

## **ИНЕРЦИОННАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ ВАРИАЦИЙ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ВСЛЕДСТВИЕ НЕЛИНЕЙНОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ БЛОКОВ ЗЕМНОЙ КОРЫ**

*Трофименко С.В., Гриб Н.Н.*

*Северо-восточный федеральный университет» им. М. К. Амосова, urovsky@yandex.ru*

### **Введение**

Переходная зона от Байкальского рифта к Олекмо–Становой орогенной области представляется одной из уникальных площадок для проведения геофизического эксперимента по определению пространственно – временных масштабов проявления сейсмического процесса в геофизических полях и, следовательно, для комплексной отработки технологии поисков предвестников землетрясений геофизическими методами.

Геофизический мониторинг геологической среды – одно из основных направлений геодинамических исследований, который позволяет дистанционно отслеживать процессы в земной коре [8]. Теоретические разработки, лабораторные и полевые эксперименты по изучению сейсмоэлектромагнитных явлений позволили установить физическую природу электромагнитного излучения (ЭМИ) горных пород в их естественном залегании в условиях изменяющегося деформационного процесса земных недр [1]. В этой связи, представляют несомненный интерес результаты натурных наблюдений за аномальными вариациями импульсного электромагнитного поля Земли (ЭМИ – ИЭМПЗ) в сейсмоактивном регионе Южной Якутии и установление взаимосвязи выявленных аномалий с геодинамическими процессами.

Район исследований охватывает западную часть южной окраины Алданского щита Сибирской платформы и сопряженную с ним северную окраину позднеархейско–раннепротерозойской Становой складчатой системы (рис.1) [6]. В сейсмическом плане данный район по ряду признаков выделен в самостоятельную область, так называемую Олекмо–Становую сейсмическую зону (ОСЗ) [3].

Расположение пунктов наблюдений выбрано с учетом активности современных тектонических структур: в зоне влияния Южно–Якутского надвига (1 – рис.1) и южной ветви Северо–Станового разлома (2 – рис.1), к которым приурочены два сильных землетрясения Южной Якутии: Тас–Юряхское 1967г. и Южно–Якутское 1989г. с магнитудами М7 и М6.6 соответственно, а также землетрясения 2005 – 2007 гг. [3,10]

### **Результаты экспериментальных исследований**

В процессе наблюдений неоднократно регистрировались аномалии ЭМИ, не сопровождающиеся землетрясением в области ОСЗ [8,9]. Закономерна постановка вопроса: могут ли данные аномалии сформироваться под действием геодинамической обстановки, не связанной с сильными землетрясениями.

Для изучения современной геодинамической обстановки в изучаемом районе в 2009г. в пункте «Нерюнгри» начаты непрерывные измерения вертикальных и горизонтальных смещений методом GPS-геодезии. Установлено, что пункт регистрации вовлечен в различные типы движений и деформаций земной коры в соответствии с кинематикой обрамляющих активизированных разломов [11,12]. За трехлетний период наблюдений выделены годовые циклы смещения блоков земной коры (рис.2).

В статистике годовых аномалий ЭМИ на двух пунктах выделяется два максимума активности (рис.3,4). Максимумы аномалий ЭМИ совпадают с максимумами скорости смещения GPS-пункта.

Статистическим моделированием распределения эпицентров землетрясений на годовых циклах за период 1963–2005 гг. для центральной части Олекмо–Становой сейсмической зоны показана неоднородность статистики и ее отличие от равномерного и нормального распределений для широты и долготы эпицентров землетрясений (рис.5). Для статистического анализа использованы сейсмологические каталоги ГС РАН и региональный каталог Якутского филиала ГС СО РАН [2,4]. Координаты области исследований составили от 54.5 до 59°N и от 124 до 127°E. К расчетам принимались все зарегистрированные землетрясения, в том числе не представительных классов.

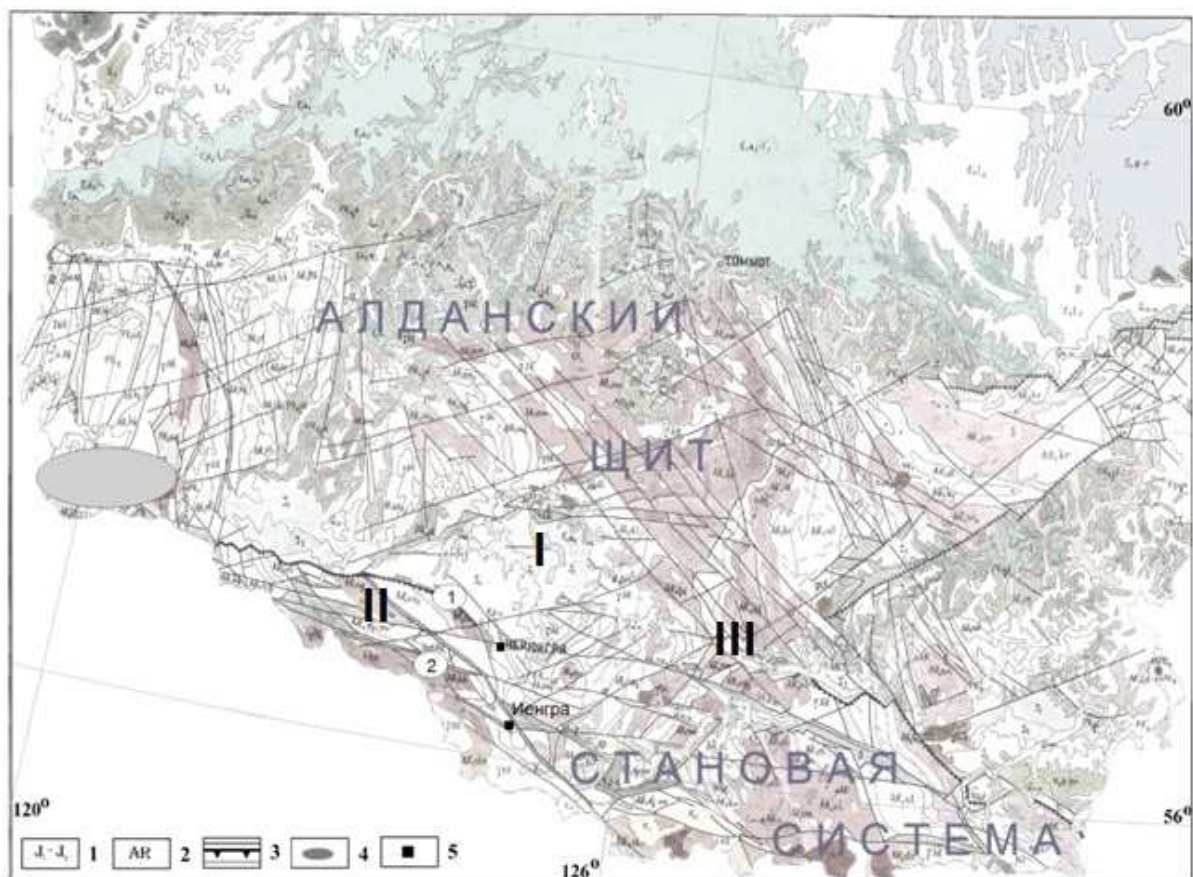


Рис.1. Структурно – тектоническая карта территории Южной Якутии.  
 Обозначения: 1 – юрские отложения кайнозойских впадин; 2 – кристаллические комплексы Алданского щита; 3 – различные типы разломов; 4 – область сильных землетрясений Южной Якутии; 5 – пункты наблюдений «Нерюнгри» и «Иенгра». На схеме: I-III – тектонические блоки; в кружках 1 – Южно-Якутский надвиг; 2 – система Становых разломов.



Рис.2. Годичный цикл движения GPS-пункта «Нерюнгри» в горизонтальной плоскости и изменение скорости смещения. Пункт регистрации расположен в зоне влияния Южно-Якутского надвига (рис.1)

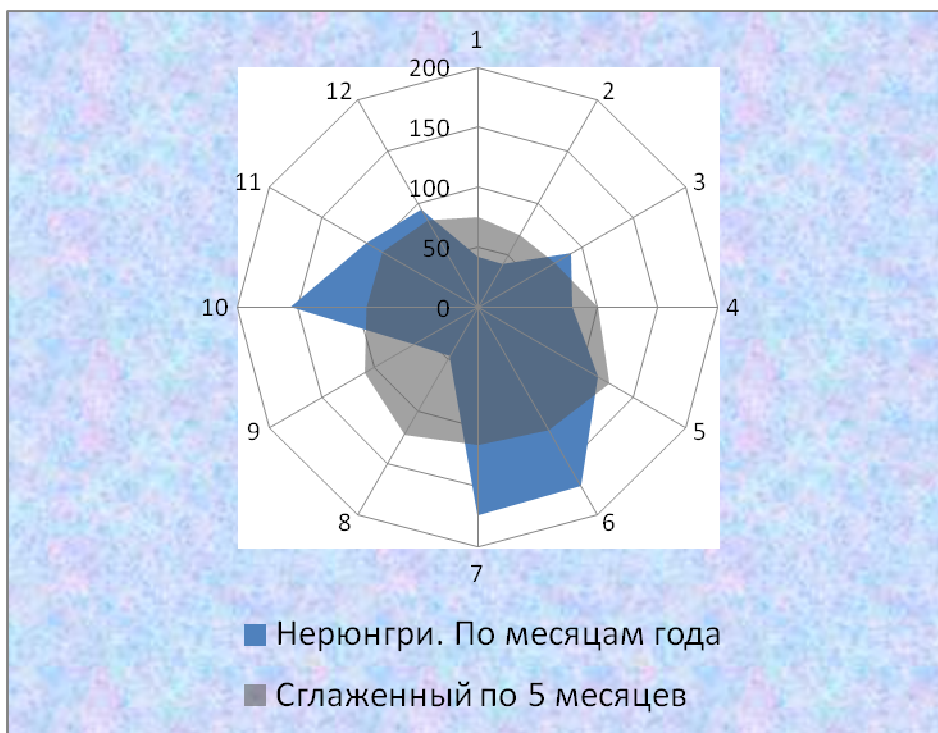


Рис.3. Распределение импульсных аномалий ЭМИ в течение года в пункте регистрации «Нерюнгри»

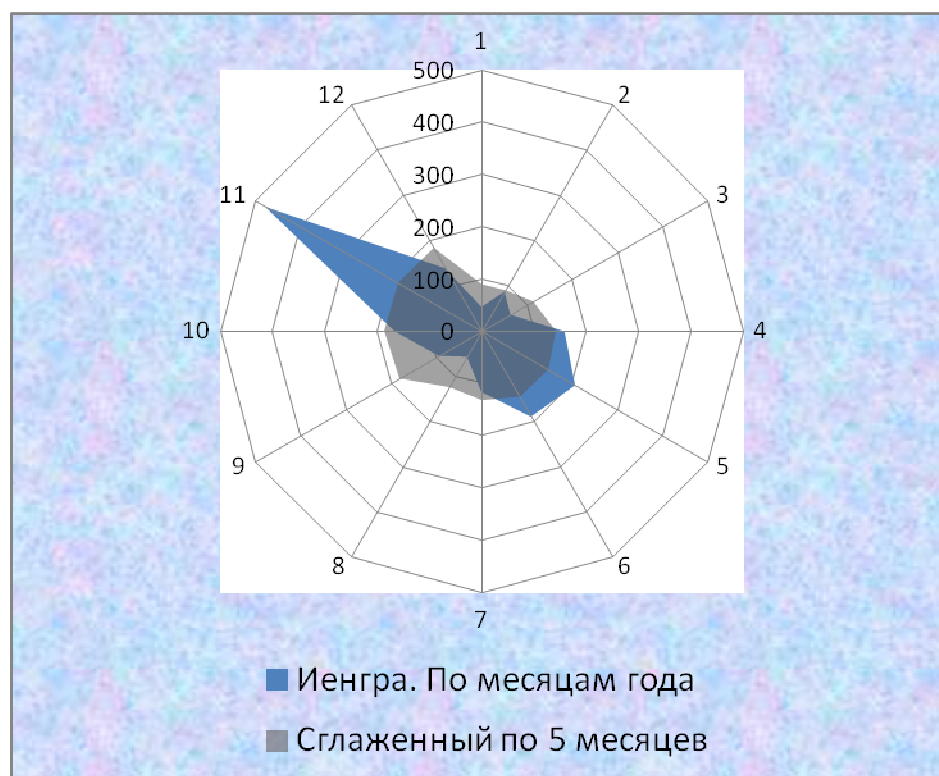


Рис.4. Распределение импульсных аномалий ЭМИ в течение года в пункте регистрации «Нерюнгри»

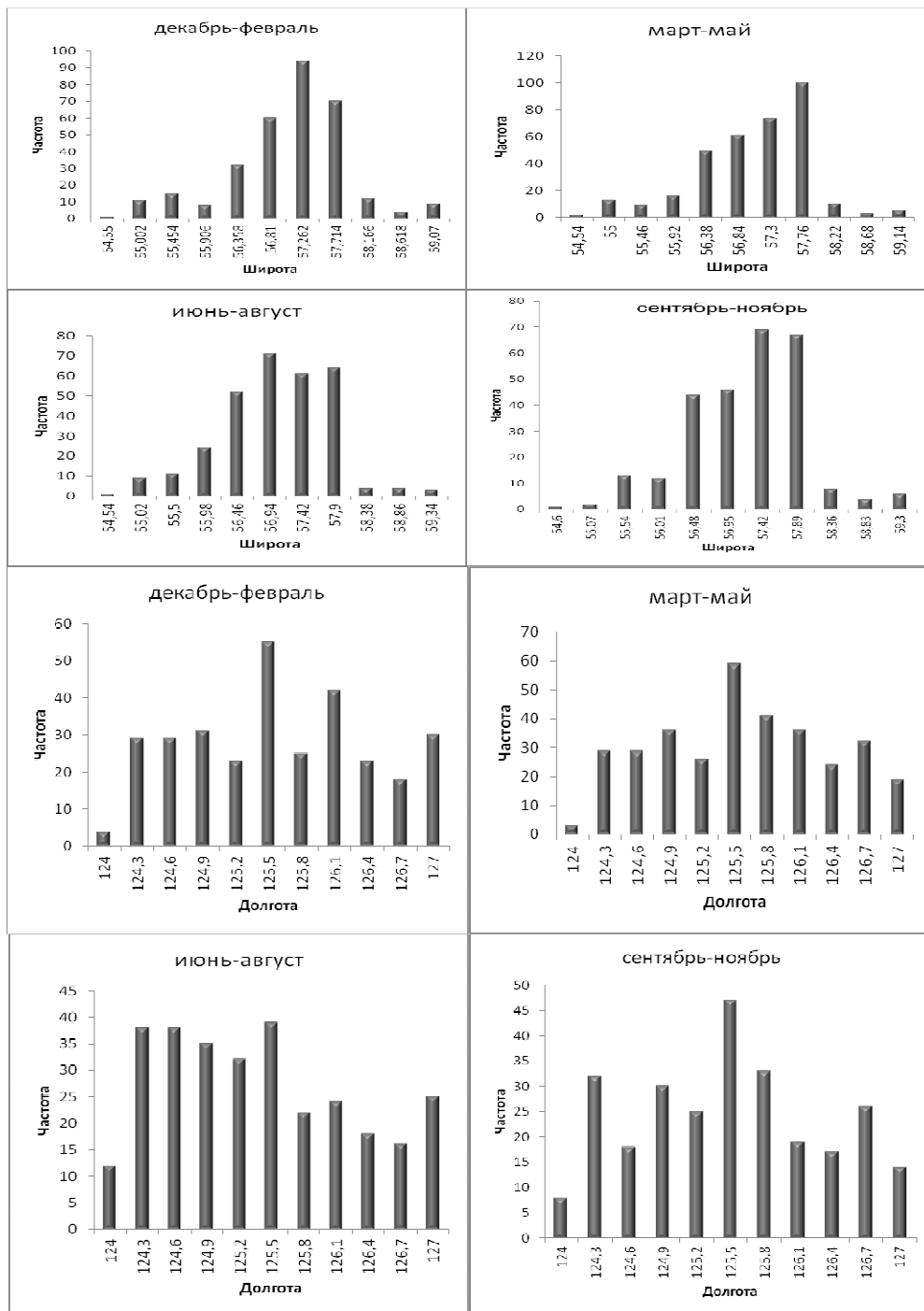


Рис.5. Статистика распределения широты и долготы эпицентров землетрясений с усреднением за три месяца

### Обсуждение результатов статистических построений и выводы

Сделано предположение о глобальных причинах циклического движения пункта и годичной динамики сейсмичности в связи с взаимодействием крупных блоков земной коры вследствие неравномерности вращения Земли в течение года. На рис.2 представлены графики смещения пункта регистрации в горизонтальной плоскости, осредненных за двухлетний цикл измерений, а также, изменение скорости модуля полного смещения, практически совпадающей с изменением скорости вращения Земли. Смещение пункта в направлениях «северо-восток–юго-запад» может свидетельствовать о его связи с геометрией активных разломов. Геолого-геофизические исследования в исследуемом районе показали, что по системам разрывных нарушений северо-восточного простирания формируются сбросы в комбинации с левосторонними сдвиговыми перемещениями. По широтным разломам доминируют сдвиговые деформации с подчиненной вертикальной составляющей [5].

Выделенные типы движений могут быть обусловлены кинематикой Нижне-Нерюнгринской зоны разломов [6]. Статистика распределения азимутов горизонтальных компонент свидетельствует о вовлечении в деформационный процесс диагональной системы разломов северо-восточного и северо-западного простирания с одновременным воздействием на блок горизонтальных сжимающих сил.

В геодинамическом плане пункт регистрации расположен в блоке I (рис. 1). По данным геодезических исследований прежних лет данный блок вовлечен в зону высоких градиентов вертикальных и горизонтальных движений различных знаков смещений. Причем зона высоких градиентов ограничивается Южно-Якутским надвигом. Вследствие этого различие в скоростях смещения пунктов может быть обусловлено кинематическим влиянием восточного II и западного III массивных блоков, формирующих систему надвигов.

Рассмотрены особенности пространственной неоднородности эпицентров в течение года [13]. На примере центрального блока Олекмо-Становой сейсмической зоны установлена корреляция векторов смещения GPS-пункта на уровне значимости 0.05 с миграцией очагов землетрясений в пределах границ активных блоков. Смещение пункта в направлениях «северо-восток – юго-запад» приводит к синфазному увеличению диссипативных процессов в пределах зон динамического влияния активных разломов (рис.5).

Таким образом, динамика годичного цикла движения блока земной коры, на котором расположены пункты GPS-измерений, находит свое отражение, как в пространственном поле сейсмического режима, так и в вариациях электромагнитного излучения (ЭМИ). Данные явления могут быть объяснены в модели блокового строения земной коры [7] в виде кинематики взаимодействия блоков.

### Список литературы

1. Воробьев А.А. Равновесие и преобразование видов энергии в недрах. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1980. – 211 с.
2. Землетрясения Северной Евразии.- Обнинск: ГС РАН, 1997-2004.
3. Имаев В.С., Трофименко С.В., Гриб Н.Н. и др. Разломная тектоника и геодинамика в моделях очаговых зон сильных землетрясений Южной Якутии. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 2007. – 273 с.
4. Козьмин Б.М., Шибяев С.В. и др. Землетрясения России в 2004-2008гг.- Обнинск: ГС РАН, 2004-2008.
5. Овсюченко А.Н., Трофименко С.В., Мараханов А.В., Карасев П.С., Рогожин Е.А. Очаговые зоны сильных землетрясений Южной Якутии //Физика Земли. – 2009. – №2. – С. 15-33.
6. Рогожин Е.А., Овсюченко А.Н., Трофименко С.В. и др. Сейсмоструктура зоны сочленения структур Байкальской рифтовой зоны и орогенного поднятия Станового хребта // Геофизические исследования. – М.: Изд-во ИФЗ. – 2007. – вып. 8. – С.81-116.
7. Садовский М.А., Писаренко В. Ф. Сейсмический процесс в блоковой среде. – М.: Наука, 1991. – 96 с.
8. Трофименко С.В., Гриб Н.Н., Никитин В.М Анализ вариаций естественного электромагнитного поля Земле в связи с сейсмичностью Южно-Якутского региона // Проблемы современной сейсмологии и геодинамики Центральной и Восточной Азии: Материалы совещания. – Иркутск: Институт земной коры СО РАН, 2007. – Т.1. – С. 105–107.
9. Трофименко С.В., Гриб Н.Н., Никитин В.М., Муллаяров В.А. Результаты наблюдений за вариациями естественного электромагнитного поля Земли в Южной Якутии // Солнечно-земные связи и предвестники землетрясений: Материалы IV международной конференции 14–17 августа 2007 г., с. Паратунка, Камчатской обл. – Петропавловск-Камчатский: Изд-во ИКИР ДВО РАН, 2007. – С. 453–458.
10. Трофименко С.В. Проявление землетрясений на фоне стационарного сейсмического процесса Олекмо-Становой зоны (ОСЗ) //Горный информационно-аналитический бюллетень. Отдельный выпуск 3. Якутия 1. – М.: Изд-во МГГУ, 2007. – С. 208–212.
11. Трофименко С.В., Гриб Н.Н., Никитин В.М. Предварительные результаты GPS-исследований в переходной зоне Алданского щита // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Пятой Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2010. – С. 204–208.
12. Трофименко С.В., Гриб Н.Н., Никитин В.М. Динамика движений GPS-пункта как отражение состояния геофизической среды // Современные проблемы геодинамики и геоэкологии внутриконтинентальных орогенов. Тезисы докладов 5 Международного симпозиума. В 2 т. – Т. 2. – Бишкек: НС РАН, 2011. – С. 106–109.
13. Трофименко С.В., Гриб Н.Н. Динамика годичных распределений эпицентров землетрясений Олекмо-Становой сейсмической зоны // Современные методы обработки и интерпретации сейсмологических данных. Материалы Седьмой Международной сейсмологической школы. – Обнинск: ГС РАН, 2012. – С. 303–311.