

Выявление статистических отклонений в пространственно-временных температурных рядах спутниковых данных на территории юга Сибири

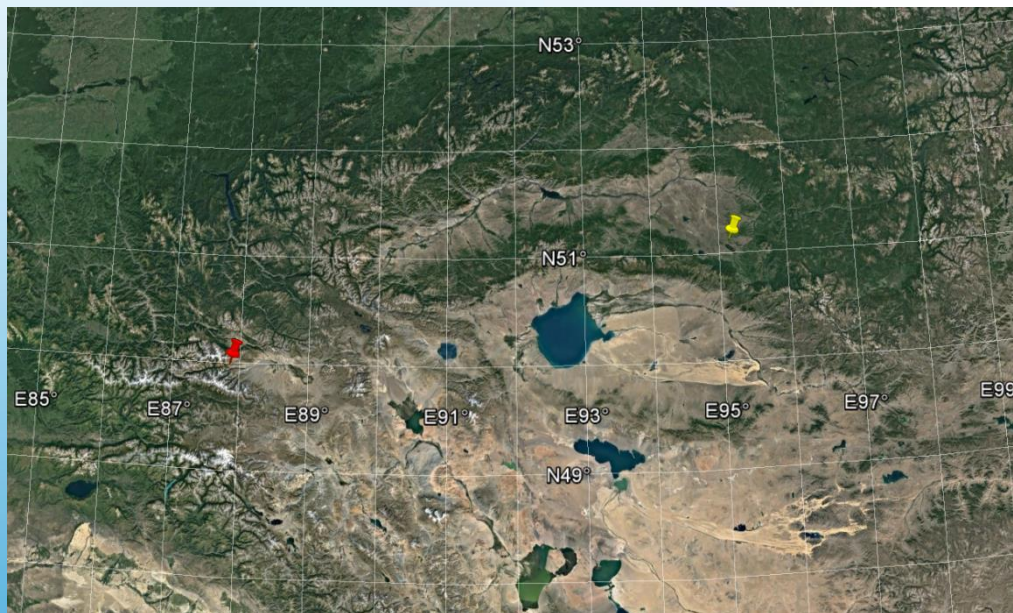
П.В. Воронина, Д.Л. Чубаров, В.А. Кихтенко

Институт вычислительных технологий СО РАН

Предпосылки работы

- Ряд исследователей обращали внимание на повышение яркостной температуры поверхности Земли в сейсмически-активных регионах, сопровождающее сейсмические события (*В.И. Горный и др., ДАН, 1988*)
- Предложено множество механизмов возможной связи этого явления и сейсмических событий (изменение состава атмосферы, изменение тепловой инерции почв и др.), однако, убедительной количественной модели до сих пор не существует
- Для обнаружения таких явлений по данным дистанционного зондирования предложено несколько методик (*А.А. Тронин, IJRS, 1996; V. Tramutoli et al. Ann. di Geofis., 2001; D. Ouzounov and F. Freund, Adv. Space Res., 2004*)
- Ни одна из этих методик ранее не применялась для сейсмически-активных горных районов юга Сибири (Алтай и Саяны)

Исследуемые территории



- Чуйское землетрясение (Алтай) - 27.09.2003, $M=7.3$

Данные – 2001-2003 гг

- Тувинское землетрясение - 27.12.2011, $M=6.7$

Данные – 2007-2012 гг

Tramutoli V., Di Bello G., Pergola N. and Piscitelli S. Robust satellite techniques for remote sensing of seismically active areas // Ann. di Geofis., 2001, 44(2), 295-312.

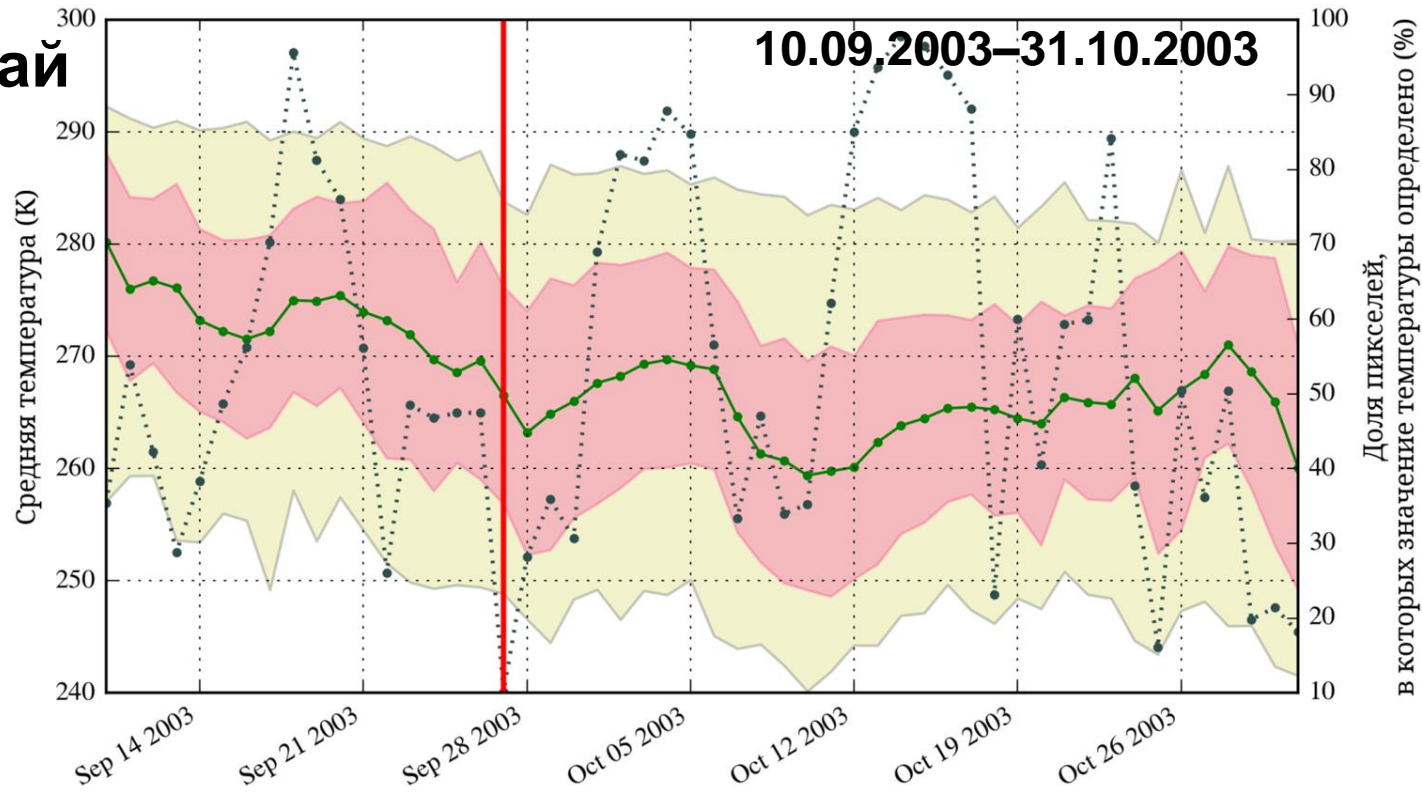
Метод

Tramutoli V., Di Bello G., Pergola N. and Piscitelli S. Robust satellite techniques for remote sensing of seismically active areas // Ann. di Geofis., 2001, 44(2), 295-312.

$$\eta(r, t) = \frac{\Delta T(r, t) - \langle \Delta T(r) \rangle_t}{\sigma_{\Delta T}(r)}$$

Температурные характеристики областей

Алтай



Средняя температура по области (левая шкала) и доля пикселей, значение температуры в которых определено (правая шкала)

зелёная линия — средняя температура T_{cp} по области

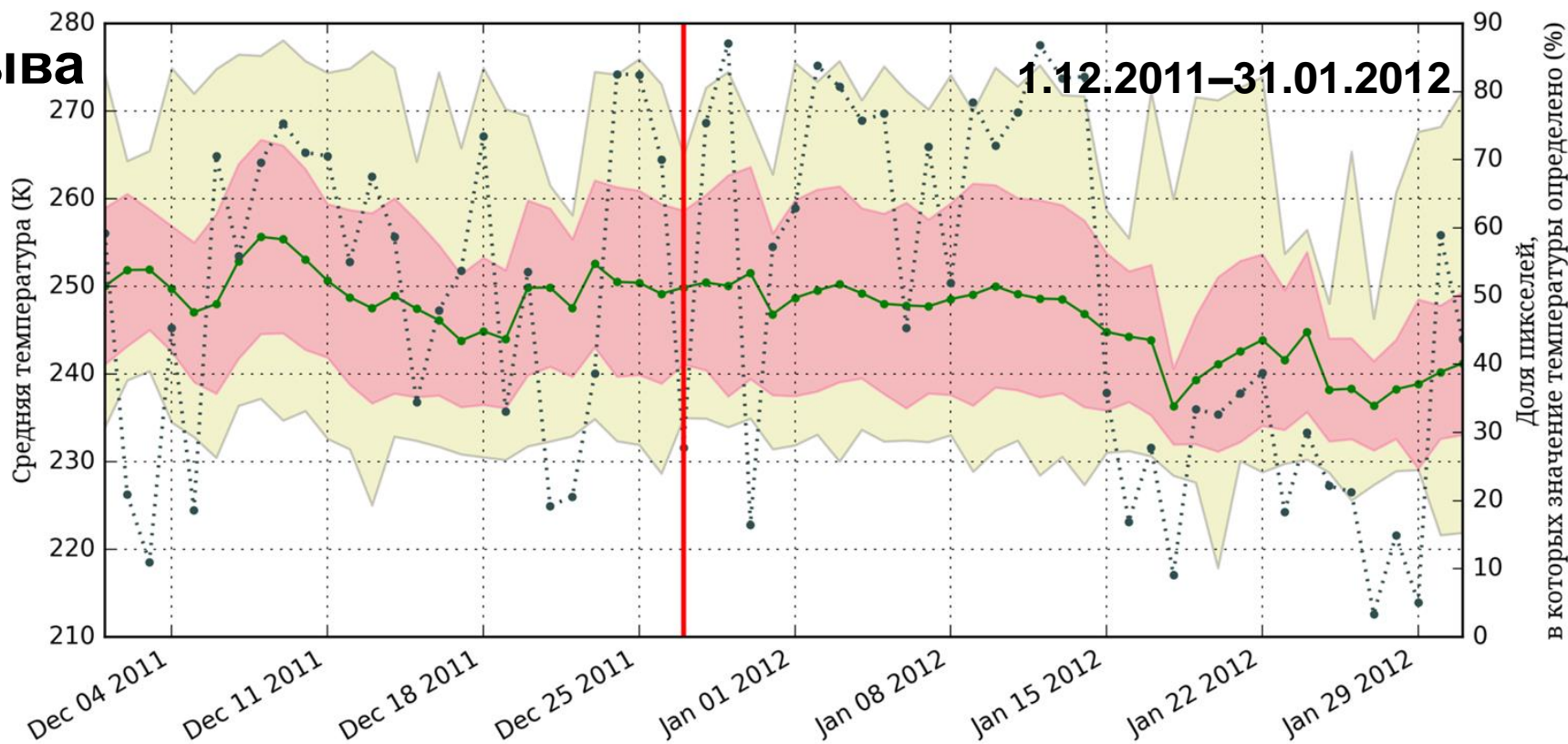
желтая полоса — диапазон температур

сиреневая полоса — $T_{cp} \pm 2\sigma$

NB. Средняя температура коррелирует с долей пригодных пикселей

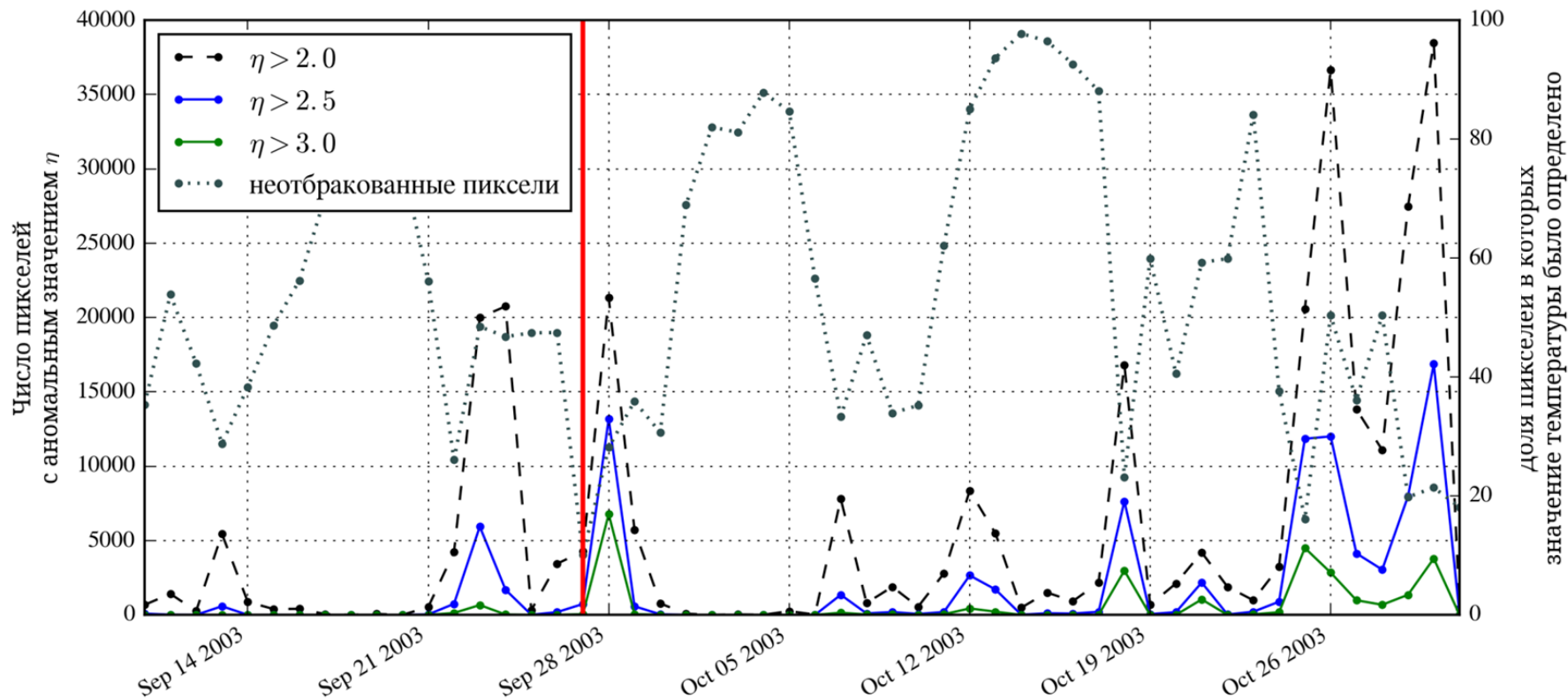
Температурные характеристики областей

Тыва

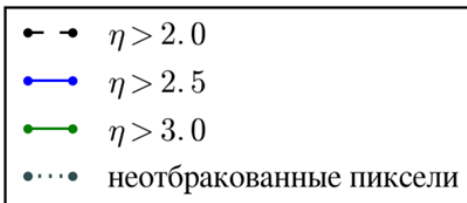


Средняя температура по области (левая шкала) и доля пикселей, значение температуры в которых определено (правая шкала)

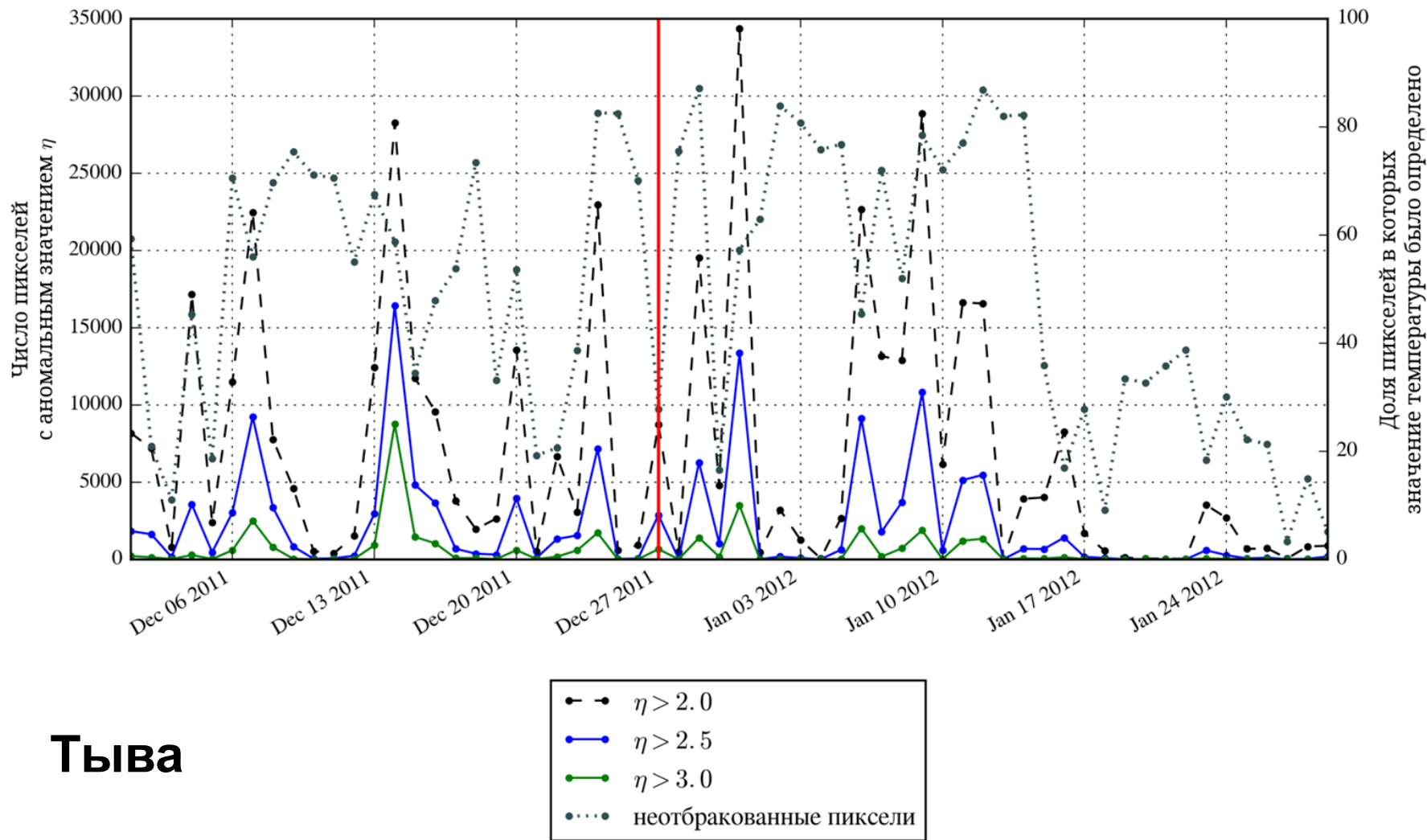
Статистические отклонения в температурных рядах (1)



Алтай

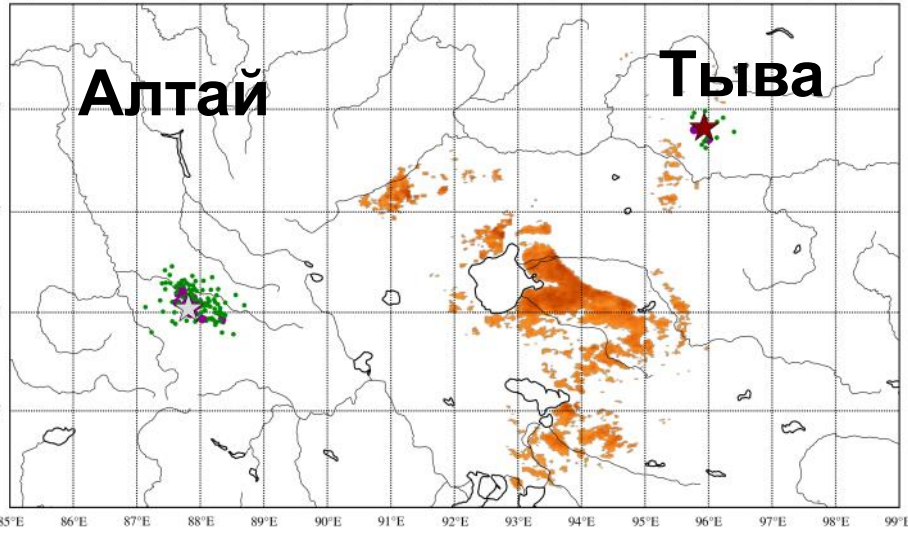


Статистические отклонения в температурных рядах (1)

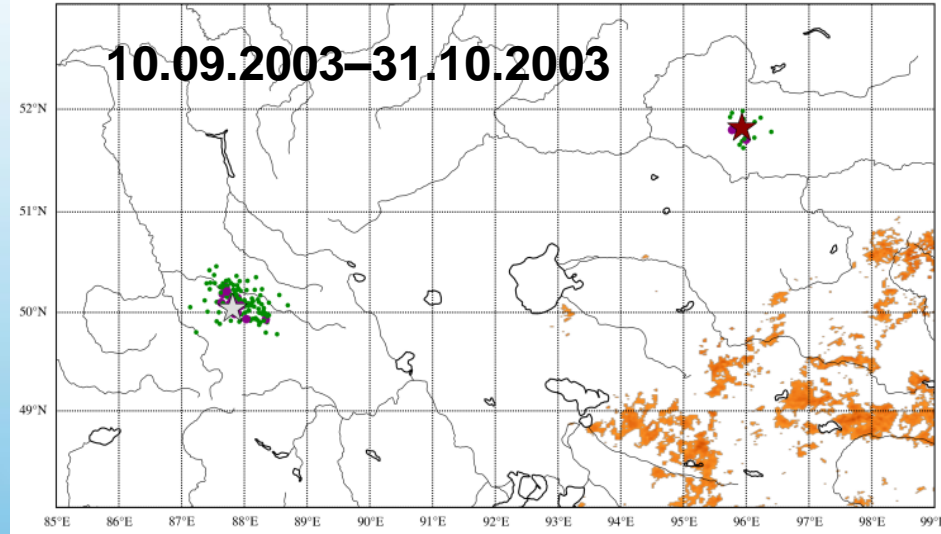


Статистические отклонения в температурных рядах до землетрясений

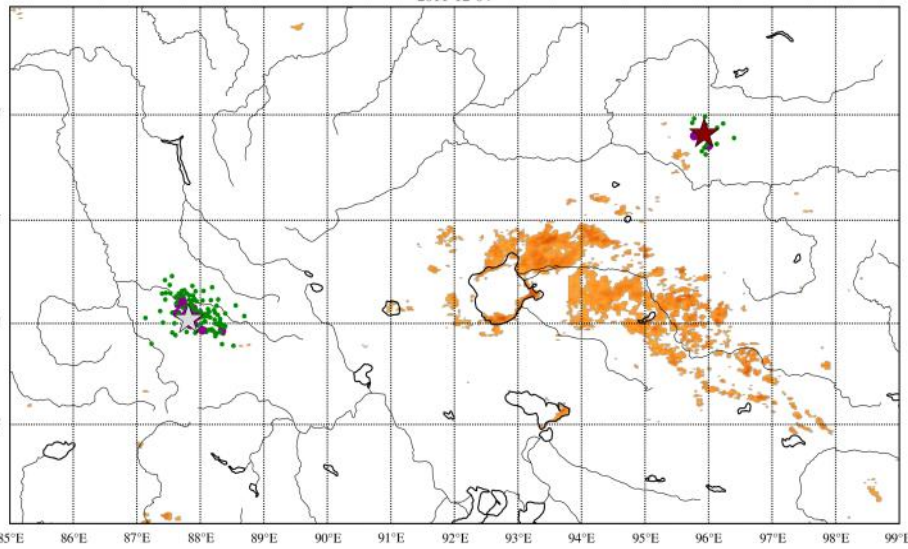
2003-09-23



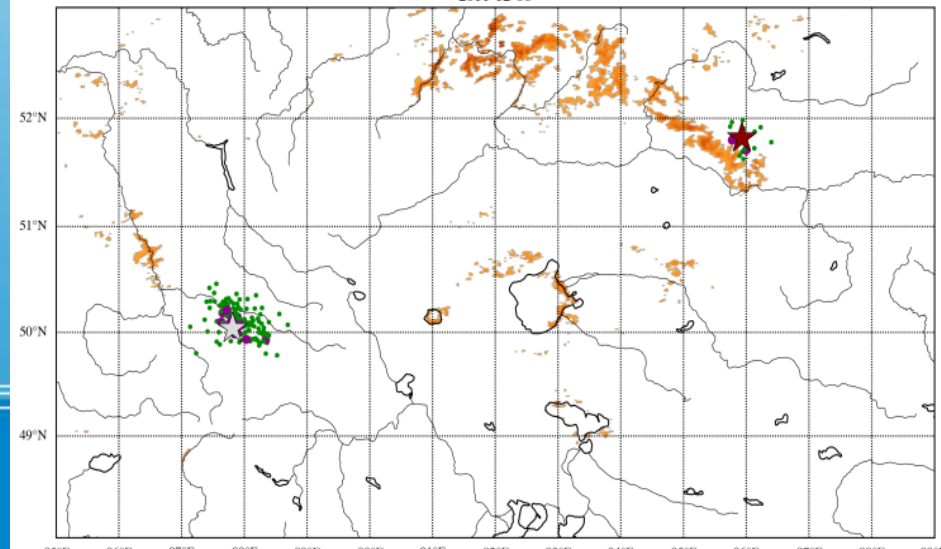
2003-09-24



2011-12-04



2011-12-06



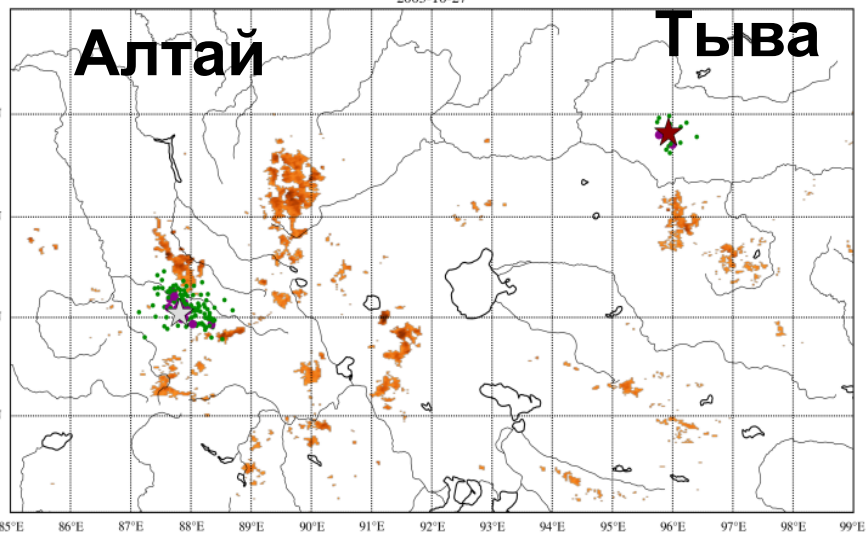
Пространственное распределение индекса в дни, предшествовавшие землетрясению. Показаны области со значением индекса больше 2.

Статистические отклонения в температурных рядах после землетрясений

2003-10-27

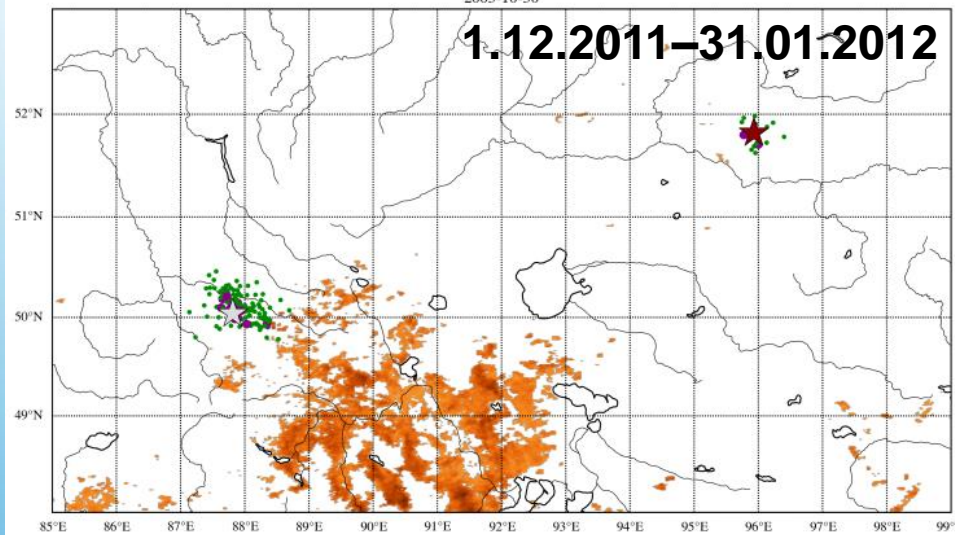
Алтай

Тыва

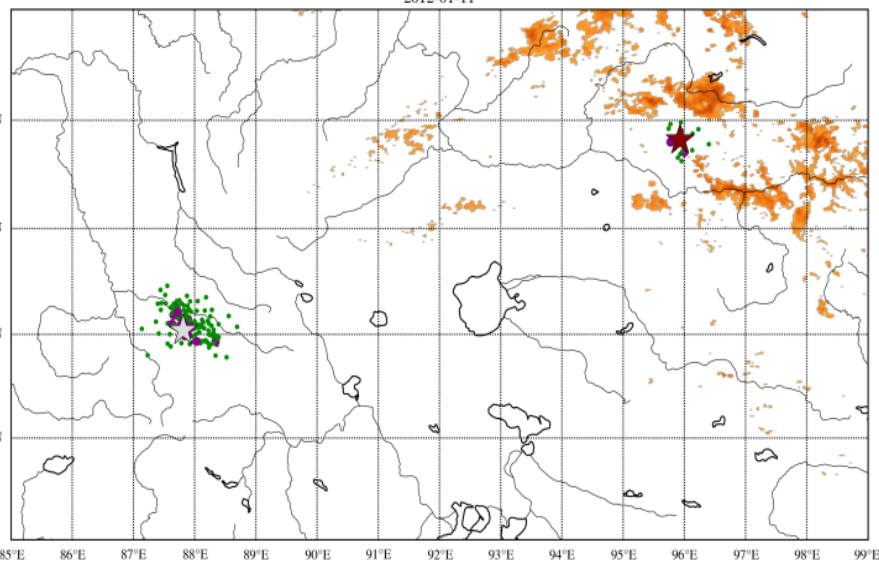


2003-10-30

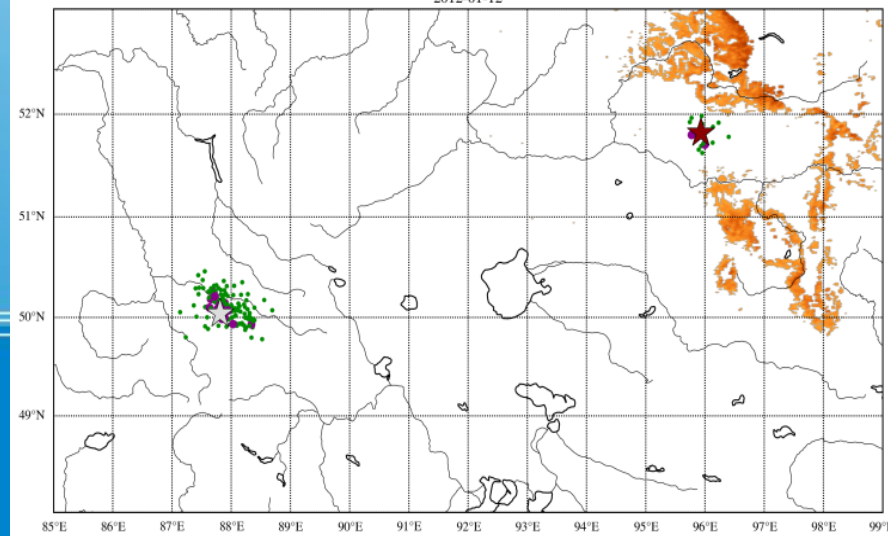
1.12.2011–31.01.2012



2012-01-11



2012-01-12



Выводы

• **Достоинства индекса:** Рассмотренный индекс позволяет исключить из числа отклонений те, которые вызываются неизменными факторами, например, особенности подстилающей поверхности.

• **Недостатки:**

- Подтверждается чувствительность индекса к пропускам в данных
- Вычисление индекса является трудоёмкой процедурой:
 - необходимо обработать значительно БОльший объём данных, чем при использовании других методик,
 - в распространённых пакетах для анализа спутниковых изображений отсутствуют средства для выполнения подобных вычислений
- Недостатки успешно преодолеваются с помощью системы hVault
- *Подробнее о подходе, реализованном в системе hVault, – в докладе Кихтенко В.А., Чубаров Д.Л. Технологии параллельной обработки данных в задачах анализа больших объёмов спутниковых снимков (Институт вычислительных технологий СО РАН, Новосибирск, Россия)*