

**ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО
ЗОНДИРОВАНИЯ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ
ИНФРАКРАСНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ
В ОБЛАСТЯХ ИНТЕНСИВНОГО ДВИЖЕНИЯ БЛОКОВ
ЛИТОСФЕРЫ ЦЕНТРАЛЬНО-АЗИАТСКОГО
СКЛАДЧАТОГО ПОЯСА**

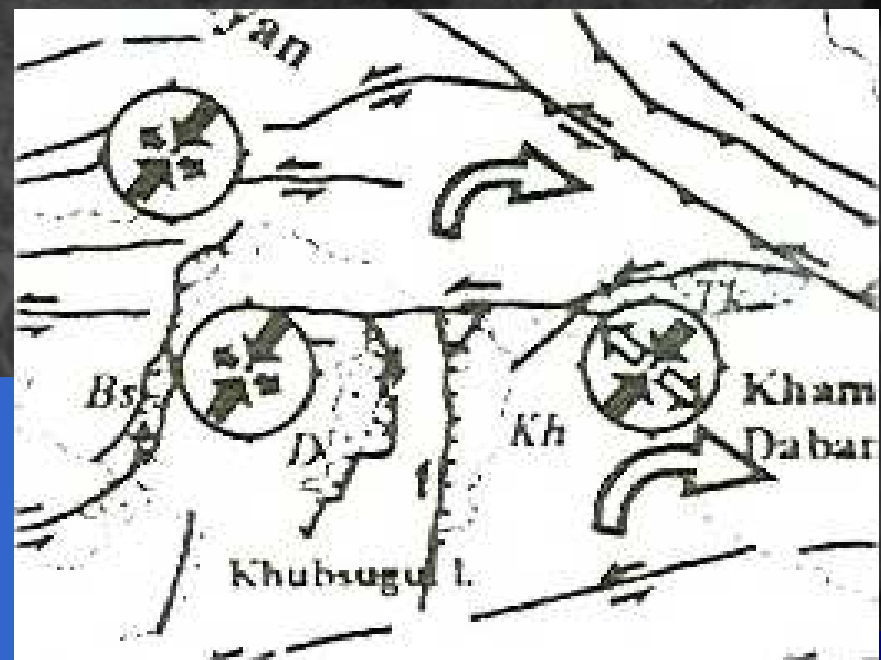
¹ Вилор Н.В., ³ Ключевский А.В., ² Абушенко Н.А.,
² Тацилин С.А. ³ Демьянович В.М.

¹ Институт геохимии СО РАН, Иркутск,

² Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск,

³ Институт земной коры СО РАН, Иркутск, Россия

Фактическая основа: линейно-контурное и полосовидное распределение яркости ИК-потока на элементах земной поверхности в БРЗ



Визуально установлено соответствие повышенного уровня интенсивности инфракрасного излучения (ИК) с сейсмически активными разломами, ограничивающими впадины Байкальской рифтовой зоны (БРЗ), и краевым швом Сибирской платформы

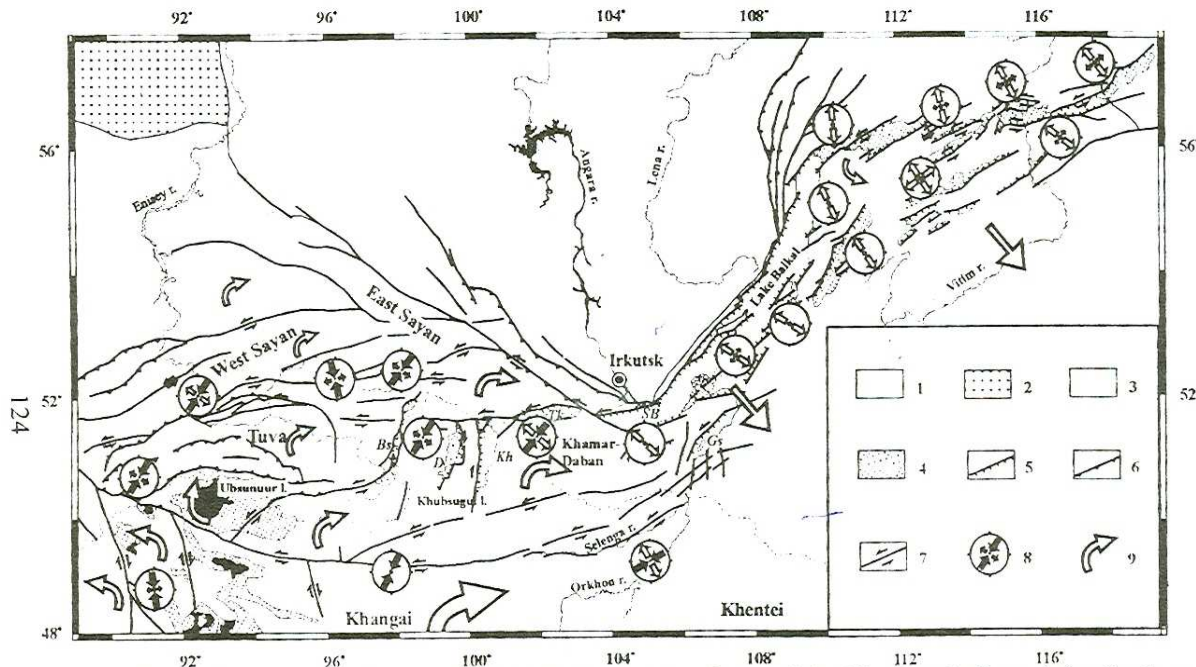


Fig. 1. Tectonic sketch map of the southern mounting frame of the Siberian platform (after Sankov et al., 2002).

1 – Siberian platform; 2 – West Siberian plate; 3 – fold belt; 4 – Cenozoic basins; 5-7 – Late Cenozoic active faults: 5 – normal faults, 6 – reverse faults and thrusts, 7 – strike-slip faults; 8 – tensors of the present-day tectonic stress field from focal mechanism inversions (S_{max} – filled arrows and S_{min} – empty arrows), 9 – directions of block movements. The names of basins (SB – South Baikal, Tk – Tunka, Gs – Gusinozersk, Kh – Khubsugul, D – Darkhat, Bs – Busiyngoi) and uplifted blocks (Khangai, Khentei, West Sayan, Tuva, East Sayan, Khamar-Daban).

Цель исследования:

Так как на предыдущих слайдах видно, что ИК – излучение экспонирует элементы разрывной структуры в сейсмически активном районе, нами изучается корреляция потока излучения и параметров, определяемых сейсмологическими методами.

На обсуждение выносятся новые результаты о возможной обусловленности ИК-излучения, полученные при сопоставлении с параметрами сейсмичности и тектонической устойчивости геологической среды.

Содержание:

- априорная предпосылка,
- методика,
- результаты,
- обсуждение,
- заключение

Априорная предпосылка:

Уходящий от поверхности поток (B) при постоянстве толщины излучающего слоя пропорционален теплопроводности и приращению температуры:

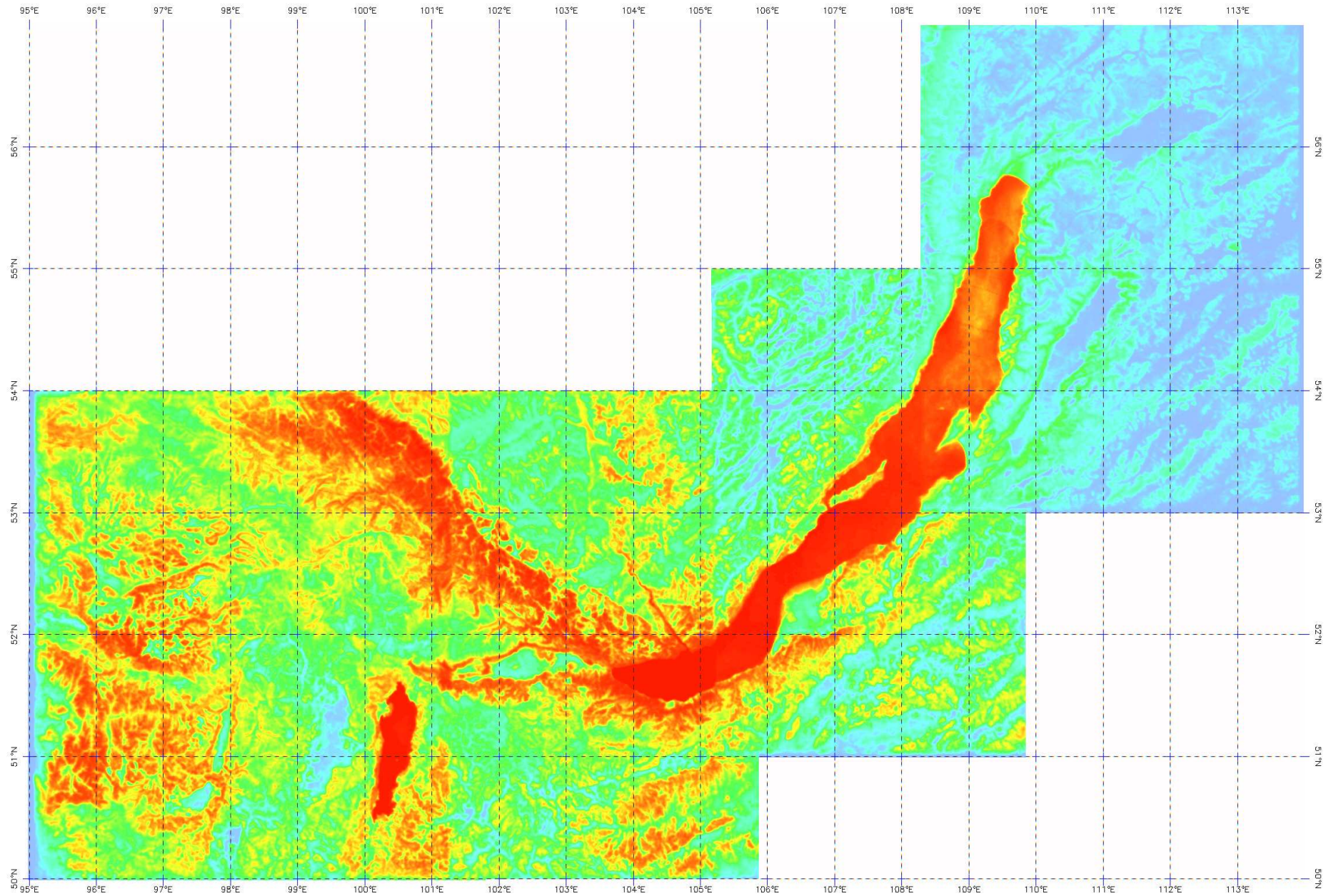
$$B_{\text{пов}} = \lambda \cdot \delta T / \delta z \quad (3), \text{ где } \lambda - \text{теплопроводность, } \delta T / \delta z$$

- вертикальный градиент температуры поверхности (Матвеев, 1984). Измеряемая спектральная плотность излучения ($R \equiv B_{\text{пов}}$) является функцией теплопроводности (теплофизических свойств) и температуры, устанавливаемой потоком тепла к поверхности. Сильно усредненная плотность поверхностного теплового излучения, равная 0.06 Вт/м², значительно меньше потока солнечной радиации, изменяющегося в зависимости от угла встречи и экспозиции склона от 0.14 до 1.5 кВт/м². Поэтому наблюдения и измерения уходящего собственного поверхностного ИК – потока возможны только при продолжительном ночном времени в сезоны низкой солнечной активности. Это конец осени – зима. При зимних наблюдениях, в гумидной климатической зоне имеет место отрицательном баланс энергопотерь через однородно излучающий снежный покров. Поэтому положительные приращения яркостной температуры возможны только за счет локального теплопотока к поверхности.

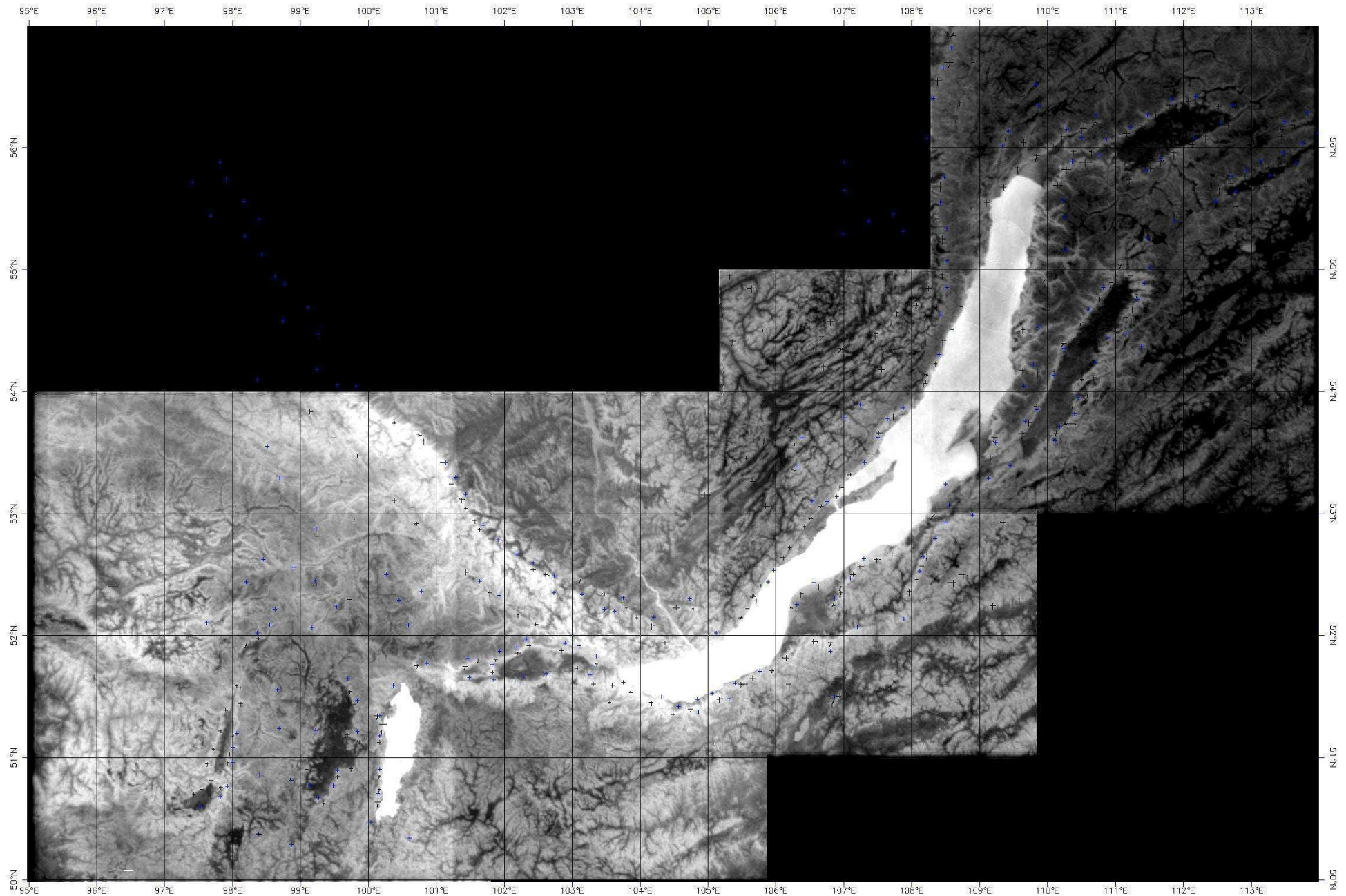
Методика:

- использован мультивременный усредненный имидж ночных осенне-зимних изображений из архива ЦКИ ИСЗФ СО РАН за 1999-2006 годы по сценам, полученным со спутников серии NOAA от орбитальных радиометров AVHRR и MODIS/TERRA,
- по сетке 1 град x 1 град измерен поток уходящего ИК – излучения на элементах геологической структуры поверхности с его повышенными интенсивностями, на разломах впадин БРЗ, по краевому шву Сибирской платформы,
- с использованием комплекса специальных программ на основании банка сейсмологических данных за 1966 – 2002 гг. по сетке 1 град x 1 град определены такие сейсмологические параметры как: сейсмический момент землетрясений M_0 , коэффициенты деформации b и параметр трещиноватости среды (проницаемость) d ,
- выполнена парная и множественная корреляция рассчитанных сейсмологических параметров и усредненной интенсивности ИК – потока для центров квадратов выделенной сети по площади БРЗ и краевого шва Сибирской платформы на ее южном обрамлении.

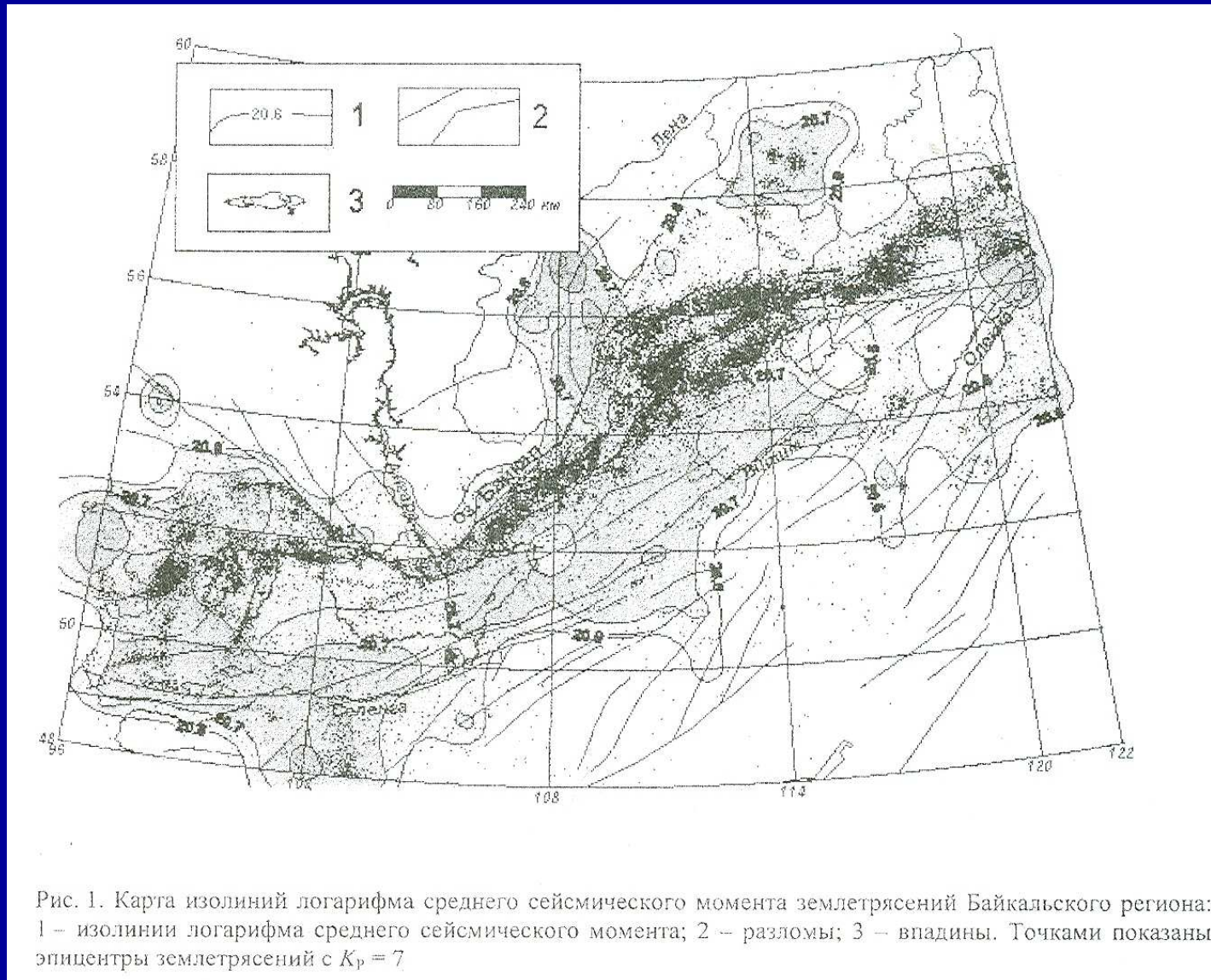
РЕЗУЛЬТАТЫ. На усредненном мультивременном изображении наблюдается увеличение яркости уходящего ИК-потока в направлении с северо-востока на юго-запад по простиранию БРЗ



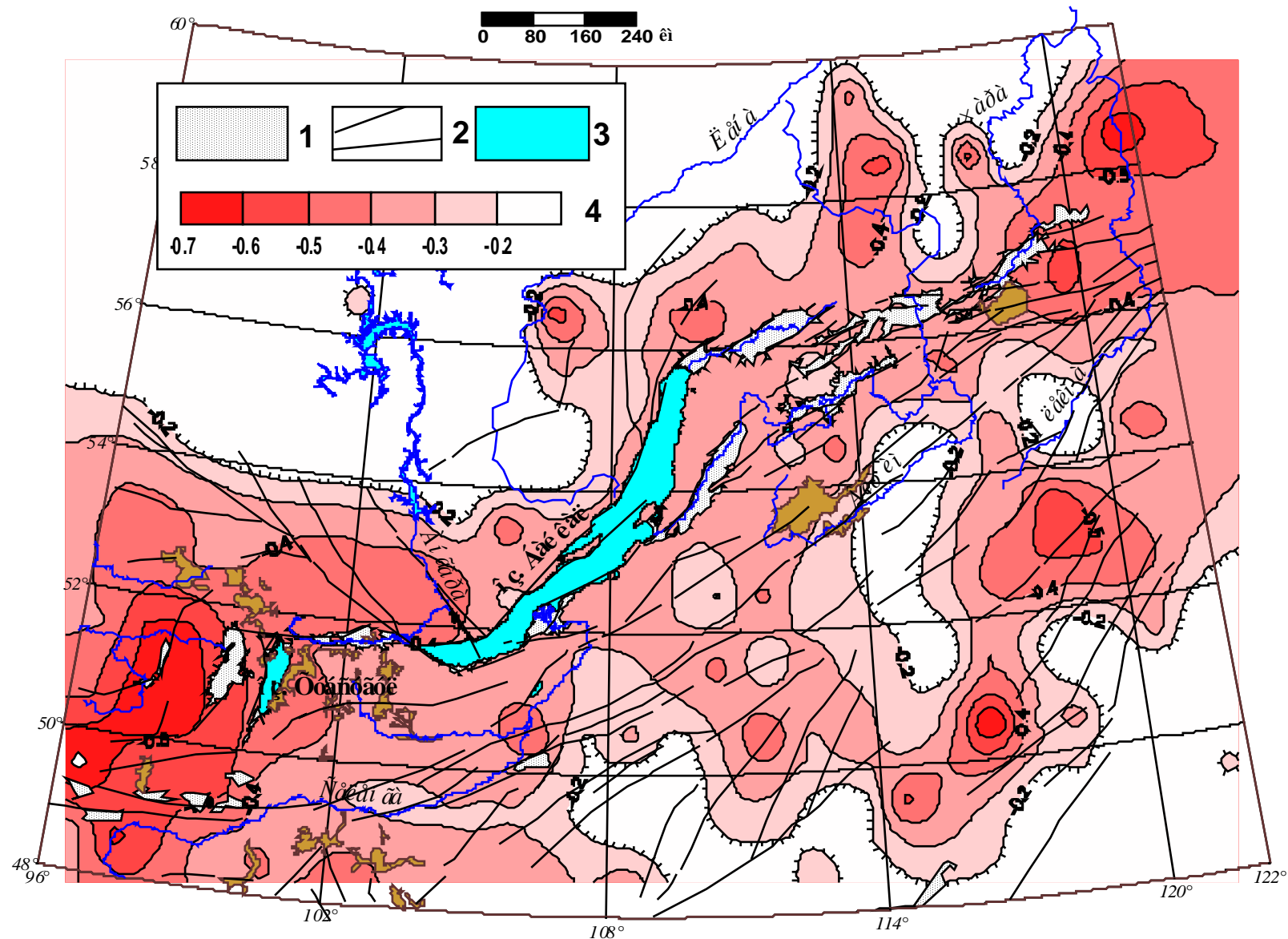
На данном усредненном мультивременном имидже по сетке 1град x 1 град измерены наибольшие интенсивности уходящего потока собственного ИК излучения земной поверхности вдоль БРЗ и краевого шва Сибирской платформы



Для яркостные характеристик: потока (мВт/м².срд.мкм), яркостной температуры (К) проведена корреляция с сейсмологическими параметрами на основе карты эпицентров землетрясений. Используются рассчитанные сейсмический момент (M_0), показатель деформации - b и параметр трещиноватости - региональной проницаемости - d

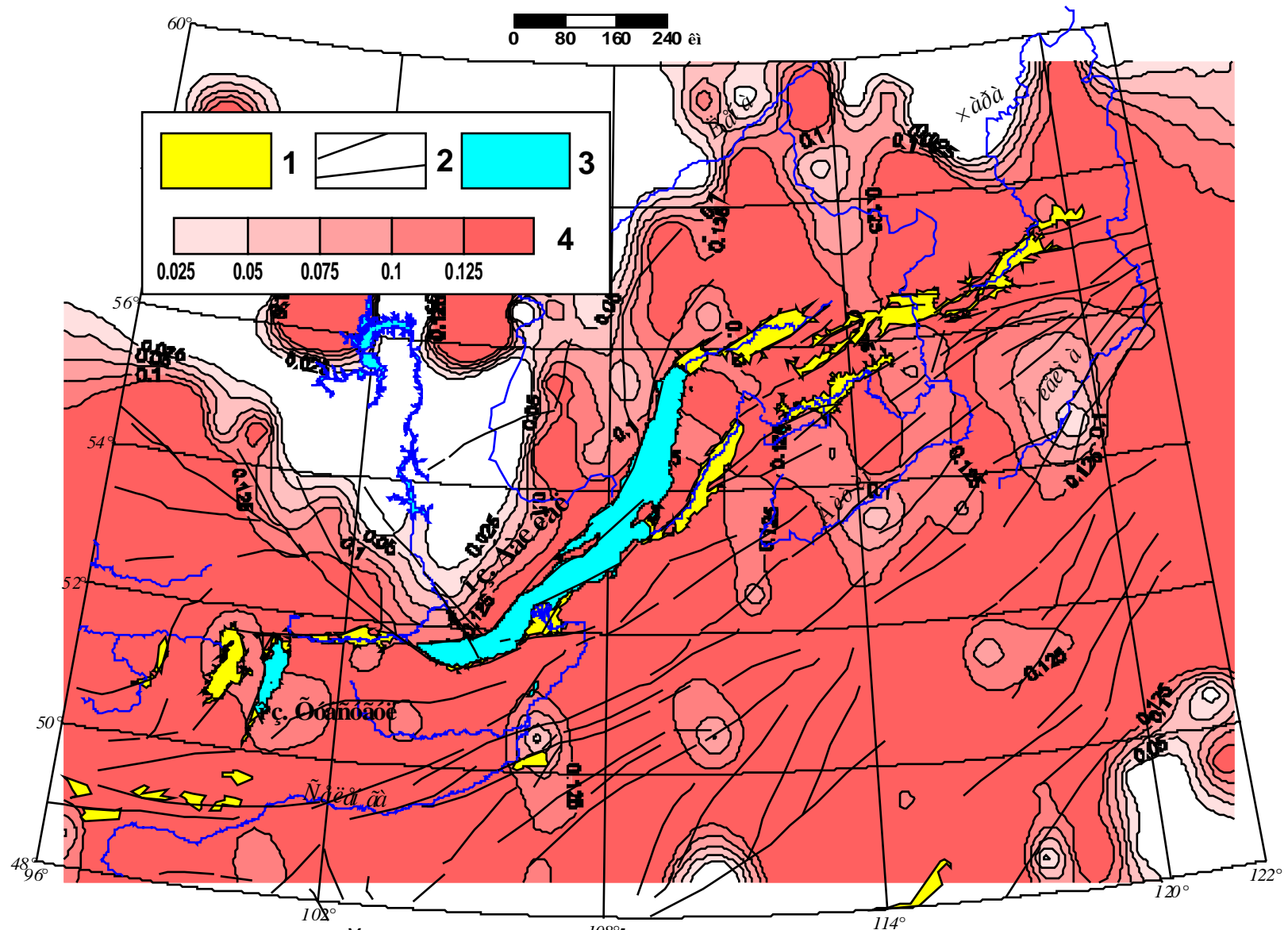


Карта распределения эпицентров и сейсмического момента (M_0) землетрясений с энергетическим классом $K_p=7$



Карта-схема изолиний параметра d .

1- впадины, 2 – разломы, 3 – озера, 4 – шкала изолиний параметра d
 На флангах деструкция литосферы БРЗ минимальна, а в центральной части
 (Южно-Байкальская впадина) – максимальна.

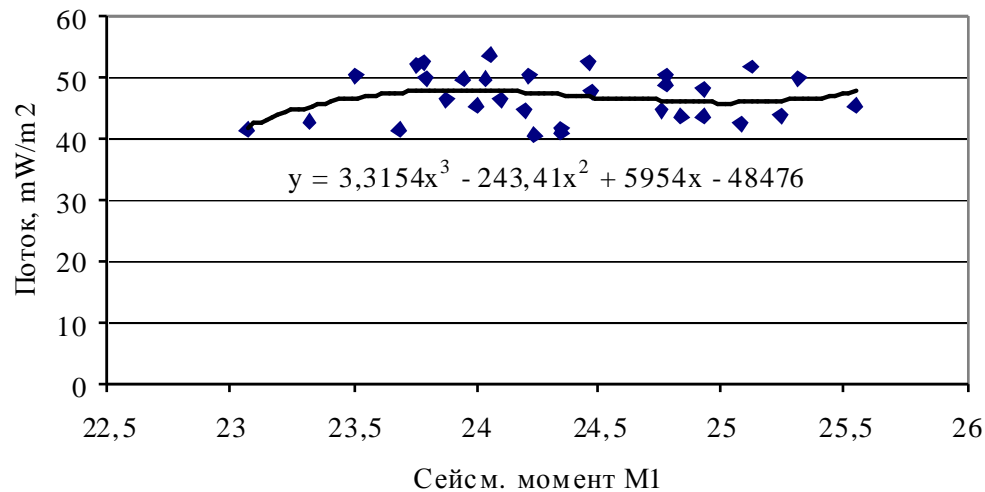


Карта-схема изолиний параметра b .

1- впадины, 2 – разломы, 3 – озера, 4 – шкала изолиний параметра b

В целом деформация литосферы региона однородна, но в рифтовых впадинах повышена.

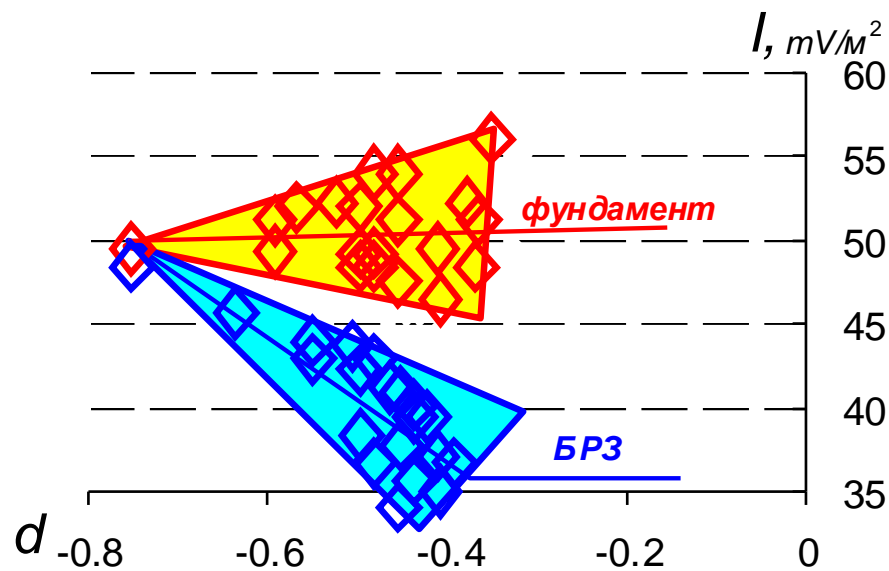
Зависимость потока от сейсм. момента M_1 вдоль БРЗ (n=31)



Устанавливается слабая периодичность в зависимости ИК-потока от величины логарифма максимального сейсмического момента (дн см)

$$\lg M_{01}$$

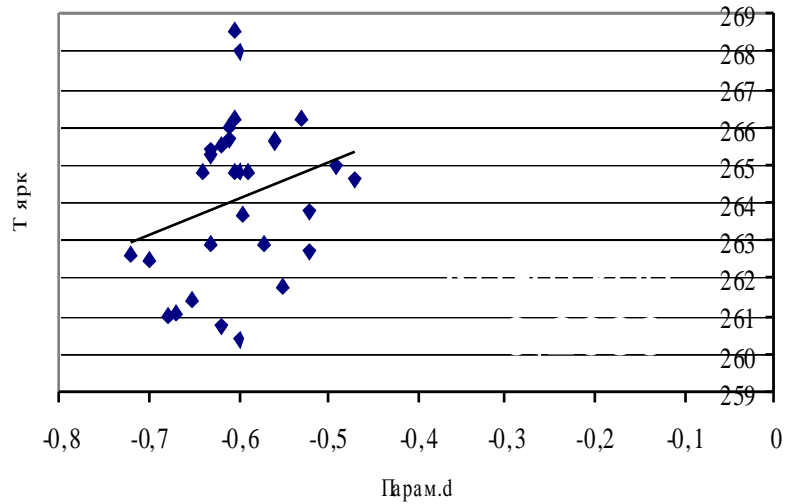
поток I - параметр d



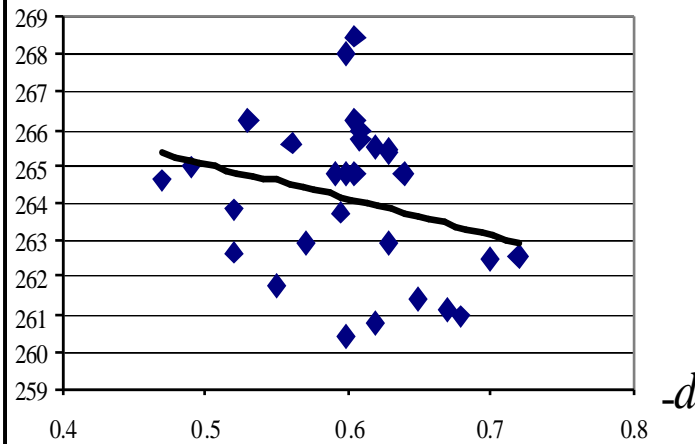
В зависимости от параметра d ИК – поток разделяется на две части, обусловленные структурным положением:

1. в БРЗ
2. вдоль краевого шва платформы (фундамент)

Зависимость Тярк от парам. d в Бусингольской впадине
 $y = 9,6652x + 269,9$

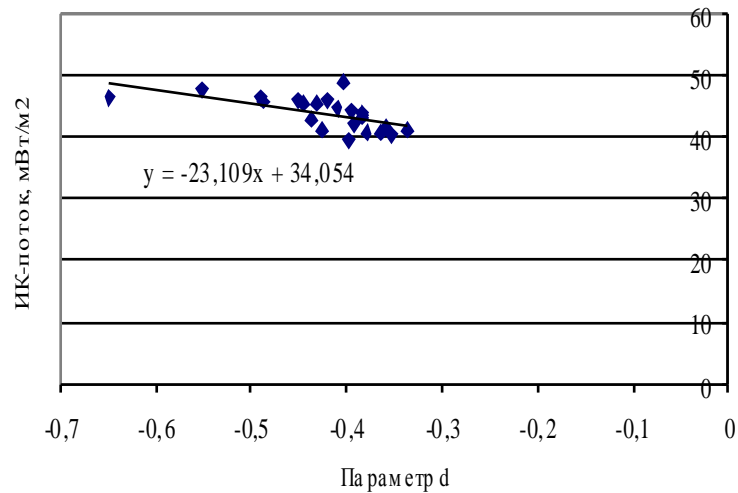


Зависимость Тярк от d

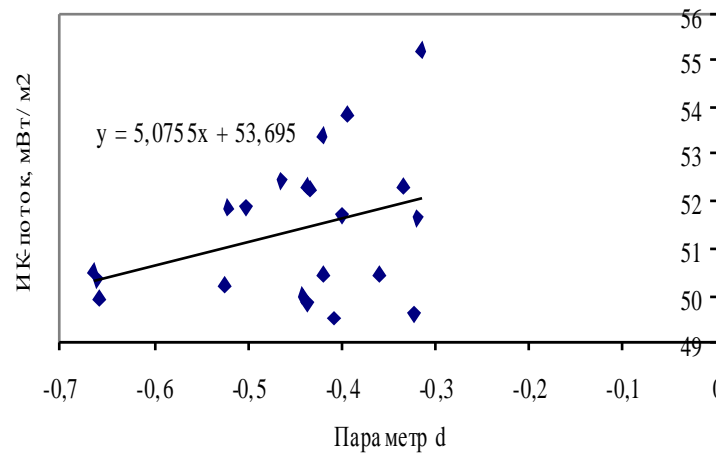


Интенсивность ИК-потока коррелирует с сейсмологическими параметрами в отдельно изученных впадинах (Бусингольская впадина)

Зависимость ИК-потока от параметра d в БРЗ

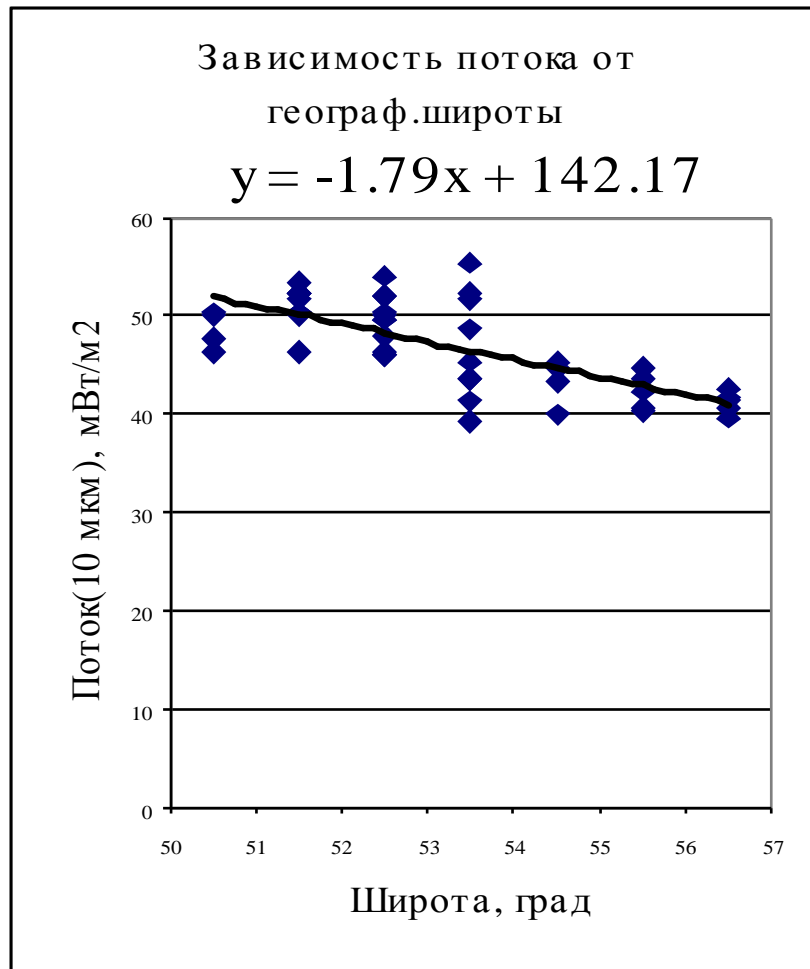


Зависимость потока от параметра d в краевом шве Сибирской платформы (n=21)



в БРЗ и вдоль краевого шва Сибирской платформы,

ОБСУЖДЕНИЕ



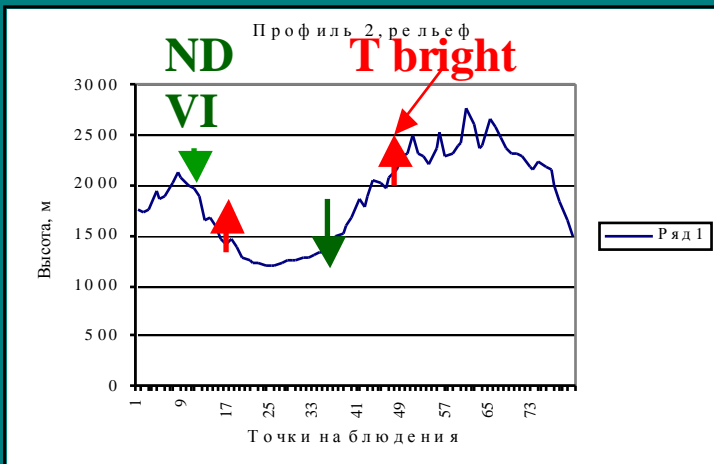
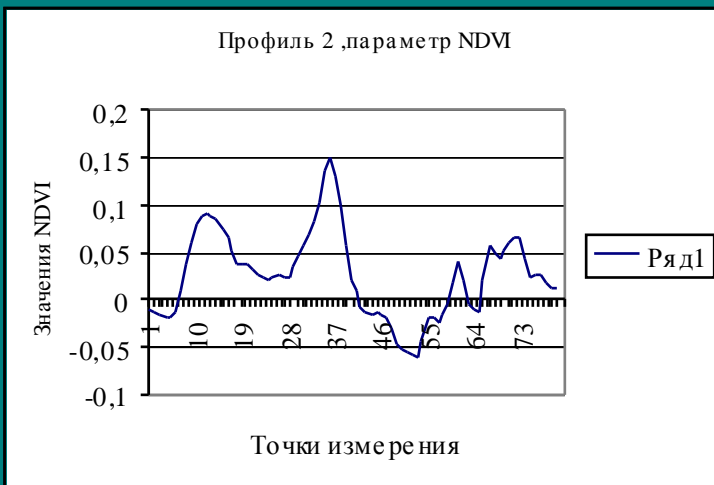
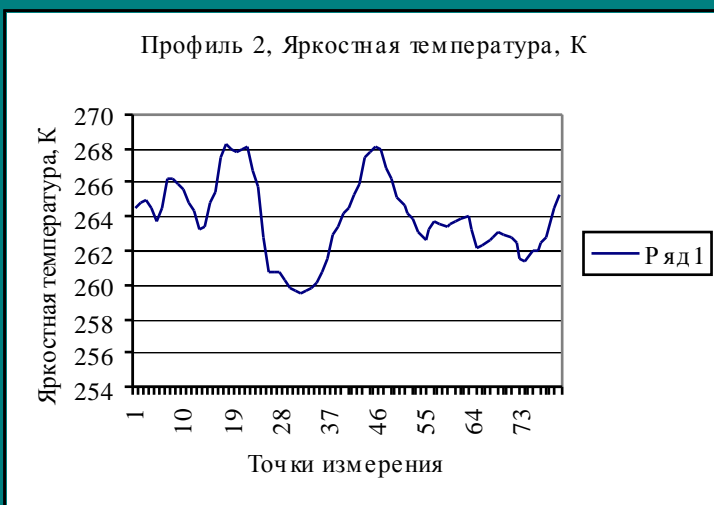
Корреляция интенсивности поверхностного ИК-потока с географической широтой связана как с возможным влиянием тепловой инерции, так и с изменчивостью теплопотока в субстрате. Здесь наблюдается противоречивая картина, которую можно объяснить влиянием многих параметров, каждый из которых действует в свойственном ему виде. Пространственная структурированность потока в БРЗ и обрамлении, очевидно, усложняет эти взаимосвязи. Чтобы минимизировать двойственность, исследование связи ИК-потока и сейсмичности следует выполнить в рифтовой зоне и за ее пределами отдельно.

Уравнение множественной корреляции

(4 параметра – число землетрясений N , логарифм максимального сейсмического момента M_{o1} , параметр d , коэффициент b)

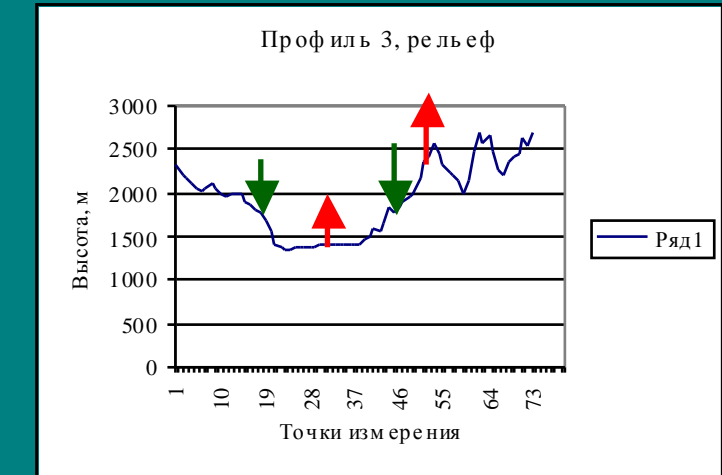
$$I_{\pm 3.9} = -0.001N - 0.57 \lg M_{o1} - 14.5d + 1.7b, \rho = 0.51, n = 45$$

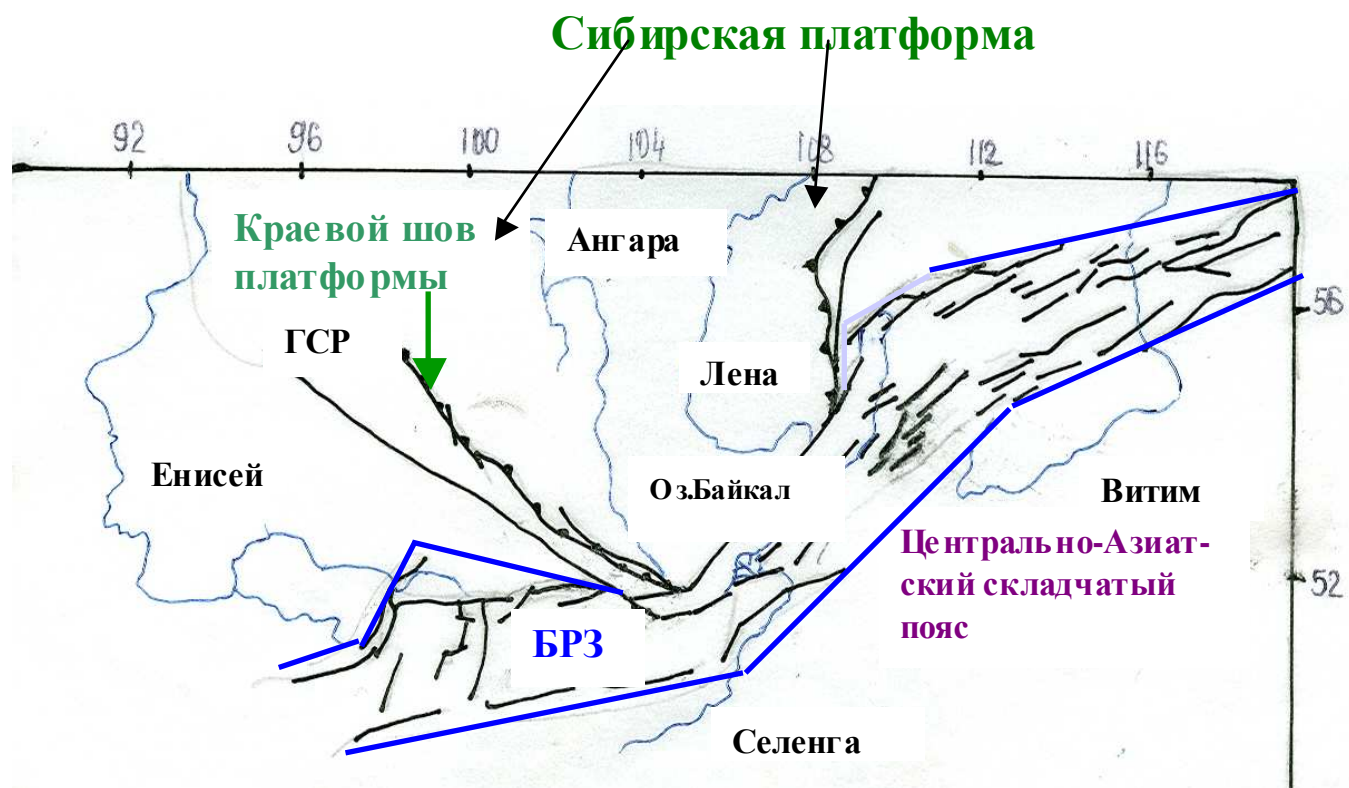
Не зависит от числа толчков, слабо связано с сейсмическим моментом и деформацией среды, но очень сильно зависит от трещиноватости (проницаемости d) среды.



Распределение яркостной температуры (А), вегетационного индекса NDVI (Б) и сечений рельефа (В) по профилям вкрест простирания рифтогенной Бусингольской впадины.

Максимумы яркости и NDVI, иногда сближаясь, могут находиться на разных элементах рельефа. Сопутствующая «экологизация», обусловленная развитием специфических экосистем склоновых, «подгольцовых» лесов с повышенным количеством темновойных, обычна для гумидной зоны расположения южного края Сибирской платформы





Расположение элементов структуры земной поверхности в южном обрамлении Сибирской платформы, выделяющихся высокой интенсивностью ИК – излучения, отражает сочетание двух крупных тектонических комплексов: 1. активной системы сейсмогенных впадин и разломов БРЗ, неконформной по отношению к 2-й пассивной излучающей системе - краевому шву Сибирской платформы

Краевой шов платформы

На южном обрамлении Сибирской платформы сочетаются 5 структурных комплексов. Наибольшая интенсивность ИК-излучения экспонирует, главным образом, БРЗ и краевой шов. В БРЗ повышениями ИК-потока прослеживаются сейсмоактивные разломы и торцовые замыкания рифтовых впадин. В сейсмически пассивном краевом шве ИК-излучение экспонирует сочетание контурных разломов с проницаемой осадочной формацией вендамотской свитой и оселковой свитой верхнего рифея, а также краевыми выходами трапповых силлов.



Сочетание региональных излучающих тектонических комплексов

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлена корреляция интенсивности уходящего поверхностного ИК-потока, экспонирующего сейсмоактивные разломы и границы крупных структурно-тектонических комплексов, с их геофизическими параметрами: сейсмическим моментом, показателями деформации и региональной трещиноватости – проницаемости.
2. Существуют различия в виде зависимости между интенсивностью ИК-потока и показателем региональной трещиноватости – проницаемости в сейсмоактивной области БРЗ с одной стороны и в краевом шве – с другой.
3. Иногда наблюдаемая сближенность ИК – яркостных аномалий и максимумов индекса NDVI, по-видимому, объясняется экологизацией эффектов эндоэнергетики.
4. Различие в уравнениях корреляций геофизических параметров в сосуществующих платформенных и рифтовых структурных комплексах связано с различиями свойств геологической среды и, возможно, с генезисом глубинного энергопотока.



Благодарю за внимание!
Благодарю за внимание!