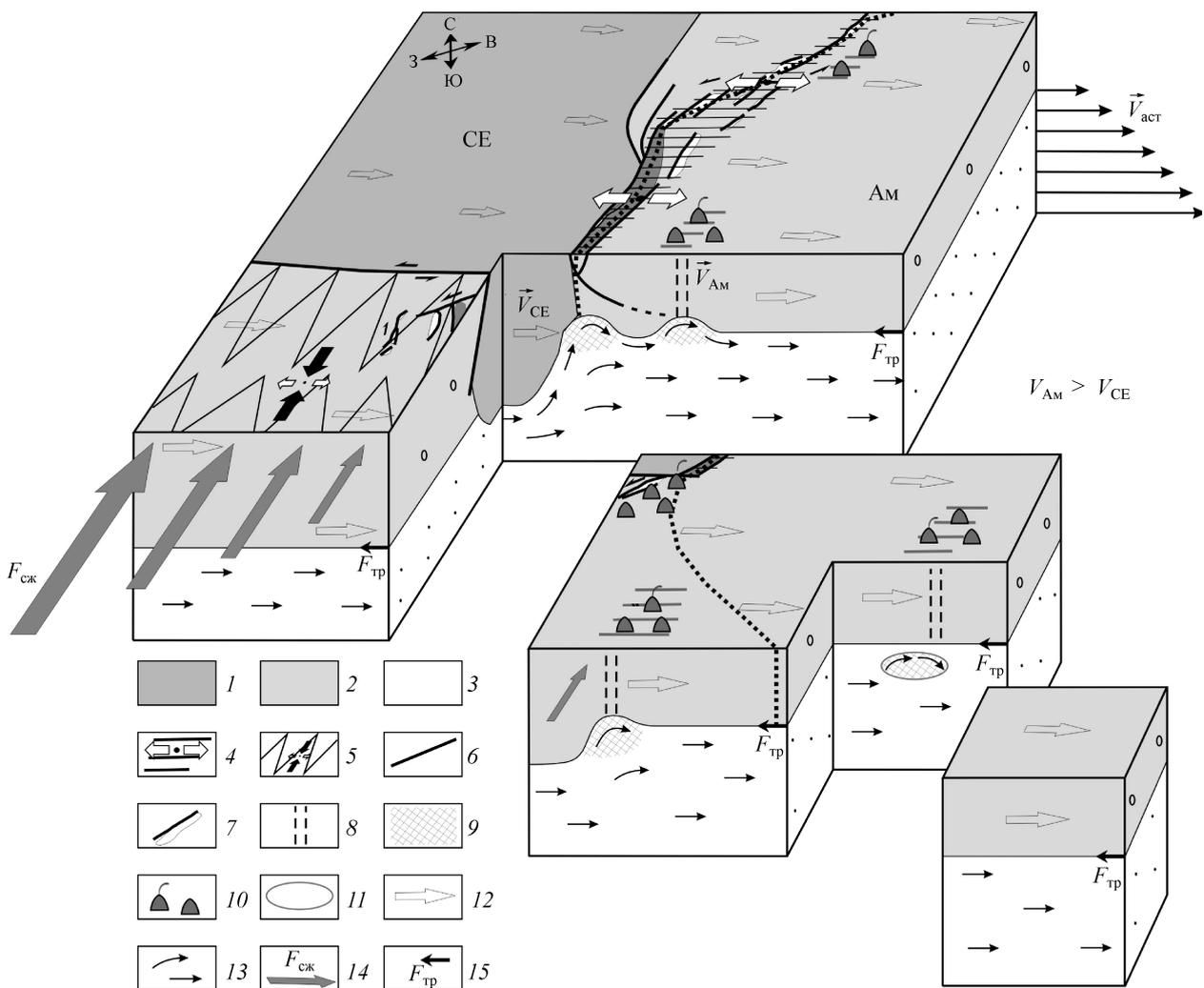


Рис. 42. Идеализированная блок-диаграмма, поясняющая взаимоотношения между силами вязкого трения на подошве литосферы под воздействием астеносферного течения, сжатием как результатом конвергенции Индостана и Евразии и крупными неоднородностями литосферы в Монголо-Сибирском регионе.

1 — литосфера платформ Северной Евразии; 2 — литосфера Центрально-Азиатского подвижного пояса; 3 — астеносфера; 4 — области растяжения; 5 — области сжатия и транспрессии; 6 — крупные разломы; 7 — позднекайнозойские рифтовые впадины; 8 — зоны проницаемости в литосфере; 9 — области плавления в верхней мантии; 10 — вулканические поля; 11 — области пониженной вязкости в верхней мантии; 12 — направление абсолютного движения плит; 13 — направление течения в астеносфере; 14 — направление действия сил сжатия в результате конвергенции Индостана и Евразии; 15 — направление действия сил вязкого трения на подошве литосферы. Буквами обозначены: $V_{аст}$ — скорость движения астеносферного потока; $V_{СЕ}$ — скорость движения Северной Евразии; $V_{АМ}$ — скорость движения Амурской плиты. Граница Евразийской и Амурской плит показана пунктиром.

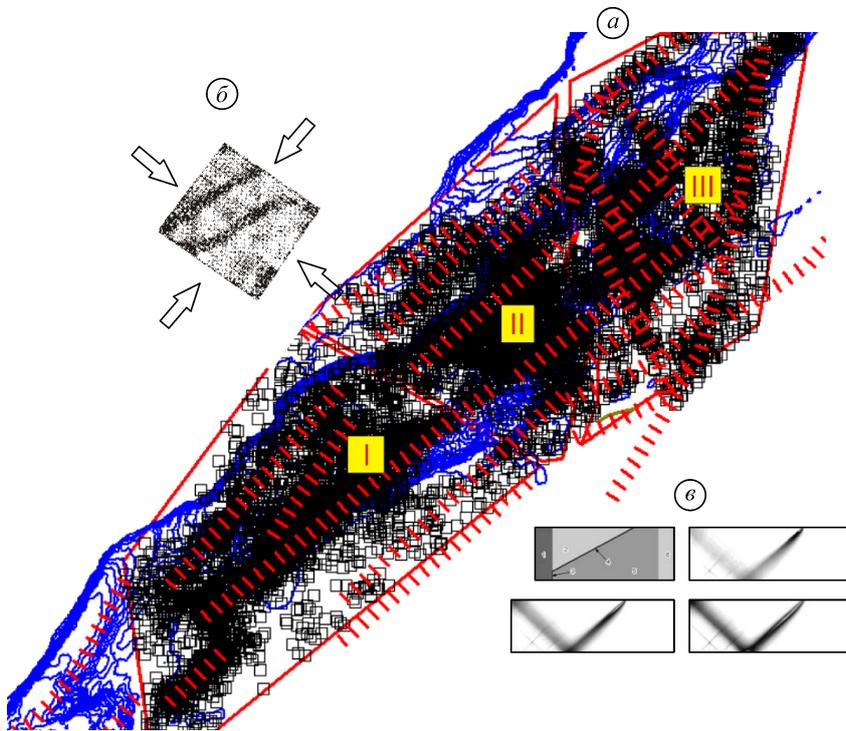


Рис. 43. Схема активной тектоники и сейсмичность Среднего Байкала за 2001—2009 гг. Сейсмоактивные области: I — Селенгинская, II — Ольхоно-Котокельская, III — Баргузино-Святоносская. Штрихами показаны оси сейсмоактивных зон (a). Накопление повреждений в Селенгинской и Ольхоно-Котокельской областях локализуется преимущественно в виде полос пластического течения — разломов сбросово-сдвигового типа «байкальского» направления (б). В Баргузино-Святоносской области положение сейсмогенерирующих структур описывается моделью стесненной сдвиговой деформации среды между закрепленными геоблоками, когда пластические деформации переходят на сопряженные системы дефектов — разломы северо-западного направления (в).

при современном уровне напряжений накопление повреждений в Селенгинской и Ольхоно-Котокельской областях локализуется преимущественно в виде полос пластического течения и разломов сбросово-сдвигового типа «бай-

кальского» (северо-восточного) направления. В Баргузино-Святоносской области положение осей сейсмогенерирующих структур может быть описано моделью стесненной сдвиговой деформации среды, когда при субмеридио-

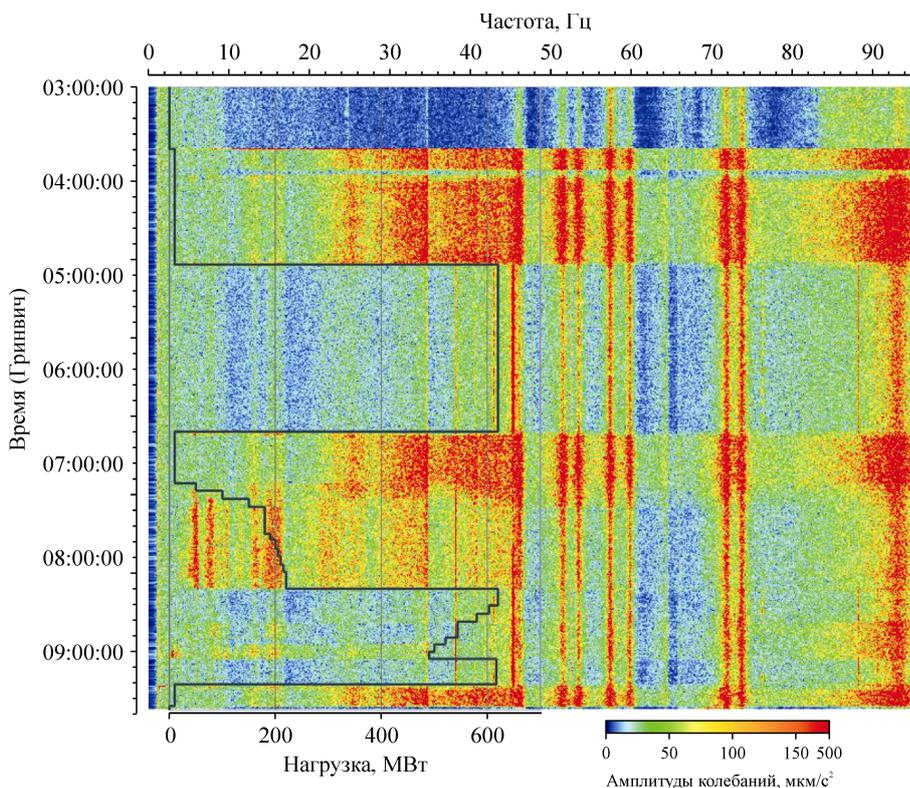


Рис. 44. Текущий спектр сейсмической записи, полученной при проведении тестовых испытаний гидроагрегата б Саяно-Шушенской ГЭС, который показывает, что изменение нагрузки гидроагрегата (ступенчатая линия в левой части рисунка) сопровождается изменением амплитудно-частотного состава зарегистрированных колебаний.

нальном направлении оси главных сжимающих напряжений пластические деформации переходят с «байкальского» северо-восточного направления на сопряженные системы дефектов северо-западного простирания.

Учеными Геофизической службы разработаны и запатентованы методы сейсмической диагностики, позволяющие по спектрам сейсмических сигналов, излучаемых работающими механизмами, выявлять режимы повышенной вибрации, контролировать безопасную работу механизмов, предотвращать аварийные ситуации, подобные аварии на Саяно-Шушенской ГЭС. При изменении нагрузки изменяется

спектральный состав записи. Особый интерес представляют колебания на частоте 2,87 Гц, которые регистрировались только в одном режиме работы гидроагрегата — под нагрузкой 490 МВт. На этом режиме происходит скачкообразное увеличение амплитуд колебаний с фоновых значений 10—20 мкм/с² до 140—150 мкм/с², которые возвращаются на прежний уровень после увеличения нагрузки гидроагрегата (рис. 44). Повышение уровня вибраций турбины обусловлено возможностью сжимаемой жидкости совершать в проточной части турбоагрегатов собственные гидроакустические колебания, которые могут быть неустой-

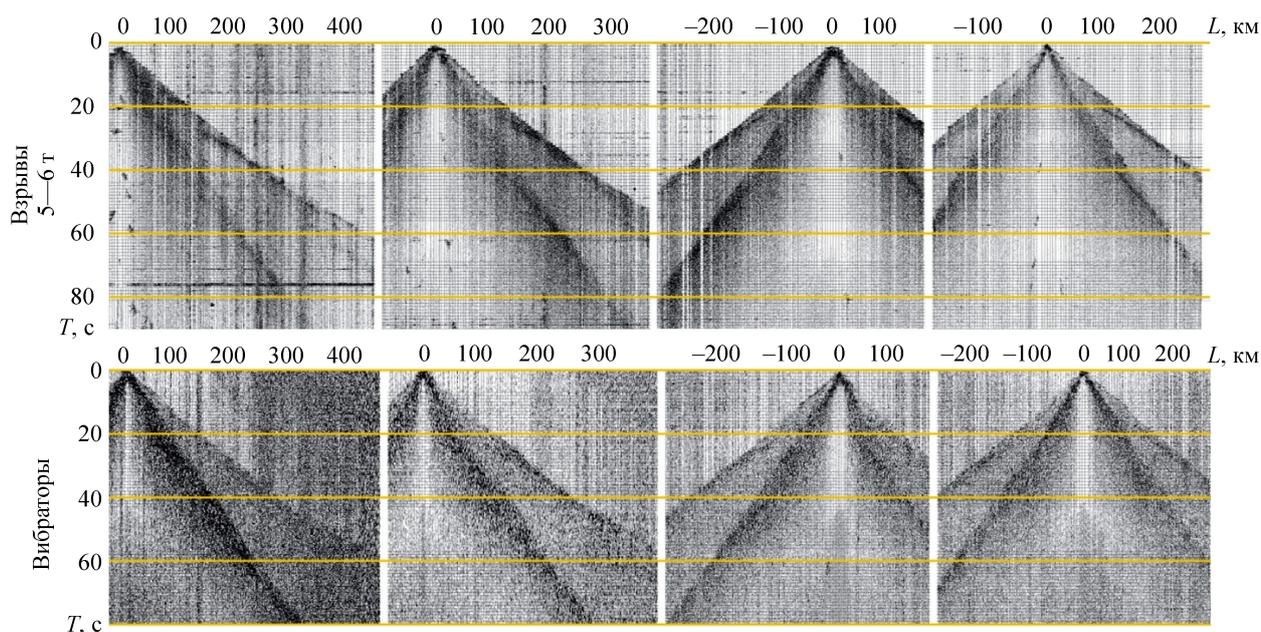


Рис. 45. Группа 40-тонных вибраторов при работах ГЭС на региональном геотрансекте ЗДВ в Якутии (фото сверху) и сейсмические записи от взрывов и группы вибраторов, полученные на этом профиле, которые показывают возможность комплексирования и даже замены больших химических взрывов экологически чистыми вибраторами.

чивыми. Частота 2,87 Гц связана с автоколебаниями столба воды в водоводе гидроагрегата-6 (учитывая длину водовода около 250 м, именно такой будет расчетная частота автоколебаний столба воды).

Сотрудниками Геофизической службы разработана технология группирования на местности мощных передвижных вибраторов при производстве глубинных сейсмических исследований (рис. 45). От совместной работы двух

40-тонных вибраторов в 2010 г. на региональном 700-километровом профиле Томмот—Якутск—Хандыга получены сейсмические записи, близкие к взрывным (с весом зарядов 5—6 т гранулозола) на расстояниях до 250—400 км, что открывает широкие перспективы использования мощных вибраторов при глубинных сейсмических исследованиях земной коры и верхней мантии и мониторинге сейсмоопасных зон.