



**Сейсмические процессы,
предшествовавшие и сопровождавшие
Большое трещинное Толбачинское
извержение (БТТИ) 1975-1976 гг. и
Трещинное Толбачинское извержение
(ТТИ) 2012-2013 гг.**

**Федотов С.А.^{1,2}, Славина Л.Б.¹,
Сенюков С.Л.³, Кучай М.С.¹, Мячкин В.В.¹**

1.ИФЗ РАН, 2.ИВиС ДВО РАН, 3.КФ ГС РАН

2013г.

Введение

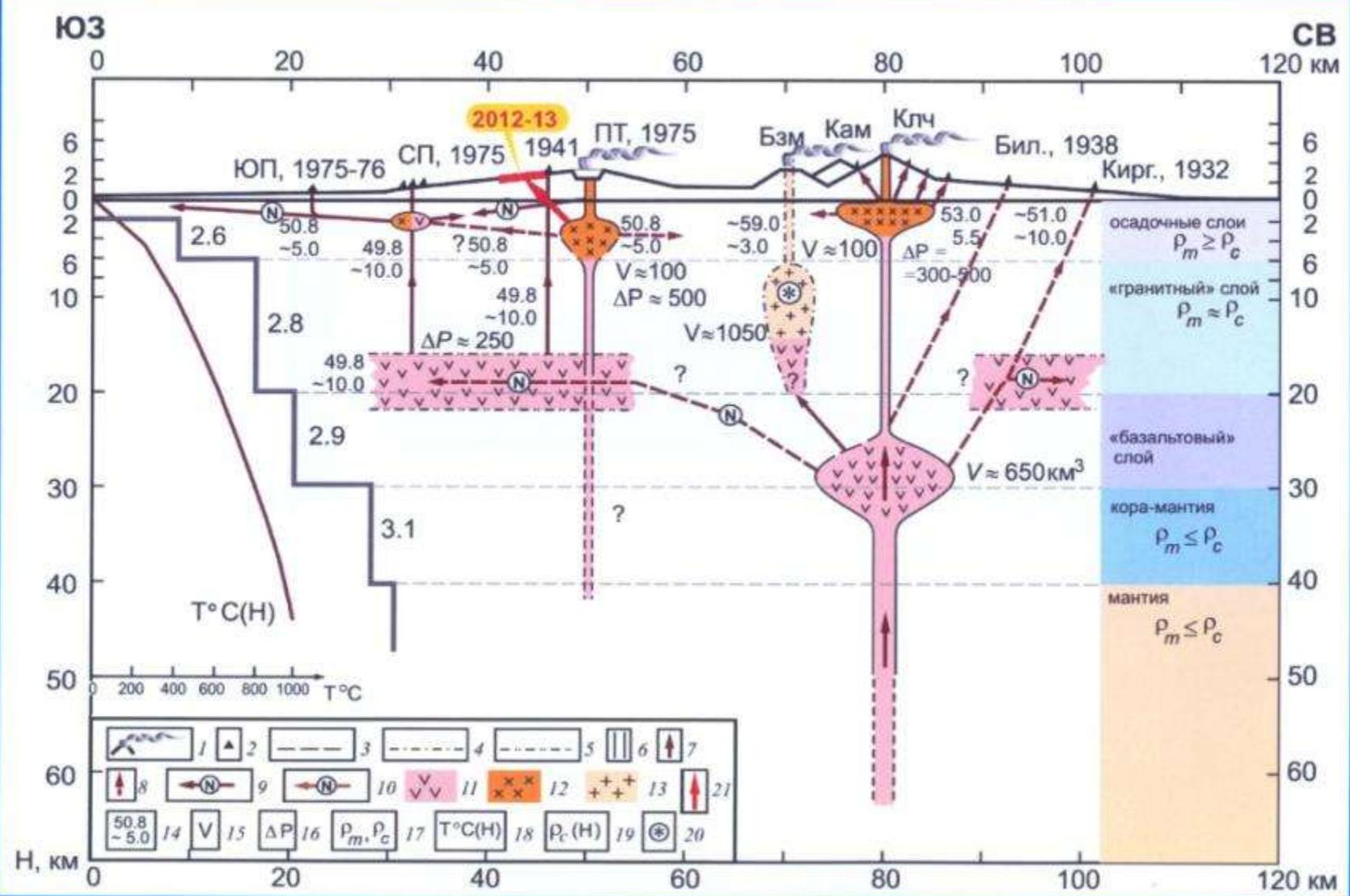
Рассматриваются сейсмические процессы в районе Северной группы вулканов Камчатки, сопровождавшие извержения БТТИ 1975-76 гг. и ТТИ 2012-13 гг., а также сейсмическая активность в период между этими двумя извержениями.

Анализ проводился на основе базы данных землетрясений района Северной группы вулканов Камчатки 1971 – 1996 гг. (<http://www.kscnet.ru/ivs/Seismo/NewFormSelect.php>, отв. исп. Чубарова О.С.) и базы данных 1999-2013 гг. КФ ГС РАН.

Выявлены особенности развития сейсмического процесса, сходство и отличия в поведении сейсмичности всей Северной группы вулканов - Плоский Толбачик, Ключевской, Безымянный и Шивелуч.

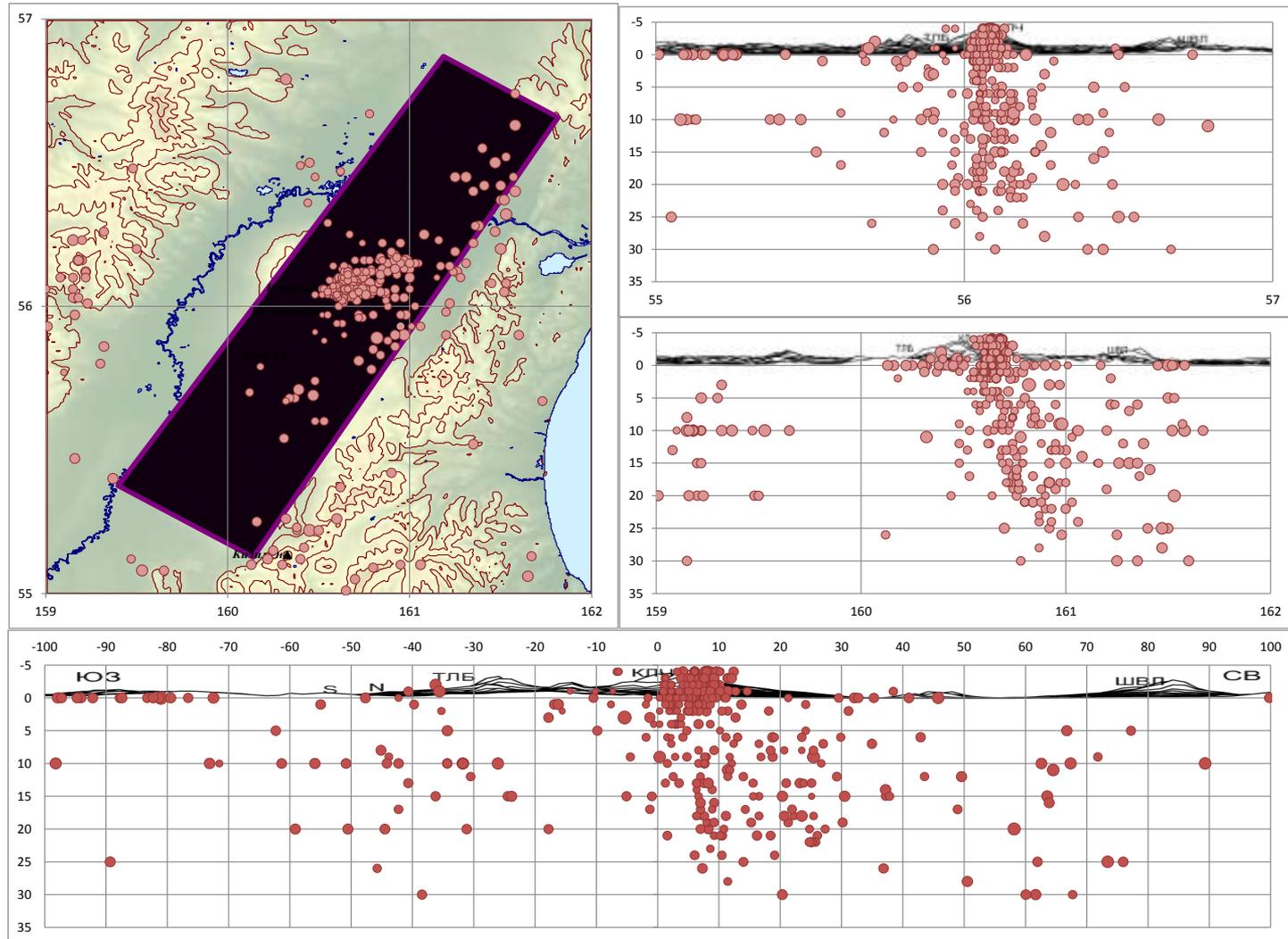
Рассматриваются особенности распределения землетрясений по глубине, их миграция в пространстве и во времени в районе Северной группы вулканов.

Магматическая питающая система Ключевской группы вулканов (КГВ): современное строение, перемещение и накопление магм. Геофизическая модель. Вертикальный разрез вдоль осевой линии КГВ.



Условные обозначения на следующем слайде.

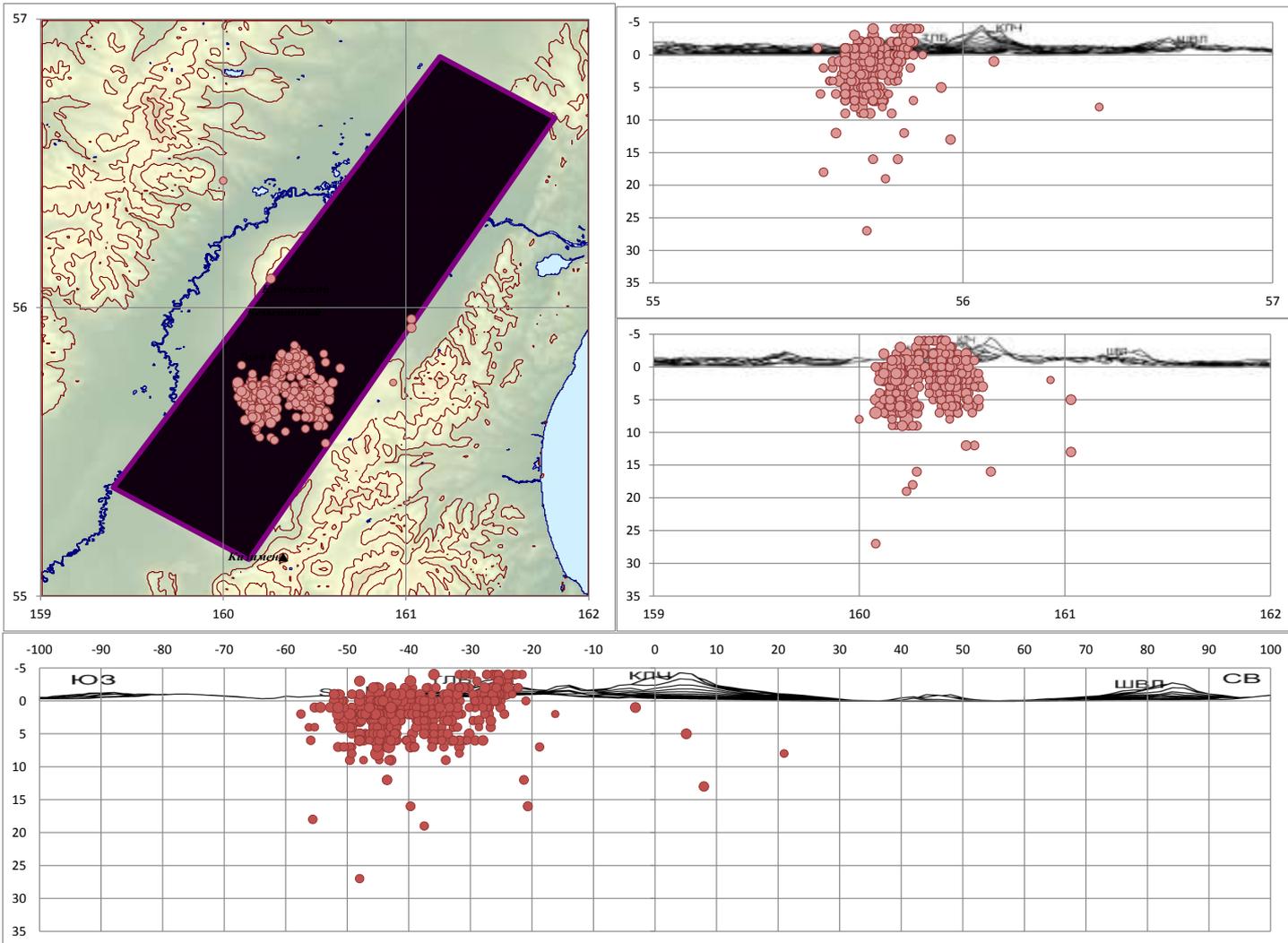
Сейсмическая активность в СГВ в период, предшествовавший БТТИ, 1971-26.06.1975 г. (данные каталога Чубаровой О.С.)



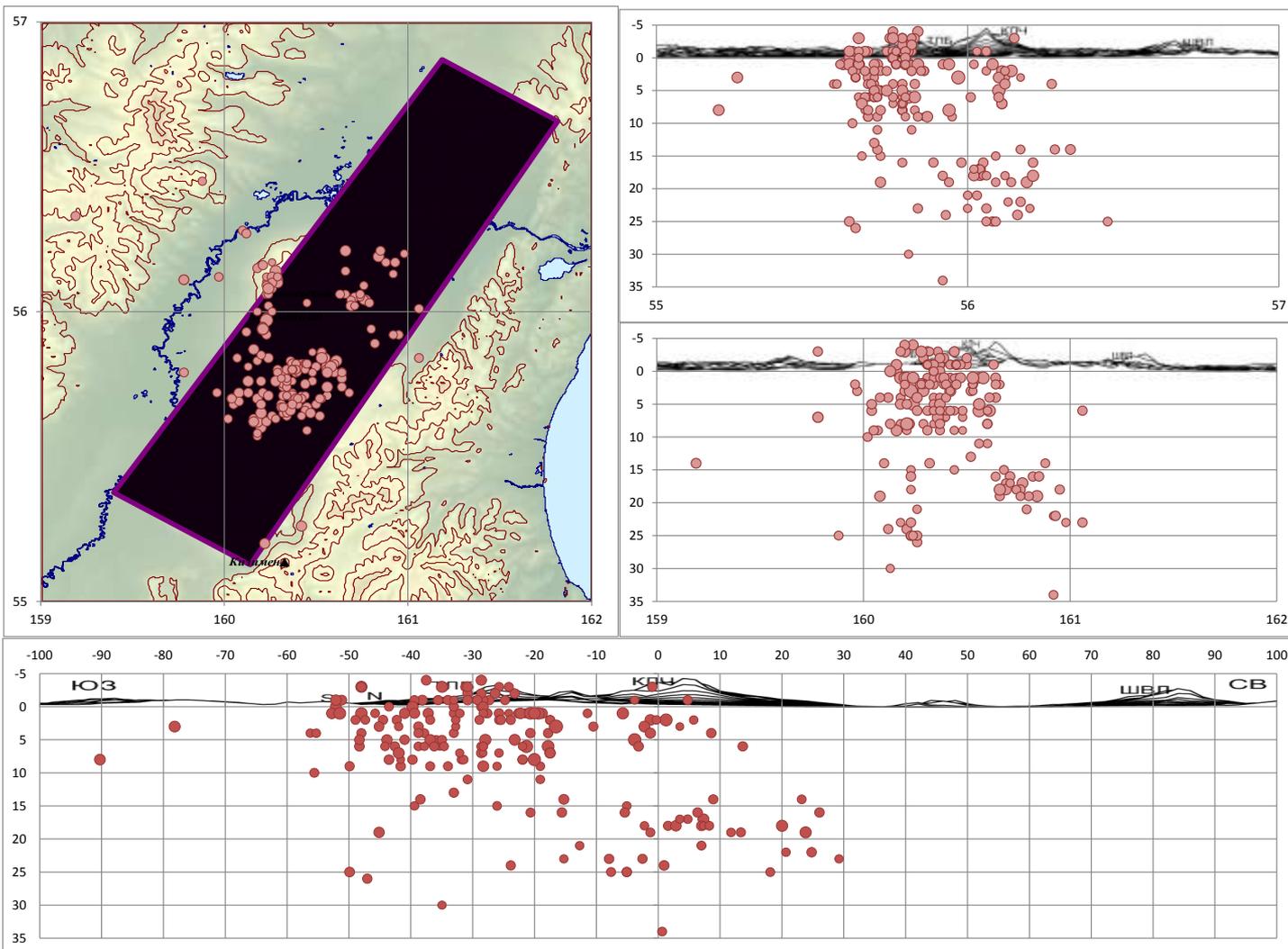
*) На вертикальных разрезах нанесены гипоцентры, находящиеся в прямоугольнике на карте.

Сейсмичность СГВ в период 27.06 - 17.09.1975 г.

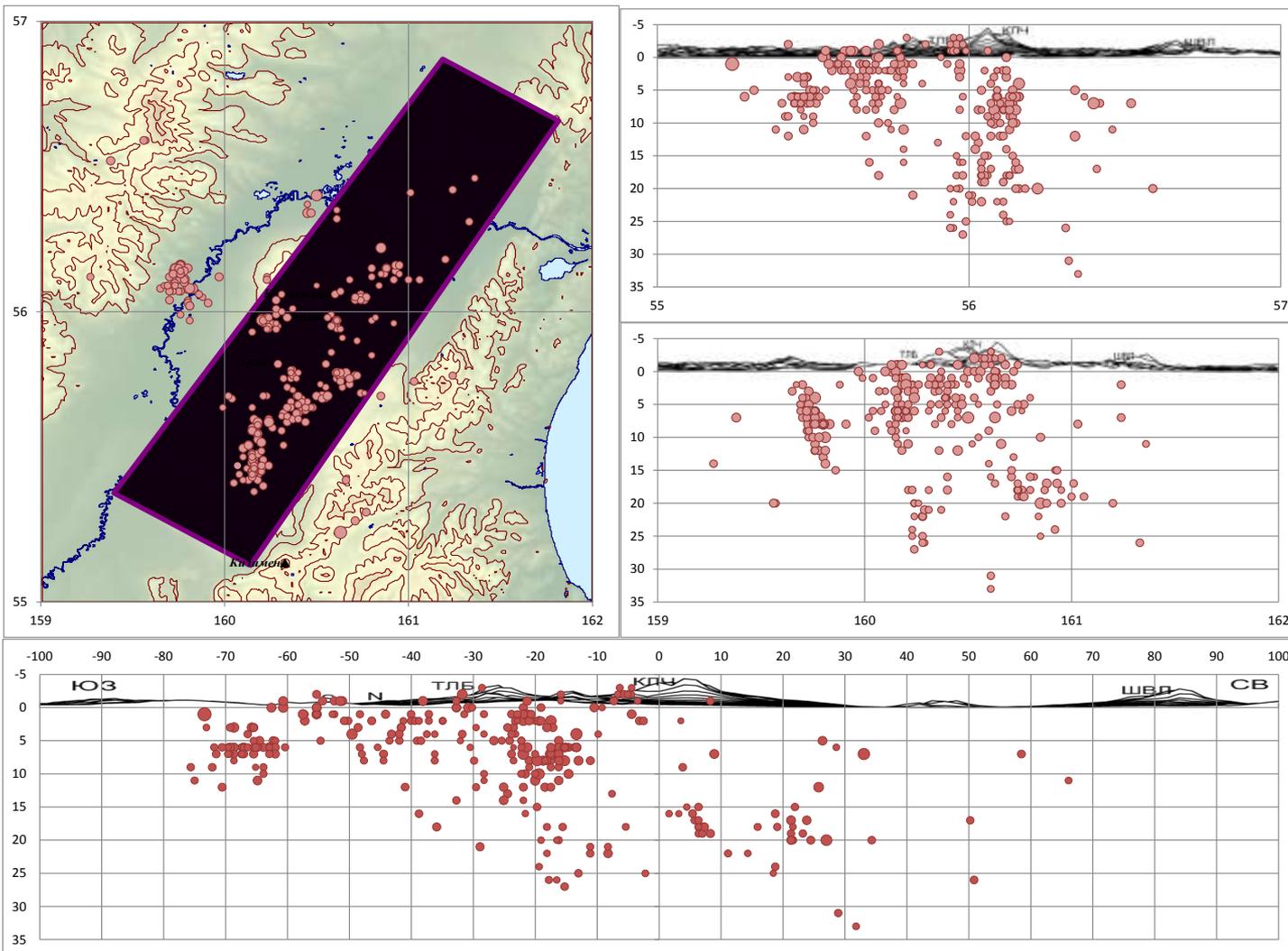
Рои землетрясений, предварявших и сопровождавших Северный прорыв БТТИ.



Сейсмичность СГВ в период деятельности Южного прорыва БТТИ. 17.09.1975-10.12.1976

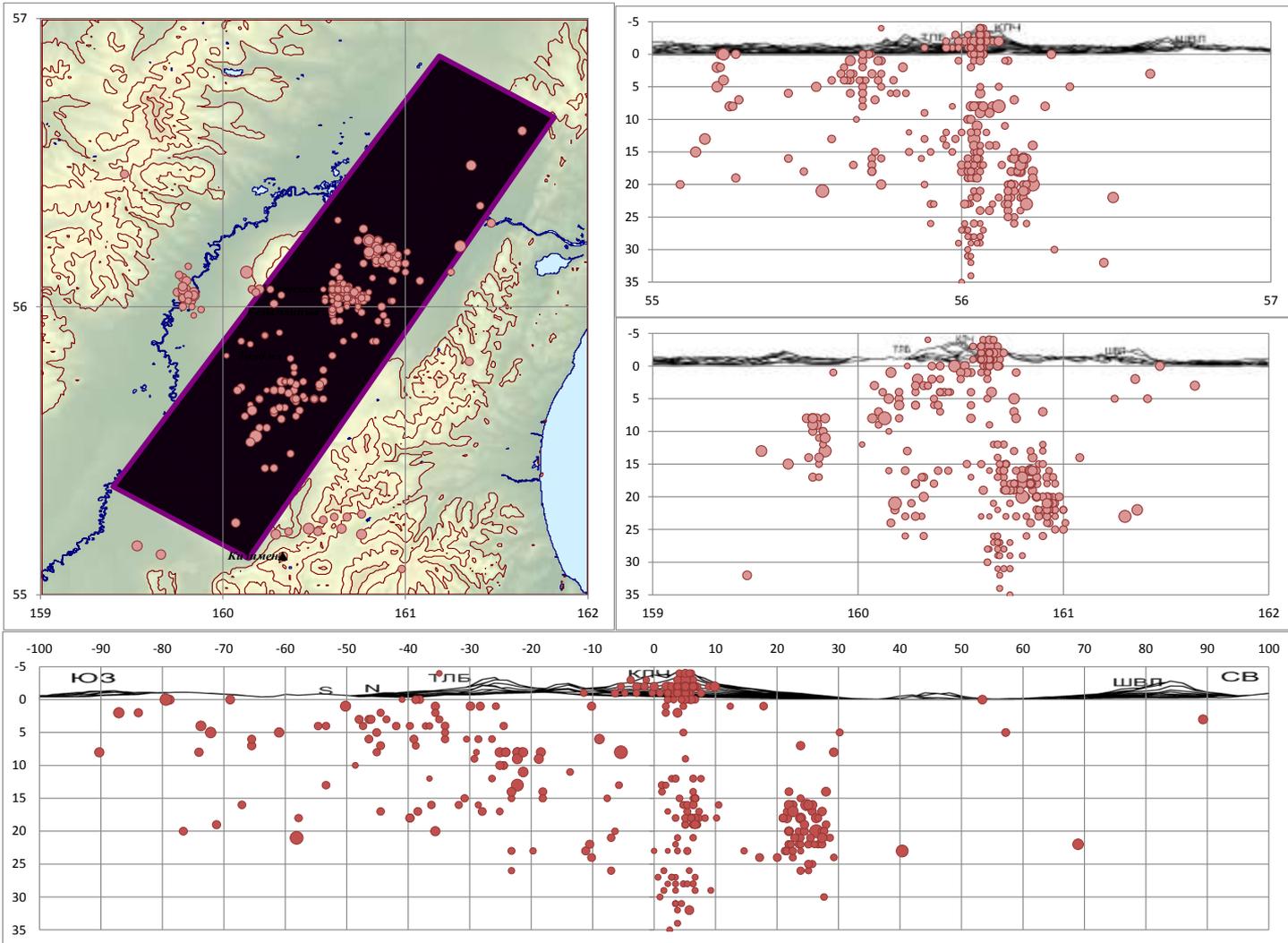


Развитие сейсмичности СГВ в период завершения деятельности Южного прорыва БТТИ и возникновения роевой активности по периферии КГВ после БТТИ, 11.12.1976-31.12.1977 гг.



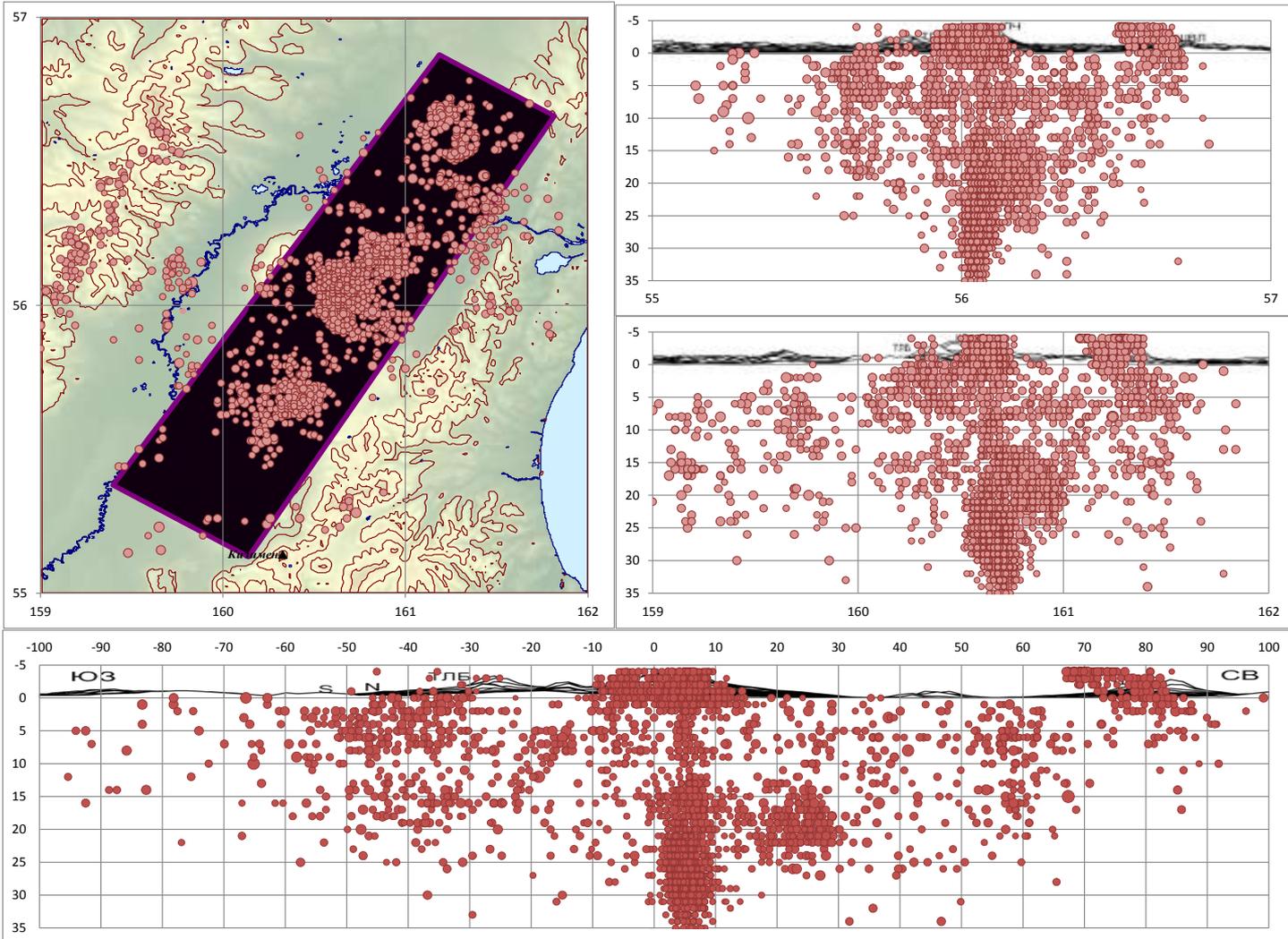
Сейсмичность КГВ в 1978 г.

Возобновление активности в районе под вулканом Ключевской и в
ареальной зоне к С-В от него.



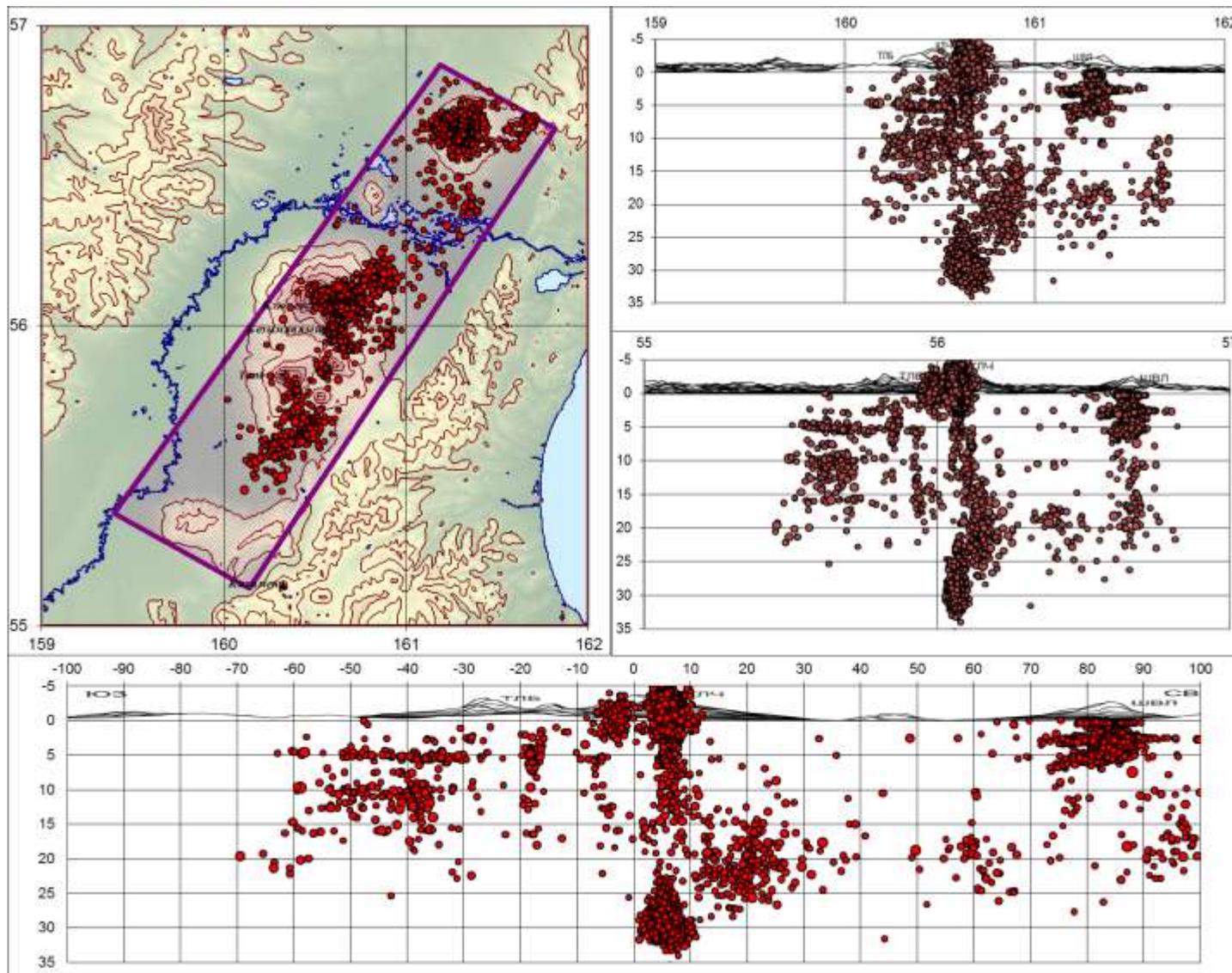
Сейсмичность СГВ в 1979-1996 гг.

Промежуточный очаг вулкана Ключевской и коровые магмоводы вулканов Шивелуч, Ключевской, Безымянный, Плоский Толбачик и БТТИ в этот период.



Сейсмичность СГВ в 2000-2008 гг.

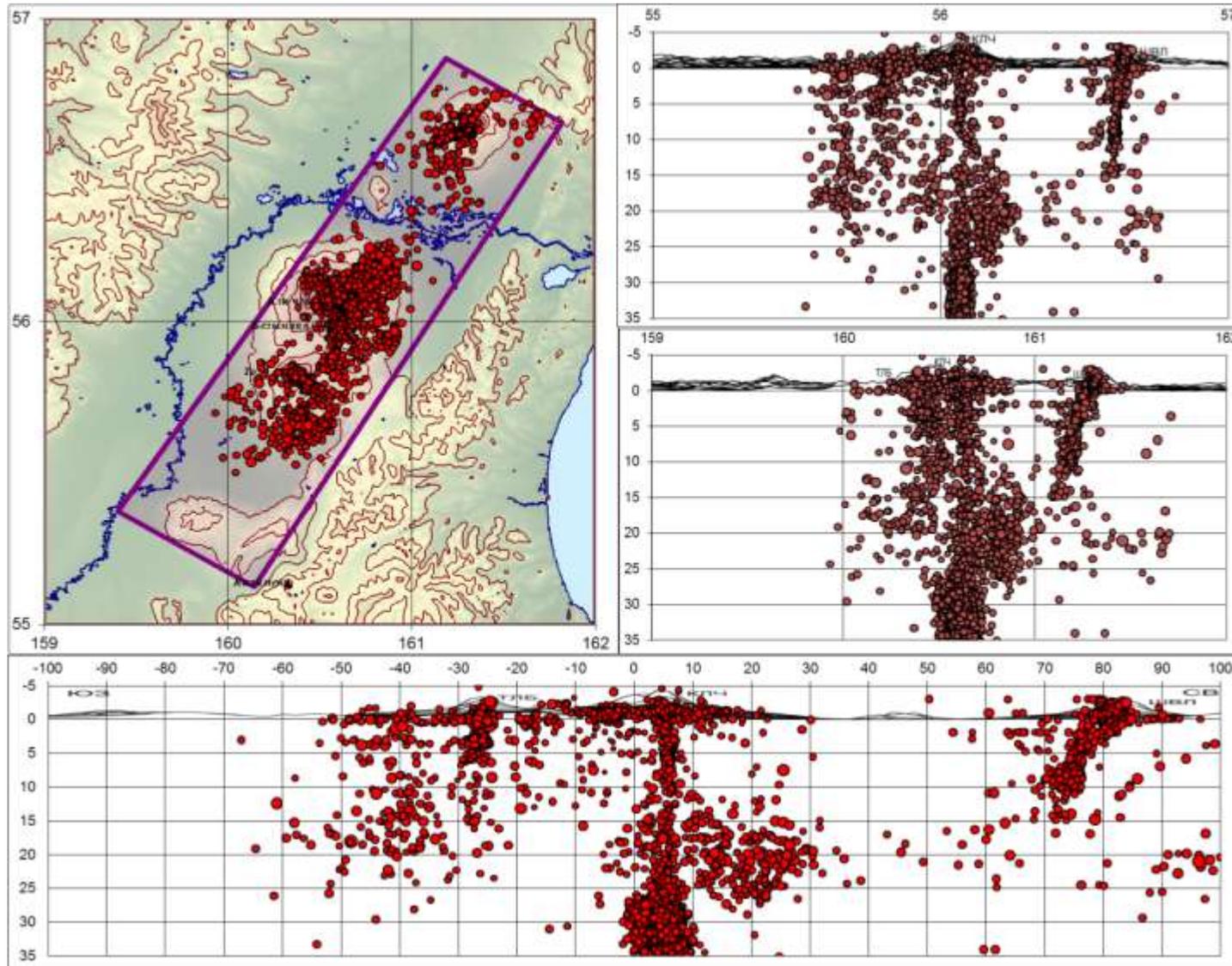
Активны магматические питающие каналы и очаги вулканов
Клч, Бзм и Швл



Показаны землетрясения энергетических классов $K_s \geq 5$

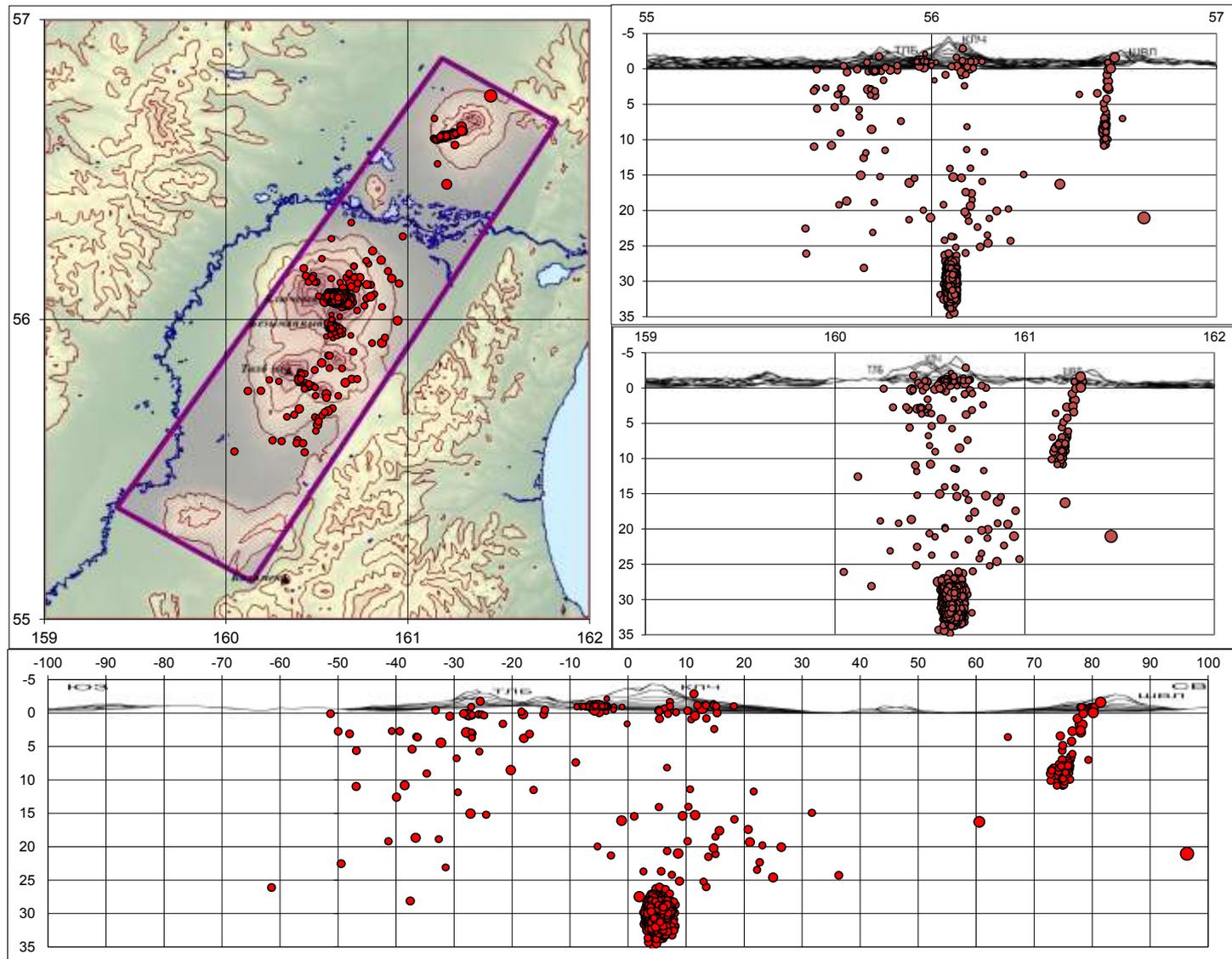
Сейсмичность СВ в период, предшествовавший ТТИ, 2009-26.11.2012 гг.

(3 года 11 месяцев и 26 дней до ТТИ, начавшегося 27.11.2012 г.)
Промежуточный очаг Ключевского вулкана и магмоводы вулканов Клч, Швл, Бзм, ПТ и района ТТИ



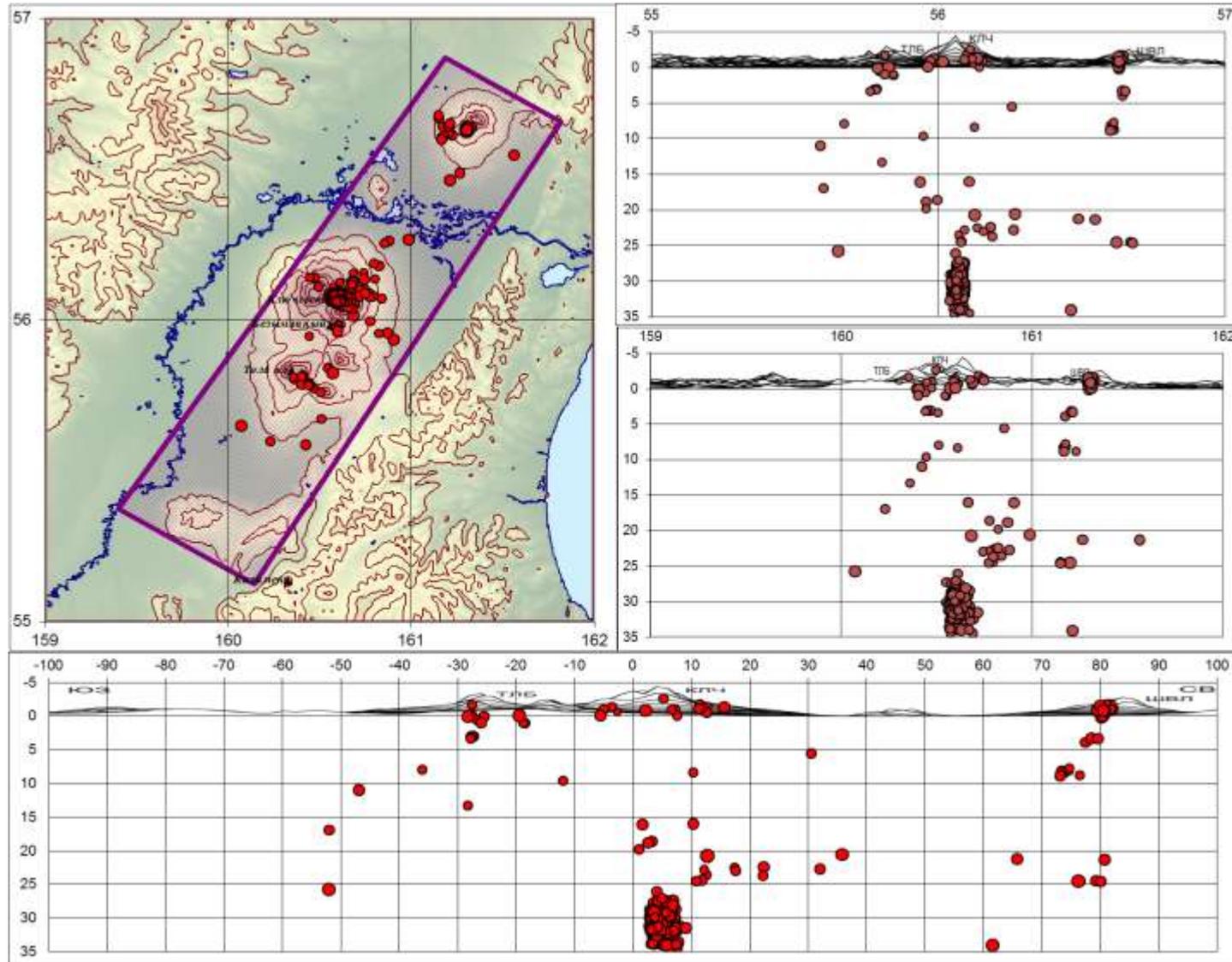
Подготовка и развитие ТТИ 2012-2013 гг.

Перемещение магм из промежуточного очага вулкана Ключевской к вулканам Ключевской, Шивелуч и Плоский Толбачик, 01.01.2012 - 01.06.2012 г. (11- 6 месяцев до извержения).



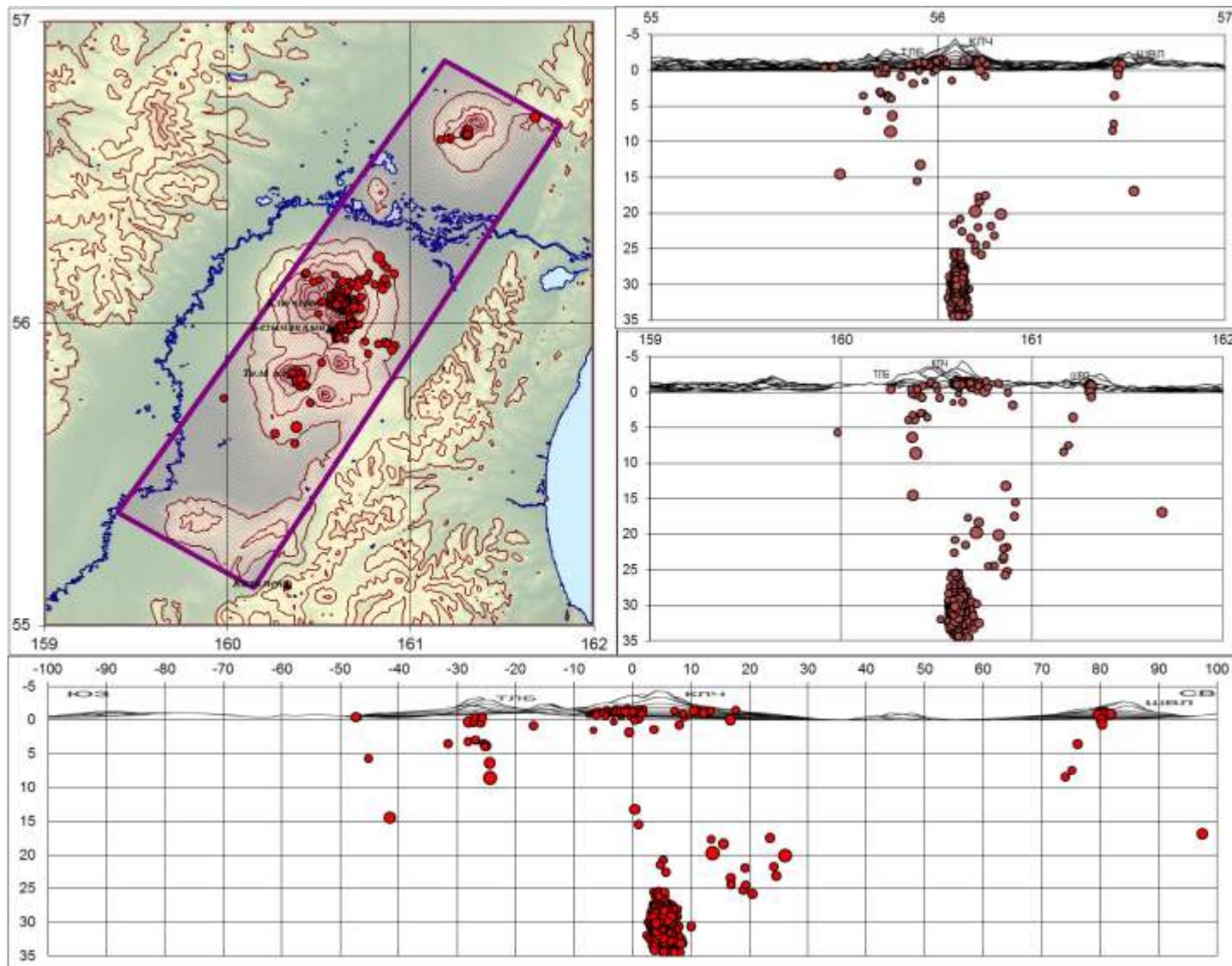
Сейсмичность СГВ 1.06 – 25.07.2012 г.

Подъем магм под вулканом Швл и начало подъема под вулканом ПТ

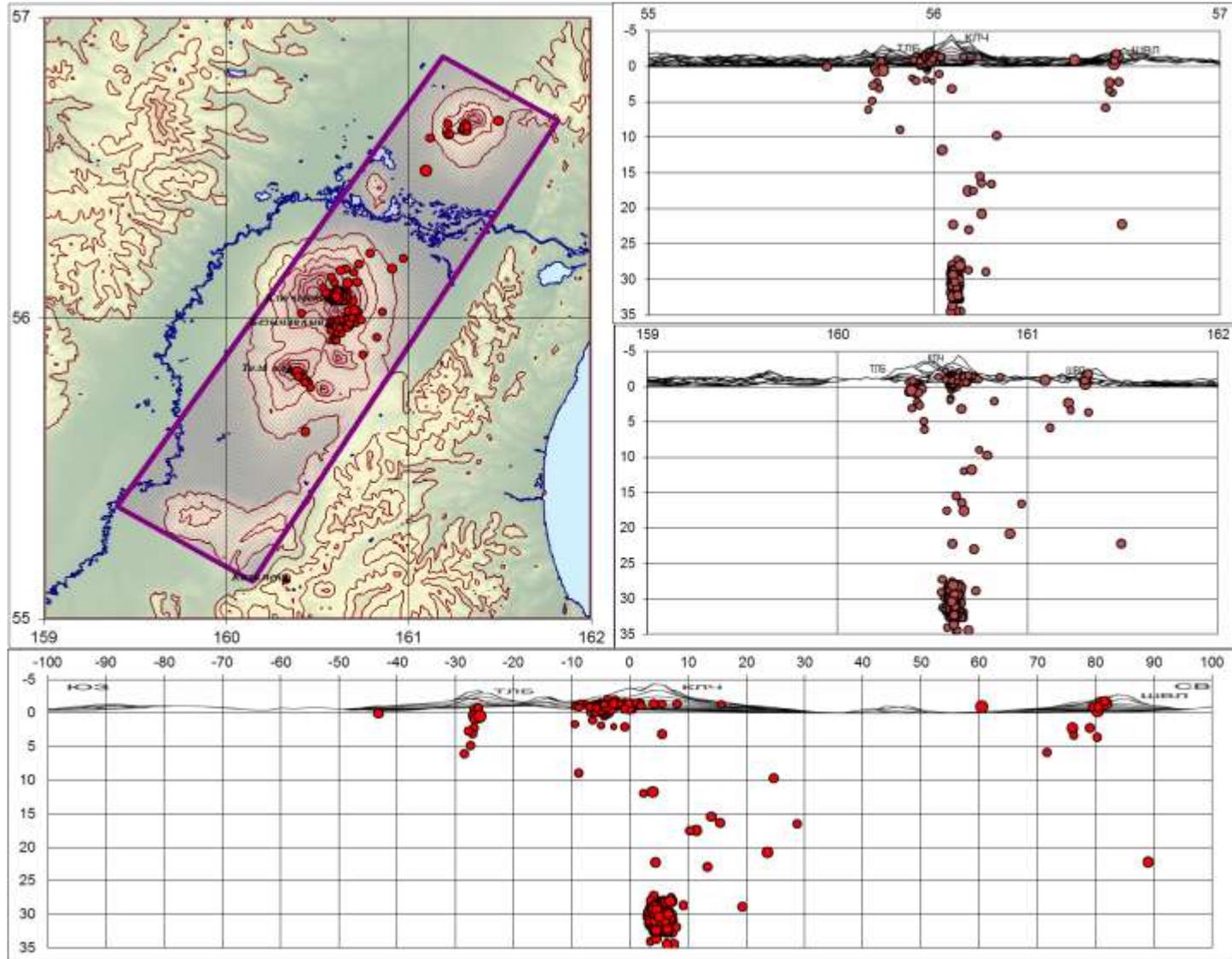


Сейсмичность СГВ 26.07.-25.08.2012 г.

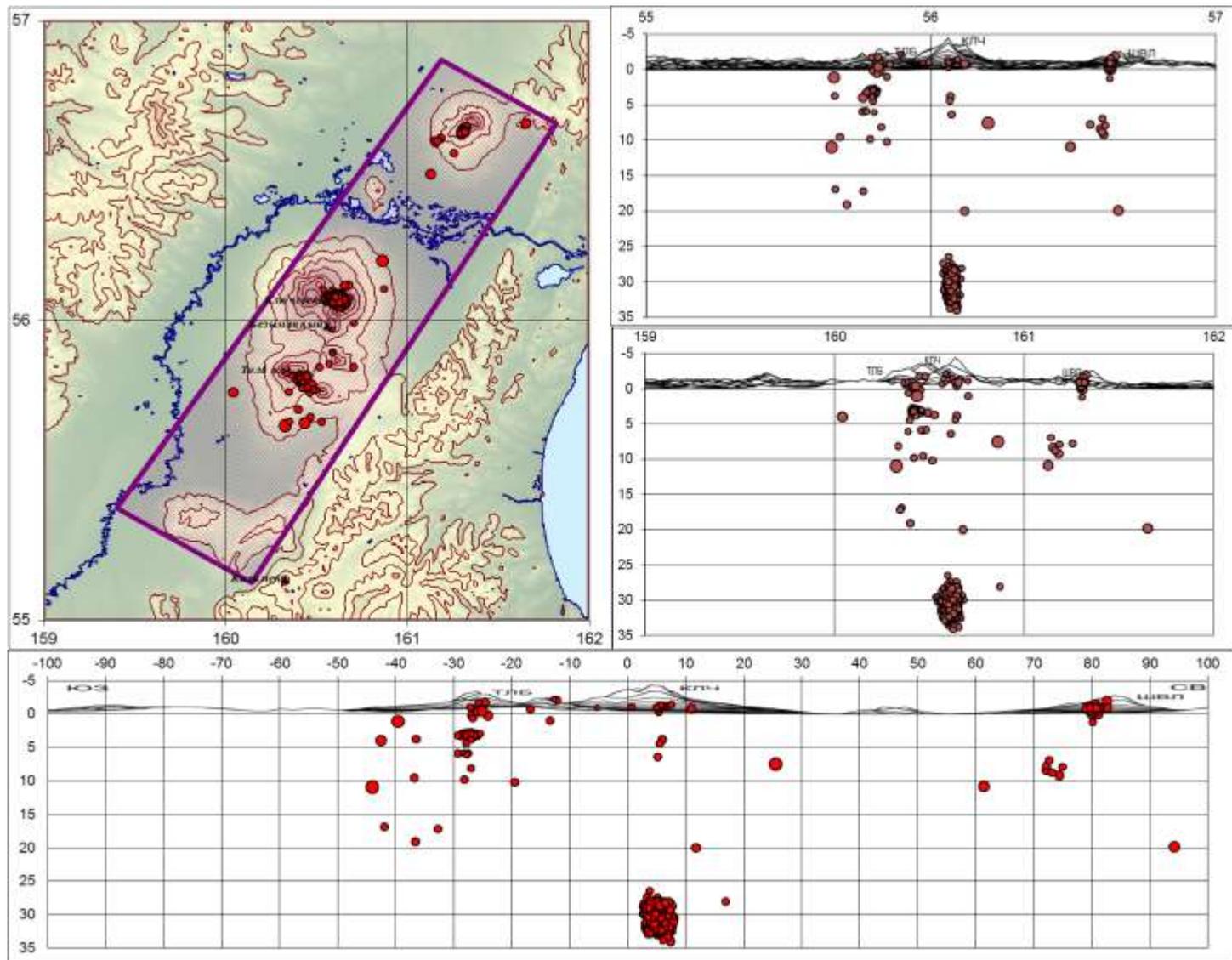
Появление роя коровых землетрясений под ПТ и положение магмоводов ТТИ и вулкана Швл. Начало подготовки ТТИ



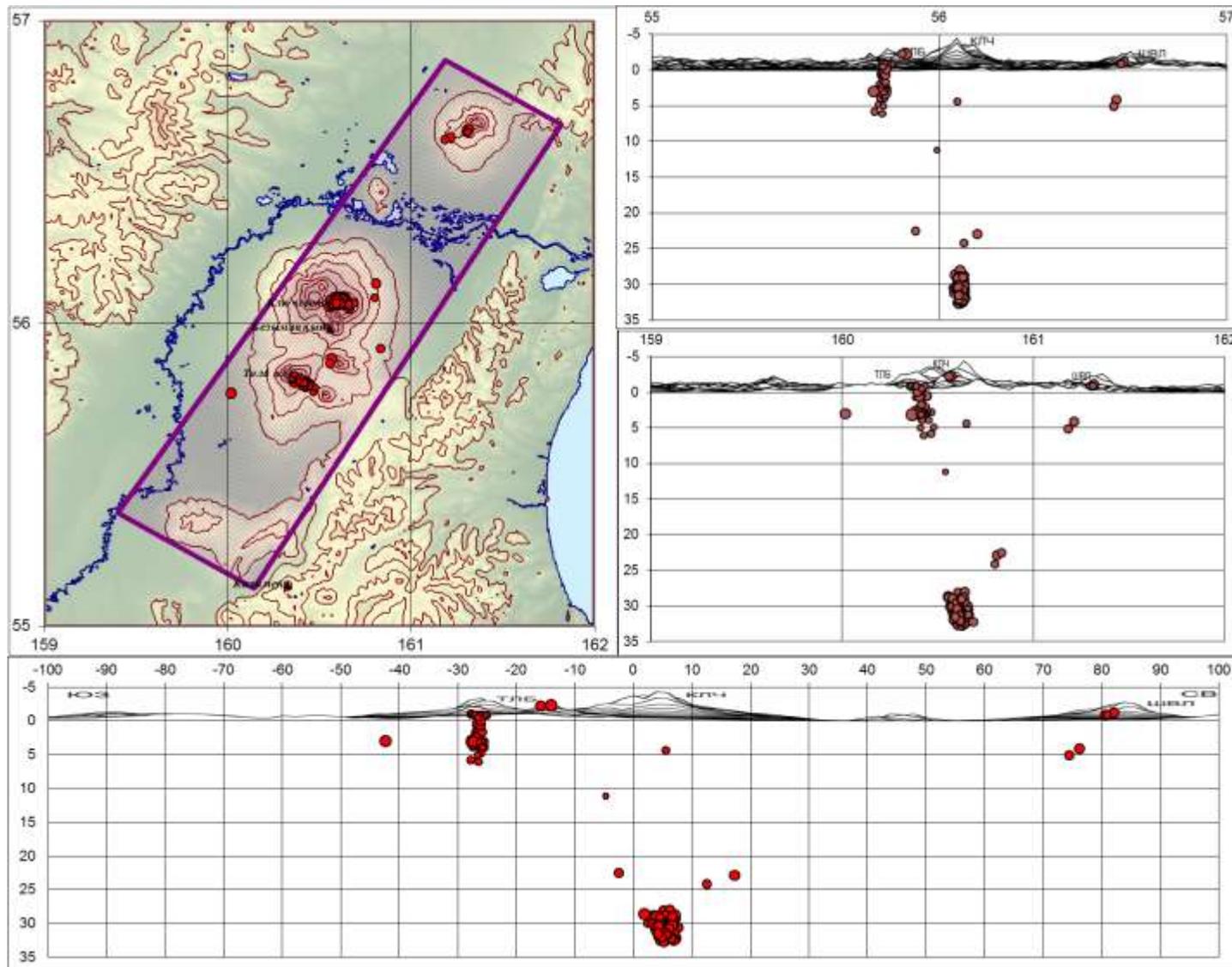
Сейсмичность СГВ в период 26.08-30.09.2012 г. Продолжение подготовки ТТИ.



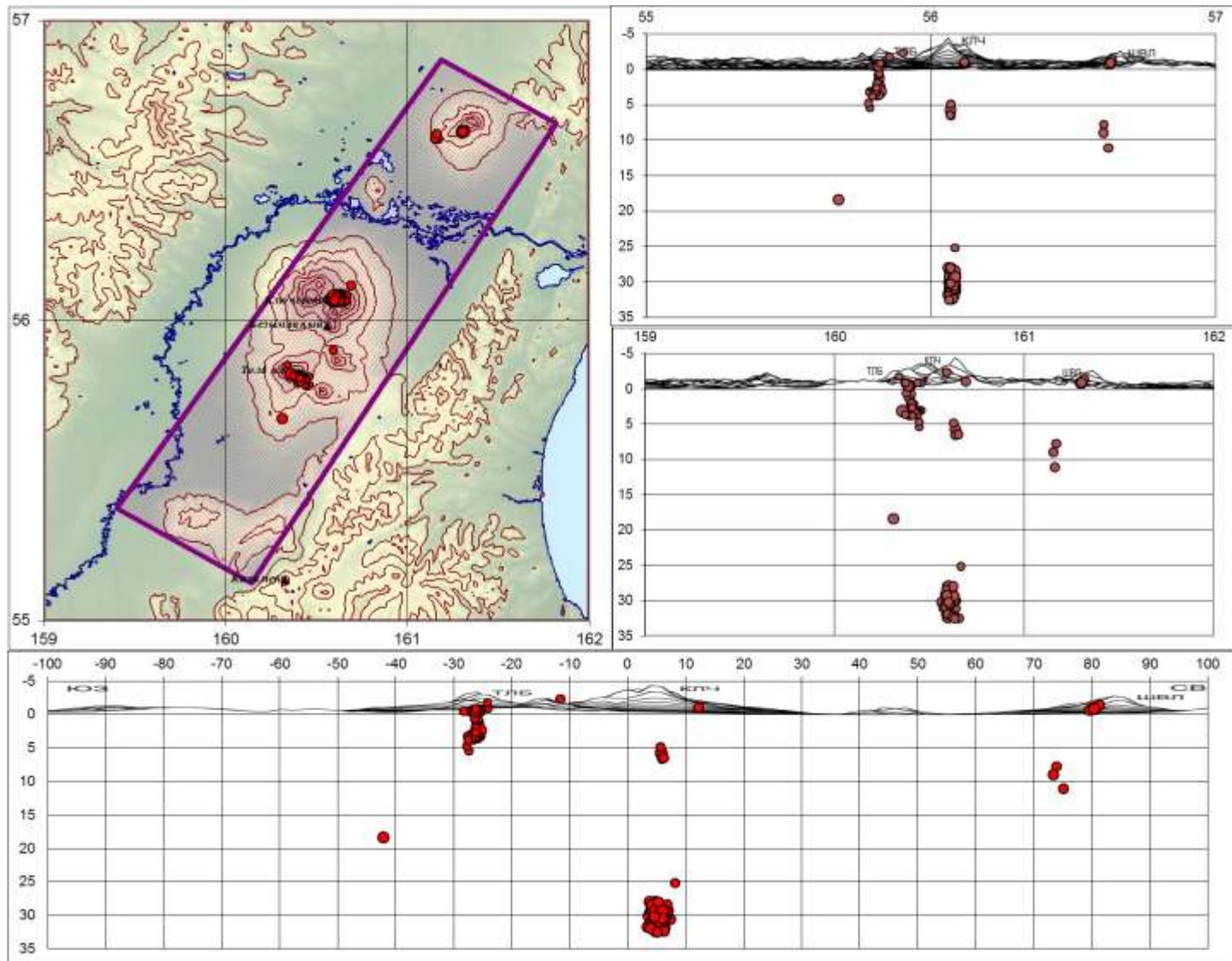
Продолжение подготовки ТТИ в период. 01.10 - 31.10.2012 г.



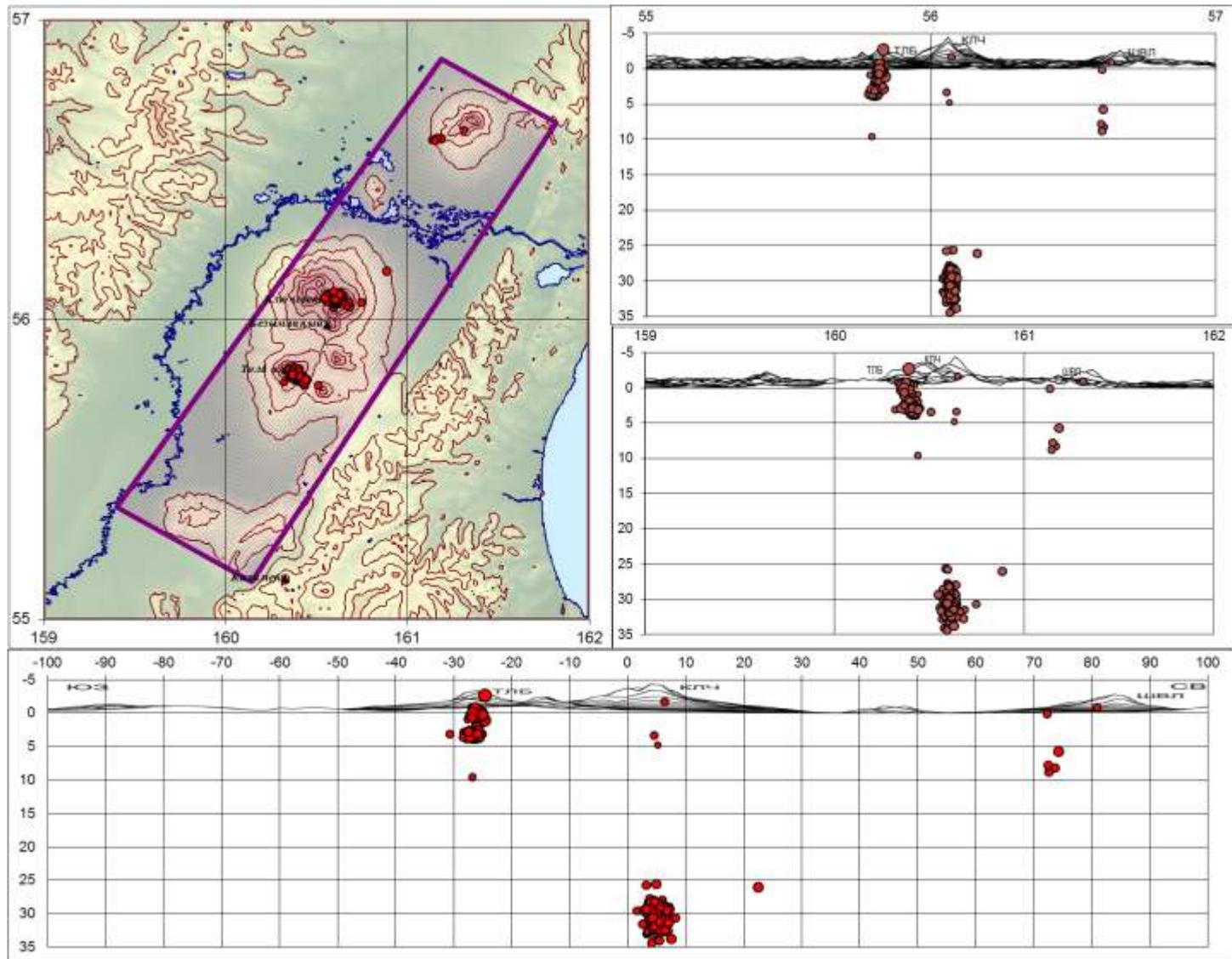
Появление роя землетрясений на глубинах 0-6 км в области периферического очага ПТ в период 01.11-12.11.2012



Продолжение роя предшествующих землетрясений в области периферического очага ПТ в 13.11 – 19.11.2012 г.



Завершение роя неглубоких землетрясений под вулканом ПТ 20.11–26.11.2012 г., предварявших начало ГТИ 27.11.2012 г.



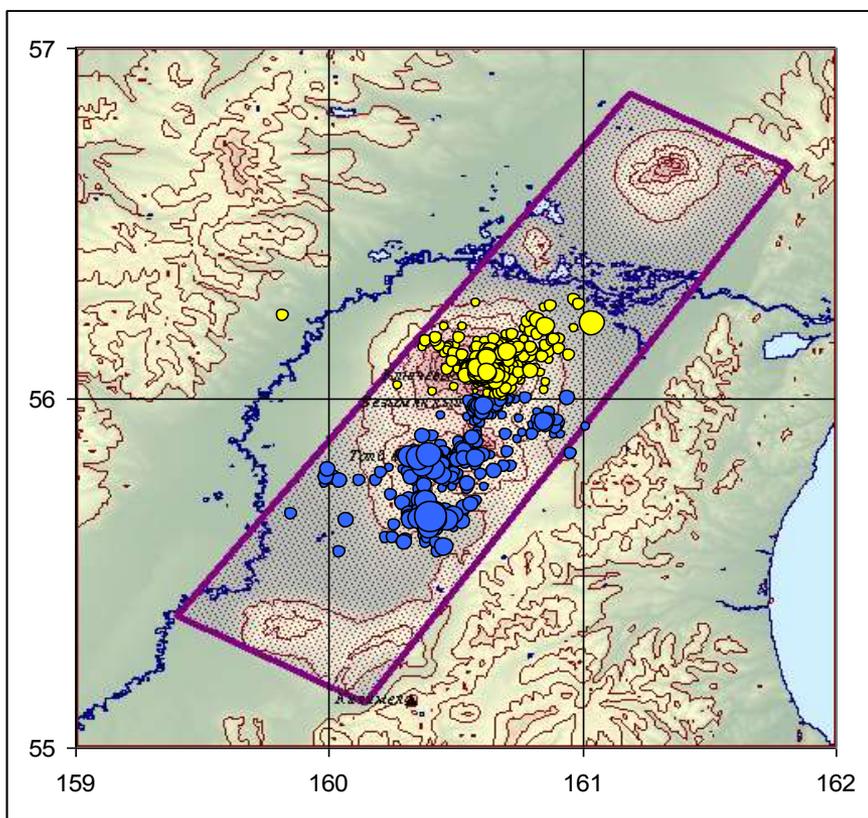


График распределения сейсмических событий во времени и по глубине перед и в начале ТТИ в период 01.01.2012-15.01.2013 г.г. (Эпицентры взяты в выделенном прямоугольнике. Синим цветом показаны землетрясения р-на ТТИ, вулканов ПТ и Бзм.)

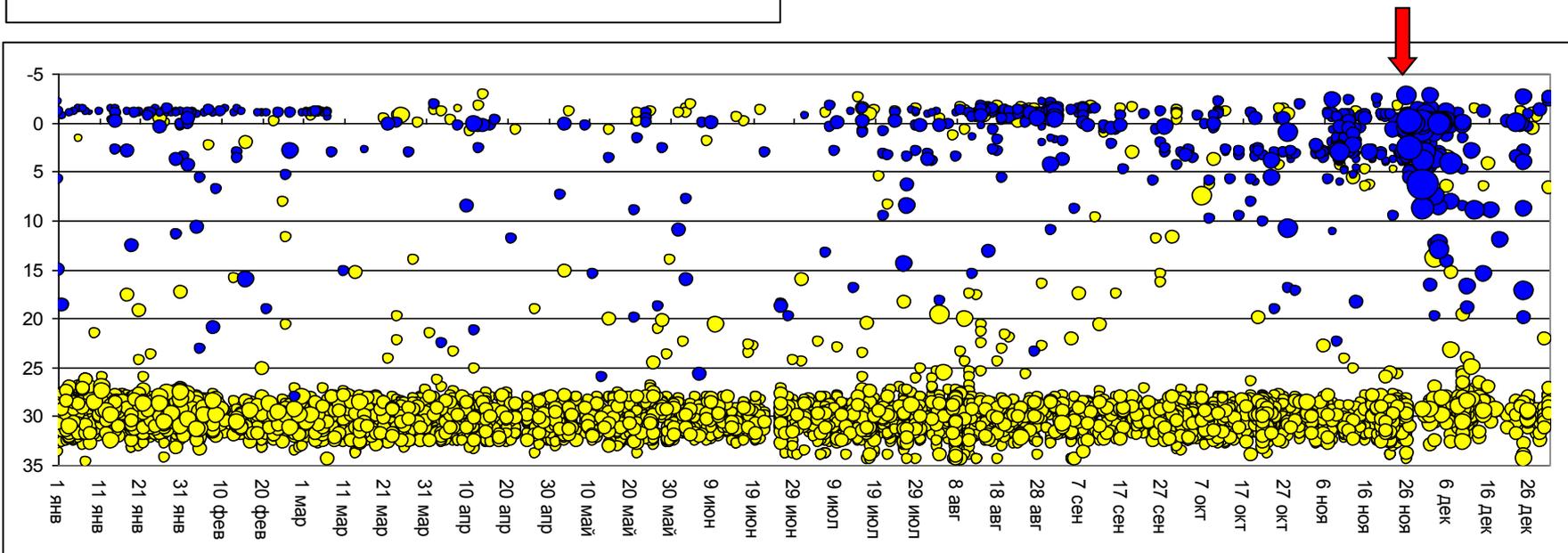
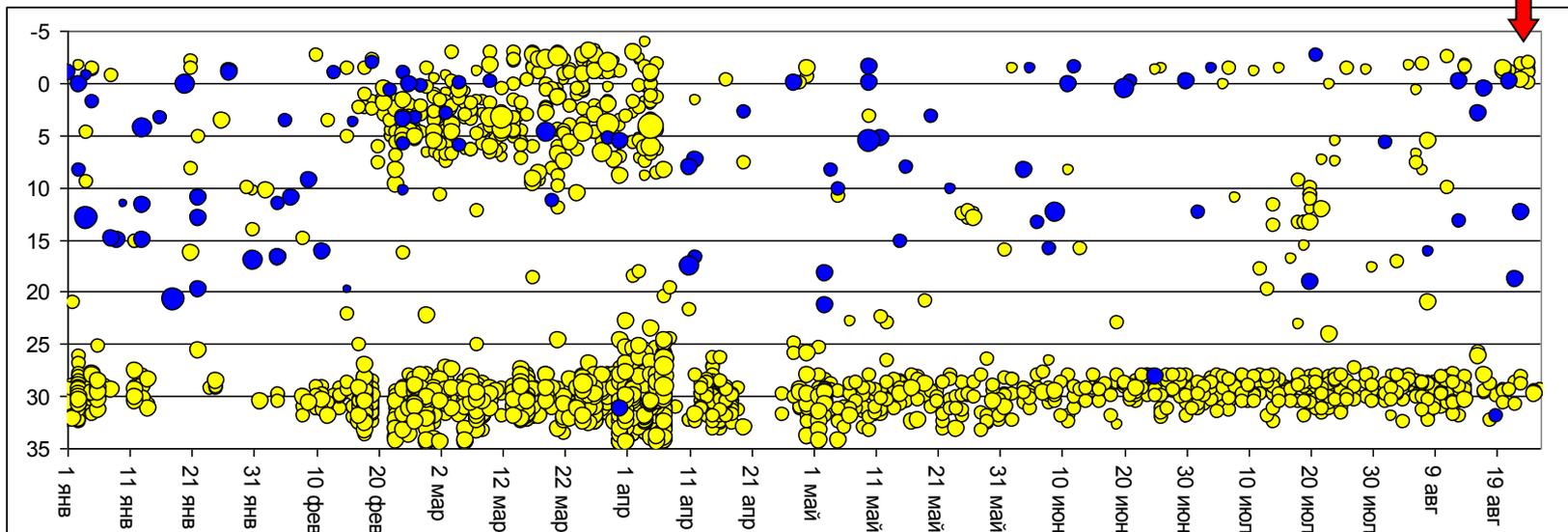
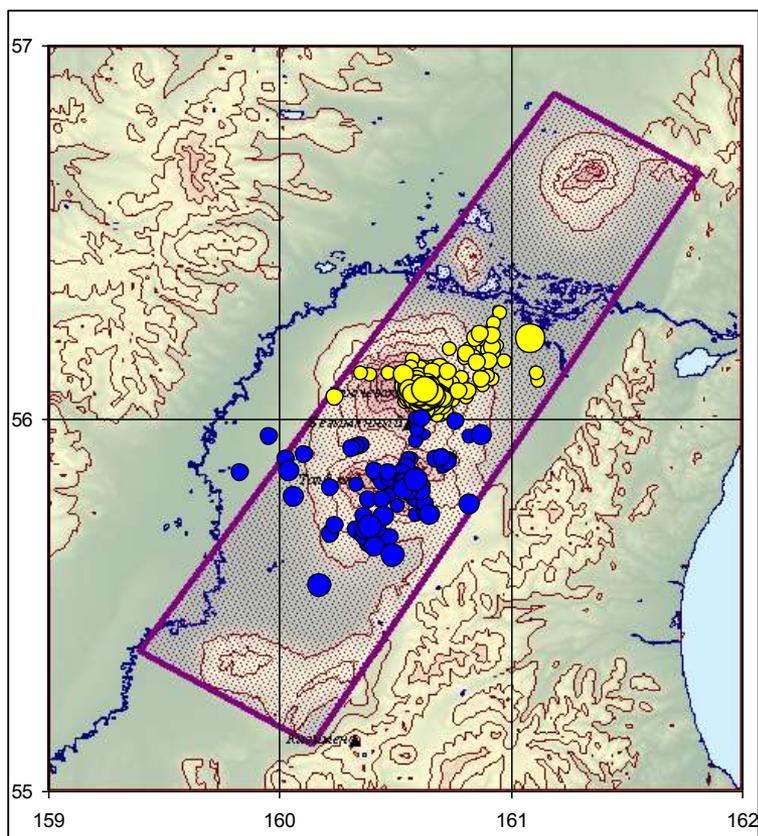
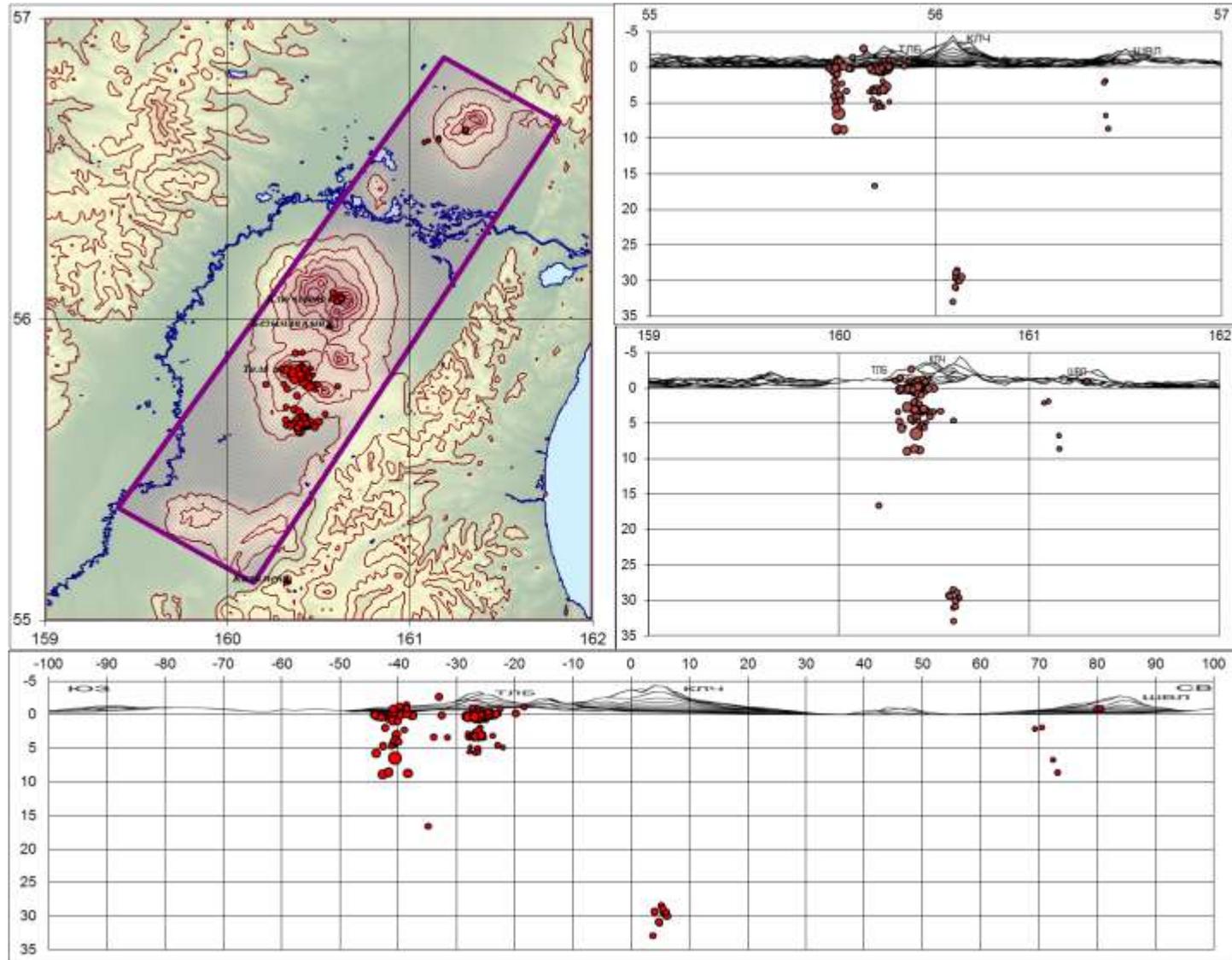


График распределения сейсмических событий во времени по глубине в период 01.01-26.08.2013 г.

Рой неглубоких землетрясений
происходил под Ключевским вулканом
в период с 20.02 по 10.04.2013 г. Его
извержение началось 26.08.2013 г.

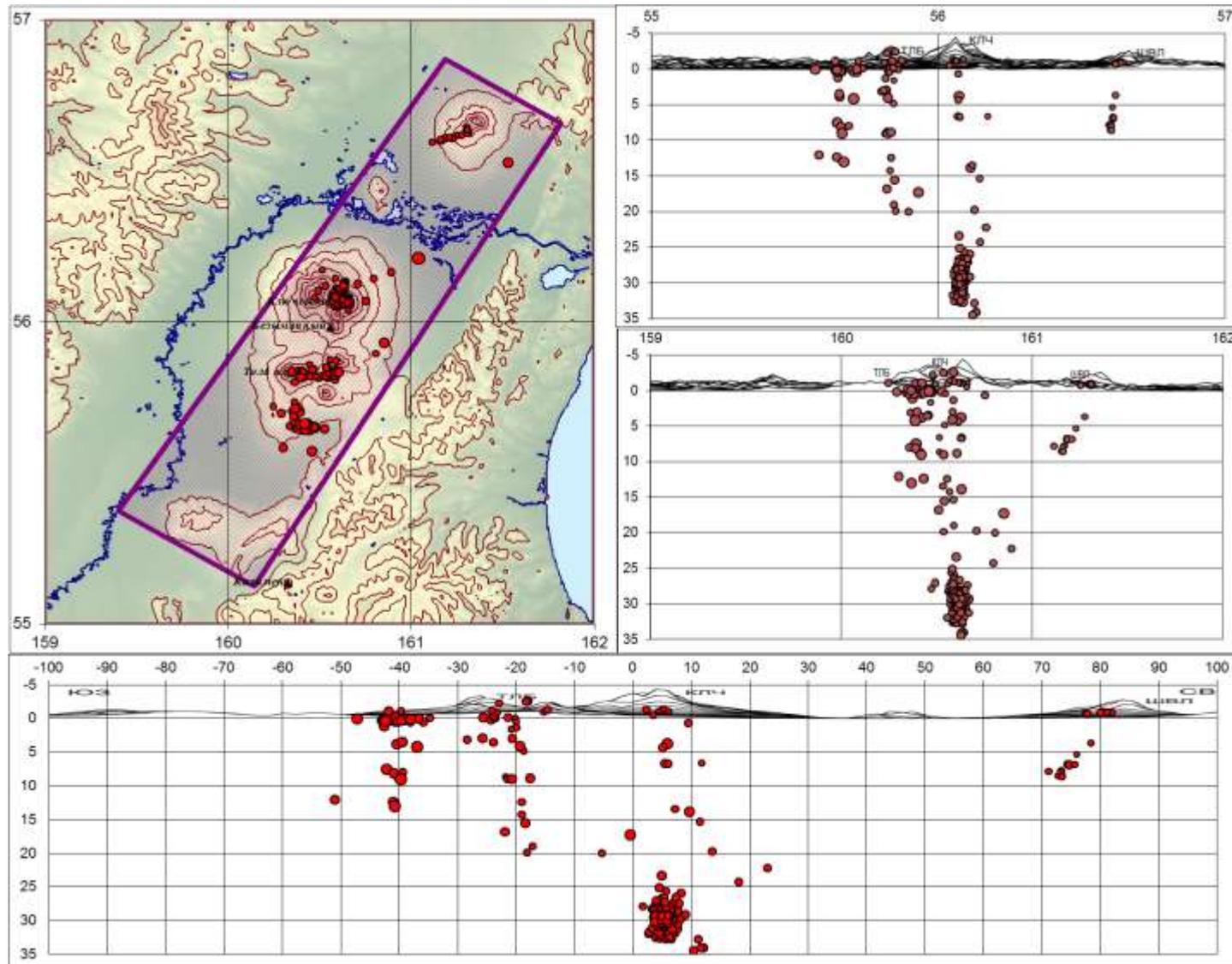


Рои неглубоких землетрясений 27.11- 02.12.2012 г. под вулканом ПТ и Толудской зоной, происходившие в начале ТТИ

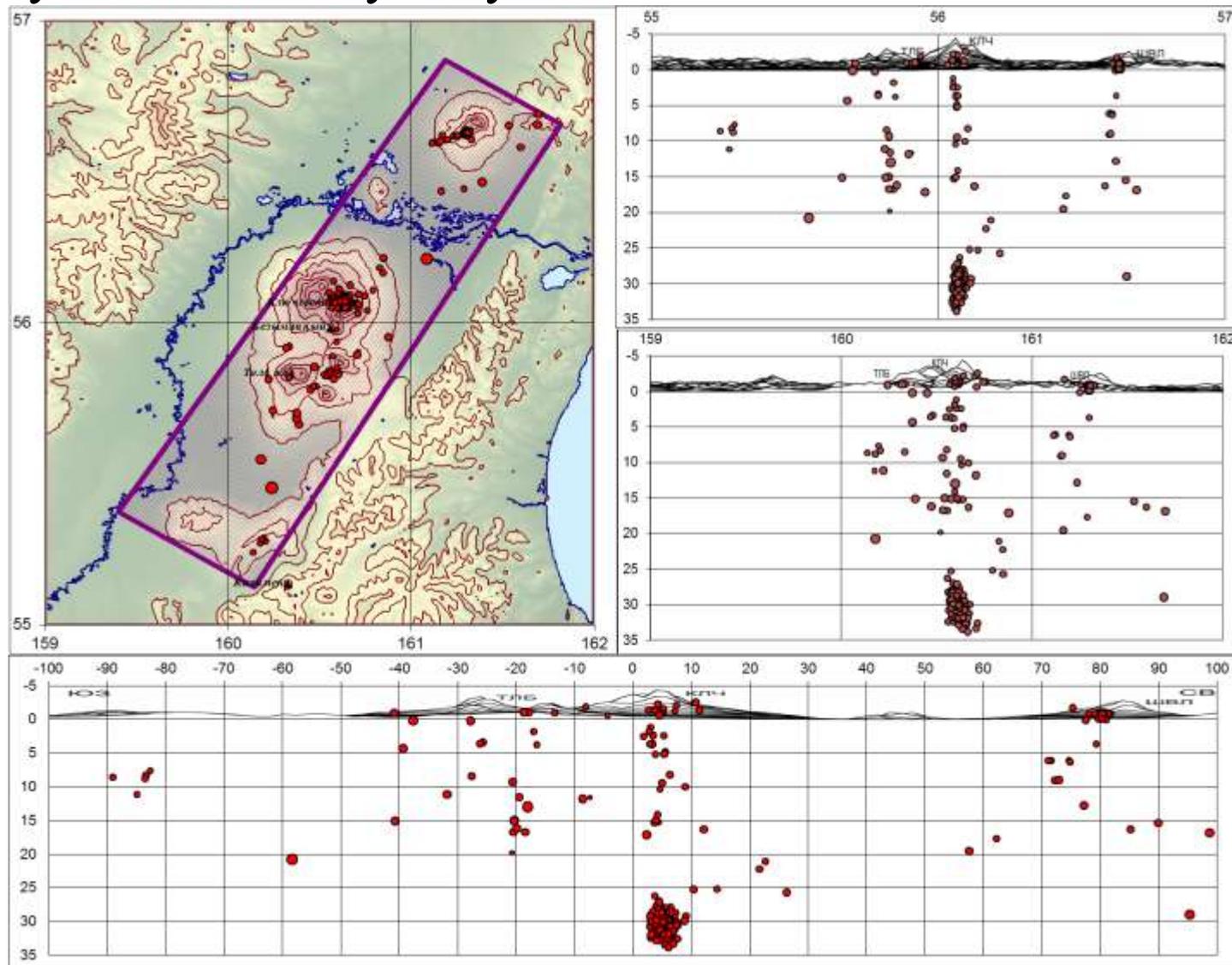


Сейсмичность СГВ в декабре 2012 г.

03.12 – 31.12.2012 г. Коровые магмоводы ТТИ под вулканом ПТ, Толудской зоной и вулканами Ключевской и Шивелуч



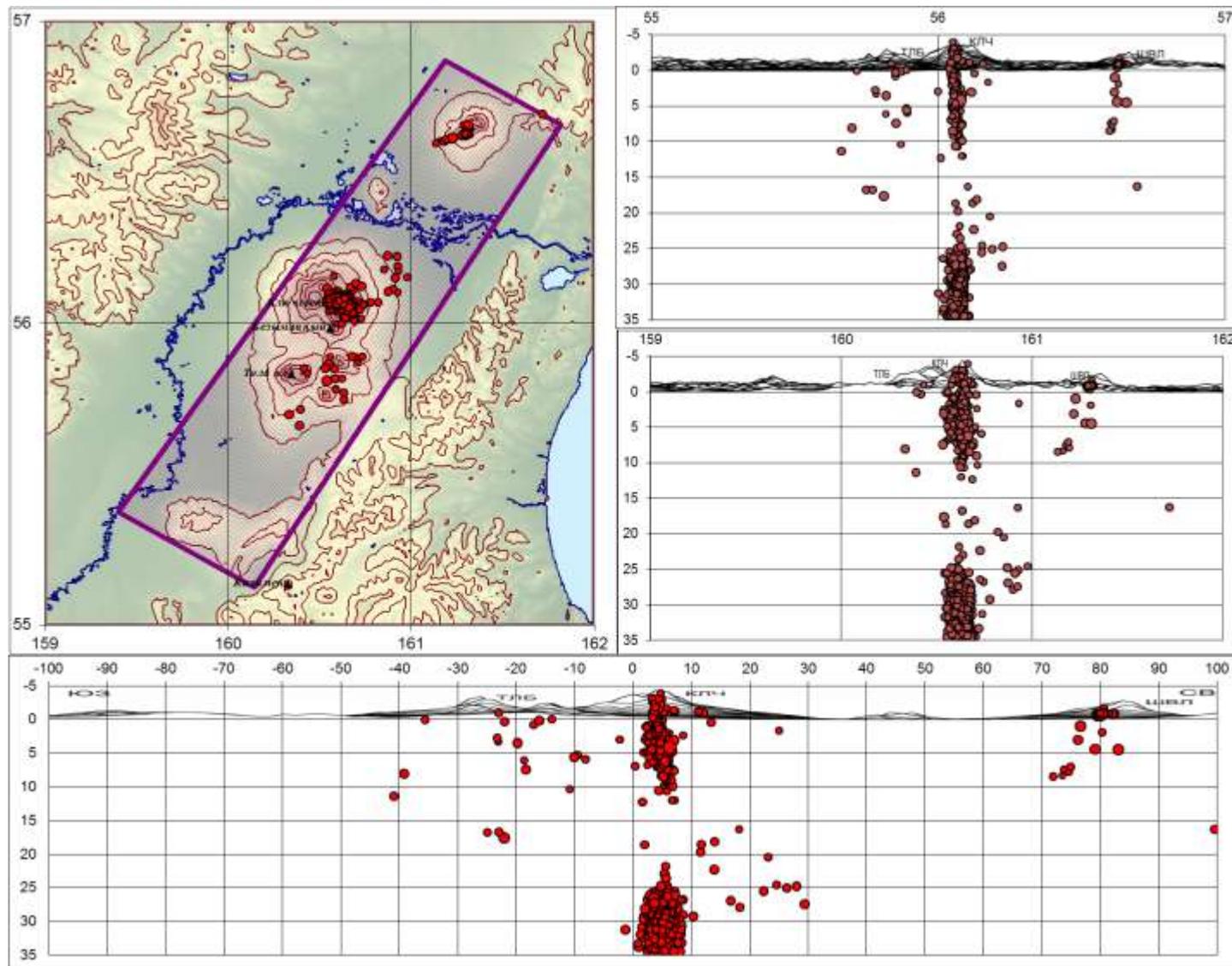
Сейсмическая активность в период развития ТТИ 01.01.-19.02.2013г Продолжение ТТИ и извержение вулкана Шивелуч. Вулкан Ключевской был спокоен



Сейсмическая активность СГВ в период 20.02.- 20.04.2013 г.

В это время наблюдался сильный рой неглубоких землетрясений под вулканом Ключевской. Вулкан был активен с 31.03-07.04.2013 г.

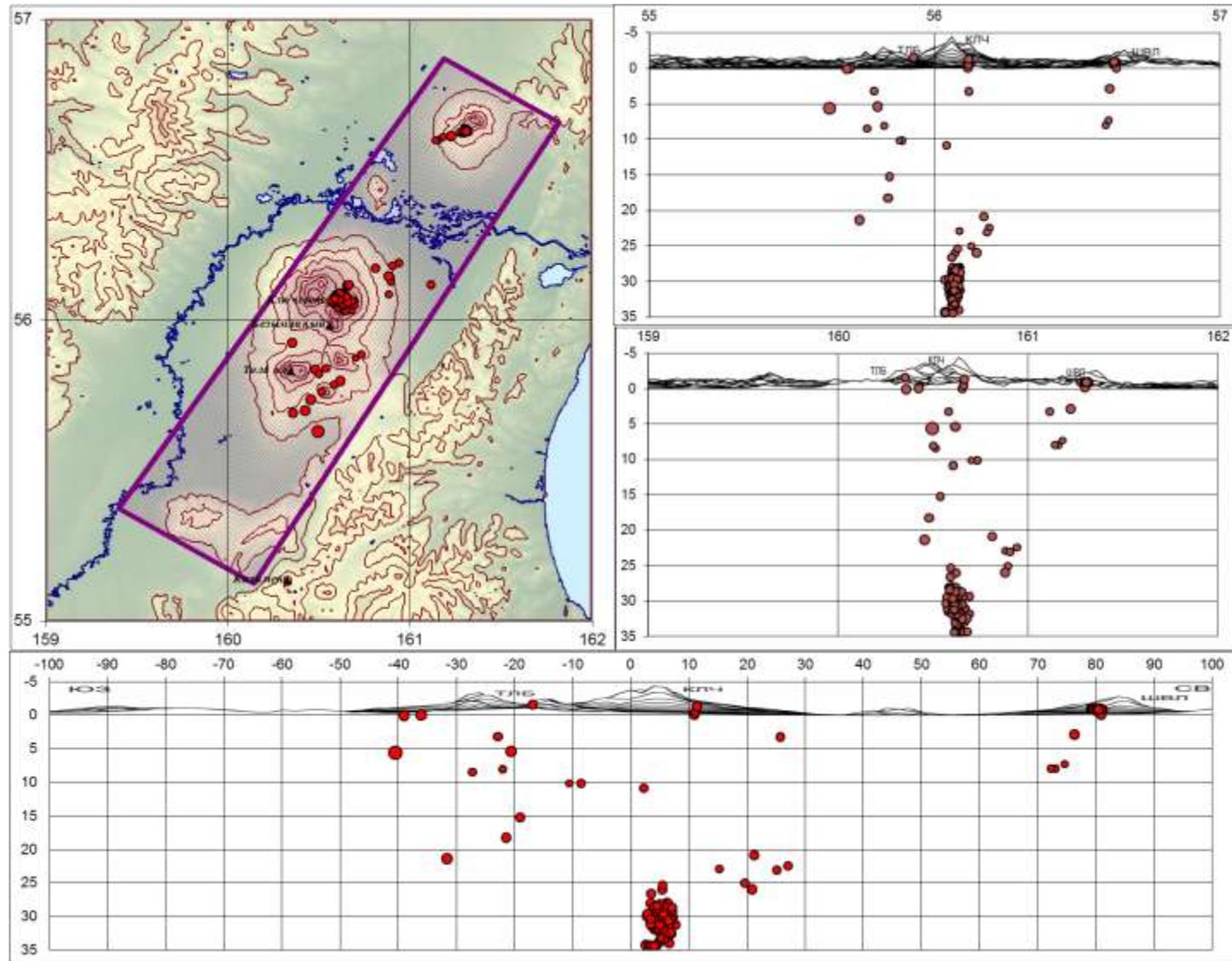
Продолжались ТГИ и извержение вулкана Шивелуч. Видны их магмоводы.



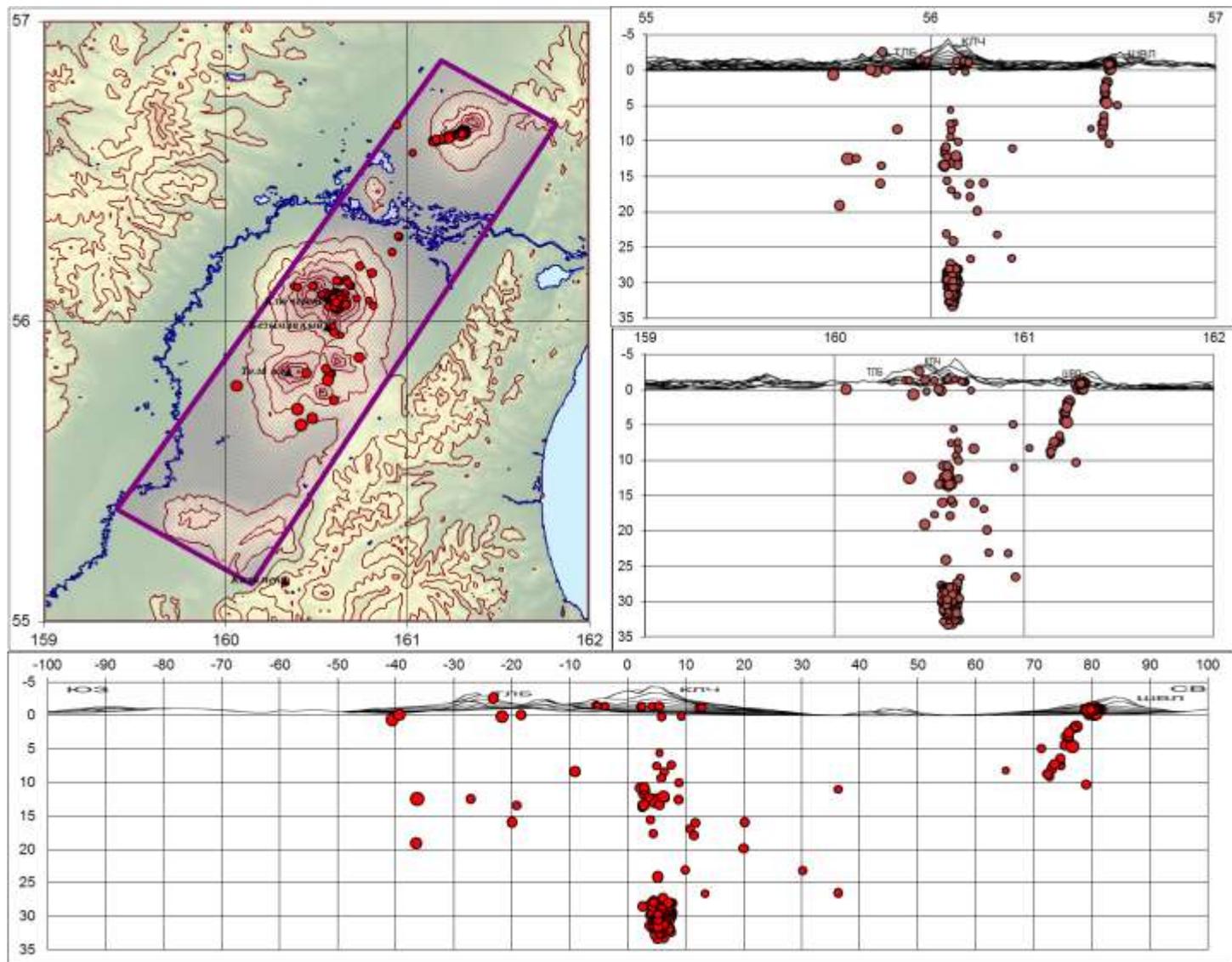
Сейсмичность СГВ в период 21.04-23.05.2013 г.

Продолжение ТТИ и извержение вулкана Шивелуч после роя коровых землетрясений под вулканом Ключевской (с 19.02-20.04.2013.

Видны магмоводы вулканов Ключевской, Шивелуч и ТТИ

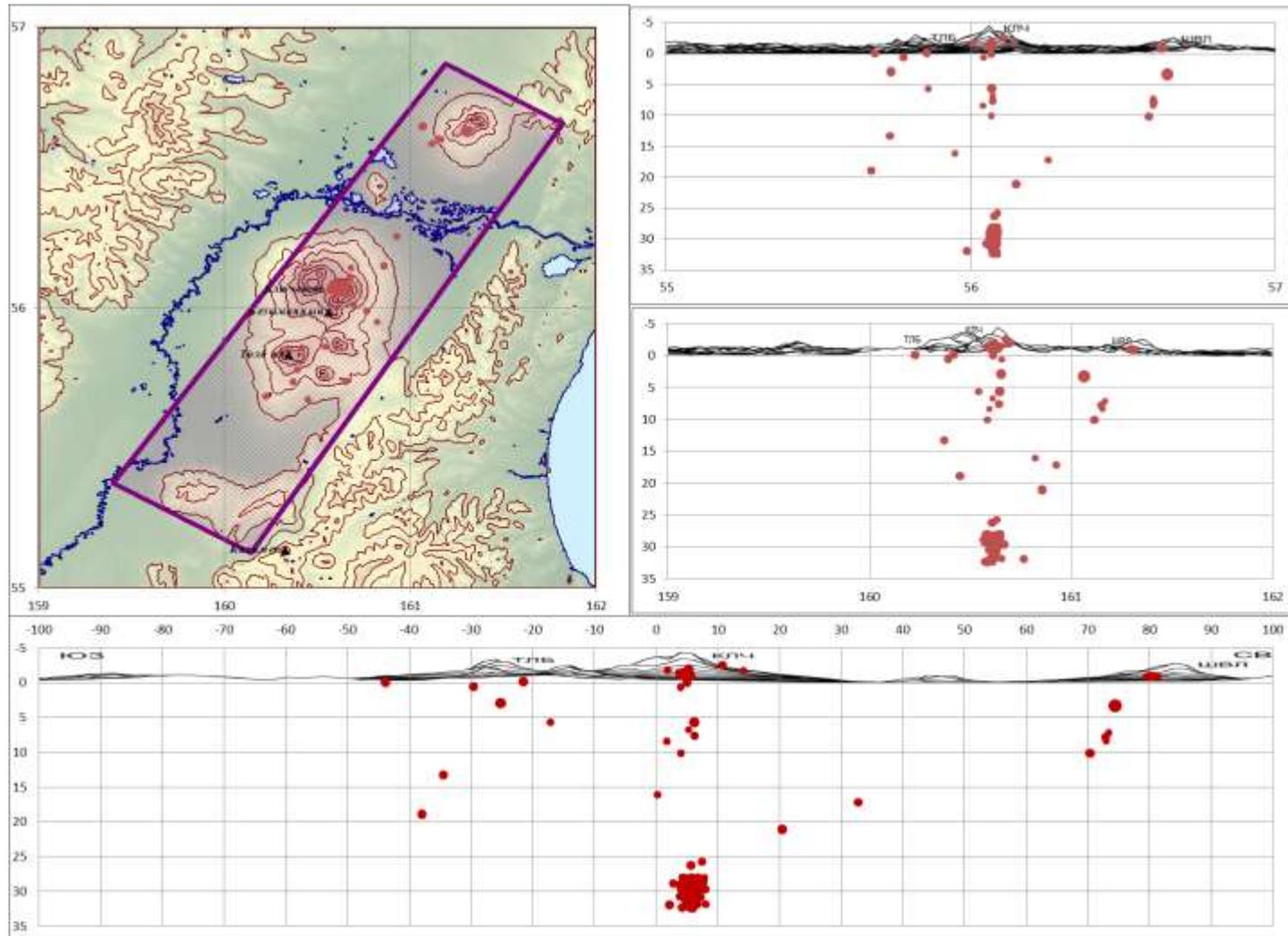


Сейсмическая активность СГВ в период 24.05-31.07.2013 г. после глубокого землетрясения в Охотском море 24.05.2012 г., $M_w=8.3$. Продолжение ТТИ. Сильное извержение вулкана Шивелуч 26.06.2013.

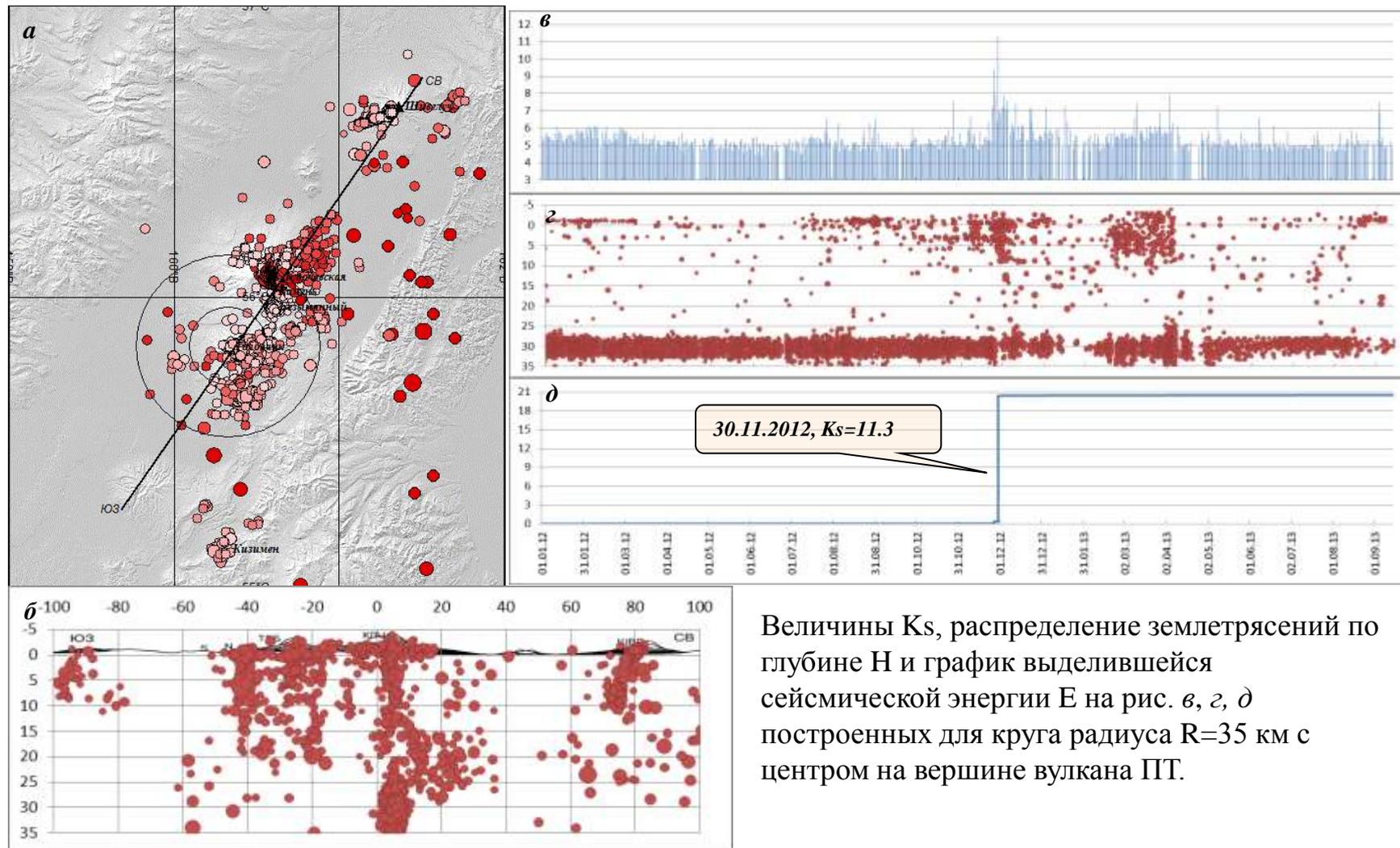


Сейсмичность СГВ в период с 01.08-31.08.2013 г.

Продолжение извержения вулкана Шивелуч. Ослабление ТТИ с 23.08.2013 г.
Извержение вулкана Ключевской 26.08.2013 г.,
наиболее сильное после начала ТТИ.



Карта, вертикальный разрез, распределения по глубине и во времени землетрясений в зоне ТТИ (радиус 35 км) за 2012 – 15.09.2013 г. В выделенной зоне показаны изменения во времени энергетических классов K_s , глубины очагов H , суммарная энергия землетрясений E .



Величины K_s , распределение землетрясений по глубине H и график выделившейся сейсмической энергии E на рис. в, з, д построенных для круга радиуса $R=35$ км с центром на вершине вулкана ПТ.

Заключение

Изучение природы, механизма и связи вулканизма и сейсмичности является одной из главных задач фундаментальных научных исследований РАН на Камчатке. Выдающимся объектом таких исследований является гигантская Северная группа вулканов (СГВ) на Камчатке. В южной части СГВ произошли два последовательных выдающихся базальтовых извержения: БТТИ, 1975-1976 гг., и ТТИ, 2012-2013 гг. Данные детальных сейсмологических исследований показывают свойства, развитие и механизм деятельности этих извержений и всей СГВ. Основным источником магм вулканов СГВ является промежуточный магматический очаг, находящийся на глубине 25-30 км под Ключевским вулканом. От него возможно перемещение магм в нижних слоях земной коры на расстояния до 50 км к другим вулканам СГВ.

Последующий подъем магм к действующими вулканами СГВ происходит в верхних слоях земной коры в связи с их извержениями. Эта часть магматических питающих систем вулканов выделяется на представленных вертикальных разрезах.

Извержения Ключевского вулкана прекратились во время БТТИ и возобновились после него в 1977-1978 гг. Возникновение сильных извержений Ключевского вулкана в наше время может быть признаком завершения ТТИ.

Важнейшие сведения о сейсмических, вулканических процессах и механизме вулканической деятельности СГВ будут получены при дальнейших исследованиях ТТИ, его продолжения и после окончания этого выдающегося извержения.

Благодарим за внимание