

Российский государственный геологоразведочный университет  
имени Серго Орджоникидзе (МГРИ-РГГРУ)

На правах рукописи

УДК 550.343.3

**Бобровский Вадим Сергеевич**

**ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА СЕТИ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ  
ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ И ГЛОБАЛЬНЫХ ЭФФЕКТОВ,  
ПРЕДВАРЯЮЩИХ СИЛЬНЫЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ**

Специальность 25.00.10 – Геофизика, геофизические методы поисков полезных  
ископаемых

**Диссертация**

на соискание учёной степени

кандидата технических наук

Научный руководитель, д. физ.-мат. наук, А.А. Любушин

Москва – 2016

# Содержание

|                                                                                                                                                                                                                                           |           |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Введение .....</b>                                                                                                                                                                                                                     | <b>4</b>  |
| <b>ГЛАВА 1. Изучение нестационарных геоэлектрических процессов в поверхностной части разреза на границе тектоносфера-атмосфера с целью прогноза землетрясений .....</b>                                                                   | <b>12</b> |
| 1.1. Обзор традиционных методов измерения геопотенциалов электрического поля..                                                                                                                                                            | 13        |
| 1.2. Обзор методов электрического зондирования .....                                                                                                                                                                                      | 27        |
| 1.3. Обоснование и постановка задач исследования .....                                                                                                                                                                                    | 29        |
| <b>ГЛАВА 2. Информационно-измерительная система сети геоэлектрических измерений .....</b>                                                                                                                                                 | <b>37</b> |
| 2.1. Сеть станций геоэлектрических измерений .....                                                                                                                                                                                        | 39        |
| 2.2. Организация обработки нестационарных геоэлектрических сигналов на границе тектоносфера-атмосфера .....                                                                                                                               | 41        |
| 2.3. Программная часть постоянно-действующего операционного центра сети геоэлектрических измерений и графическое представление данных .....                                                                                               | 48        |
| 2.4. Геоэлектрические измерения в 2001-2016гг. на Камчатке .....                                                                                                                                                                          | 59        |
| 2.5. Выводы ко второй главе .....                                                                                                                                                                                                         | 59        |
| <b>ГЛАВА 3. Исследование нестационарных геоэлектрических сигналов в связи с сейсмичностью .....</b>                                                                                                                                       | <b>61</b> |
| 3.1. Исследование поведения медианы парного коэффициента корреляций многоэлектродной системы на примере двух сильных землетрясений М7.1 24 января 2016г. и М7.2 30 января 2016г., произошедшие в северной части Тихоокеанской плиты ..... | 63        |
| 3.2. Исследование нестационарных электрических сигналов в сети геоэлектрических измерений в связи с сильными землетрясениями с $M \geq 8$ в 2001-2015 гг. ....                                                                            | 84        |
| 3.2.1. Пример нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8.4 Перу, 23 июня 2001г. ....                                                                                                                       | 84        |
| 3.2.2. Примеры нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8.3 Хоккайдо, Япония, 25 сентября 2003г. ....                                                                                                      | 86        |
| 3.2.3. Примеры нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясениями М8.1 Маккуори, Австралия, 23 декабря 2004г. и М9.1 Индонезия, 26 декабря 2004г. ....                                                               | 87        |
| 3.2.4. Примеры нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8.7 Индонезия, 28 марта 2005 г. ....                                                                                                               | 88        |
| 3.2.5. Пример нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8 Тонга, 03 мая 2006 г. ....                                                                                                                        | 89        |
| 3.2.6. Пример нестационарных электрических предвестников в связи с землетрясением М8.3 вблизи о-ва Симушир, Курилы, 15 ноября 2006 г. ....                                                                                                | 90        |
| 3.2.7. Пример нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8.1 вблизи о-ва Симушир, Курилы, 13 января 2007г. ....                                                                                              | 92        |
| 3.2.8. Пример нестационарных электрических предвестников в связи с землетрясением М8.1 вблизи Соломоновых о-вов, 01 апреля 2007 г. ....                                                                                                   | 93        |

|                                                                                                                                                    |            |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 3.2.9. Примеры нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8 Перу, 15 августа 2007г.....                               | 94         |
| 3.2.10. Пример нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8.5 Индонезия, 12 сентября 2007г. ....                      | 96         |
| 3.2.11. Пример нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8.1 Самоа, 29 сентября 2009г. ....                          | 97         |
| 3.2.12. Пример нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8.8 Чили, 27 февраля 2010г. ....                            | 99         |
| 3.2.13. Пример нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М9 вблизи Хонсю, регион Тохоку, Япония 11 марта 2011г. ....  | 101        |
| 3.2.14. Примеры нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясениями М8.6 и М8.2 Индонезия, 11 апреля 2012г. ....               | 102        |
| 3.2.15. Пример нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8 вблизи Соломоновых о-вов, 06 февраля 2013г. ....          | 104        |
| 3.2.16. Пример нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8.3 Охотское море, 24 мая 2013 г. ....                      | 106        |
| 3.2.17. Примеры нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8.2 Чили, 01 апреля 2014 г. ....                           | 108        |
| 3.2.18. Пример нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8.3 Чили, 16 сентября 2015 г. ....                          | 111        |
| 3.3. Выводы к третьей главе .....                                                                                                                  | 114        |
| <b>ГЛАВА 4. Методы математической статистики, применяемые для обработки многомерных рядов.....</b>                                                 | <b>115</b> |
| 4.1. Методика анализа результатов измерений как многомерных временных рядов....                                                                    | 115        |
| 4.2. Временные ряды мониторинга нестационарных геоэлектрических сигналов .....                                                                     | 117        |
| 4.3. Исследование связи нестационарных геоэлектрических сигналов на Камчатке с вариациями параметров сейсмических шумов на Японских островах ..... | 134        |
| 4.4. Выводы к четвертой главе .....                                                                                                                | 136        |
| <b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>                                                                                                                            | <b>137</b> |
| <b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>                                                                                                                            | <b>139</b> |
| <b>Приложение 1. ....</b>                                                                                                                          | <b>150</b> |
| <b>Приложение 2. ....</b>                                                                                                                          | <b>169</b> |

## Введение

### Актуальность проблемы

Рост и увеличение плотности населения Земли, в том числе, в сейсмоопасных районах, насыщение техносферы потенциально опасными производствами приводят ко все большей уязвимости человеческой цивилизации от природных катастроф. Сильные землетрясения являются наиболее значительными по их разрушительным последствиям и составляют около 10% от общего числа природных катастроф, произошедших в мире с 2001 по 2011 г., занимая третье место после штормовых явлений и наводнений [1]. По данным ООН [2] в период с 2000 г. по 2010 г. погибло более 680 тыс. жертв землетрясений. Только одно Восточно-японское землетрясение и цунами 11 марта 2011 г. нанесло экономический ущерб 210 млрд. долларов США [1]. В России свыше 25% площади относится к сейсмоопасным зонам, где возможны сейсмические сотрясения с интенсивностью 7 баллов и более [3]. Постоянный геофизический мониторинг опасных природных явлений, накопление данных, научные исследования их природы является одним из необходимых условий для снижения опасности и уменьшения тяжелых последствий природных катастроф (гибель людей, разрушение инфраструктуры населённых пунктов, материальные потери). В течение XX столетия учёные и инженеры получили в своё распоряжение сложные научные приборы и разработали методы для изучения земных недр. Сети геофизического мониторинга накапливают банки данных по геологии и геофизике, что в совокупности с современными методами обработки позволило в частности картировать разломы, составить каталог исторических землетрясений и структуры разрезов. Сегодня геофизики обладают лучшим пониманием того, где следует ожидать землетрясений и в некоторых случаях, как часто они происходили в прошлом [4]. В соответствии с научно-нормативной терминологией РАН «Прогностика» [5] длительность интервала оперативного прогнозирования не превышает 1 месяца, интервал от 1 месяца до 1 года называется краткосрочным, от 1 года до 5 лет – среднесрочным, от 5 до 15 лет – долгосрочным, от 15 лет до «неопределённости» – дальнесрочным. Достигнут значительный прогресс на интервале долгосрочного и среднесрочного прогнозирования землетрясений [9] (работы В.Г. Кособокова [10], А.А. Любушина [27-38] и др.). Но настоящему времени нет убедительных примеров, подтверждаемых статистикой, в оперативном прогнозе места, времени, магнитуды и вероятности сильного землетрясения [6], в результате чего теряется контакт и взаимодействие между силами гражданской обороны, гражданами и учёными [7, 9-11]. «В исследованиях по прогнозу землетрясений период эйфории 70-х годов ... сменился к концу XX столетия беспредельным пессимизмом» [8]. По мнению ряда исследователей, это



связано с тем, что отсутствуют полноценные модели, описывающие процессы подготовки землетрясений [12-14], также действующие сети мультипараметрического мониторинга в сейсмоопасных районах, т.к. решение задачи оперативного прогноза должно базироваться на данных инструментальных наблюдений, анализируемых в реальном времени. В тоже время каждое новое сильное землетрясение ставит проблему прогноза на повестку дня.

Традиционно исследовательские работы в области прогноза землетрясений концентрируются на изучении региональных особенностей структуры и динамики сейсмического режима. Сейсмолог Б. Гутенберг первым обратил внимание на необходимость исследования глобальных процессов подготовки землетрясений в масштабах всей планеты для решения одной из главных задач геофизики – прогноза землетрясения. Он заложил в фундаментальной работе «Основы сейсмологии» [15] в параграфе §11 основы сейсмоглобальной концепции. В результате проведённого автором обзора «*параллелизма*» между частотой землетрясений, метеорологическими элементами и космическими явлениями, были поставлены следующие вопросы.

Первый вопрос: критические изменения метеоэлементов (барометрическое давление, циклоны) покрывают значительные географические области и могут принимать существенное участие в возникновении землетрясений, но каким образом воздействие, охватывающее огромные площади, *может кумулироваться* в относительно малом очаге землетрясения?

Второй вопрос: обнаруживается «*бросающийся в глаза параллелизм*» между солнечными пятнами, возмущениями, приходящими к Земле от Солнца, и частотой землетрясений, но каким образом глобальный эффект, охватывающий весь земной шар, *может кумулироваться* в сравнительно малом очаге землетрясения?

Позднее глобальные связи между землетрясениями обосновал сейсмолог М. Бот из сейсмологического института в Упсале (Швеция) [16]. Он проанализировал сейсмическую активность на интервалах подготовки сильнейших землетрясений на Аляске (28 марта 1964г.) и Алеутских островах (04 февраля 1965г.), во время которых наблюдалось уменьшение сейсмичности на всем земном шаре. На рисунке 1 стрелкой показаны моменты возникновения двух гигантских землетрясений, от которых на интервале 10 суток до и после этих сейсмических событий нанесены количество  $N$  землетрясений на земном шаре, исключая зону с афтершоками. М. Бот отметил, что минимум количества землетрясений на земном шаре был достигнут только через сутки после главных сейсмических событий. Таким образом, по Боту наблюдается глобальный процесс подготовки землетрясений, при котором обнаруживается связь между очагами сильных землетрясений и более слабыми событиями (сейсмоглобальный эффект). Ответ на вопрос

каковы физические механизмы реального процесса, который отражает рисунок 1, за будущими исследованиями в этой области.

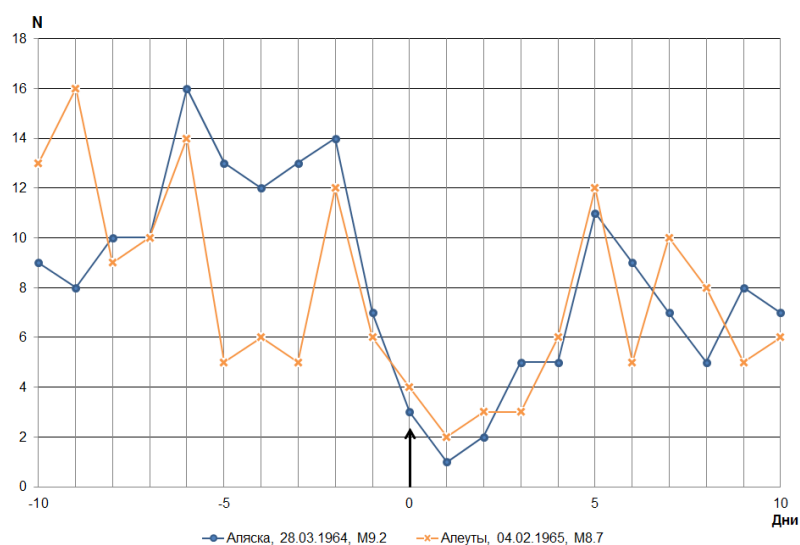


Рисунок 1. – Подготовка и запуск землетрясений – единый глобальный процесс.  
(Заимствован из статьи М.Бота [16])

Следует отметить, что факт возникновения очень удалённых корреляций в геофизических данных в связи с крупными землетрясениями неоднократно отмечался многими исследователями, например, для сейсмических шумов такие эффекты выделялись в работах А.А. Любушина и Г.А. Соболева [17-18]. Согласно А.В. Николаеву [14], комплексный анализ результатов наблюдений относится к одной из ключевых проблем геофизического мониторинга, причём ведущая роль отдаётся эксперименту, а не теоретическим представлениям. В этой связи, выявление общей закономерности поведения нестационарных геоэлектрических сигналов на территориальной распределённой сети и данных сети сейсмического мониторинга, отстоящих на разном расстоянии от эпицентра сильного регионального землетрясения, является новаторским подходом и требует специализированных алгоритмов, применяемых к разнородным временным рядам. К такому комплексу программ относятся алгоритмы и методы А.А. Любушина. Применение таких методов повышает отношение сигнал/шум, выделяя из множества регистрируемых процессов максимально общую для всех тенденцию и пренебрегая индивидуальными особенностями каждого процесса и места проведения измерений. Например, анализ данных регистрации микросейсмических шумов японской широкополосной сейсмической сети F-net (Японские острова) позволил А.А. Любушину сделать заблаговременный прогноз времени и силы, ожидаемой цунамигенной катастрофы 11 марта 2011 г. в Японии [27-38]. Для развития территориально-распределённой сети в Евразии применяются не имеющие аналогов геоэлектрические измерения по методике Д.А.Кузнецова, апробированные впервые на Камчатке и

рекомендованные к дальнейшему внедрению решением Совета Научно-инженерного координационного сейсмологического Центра РАН (председатель Г.А. Соболев) от 23 апреля 1993 г. В диссертации разрабатываются программно-аппаратные средства международной сети геоэлектрических измерений и осуществляется комплексный анализ разнородных данных (геоэлектрических и сейсмических) с помощью алгоритмов и методов, разработанных А.А. Любушиным.

В диссертации представлены результаты исследовательской и научно-организационной деятельности выполненных автором в Дистантной школе «Космо-Метео-Тектоника» в период с 2001 по 2015 гг., а также в ходе совместного инициативного проекта, проводившегося с участием ученых и специалистов Научного центра Оперативного мониторинга Земли (Л.Н. Дода, И.В. Степанов), Московского государственного университета (В.Л. Натяганов), Тульского государственного университета (О.В. Мартынов, С.А. Шопин), Горно-Алтайского государственного университета (А.А. Шитов), Университета Кьети-Пескара (Ф. Стоппа, Италия) и др. организаций. Диссертация выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках соглашения № 14.577.21.0109 от 22 сентября 2014 г. по теме: «Разработка сети комплексного геофизического мониторинга для прогноза экстремальных природных процессов», универсальный идентификатор проекта RFMEFI57714X0109.

**Цель диссертационной работы и задачи диссертации.** Целями данной диссертационной работы являются:

- исследование взаимосвязи нестационарных геоэлектрических процессов в приповерхностной части разреза (на границе тектоносфера-атмосфера) с сильнейшими землетрясениями на глобальном масштабе.
- исследование возможности комплексной интерпретации данных о нестационарных геоэлектрических процессах с данными глобального геофизического мониторинга (сейсмические наблюдения).

Достижение указанной цели требует решения следующих задач исследования:

1. Разработка программно-аппаратных средств для регистрации геоэлектрических процессов в приповерхностной части разреза (на границе тектоносфера-атмосфера) с помощью компактных многоэлектродных измерительных систем в близкорасположенных шурфах (методика Д.А. Кузнецова);
2. Разработка программных средства для хранения, обработки и анализа данных геоэлектрического мониторинга в постоянно-действующем операционном центре, организация архива и открытого доступа к данным геоэлектрического мониторинга;

3. Организация территориально-распределённой международной сети геоэлектрического мониторинга на основе разработанных программно-аппаратных средств;

4. Исследование нестационарных геоэлектрических сигналов, регистрируемых территориально-распределённой сетью геоэлектрического мониторинга, предшествующих сильнейшим землетрясениям с магнитудой  $M \geq 8$  на земном шаре независимо от расстояния от станции мониторинга до эпицентра крупного землетрясения.

5. Исследование когерентностей сигналов, регистрируемых территориально-распределённой сетью геоэлектрического мониторинга – выделения временных интервалов, характерных периодов всплесков синхронного поведения временных рядов.

6. Исследование возможности комплексной интерпретации данных сети геоэлектрического мониторинга с сейсмическими данными японской сети широкополосных сейсмографов F-net.

**Научная новизна.** В работе получены следующие новые результаты:

- разработан комплекс программно-аппаратных средств, необходимых для организации и функционирования территориально-распределенной сети геоэлектрических измерений, основанных на применении многоэлектродных измерительных систем;

- установлено существование нестационарных геоэлектрических процессов (разный характер вариаций как между различными многоэлектродными системами, так и между отдельными электродами, как во временной, так и в частотной области) и выявлено импульсное поведение медианы коэффициента корреляции пар каналов на одной станции геоэлектрических измерений, предшествующее сильному землетрясению.

- накоплена статистика временных изменений нестационарных геоэлектрических процессов и разработан критерий выделения аномалии прогностического признака на сети станций перед сильными землетрясениями с  $M \geq 8$ , указывающий на глобальный источник регистрируемой геоэлектрической нестационарности на границе тектоносфера-атмосфера.

- установлены временные интервалы и характерные периоды всплесков синхронного поведения геоэлектрических сигналов на сети геоэлектрических измерений, осуществляемых по единой методике в Евразии, и временных рядов широкополосных сейсмических станций (сеть F-net на Японских о-вах), проявившийся как глобальный эффект перед сильным  $M 8.3$  Охотоморским землетрясением 24 мая 2013 г.

**Методы исследования.** При разработке аппаратных средств использовались средства моделирования электрических схем. При анализе данных использовались методы статистического анализа, метод главных компонент, корреляционный анализ.

**Основные научные результаты, выносимые на защиту:**

- Программно-аппаратные средства регистрации нестационарных геоэлектрических процессов с помощью системы, реализующей методику Д.А. Кузнецова, на организованной международной территориально-распределённой сети;
- Эффект резкого поведения медианы коэффициента корреляции пар каналов на одной многоэлектродной станции геоэлектрических измерений в связи с сильными землетрясениями M7+ в северной части Тихоокеанской плиты в январе 2016 г.;
- Стабильность аномалии прогностического признака нестационарных геоэлектрических сигналов, предшествующих сильным землетрясениям с M8+ на глобальном масштабе.
- Статистически значимый эффект глобальной синхронизации разнородных геофизических данных (геоэлектрические, сейсмические), обнаруженный на временном интервале подготовки сильнейшего M8.3 глубокофокусного Охотоморского землетрясения 24 мая 2013г.

**Достоверность и обоснованность** научных положений, выводов и рекомендаций подтверждена использованием калиброванной аппаратуры, строгим математическим аппаратом, достаточным объёмом экспериментальных исследований, накопленных сведений в течение 15 лет и повторяемостью результатов. Фактический материал базируется на непрерывных наблюдениях разности геоэлектрических потенциалов по методике Д.А.Кузнецова в течение 15 лет: в 2001-2007 гг. на одном пункте наблюдений с частотой регистрации 3-6 часов, в 2007-2012 гг. на двух пунктах наблюдений с частотой регистрации 3-6 часов, в 2012 г. по текущий момент на 12 станциях международной сети с частотой регистрации 1 сек.

**Практическая ценность работы.** Проведённые исследования позволяют:

- обеспечить преемственность технологии измерений с ранее разработанной Д.А. Кузнецовым методикой регистрации геоэлектрических нестационарных сигналов с помощью программно-аппаратного комплекса, реализующего автоматические измерения и обеспечивающего сбор, хранение и обработку данных в постоянно-действующем операционном центре Дистантной Школы «Космо-Метео-Тектоника» (<http://cosmetecor.org/>);
- выполнять дальнейшее расширение сети геоэлектрического мониторинга, осуществляемого по единой методике, путём организации новых пунктов наблюдений с использованием разработанных унифицированных программно-аппаратных средств;
- выполнять исследование физических процессов, сопровождающих подготовку сильных землетрясений на основе многопараметрического подхода (С.А. Пулинец, Д.П. Узунов), концепции сейсмотектогенеза (Л.Н. Дода и др.) и электросетевого подхода

(Х.Альфвен) как в ретроспективном, так и в оперативном режиме на основе накопленного непрерывного и пополняемого архива наблюдений на сети станций мониторинга.

Результаты работы могут найти применение в профильных институтах геофизического направления.

**Апробация работы.** Основные положения и результаты диссертационной работы докладывались на следующих конференциях: 26-ой международной школе геофизики «Землетрясение и вероятность: как помочь обществу сделать правильный выбор» (Италия, г. Эриче, 18-26 октября 2006 г.); Генеральной Ассамблеи Европейского Союза по Геонаукам (Австрия, г.Вена, 13-18 апреля 2008 г.); 25-ой Генеральной Ассамблеи Международного геодезического и геофизического союза - IUGG (Австралия, г.Мельбурн, 28 июня – 07 июля 2011 г.); Конференции Американского Геофизического Союза – AGU Fall meeting (США, Сан-Франциско, 5-9 декабря 2011 г.); Генеральной Ассамблеи Европейского Союза по Геонаукам (Австрия, г.Вена, 07-12 апреля 2013 г.); Международной научной конференции «Научная Весна» (Пакистан, г. Исламабад, 10-14 марта 2014 г.); 26-ой Генеральной Ассамблеи Международного геодезического и геофизического союза – IUGG (Чехия, г.Прага, 22 июня – 02 июля, 2015 г.); Восьмых научных чтениях Ю.П. Булашевича. Глубинное строение, геодинамика, тепловое поле Земли, интерпретация геофизических полей (Россия, г.Екатеринбург 14-18 сентября 2015 г.); 19-ой международной IEEE-конференции по теории систем, управлению и вычислениям (19th International Conference on System Theory, Control and Computing IEEE), Румыния, Chiele-Gladistele Fundata Resort, 14-16 Октября 2015 г.; Конференции Американского Геофизического Союза - AGU Fall meeting (США, г.Сан-Франциско, 14-18 декабря 2015 г.); VIII-ой Международной межвузовской научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых “Молодые – наукам о земле” -МГРИ-РГГУ (Россия, г.Москва, 04-08 апреля 2016г.); Международной конференция «Системный анализ данных для изучения природных опасностей» (Россия, Сочи-Роза Хутор, 18–21 июля 2016 г.); IV-ой Международной конференции «Современные информационные технологии для научных исследований в области наук о Земле - ITES-2016» (Россия, г.Южно-Сахалинск, 7-11 августа 2016 г.); 35-ой Генеральной ассамблеи Европейской сейсмологической комиссии (35th General Assembly of the European Seismological Commission), Италия, г.Триеста, 4-11 сентября 2016 г.

**Реализация результатов.** Результаты работы применены ФГБОУ ВО «Тульский государственный университет» при выполнении государственного контракта №14.577.21.0109 от 22 сентября 2014 г. ПНИ «Разработка сети комплексного геофизического мониторинга для прогноза экстремальных природных процессов» (шифр

2014-14-579-0057-015) в рамках Федеральной целевой программы "Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития научно-технологического комплекса России на 2014-2020 годы".

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 21 работа, в том числе 2 статьи в журналах, включённых ВАК РФ в перечень ведущих рецензируемых изданий, одна работа опубликована главой в книге, входящей в международную систему цитирования Scopus, одна монография. В период с 1999 г. по 2015 г. осуществлялась формализация метода путём депонирования результатов исследований (более 300 депонентов, SPIN-code: 5951-5891 <http://elibrary.ru/>) в ВИНТИ РАН совместно с соавтором метода Д.А. Кузнецовым. В работах, написанных в соавторстве, соисполнителю принадлежит постановка задачи, проведение анализа теоретических, геофизических исследований, организация опытно-методических работ, анализ и обобщение результатов.

**Личный вклад автора.** Автор по собственной инициативе организовал международное научное исследование и привлёк к его реализации ряд российских и итальянских университетов и организаций. Осуществляемые на 12 станциях Дистантной школы «Космо-Метео-Тектоника» геоэлектрические измерения показали преимущественный технологический приоритет России в развиваемых исследованиях. Диссертант реализовал аппаратную и программную часть единого постоянно-действующего центра сбора, обработки и хранения данных. Внедрен автоматизированный способ регистрации нестационарных геоэлектрических процессов на границе тектоносфера-атмосфера, осуществляемый по единой методике. Обнаружена общая закономерность поведения временных рядов разности геоэлектрических потенциалов перед землетрясениями с магнитудой  $M8+$ , произошедшими с 2001-2015 гг. Сформулирован алгоритм идентификации сигналов-предвестников, заключающийся в поиске моментов времени, связанных со всплесками коэффициентов парной корреляции между различными каналами станции геоэлектрических измерений.

### **Структура и объем работы**

Диссертационная работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы, содержащего 138 наименования и двух приложений. Работа изложена на 198 страницах машинописного текста, содержит 148 рисунков и 35 таблиц. Автор выражает благодарность научному руководителю А.А. Любушину за большую помощь в подготовке диссертации, друзьям, коллегам и волонтерам, с которыми проведена часть исследований, Д.А. Кузнецову, Юлианне, С.А. Шопину, А.С. Валову, Александру Ганову, А.А. Шитову, профессору Университета региона Абруццо PhD Франческо Стоппа, Джовани Ецци, Леонардо Николи, семье Терентьевых и многим другим.

## ГЛАВА 1. Изучение нестационарных геоэлектрических процессов в поверхностной части разреза на границе тектоносфера-атмосфера с целью прогноза землетрясений

В работах И.П. Добровольского, В.Н. Страхова, Г.А. Соболева, И.Г. Киссина [19-24] дан обзор эволюции научных представлений описания процессов подготовки и протекания землетрясений на основе механики деформируемого твёрдого тела и физики разрушения горных пород с критическим анализом достоинств и недостатков используемых модельных подходов. Согласно общепринятым представлениям в природном явлении землетрясения выделяют три этапа:

1. Процесс формирования очага землетрясения (источника упругих волн)
2. Распространение упругих сейсмических волн в твёрдой Земле.
3. Колебания (сотрясения) поверхности Земли и нелинейные эффекты и разрушения, вызванные волной.

Также можно выделить нулевой этап – подготовка землетрясения. Представления о нем гораздо менее определены, чем о трёх других этапах.

В соответствии с определением, данным И.П. Добровольским, – предвестники землетрясения представляют собой вариации геофизических полей, вызванные процессом подготовки землетрясения, сопровождающие и отражающие именно этот процесс [26]. Накопленные сейсмологией данные показывают, что оперативные (в терминологии [5], согласно которой длительность оперативного интервала не превышает 1 месяца) предвестники тектонических землетрясений объективно существуют и проявляются в различных геофизических полях как в твёрдой Земле, так и в атмосфере [25].

Традиционно регистрация геопотенциалов электрического поля в почве для целей оперативного прогноза выполняется рядом научных групп во всем мире и рассматривается как один из электромагнитных методов [112, 113, 116]. Для установления причин и источника наблюдаемых явлений, в частности вариаций электрических потенциалов в почве, в лабораторных условиях такие исследователи как М.Б. Гохберг, И.П. Добровольский, В.А. Липеровский, Г.А. Соболев, В.Н. Страхов и др. изучали процессы деформации и разрушения образцов твёрдых тел, при которых обнаруживались электродинамические явления. В научной литературе не существует единой точки зрения на причины возникновения электромагнитных предвестников землетрясений.

В настоящей главе выполняется обзор и анализ работ по регистрации геопотенциалов электрического поля и формулируются конкретные задачи исследования.



### 1.1. Обзор традиционных методов измерения геопотенциалов электрического поля

Поиск предвестников землетрясений в электротеллурическом поле ведётся с конца 19 века. Связь между вариациями земных токов и землетрясениями изучалась многими учёными: К.Н. Абдуллабеков, А.О. Авагимов, О.М. Барсуков, П.И. Бахметьев, А.А. Воробьев, М.Б. Гохберг, Н.И. Гуфельд, В.Г. Дубровский, Н.И. Мигунов, В.А. Моргунов, А.В. Пономарев, Э.И. Пархоменко, Г.А. Соболев, В.А. Троицкая, Б.И. Уломов, Б.А. Чернявский, а также учёные Японии, Китая, США, Греции и др.

Русский учёный П. Бахметьев для наблюдения земных токов применял собственные цилиндрические неполяризующиеся электроды из обожжённой глины, куда заливался раствор цинкового купороса и помещалась пластинка из амальгмированного цинка. Изолированная проволока от пластинки через отверстие в крышке цилиндрических банок вводилась в гальванометр, показания которого наблюдали через известные промежутки времени [39]. На своей аппаратуре П. Бахметьев 31 августа 1894г. наблюдал необычно большие изменения величины постоянного тока на короткой измерительной линии (менее 1 км) в окрестностях Софии, которые он связал с землетрясением в г. Русе [40]. При этом, как оказалось, величина тока сильно изменялась не по всем направлениям одинаково.

Многолетние наблюдения вариаций потенциалов электрического поля в земле в сейсмических регионах проводились в Японии, СССР-России, Китае, Греции, Болгарии, США. Величина возмущений в зависимости от магнитуды землетрясения и удаления от эпицентра изменяется от долей милливольт до нескольких десятков милливольт. Продолжительность возмущений составляла от минут до недель и практически не зависела от магнитуды и эпицентрального расстояния.

Традиционная используемая методика наблюдений состоит в следующем (см. рисунок 1.1). В почву на глубину в десятки сантиметров - первые метры закапываются два свинцовых электрода на расстоянии в десятки-сотни метров и нескольких километров. Через высокоомное сопротивление и фильтр высокой частоты измеряется разность потенциалов. Обычно для учета влияния неоднородностей верхней части разреза и для распознавания «глобальной составляющей земных токов» делают две взаимно-перпендикулярные линии, протянутые вдоль магнитных меридиана и параллели. Так как источник аномального сигнала неизвестен, а также ввиду того, что общепринятым является представление о том, что при подготовке землетрясений создаются региональные электрические поля, то расстояния между электродами стараются делать как можно больше с целью увеличения величины полезного сигнала. Подобные «кресты» до сих пор

используются для измерений земных токов с целью распознавания нестационарных геоэлектрических процессов в приповерхностной части разреза на границе тектоносфера-атмосфера, возникающих перед землетрясениями в сейсмоопасных регионах (см., например, Греция [41-43] и Япония [44, 45, 62-64].

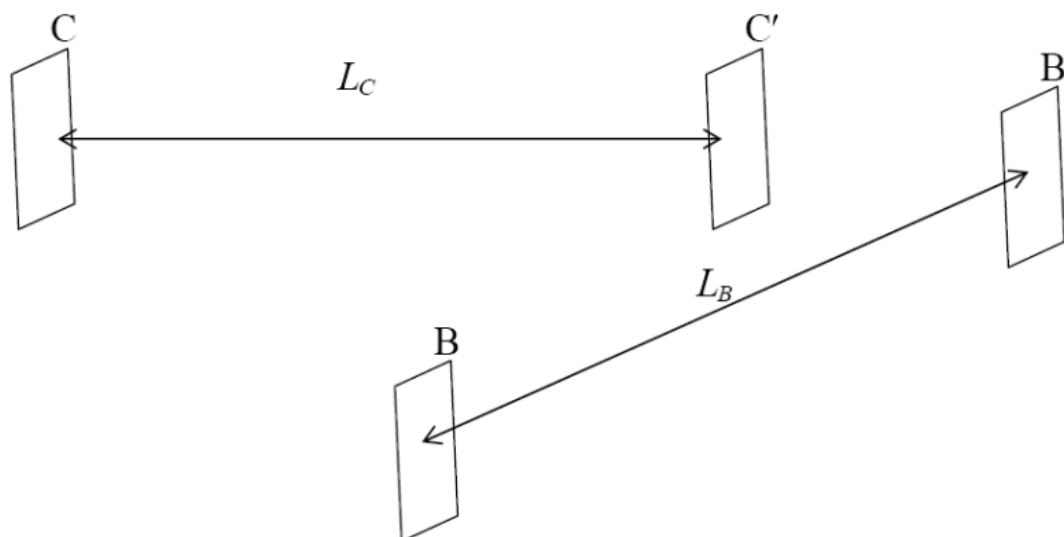


Рисунок 1.1.  $CC'$ ,  $BB'$  – пары заглублённых электродов,  $L_C$   $L_B$  - расстояния между парами электродов.

Инструментальные наблюдения электротеллурического поля (ЭТП) в Японии в связи с сейсмичностью организовал К.Ширатори в 1923г. Он зарегистрировал три аномалии ЭТП, в том числе перед землетрясением Канто 01.09.1923 [46]. Разнос электродов на измерительных линиях СЮ и ВЗ составлял 10 метров. Электродами были медные оцинкованные стержни, заглублённые на глубину 1 м. Использовалась трехэлектродная Г-схема. Три возможных комбинации пар датчиков выводились на потенциометр. Отсчёт измерений проводился вручную в светлое время суток в течение 1.5-2 месяцев. На рисунке 1.2 показаны вариации ЭТП перед двумя сильными землетрясениями. Анализ графиков показывает, что аномалии начались за несколько часов до землетрясений. Суточный ход ЭТП колеблется в диапазоне амплитуд от 10 до 20 мВ, в то время как величина аномального сигнала составляет более 30 мВ. По предположению Ширатори, особенности вариаций зависят от направления измерительных линий на эпицентр землетрясения.

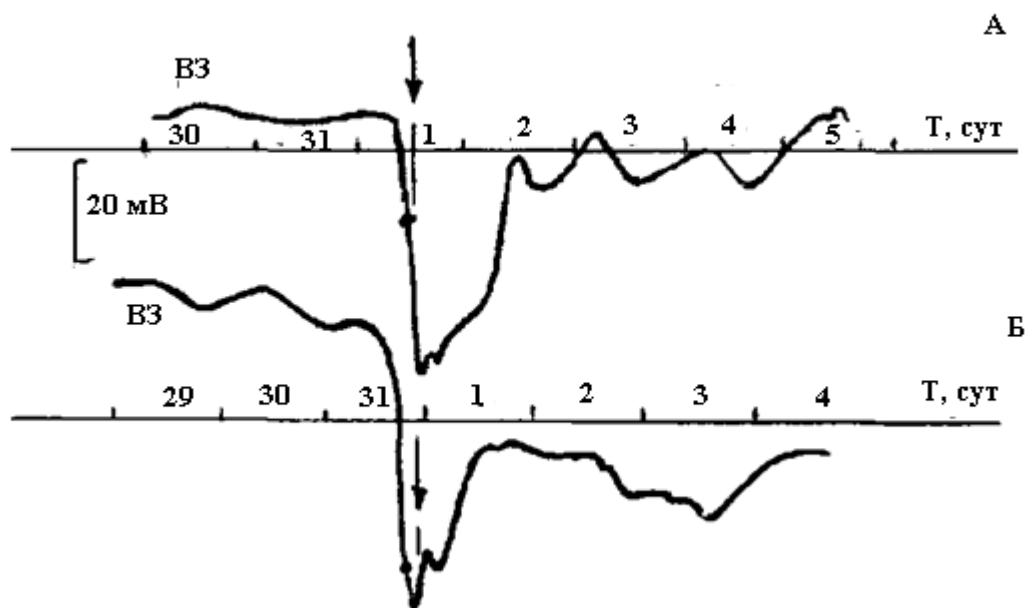


Рисунок 1.2. Примеры аномалий геопотенциалов электрического поля, связанные с землетрясением [46]. Точками на графике показаны крайние перед землетрясениями измерения. А) землетрясение Канто, 01.09.1923г, М7.9, расстояние 383 км Б) ощутимое землетрясение 31.10.1923г. на расстоянии 60 км.

В 1930-1931г.г. были проведены наблюдения Х.Ното на побережье Японии, п-в Ацуми [47]. Измерения проводились с помощью двух взаимно-перпендикулярных линий длиной 500м. Использовались медные электроды-пластины, заглублённые на глубине 2м, сигнал с которых выводился на самописец с дискретной регистрацией каждые 30 сек; чувствительность устройства составила 0,5 мВ/мм. Интересно, что из нескольких десятков аномалий, отмеченных им, практически все фиксировались на одной из линий.

Известный сейсмолог Т.Рикитакэ организовал непрерывные наблюдения в центре Мацусирского роя землетрясений в 1965-1967гг. Аппаратура зафиксировала одну однотипную аномальную вариацию, наблюдавшееся синхронно на линиях ВЗ (72м) и СЮ (64м) амплитудой соответственно 30 мВ и 3 мВ. Длительность аномалии составляла 1 час и произошла 29 ноября 1965г. в момент близкого землетрясения с магнитудой М5. Рикитакэ отмечает, что более 20 толчков с  $M > 4.7$  на близких расстояниях не сопровождалось аномальными сигналами [48].

Вариации земных токов изучались на активном разломе Атоцугава в Центральной Японии [49] с использованием измерительных линий длиной 100 м (СЮ) и 70 м (ВЗ). Была обнаружена аномалия ЭТП в виде быстрого спада величиной 4 мВ для параллельной разлому линии и 2,5 мВ для перпендикулярной. Медленный возврат к фоновому значению

произошёл через 10 часов. Слабое землетрясение с магнитудой  $M_{3.6}$  произошло спустя 1 час 16 сентября 1978г. на эпицентральной расстоянии 7 км.

Первые наблюдения ЭТП в Китае относятся к 1966 г., когда появились сообщения о регистрации аномалий не более 2 мВ/км перед землетрясениями  $M > 3$  примерно за 5 часов до события. Землетрясение в Хайченге [50] 04 февраля 1975г. с магнитудой  $M_{7.3}$  было успешно спрогнозировано китайскими исследователями по комплексу предвестников, среди которых были и аномальные электрические сигналы. Станции наблюдения были установлены в зонах активных тектонических нарушений: на разломах Танлу, Джинчжоу и других. На рисунке 1.3 показаны результаты измерений электрических сигналов на трёх станциях на расстоянии около 20 км от эпицентра Хайченгского землетрясения. Для пар свинцово-медных электродов значения разности потенциалов уменьшаются от 150-200 мВ до 10-50 мВ [51].

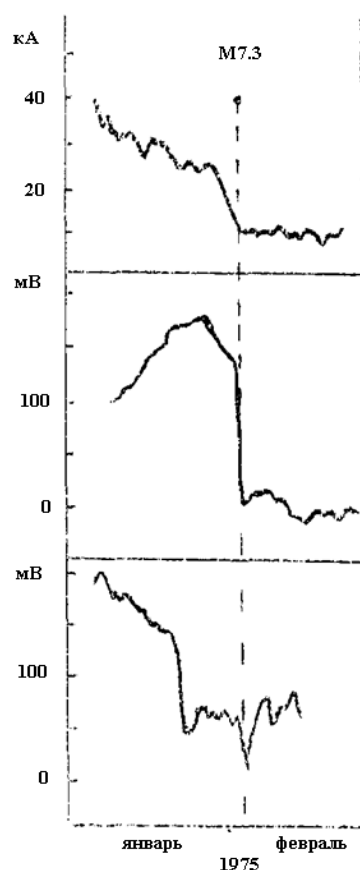


Рисунок 1.3. Примеры вариаций электротеллурических токов перед Хайченгским землетрясением [51].

Первые систематические работы в СССР по исследованию электротеллурических предвестников землетрясений начались в 1965г. в ИФЗ АН СССР под руководством Г.А.Соболева и В.Н.Морозова [52-56].

Сеть станций для обнаружения аномалий в поведении теллурических потенциалов была организована на восточном побережье Камчатки. Перед некоторыми близкими землетрясениями Камчатки на расстоянии от эпицентра менее 50 км с энергетическим классом  $K < 10-12$  регистрировались короткопериодные асимметричные колебания. Длительность аномалий изменялась в пределах 15 суточного интервала. Величина аномалий составляла в среднем 5-50 мВ. Аномалии регистрировались на сети станций, разнесённых между собой на десятки километров. В ряде случаев синхронного изменения сигналов не наблюдалось. Изучение временных рядов перед сильным Усть-Камчатским землетрясением 15.12.1971г. с магнитудой  $M7.8$  не обнаружило аномалий [52].

В настоящее время сеть наблюдений электрических токов на Камчатке, включает пункты Шипунский, Тундровый, Верхняя Паратунка и обсерватория Карымшина и Паратунка. Системы регистрации (показаны на рисунке 1.4) на пунктах состоят из измерительных линий длиной 20-100 м, ориентированных в меридиональном (север-юг), широтном (запад-восток), диагональном (юго-запад – северо-восток; северо-запад – юго-восток) направлениях [57]. В качестве заземления измерительных линий применяются свинцовые электроды, погруженные в шурфы на глубину 2-2.5 м. Частота регистрации разности теллурических потенциалов с помощью блока цифровых каналов БЦК-09М составляет 1 мин., точность регистрации 0.5мВ [57]. Выбор районов проведения наблюдения за вариациями ЭТП осуществлялся по методике, предложенной д. г.-м. н. Морозом Ю.Ф. (ИВиС ДВО РАН, г. Петропавловск-Камчатский) [58].

Похожая схема регистрации ЭТП реализуется на оз. Байкал, где пункты наблюдения расположены вокруг южной части озера [59]. К ним относятся пункты Узур (о. Ольхон), Тырган, Солнопечное, Тальцы, Быстрая, Выдрино, Бабушкин, Шигаево, Котокель. На рисунке 1.5 показана крестообразная установка линий.

На пунктах Узур, Тырган, Солнопечное, Быстрая регистрирующие линии имеют общий (нулевой) электрод (рис. 1.5а). В каждом, из четырёх направлений, относительно нулевого электрода проложены основные и дублирующие линии длиной 125 и 250 м. В остальных пунктах установки без общего (нулевого) электрода (рис. 1.5б). Длина основных линий 500 м, дублирующих 250 м.

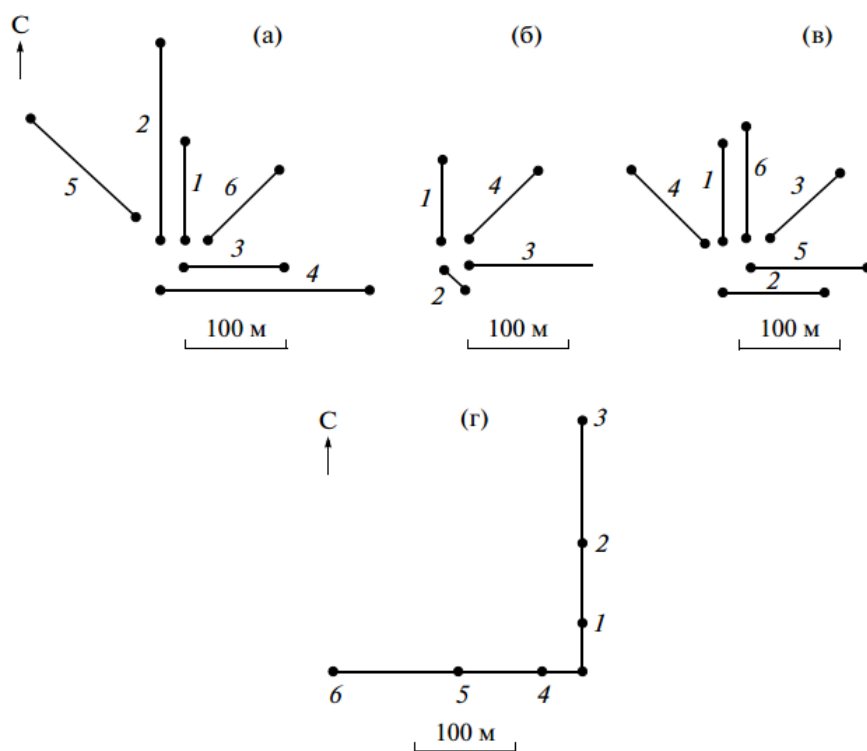


Рисунок 1.4. Схемы расположения измерительных линий: в пп. Шипунский – (а), Верхняя Паратунка– (б), Тундровый – (в) и obs. Карымшина – (г). На схемах (а), (б), (в) цифрами указаны номера линий, на схеме (г) – номера электродов [48].

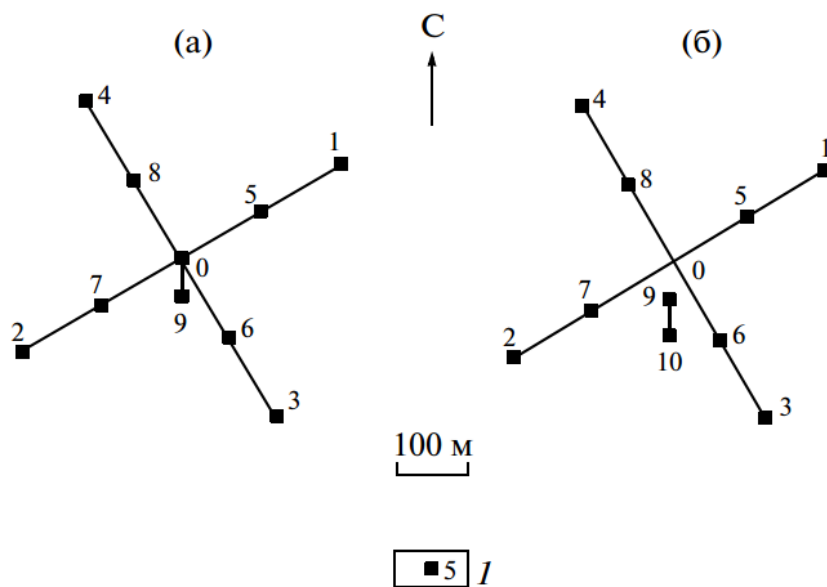


Рисунок 1.5. Системы наблюдений электрического поля японскими (а) и (б) российскими регистраторами: (а) – установка приёмных линий с общим нулевым электродом, (б) – установка с отдельными электродами; 1 – электрод и его номер. Линейный масштаб приведён для измерительных линий [59].

В качестве заземлений использованы свинцовые электроды, размещенные на глубине 4 м. Наряду с горизонтальными компонентами электрического поля на каждом

пункте осуществляется регистрация вертикальной компоненты в скважине без обсадки. Глубина скважин 40–50 м. Скважины затампонированы глиной. В качестве электродов также использовались свинцовые пластины, погруженные на глубину 4 м и 40–50 м. Регистрация электротеллурического поля производилась с дискретностью 10 с. Наряду с этим регистрировались вариации геомагнитного поля компонент H, D, Z [59]. На рисунке 1.6 приведён пример бухтообразной аномалии, начавшейся за 40 суток до землетрясения М6.3, произошедшего 27.08.2008г. Расстояние между эпицентром землетрясения М6.3 и п.Быстрая 42 км.

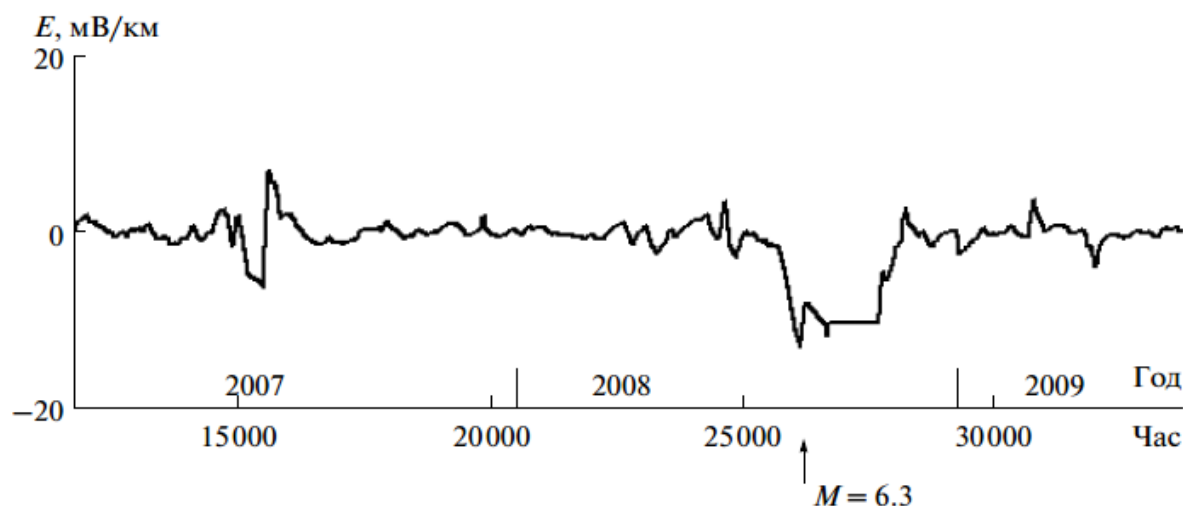


Рисунок 1.6. График напряжённости электрического поля внутриземных источников в п. Быстрая. На временной оси указан момент землетрясения с М6.3 [59].

В работе С.П. Соловьева [60] с соавторами анализируются результаты синхронной регистрации микросейсмических и электрических сигналов в земной коре в зоне Тункинского разлома (Байкальская рифтовая зона). Измерения геоэлектрического потенциала электрического поля выполнялись по пассивной методике, для чего в грунт на глубину 0,5–1 м на расстоянии 20–50 м друг от друга помещались три свинцовых электрода площадью около  $0,25 \text{ м}^2$ . Регистрация выполнялась в двух направлениях: север-юг и восток-запад. По результатам измерений геопотенциала определялась напряжённость электрического поля в грунте (горизонтальная составляющая). Типичная форма регистрируемых электрических сигналов приведена на рисунке 1.7. В результате анализа авторы делают вывод о том, что в значительном числе случаев электрические и сейсмические импульсы сопутствуют друг другу (рисунок 1.7), причём электрические импульсы опережают во времени вступление микросейсмических импульсов. Авторы делают вывод на основе сходства амплитудных характеристик и расстояния до источника, которые свидетельствуют о единстве сейсмического и электрического источников.

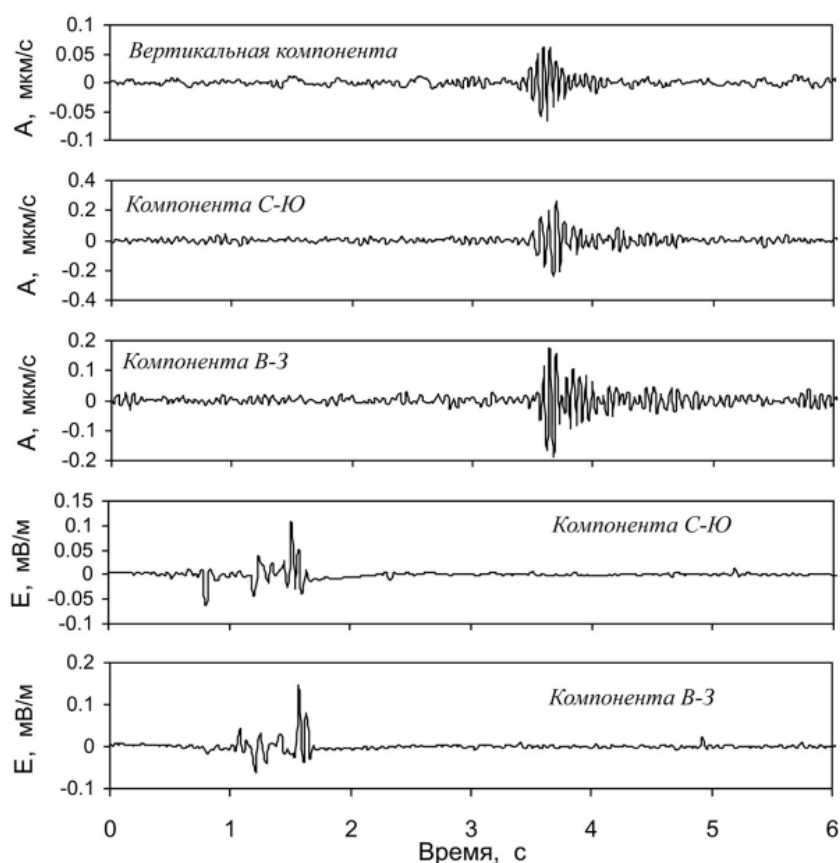


Рисунок 1.7. Пример синхронной записи микросейсмического фона и электрического поля в грунте (зона Тункинского разлома); амплитуды: А – микросейсмических колебаний, Е – электрического сигнала [60].

Метод VAN (первые буквы фамилий авторов: Варотсос – профессор Афинского университета, специалист по физике твёрдого тела, точечным дефектам в кристаллах; Алексопулос – академик, специалист по дефектам в кристаллах; Номикос – профессор Ираклионского университета, специалист по электронике) применяется в Греции, начиная с 1980 г., благодаря чему накоплен богатый опыт выявления тектоноэлектротеллурических аномалий для цели оперативного прогнозирования землетрясений [41-43]. Неполяризованные свинцовые электроды закопаны на глубину 2 м в грунт. Пункты наблюдения состоят из не менее, чем восьми измерительных линий; некоторые из измерительных линий, называемых короткими линиями, растянуты на расстояния от 50 до 400 м, другие – длинные линии, растянуты на расстояния от 2 км до 20 км (см. рисунок 1.8). Не менее 4 коротких линий установлены в перпендикулярном направлении (СВ и ВЗ), где две параллельные измерительные линии неравной длины располагаются в направлении ВЗ, и две других в направлении СВ. Авторы методики VAN подчёркивают, что в схеме измерений отсутствует общий электрод и настаивают на



использовании комбинации из коротких и длинных линий, как абсолютно необходимое условие для распознавания предвестников землетрясений и для их различения от регистрируемого шума.

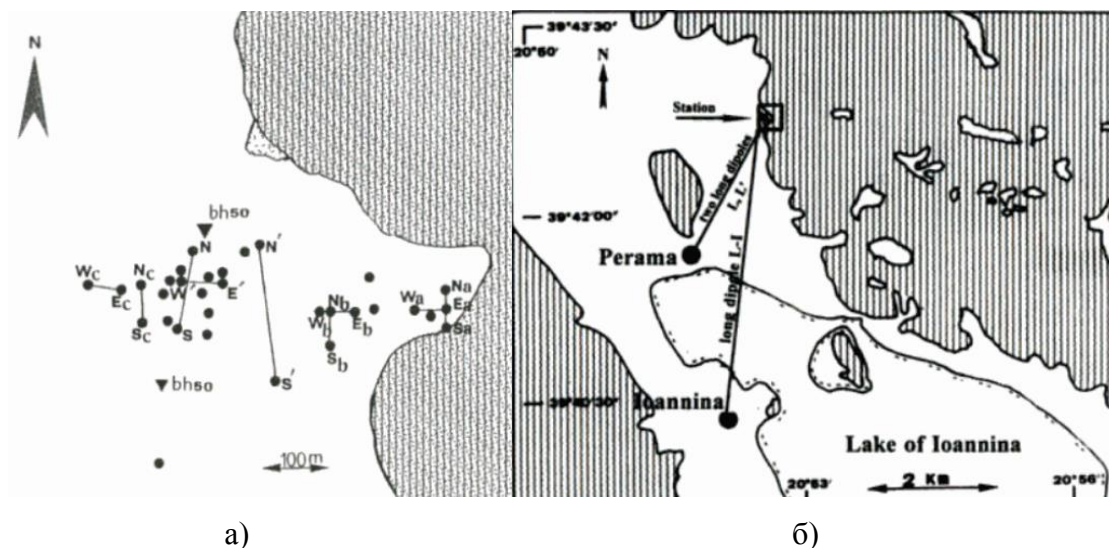


Рисунок 1.8. Конфигурация электродов на Ионийской станции (IOA) а) короткие измерительные линии б) длинные измерительные линии.

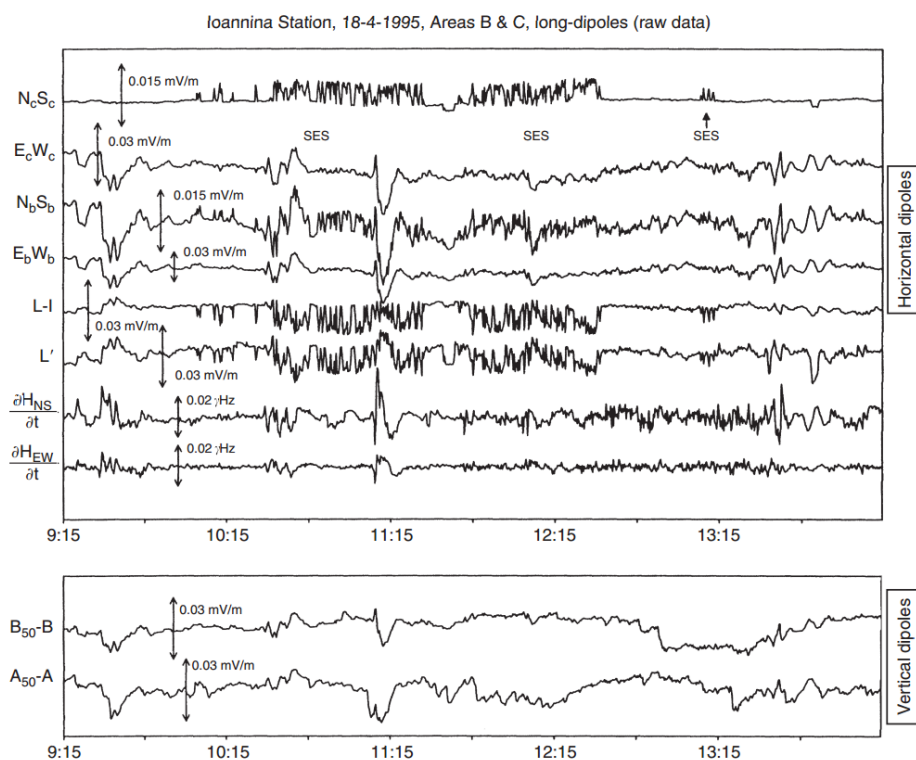


Рисунок 1.9. Сейсмо-электрические сигналы (SES), зарегистрированные на Ионийской станции (IOA) 18 апреля 1995 г., послужившей основой для прогноза землетрясения с M6 от 30 апреля 1995г.

На рисунке 1.9 показаны примеры сейсмoeлектрических сигналов (SES), полученных на Ионийской станции в течение 18 апреля 1995 г., находящейся на расстоянии 80 км от очага сильного землетрясения М6.6, произошедшего 13 мая 1995 г. 08:47UT.

В Японии началось изучение временных рядов теллурических потенциалов, регистрируемых по методике ВАН, и их связь с региональной сейсмичностью в 1987 г. [61-64]. К 2000 г. сеть мониторинга геоэлектрических потенциалов электрического поля насчитывала 40 станций наблюдений с пунктом сбора телеметрии в Токийском университете. На рисунке 1.10 представлен пример аномалии, зарегистрированной 20.08.98г. на одном из двух пунктов наблюдения сети Ивате перед землетрясением 03.09.98г. с магнитудой М6.1, произошедшим на расстоянии 13 км и 10 км от станций наблюдения YRK и MTK соответственно [62]. Полученный график формулирует вопрос о причине такой разницы в наблюдаемых сигналах на станциях, находящихся в нескольких километрах друг от друга: является ли существенной для регистрации аномального сигнала разница в расстоянии (3 км!!!) от станций до эпицентра землетрясения или существенным является местоположение измерительного пункта?

Другой пример аномального поведения геоэлектрических потенциалов электрического поля показала измерительная система на о-ве Кодзусима (170 км от Токио, Япония). Мониторинг геоэлектрических потенциалов электрического поля осуществлялся с 14 мая 1997г. по 25 июня 2000г. Измерительная система состояла из пяти коротких измерительных линий (десятки метров) и трёх длинных (несколько километров) измерительных линий. На рисунке 1.11 показана конфигурация станции.

Анализ временных рядов показал, что станция наблюдения на о-ве Кодзусима оказалась уникальной в плане регистрации аномальных сейсмoeлектрических сигналов перед многими землетрясениями [64]. В то же время другие станции телеметрической сети, управляемой Токийским университетом, демонстрировали аномальное поведение сигналов только для одного («избранного») землетрясения [62,63].

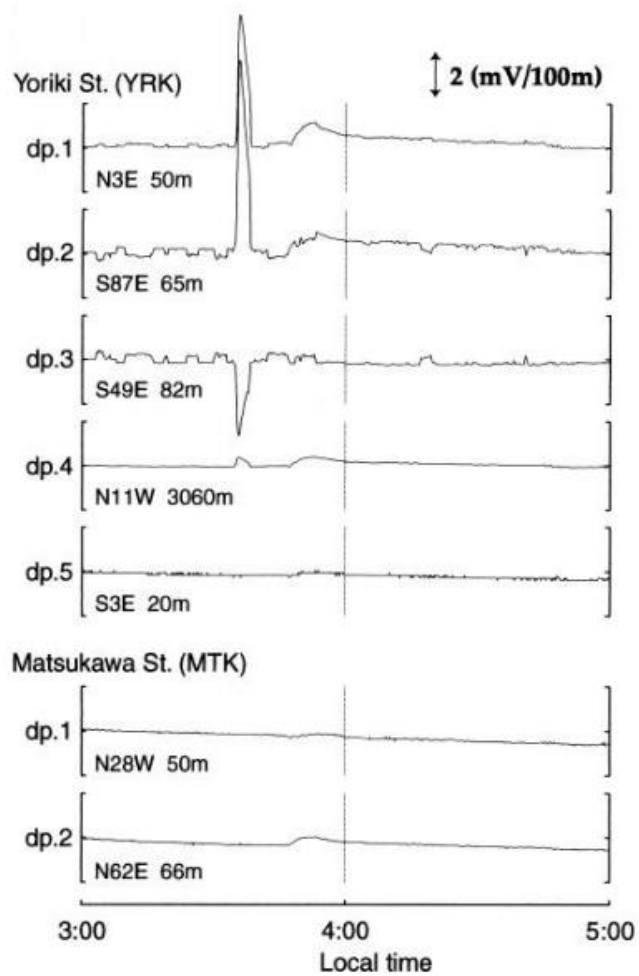


Рисунок 1.10. Сейсмoeлектрический сигнал 20.08.98г. на двух станциях наблюдения на расстоянии 13 км (YRK) и 10 км (MTK) от эпицентра землетрясения 03.09.98г. с M6.1

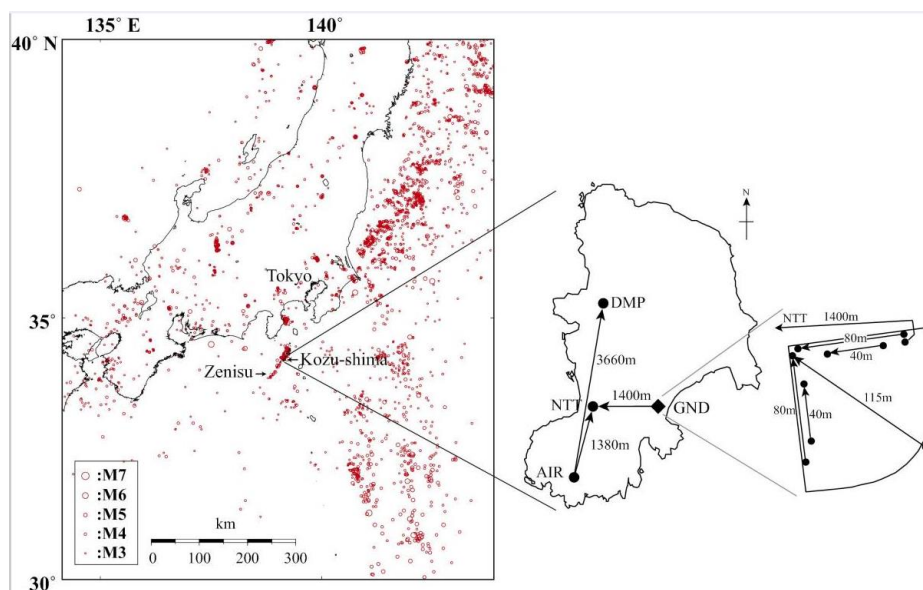


Рисунок 1.11. Конфигурация измерительных линий на о-ве Кодзусима.

С 1989г. по 1994 г. в Камчатском прогностическом центре (КПЦ) при областном штабе Гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий (ГОЧСиЛПСБ) проводилось теоретическое и феноменологическое обоснование методики оперативного прогнозирования землетрясений на основе непрерывной регистрации разности геоэлектрических потенциалов в приповерхностной части разреза (на границе тектоносфера-атмосфера) по методике Д.А. Кузнецова [65]. Электроды располагались горизонтально в вертикальном шурфе. Электродами служили свинцовые пластины, погруженные в разлом Пединститутский (г. Петропавловск-Камчатский). Площадь пластин составляла  $0.25-1 \text{ м}^2$ , уровни погружения 4-3-2-1 м от дневной поверхности.

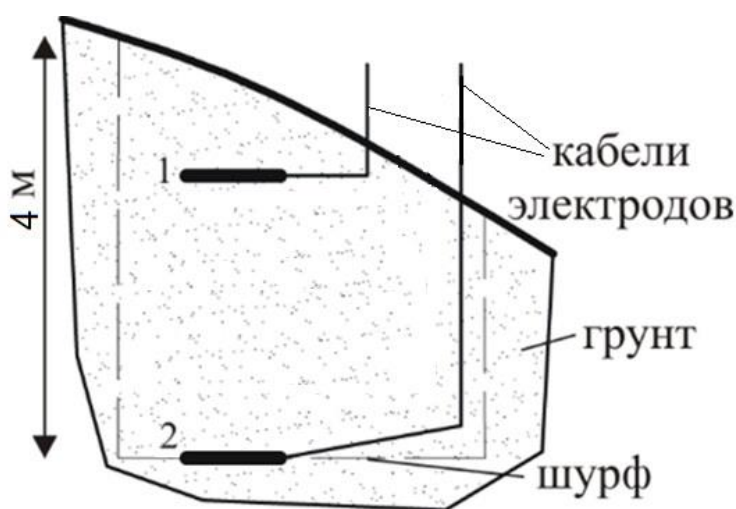


Рисунок 1.12 – Измерительная схема

На рисунке 1.12 приведена одна из измерительных схем для измерения разности геоэлектрических потенциалов при помощи свинцовых электродов, заглублённых в приповерхностной части разреза разлома Пединститутский на 0.5 м (1 – верхний) и 4.0 м (2 – нижний).

Осенью 1991г. была разработана специальная аппаратура «ИМПУЛЬС-1» для проведения автоматической селекции геоэлектрических нестационарных сигналов на границе тектоносфера-атмосфера по амплитуде и частоте. На рисунке 1.13 приведена регистрограмма нестационарного геоэлектрического процесса изменений разности потенциалов с января по декабрь 1993г. Обращает внимание, что с февраля по ноябрь 1993 г. отчётливо наблюдался нестационарный процесс изменения разности геоэлектрических потенциалов, чью плавность перемежали депрессии, осложнённые колебаниями. Во время апрельско-майской (1993 г.) депрессии-с-колебаниями



суток) сильного близкого землетрясения ( $R=80$  км) с магнитудой  $M6.8$  05 марта 1992г., с интенсивностью сотрясений в Петропавловске-Камчатском (6 баллов по шкале МСК-64).

Экспертная оценка метода измерений и полученных результатов Камчатского прогностического Центра была проведена советом Научно-инженерным и координационным сейсмологическим центром РАН (председатель Г.А. Соболев) от 23 апреля 1993 г. по письму в Госкомитет Гражданской обороны (см. рисунок ПР-04), на заседание которого был командирован Д.А.Кузнецов.

После проведения экспертного совета на Камчатку было направлено экспертное заключение (см. рисунок ПР-08, рисунок ПР-09, рисунок ПР-10 в приложении 1) по прогнозу, представленному на рисунке ПР-04. В соответствии с постановлением НИКСЦентра РАН следовало: «...добавить хотя бы одну точку наблюдений и накопить статистику; продолжить работу в научном плане».

Современная система регистрации разности геоэлектрических потенциалов состоит из электродов, расположенных в близкорасположенных шурфах (см. рисунок 1.14). Измерительные линии ориентированы в субгоризонтальном (юго-запад – северо-восток) направлении и с общим проводом на базе не более 10 м.

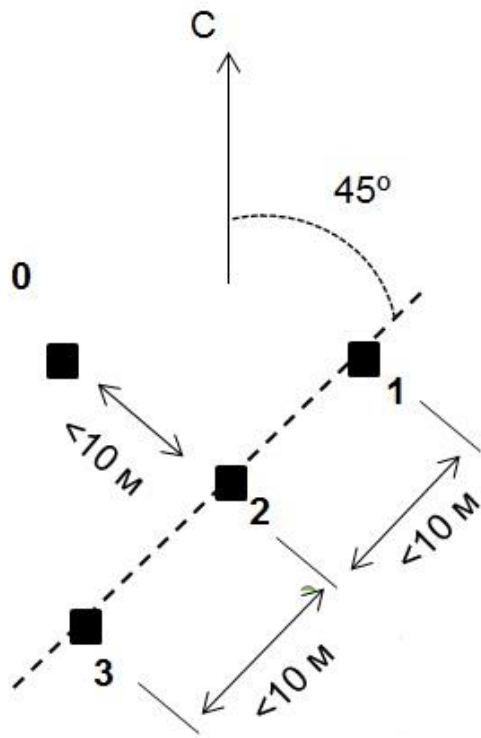


Рисунок 1.14. Система наблюдения вариаций разности геоэлектрических потенциалов на типовой станции: 1 – северо-восточный шурф; 2 – центральный шурф; 3 – юго-западный шурф, 0 – отдельный нулевой провод.

В качестве заземления измерительных линий применяются электроды, погруженные в шурфы на глубину до 2-2.5 м. Частота регистрации разности геоэлектрических потенциалов с помощью модуля Л-Кард (Е14-140М) составляет 1 сек., точность регистрации 1 мВ.

Наблюдения осуществляется по методике, предложенной Д.А. Кузнецовым [65,

117-119, Приложение 2].

## 1.2. Обзор методов электрического зондирования

Методы электрического зондирования применяются для исследования предвестников землетрясений. На геофизических полигонах Таджикистана, Туркмении, Киргизии, Кавказа [66-68, 75, 76], Китая [69-72], США [73], Италии [74], Японии были организованы наблюдения за вариациями кажущегося сопротивления методами дипольного и вертикального электрического зондирования (ДЭЗ, ВЭЗ), в том числе в сейсмоактивных районах с использованием специального сильноточного источника [66-68, 79]. В Китае [71] накопленный архив измерений кажущегося сопротивления насчитывает почти 40 лет непрерывных наблюдений. Общая схема измерений представлена на рисунке 1.15

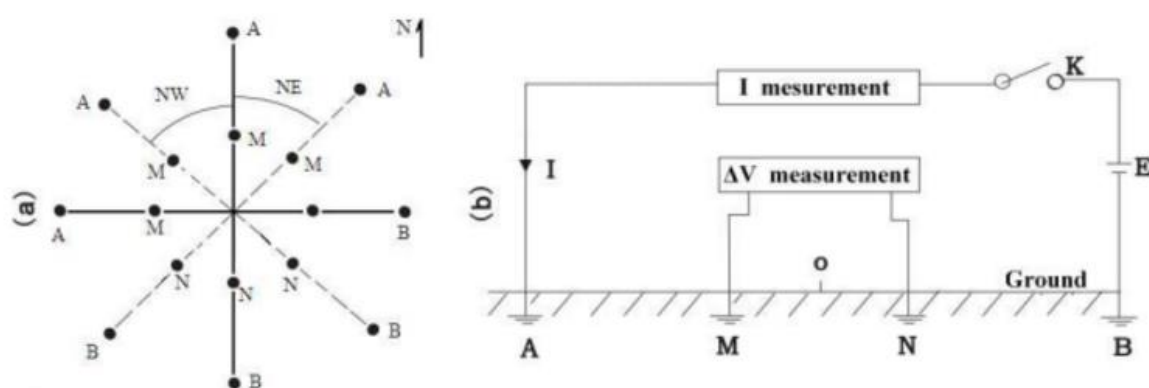
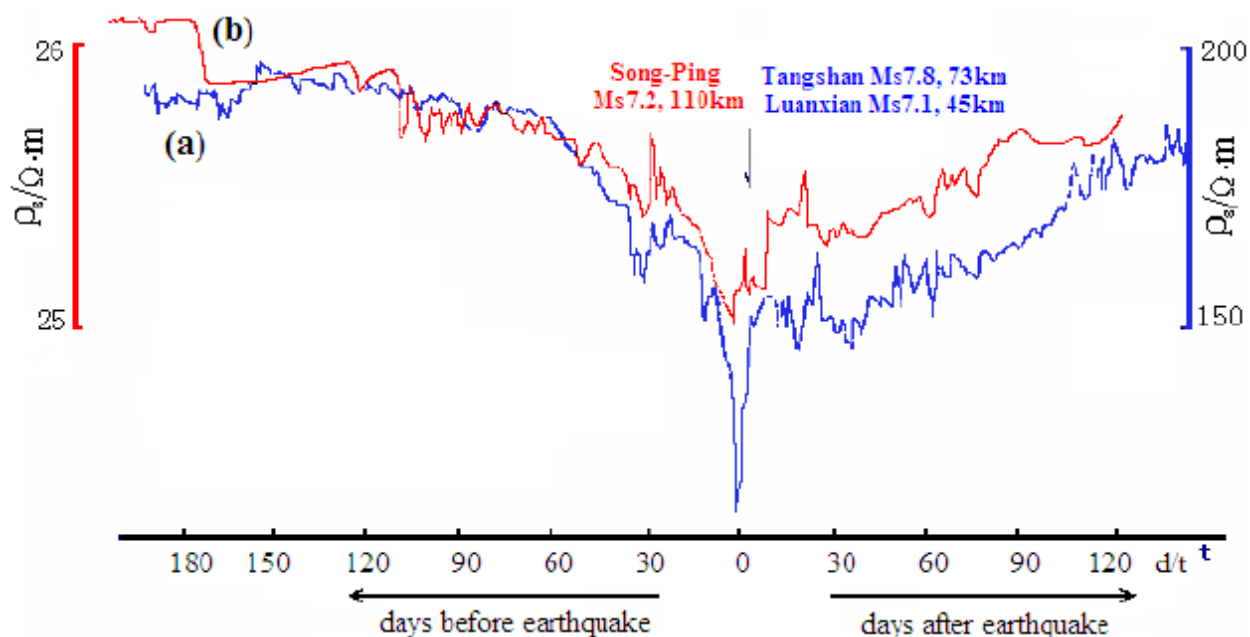


Рисунок 1.15. Измерительная схема, где расстояние между электродами АВ = 1000-2000 м

Использовалась база установок Шлюмберже вертикального электрического зондирования с длиной питающей линии от 100 м до 3000 м.





Рисункок 1.16. Изменение кажущегося сопротивления на станции CLH (80 км от эпицентра) перед М7.8 ТяньШань 28.07.1976г. (а), и на станции WDH (105 км от эпицентра) перед М7.2 Songpan-Pingwu 16.08.1976г.(б)

На рисунках 1.16 представлены наблюдения кажущегося сопротивления на станции CLH (80 км от эпицентра) перед М7.8 ТяньШань 28.07.1976г.), и на станции WDH (105 км от эпицентра) перед М7.2 Songpan-Pingwu 16.08.1976г. Как отмечают авторы исследования неясным остается идентичность формы наблюдаемого падения сопротивления. Землетрясение М7.8 ТяньШань произошло в восточной части Китая, а землетрясение М7.2 Songpan-Pingwu в западной части Китая. Расстояние между эпицентрами землетрясений составляет 1500 км, и станции измерения установлены в местах с разными тектоническими условиями.

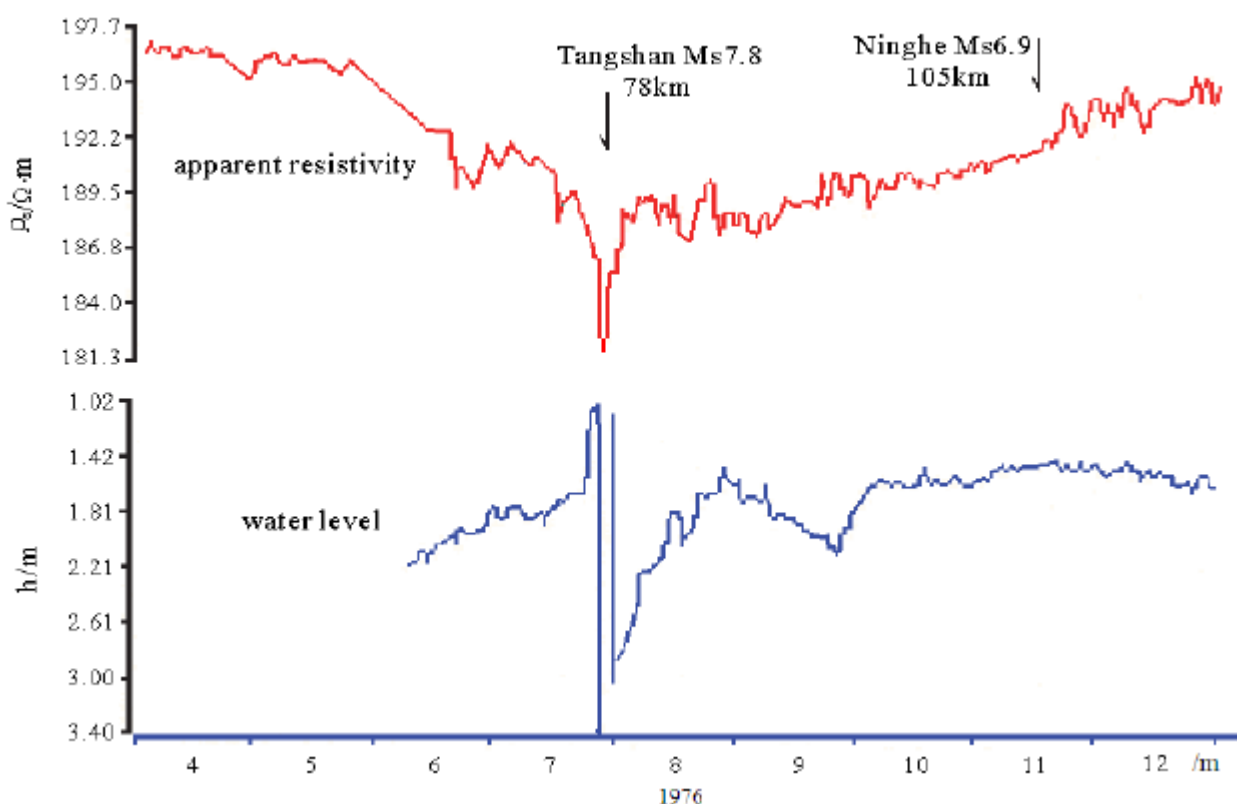


Рисунок 1.17. Сопротивление, наблюдаемое на станции CLH в 80 км от эпицентра М7.8 ТяньШань 28.07.1976г. и уровень подземных вод на расстоянии 20 км от CLH.

На рисунке 1.17 отмечается, что непосредственно до и после землетрясения М7.8 ТяньШань 28.07.1976г. наблюдалось корреляция между падением сопротивления и подъемом воды в скважине. Но авторы отмечают, что ничего подобного не наблюдалось перед афтершоком М6.9 Ninghe (15 ноября 1976г.).

Другими авторами [66] отмечались изменения электросопротивления в пунктах, удалённых до 800 км от эпицентра. В работах на методе дипольных электрических



зондирований (ДЭЗ) на постоянном токе использовалась установка с питающим диполем и несколькими приёмными электродами, разнесёнными до нескольких километров.

Результаты анализа данных по предвестникам электрического сопротивления горных пород остаются дискуссионными. Организация непрерывных наблюдений ДЭЗ имеет определённые трудности, так как требует использования мощных источников тока. В случае ВЭЗ имеет тенденция влияния метеорологических факторов и сезонного хода. Неясна природа аномалий и не определена связь между вариациями кажущегося сопротивления и деформацией.

В качестве промежуточного вывода следует, что исследования по методам электрического зондирования и регистрация однотипными методиками аномального сигнала ЭТП показали наличие корреляции с готовящимися сейсмическими событиями. В то же время наблюдается большое количество ложных тревог на основе данных регистрации ЭТП. Неясен источник аномалии ЭТП: локальный в очаге землетрясения, локальный в месте измерения, региональный, или связан с единым глубинным источником в масштабах планеты? В этой связи первостепенным становится организация непрерывного систематического мониторинга в территориально-распределенной сети с пунктами, разнесёнными на большие расстояния, осуществляемого по единой методике на единой аппаратной основе.

### **1.3. Обоснование и постановка задач исследования**

К настоящему времени накоплен обширный экспериментальный материал по наблюдениям за активизацией геоэлектросферы в период до, во время и после сейсмovolканических событий. В научной литературе пока не существует единой точки зрения на причины возникновения электромагнитных предвестников землетрясений. Существуют различные подходы к интерпретации сейсмоэлектрических явлений и возможной природе (источниках) регистрируемой аномальной величины электротеллурических потенциалов. В существующих гипотетических моделях используются известные механоэлектрические эффекты, такие как пьезоэлектрический эффект [80-84], эффект поляризации кристалла в поле механических напряжений за счёт смещения заряженных точечных дефектов [85, 86], эффект Степанова (появление электрического поля в кристаллическом образце при его деформировании за счёт движения заряженных дислокаций) [87, 88], электрокинетический [89-96] и другие эффекты, полученные при деформировании и разрушении горных пород [97-101]. Иногда появление аномалии объясняется изменением проводимости земной коры [102-105]. В

некоторых случаях естественным объяснением является предположение об изменении химического состава поровой жидкости, омывающей измерительные электроды, что приводит к изменению потенциала двойного электрического слоя на границе порода-электрод [106-108].

Каким образом процессы подготовки землетрясения связаны с появлением аномальных электрических вариаций в точке, отстоящей от очага будущего землетрясения на десятки-сотни и даже тысячи километров? Естественны две альтернативные гипотезы. Согласно одной из них предполагается, что электрические токи большой интенсивности генерируются в области очага и растекаются на большие расстояния. Эта точка зрения лежала в основе большинства экспериментальных полевых наблюдений. Однако, во многих случаях она не подтверждалась. Так, например, Ёшиматцу [109], используя две параллельные измерительные линии в 100 и 1500 м, «видел» эффект перед несколькими землетрясениями только на малой линии, что невозможно было бы при крупномасштабности электрического поля. Ното [47], наблюдая на двух перпендикулярных линиях, отмечает, что аномалии появлялись только на одной линии, что трудно объяснить только неоднородностью проводимости земной коры. Миякоши [110] описывает аномалии от близкого (3 км) достаточно сильного M5.2 землетрясения. Из пяти измерительных линий (две длинные ~600 м на поверхности Земли и три короткие ~30 м в геофизическом тоннеле) эффект появился только на одной короткой линии.

Ранее в разделе показано, что станции измерительных сетей в Греции и Японии демонстрировали избирательность при регистрации аномальных геопотенциалов электрического поля перед землетрясениями [62, 63]; единицы станций показывали сейсмoeлектрические сигналы перед многими землетрясениями [64].

Вторая гипотеза сообщает о том, что будущий очаг является источником крупномасштабных изменений деформации земной коры, вызывающих появление электрических аномалий [111, обзор литературы в 112, 113]. Эта точка зрения лежала в основе большинства лабораторных экспериментов, так как при разрушении небольших образцов наблюдаются такие эффекты, как генерация низкочастотных электромагнитных полей (в основном радиодиапазона), эмиссия заряженных частиц, рентгеновское излучение, свечение, образование микроразрядов в трещинах, части вещества, подвергнутого разрушению, приобретали электрические заряды. Так эффект Степанова был установлен в процессе медленной деформации ионных кристаллов, когда разность потенциалов появлялась между противоположными бортами деформируемого образца. Природа эффекта Степанова не нашла согласования с известными пиро- и пьезоэлектрическими явлениями. В результате работ [см. обзор 112, 113] показано, что

исследуемые процессы в ионных кристаллах связаны с переносом зарядов заряженными дислокациями и точечными дефектами, возникающими под действием механических напряжений в кристаллах.

В ряде исследований предполагалось, что электромагнитные импульсы, появляющиеся во время процесса разрушения вещества, вызываются электрическими разрядами между бортами трещин или колебаниями в газоразрядной микроплазме, которая образуется внутри трещины. Механизм радиоизлучения может быть также связан с ускорением хаотически заряженных берегов трещин, возникающих при разрушении. В породах, содержащих кварц или другие пьезоэлектрики, возможная причина данного явления заключается в пьезоэффекте, который приводит к генерации поля во время резкого сброса напряжений в образцах при разрушении. Все указанные механизмы радиоизлучения трещин нередко рассматриваются в теории как возможные причины, объясняющие происхождение электромагнитных сигналов перед землетрясениями. При этом совершенно не учитывается, что в радиодиапазоне поля сильно поглощаются в проводящих слоях земли [114], и поэтому они не могут выйти из очага землетрясения, расположенного на глубине в десятки километров и, тем более, 600 км, где вещество пластично, как в случае с глубоководными землетрясениями ( $D > 400$  км).

В работе [115] предполагалось, что не очаг землетрясения является источником радиоимпульсов, а распространение из гипоцентра других факторов, таких как механические напряжения в тектоносфере, приводит к регистрации радиоимпульсов в точке наблюдения.

Сейсмические волны, распространяющиеся в земной коре на далёкие расстояния от места возникновения, могут приводить к сейсмoeлектрическим эффектам, в частности, заключающимся в появлении разности потенциалов между заглублёнными электродами. Объяснение было предложено в работе [91] и рассмотрено подробно [112, 113], основано на электрокинетических эффектах в жидкости, заполняющей капилляры и трещины приповерхностного слоя земли. Изменение электрических потенциалов жидкости и стенок капилляров связано с изменением капиллярного давления при деформации грунта в волне.

Сейсмoeлектрические явления в принципе могут объяснить экспериментально наблюдаемые величины электрических сигналов. Окончательный вывод можно будет сделать тогда, когда будут надёжно определены электрокинетические параметры среды, её влагосодержание и пористость.

В разделе 1.1. проведен обзор результатов регистрации геопотенциалов электрического поля в задачах оперативного прогнозирования землетрясений. Суммируем сказанное: величина аномальных сигналов практически не зависела от разноса электродов

на расстояние по горизонтали; аномалии электрического сигнала проявлялись избирательностью измерительных линий на одной станции вне зависимости от направления на эпицентр. Известны случаи, когда аномальный электрический сигнал наблюдался на более дальней от эпицентра станции и отсутствовал на близких; когда аномальный электрический сигнал наблюдался на одной из станций, находящихся в нескольких километрах друг от друга.

Для сравнения в Греции при многолетнем (более 20 лет) наблюдении за сейсмoeлектрическими предвестниками землетрясений также не наблюдалась синхронность в аномальных сигналах на распределённой сети станций. Ранее был приведён рисунок 1.9 с графиком аномалий сигналов на Иоанийской станции (Греция), которая также как станция на о-ве Кодзусима (Япония) демонстрировала «чувствительность» к подготовке многих землетрясений, располагавшихся на разных расстояниях, в то время как для большинства случаев ни одна другая станция греческой сети не регистрировала одновременно похожий сигнал. Почему в случае с измерительной системой на о-ве Кодзусима (Япония) из четырёх измерительных линий только три коротких измерительных линии зарегистрировали аномальный сигнал, а длинная измерительная линия показала слабовыраженную аномалию (см рисунок 1.10)? Ответом на вопрос является то, что регистрируется интегрированный сигнал, включающий в себя воздействие большого количества трудно учитываемых и трудно-контролируемых факторов. Но остаётся открытым вопрос почему на четвертой короткой измерительной линии станции (YRK) не наблюдался синхронный аномальный сигнал?

Необходимо заметить, что подход к регистрации электротеллурических потенциалов является однотипным у многих исследователей: однонаправленные или разнонаправленные по горизонтали на десятки метров или несколько километров электроды, заглублённые на десятки-первые метры в приповерхностной части разреза. Накопленный опыт регистрации параметров электротеллурического поля позволяет отметить несогласованный характер вариаций электротеллурических потенциалов, их мозаичность распространения: аномальные сигналы наблюдаются, но регистрируются не на всех измерительных линиях одной станции; аномальные сигналы появляются несинхронно на разных измерительных линиях; отсутствуют синхронные сигналы на региональной сети. Как показывает опыт, подобная избирательность и интегральный характер измеряемых геопотенциалов электрического поля приводят к большому числу ложных тревог. Автор в научной работе применяет методику Д.А.Кузнецова [65] и исследует гипотезу: с целью увеличения величины полезного сигнала нужно располагать на близком (не более 10 метров) расстоянии многоэлектродные системы,

расположенными горизонтально в вертикальных шурфах. Такой подход позволяет проводить измерения нестационарных геоэлектрических процессов на границе тектоносфера-атмосфера по единой методике. Информативные нестационарные вариации разности геоэлектрических потенциалов наблюдаются на достаточно небольших расстояниях как между различными близкорасположенными многоэлектродными системами, так и между отдельными электродами, как во временной, так и в частотной области.

Вторым существенным пробелом в организованном исследовании аномалий ЭТП является их ограниченность регионом регистрации. На греческом и японском опыте показано, что одна станция демонстрировала «чувствительность» к подготовке многих землетрясений, располагавшихся на разных расстояниях, в то время как для большинства случаев ни одна другая станция сети не регистрировала похожий сигнал. Что происходит в других сейсмоактивных регионах на интервале оперативного упреждения сильного землетрясения? Организация территориально распределенной сети на основе традиционных методов регистрации ЭТП представляется малоперспективным и дорогостоящим мероприятием, поэтому автор применил методику Д.А.Кузнецова в силу своей дешевизны для организации международной сети пунктов геоэлектрического мониторинга с целью синхронной регистрации разности геоэлектрических потенциалов в других сильно удалённых регионах земли (в том числе сейсмоопасных) с последующим совместным анализом. Этот методический аспект следует также из открытого М.Ботом сейсмоглобального эффекта [15,16]. Следовательно, мониторинг распределённого глобального сейсмoresурса на международной сети многоэлектродных станций путём регистрации нестационарных геоэлектрических процессов на границе тектоносфера-атмосфера перед сильными катастрофическими землетрясениями позволит со временем наработать статистику для проведения обоснованных теоретических оценок каким образом процессы подготовки землетрясения связаны с появлением аномальных геоэлектрических сигналов в пункте, отстоящем от очага будущего землетрясения на десятки-сотни и даже тысячи километров и избирательность появления аномального геоэлектрического сигнала на измерительных каналах.

Таким образом, на основании проведённого анализа методов измерений, проведенного в разделах 1.1-1.3 сформулируем задачу исследования 1:

Задача 1. Организация международной территориально-распределённой сети регистрации нестационарных электрических процессов на границе тектоносфера-атмосфера, осуществляемых по единой методике.

Задача 1 разбивается на следующие подзадачи:

- разработка программно-аппаратных средств для регистрации геоэлектрических процессов в приповерхностной части разреза (на границе тектоносфера-атмосфера) с помощью компактных многоэлектродных измерительных систем в близкорасположенных шурфах (методика Д.А.Кузнецова);

- разработка программных средства для хранения, поиска, обработки, анализа геоэлектрических данных мониторинга в постоянно-действующем операционном центре, организация архива и открытого доступа к записям международной сети геоэлектрического мониторинга;

- организация международной сети геоэлектрического мониторинга на основе разработанных программно-аппаратных средств на территории, охватывающей Евразийскую часть земной коры с координатами по широте от  $42^{\circ}\text{C}$  до  $56^{\circ}\text{C}$  и долготе от  $14^{\circ}\text{B}$  до  $159^{\circ}\text{B}$ .

Традиционные применяемые методы решения проблемы прогноза землетрясений основываются на поиске и анализе корреляционных связей между аномальными сигналами систем геофизического мониторинга и сейсмичностью [77, 78]. Исследуя временные ряды многоэлектродной системы на длительных временных интервалах, следует ожидать, что коэффициент корреляции пар каналов будет превышать значения 0,9, так как многоэлектродная система представляет собой компактную систему, а расстояние между шурфами не превышает 10 метров. Исследуем нестационарные геоэлектрические процессы на границе тектоносфера-атмосфера с целью проверки предположения, что будет наблюдаться всплеск (падение) медианы коэффициента корреляции пар каналов.

Задача 2. Исследование поведения медианы коэффициента корреляции пар каналов многоэлектродной системы и ее связь с сейсмичностью.

В связи с тем, что организация непрерывного международного мониторинга на основе традиционных методов регистрации ЭТП представляется дорогостоящим и малоперспективным мероприятием, поэтому применим методику Д.А.Кузнецова в силу своей дешевизны для накопления данных международной сети геоэлектрических измерений и проверим гипотезу: с целью увеличения величины полезного сигнала нужно расположить на близком (не более 10 метров) расстоянии многоэлектродные системы. Это позволяет улучшить качество и информативность регистрации вариаций разности геоэлектрических потенциалов в приповерхностной части разреза, предшествующих сильным землетрясениям с  $M8+$  на глобальном масштабе.

Задача 3. Исследование нестационарных геоэлектрических сигналов на границе тектоносфера-атмосфера, предшествующих сильным землетрясениям с магнитудой  $M \geq 8$ , на глобальном масштабе с 2001 по 2015гг, не.

Отметим, что прогностическая ценность любых геофизических наблюдений является априорно неочевидной – это показывает сложившаяся практика в области прогноза землетрясений. Прогностическая ценность наблюдений становится очевидной лишь после достаточно углублённой их обработки (А.А. Любушин). Очевидно, что в отличие от лабораторных условий, где эксперимент проводится в контролируемых условиях, выделение аномального сигнала в системе геофизического наблюдения является неформализованным искусством, основанным на опыте и интуиции эксперта. При формализации прогноза могут возникать ошибки, так как опыт и интуиция исследователя значительно превосходят способности к формализации. В ситуации выделения предвестникового сигнала по определённым ранее параметрам, у исследователя возникает возможность и свобода выбора. Поэтому требуются автоматизированные методы и комплекс алгоритмов, позволяющие повысить отношение сигнал/шум, чтобы из множества регистрируемых процессов выделить максимально общую для всех тенденцию и пренебречь индивидуальными особенностями каждого процесса и места проведения измерений. Такие алгоритмы были разработаны и впоследствии применены А.А. Любушиным для анализа данных регистрации микросейсмических шумов японской широкополосной сейсмической сетью F-net, что позволило сделать заблаговременный прогноз времени и силы, ожидаемой цунамигенной катастрофы 11 марта 2011г. в Японии [29-38]. Указанные методы и алгоритмы характеризуются определенной универсальностью и применимы к обработке самых разных данных. В выполняемой работе *предполагается использование данного математического аппарата и программных средств для анализа данных, получаемых на создаваемой международной сети геоэлектрических измерений.*

Источником разнородных геофизических данных в исследовании являются временные ряды разности геоэлектрических потенциалов, полученных по единой методике в сети пунктов наблюдения, расположенных на Камчатке, Алтае, Италии, Крыму и временные ряды свойств сейсмического шума, регистрируемого региональными сетями широкополосных сейсмических станций, данные от которых свободно доступны в интернете (сеть F-net на Японских островах).

Как следует из краткого описания данных, приведённого выше, они представляют большой объем разнородной информации. Выделение в этих многомерных временных рядах и потоках событий эффектов когерентного поведения требует применения

специальных методов комплексного анализа. Для решения поставленной задачи планируется применение алгоритмов анализа многомерных данных систем мониторинга, разработанного А.А. Любушиным, который является эффективным средством обнаружения скрытых связей между процессами, в том числе различной природы и структуры [125, 137]. Важной составной частью разработанных алгоритмов является предварительный анализ разномасштабных временных рядов с целью выделения безразмерных и не зависящих от конкретной природы измеряемого сигнала признаков поведения временного ряда в последовательных непересекающихся временных интервалах малой длины. Значительная часть методов основана на анализе канонических когерентностей многомерных спектральных матриц и канонических корреляций коэффициентов вейвлет-разложений сигналов, как в скользящих временных окнах, так и по всей имеющейся выборке (т.н. метод агрегированных сигналов). Целью этих алгоритмов является выделение очень слабых нестационарных сигналов общего происхождения, имеющих как гармоническое колебательное поведение, так и резко нестационарного, всплескового характера, в многомерных временных рядах мониторинга с определением их характерных периодов (временных масштабов) [125, 137]. Таким образом, сформулируем задачу исследования 2:

Задача 4. Применение комплекса алгоритмов к разнородным временным рядам с целью установления статистически значимого эффекта глобальной когерентности разнородных геофизических данных (геоэлектрические, сейсмические) и катастрофическими сейсмическими событиями.

### **Выводы**

1. Выполнен обзор методов исследования геоэлектрических процессов в земле: традиционных методов регистрации разности геоэлектрических потенциалов, методов контроля электрического сопротивления и метода Д.А. Кузнецова, основанного на использовании компактных многоэлектродных измерительных систем.

2. Выявлены методические проблемы традиционных методов: регистрация аномалий только на части измерительных линий, ограниченность региона регистрации конкретным районом.

3. Показана необходимость организовать непрерывный систематический мониторинг разности геоэлектрических потенциалов на основе территориально-распределенной сети, осуществляемый по единой методике, и разработать методы анализа временных рядов, регистрируемых такой сетью. Для реализации указанной идеи сформулированы четыре задачи исследования.



## ГЛАВА 2. Информационно-измерительная система сети геоэлектрических измерений

С учетом опыта измерений электротеллурических потенциалов [52-55], организованных Г.А.Соболевым, на Камчатке в апреле 2001г. были начаты ежесуточные измерения разности геоэлектрических потенциалов, осуществляемых с помощью методики Д.А.Кузнецова [65, 117-119, Приложение 2].

В исследовательской работе накоплен многолетний архив нестационарных геоэлектрических сигналов, которые имеют разный характер вариаций как между различными многоэлектродными системами, так и между отдельными электродами, как во временной, так и в частотной области. Эмпирически выработан критерий выделения аномалии прогностического признака: на фоне нарастания/снижения геоэлектрической активности и/или на фоне медленноменяющихся сигналов наблюдаются кратковременные (от нескольких десятков минут до нескольких часов) знакопеременные или однополярные геоэлектрические сигналы или последовательности сигналов, отличающиеся по величине амплитуды более чем в 2.7...3.14 раза от фона.

На рисунке 2.1 приведен пример суточной вариации разности геоэлектрических потенциалов, переменная составляющая на станции С1-ШЭП в измерительном канале ЦО1 на базе 10 м (расстояние между общим проводом и электродом №1 в центральном шурфе). Видно, что медленноменяющийся сигнал осложнен пульсациями, которые, однако, не удовлетворяют критерию отбора по амплитуде.

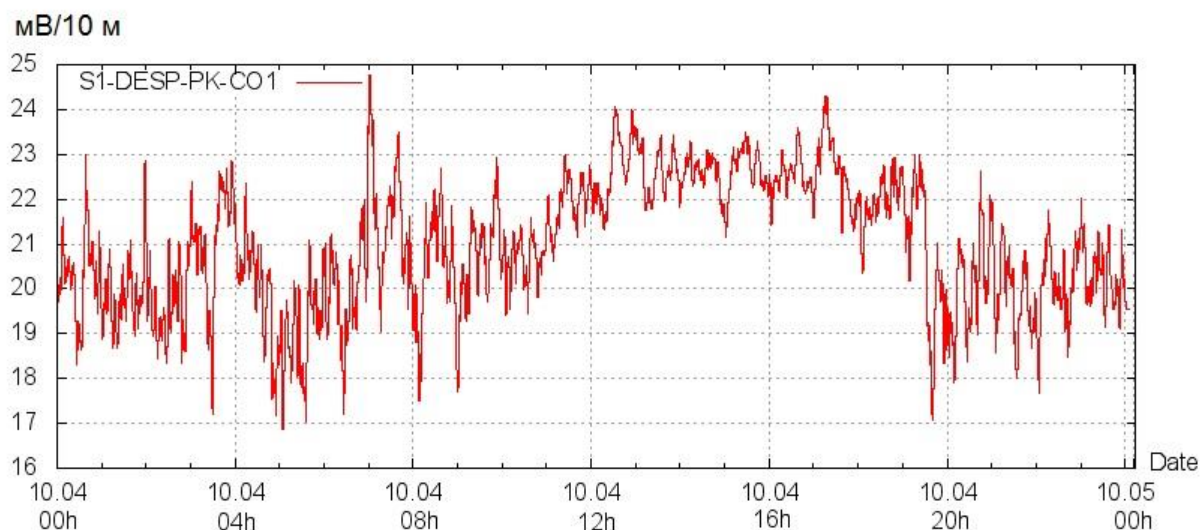


Рисунок 2.1. Суточная (04.10.2016 г.) вариация разности потенциалов, переменная составляющая в канале ЦО1 на станции С1-ШЭП-Камчатка

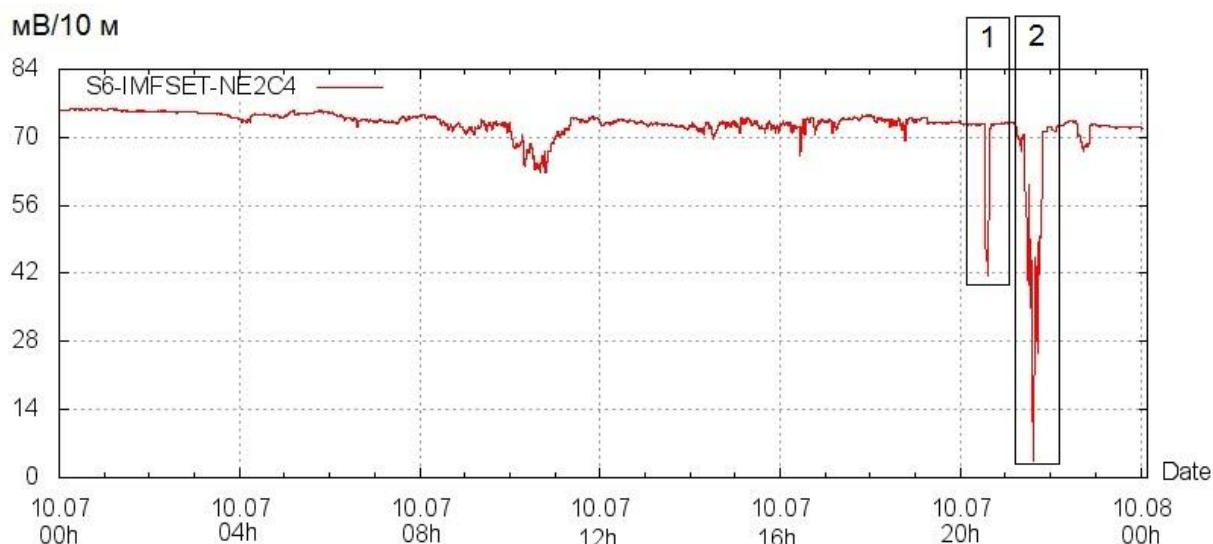


Рисунок 2.2. Суточная (07.10.2016 г.) вариация разности потенциалов, переменная составляющая в канале СВ2Ц4 станции С6-ИМФПЭТ (Италия), где №1 и №2 обозначают моменты контрастных всплесков

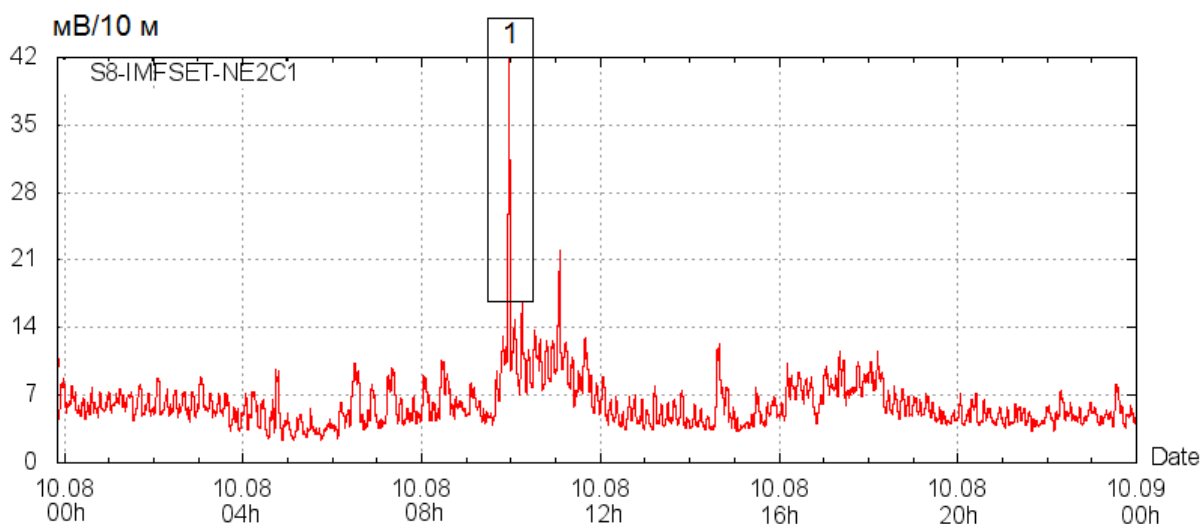


Рисунок 2.3. Суточная (08.10.2016 г.) вариация разности потенциалов, переменная составляющая в канале СВ2Ц1 на станции С8-ИМФПЭТ-Крым, где №1 обозначает момент контрастного всплеска

На рисунках 2.2 и 2.3 приведены примеры, удовлетворяющие критерию отбора по амплитуде: достаточно контрастные геоэлектрические сигналы кратковременно превысили суточный ход вариаций разности потенциалов. Регистрация кратковременных контрастных геоэлектрических сигналов требует разработки программно-аппаратного комплекса для централизованного сбора, хранения и обработки данных геоэлектрического

мониторинга в удалённых местах северного полушария – п-ов Камчатка, горный Алтай, Чёрное море (п-ов Крым), Италия.

## 2.1. Сеть станций геоэлектрических измерений

В районах геофизического мониторинга оперативный сбор и последующая обработка геофизической информации осуществляется наземными автоматизированными системами. С 2001 г. автор в инициативном порядке проводит организационно-технические работы с целью синхронной регистрации нестационарных геоэлектрических процессов в сети измерительных пунктов, показанных на рисунках 2.4 и 2.5. В настоящий момент функционируют 12 пунктов измерения разности потенциалов в приповерхностной части разреза, параметры которых представлены в таблице 2.1 [117-119, 138]. ПК в графе местоположение означает Петропавловск-Камчатский. Технически станция С1-ШЭП-ПК представляют собой одну станцию, разделённую на две ввиду ограничения на число входных каналов используемого измерительного оборудования.

Таблица 2.1 – Информация о сети многоэлектродных станций

| Имя станции      | Местоположение            | Широта, град. с.ш. | Долгота, град. в.д. | Число каналов | Начало измерений, год |
|------------------|---------------------------|--------------------|---------------------|---------------|-----------------------|
| 1                | 2                         | 3                  | 4                   | 5             |                       |
| С1-ШЭП           | ПК, Камчатка              | 53°03'             | 158°39'             | 16            | 2012                  |
| С1-ШЭП (шурф ЮЗ) |                           |                    |                     | 13            |                       |
| С1-ИМФПЭТ        | Елизово, Камчатка         | 53° 15'            | 158° 26'            | 16            | 2013                  |
| С2-ИМФПЭТ        | ПК, Камчатка              | 53° 03''           | 158° 38'            | 14            | 2012                  |
| С3-ИМФПЭТ        | ПК, Камчатка              | 52° 59'            | 158° 40'12''        | 16            | 2012                  |
| С7-ИМФПЭТ        | ПК, Камчатка              | 52° 59'            | 158° 40'27''        | 16            | 2013                  |
| С4-ИМФПЭТ        | Эссо, Камчатка            | 55° 55'            | 158° 42'            | 14            | 2012                  |
| С5-ИМФПЭТ        | Горно-Алтайск             | 51° 57'            | 85° 58'             | 16            | 2012                  |
| С6-ИМФПЭТ        | Кьети, Италия             | 42° 22'            | 14° 8'              | 16            | 2013                  |
| С8-ИМФПЭТ        | Крым, Россия              | 45° 76'            | 33.48°              | 16            | 2014                  |
| С9-ИМФПЭТ        | Пиццоли, Италия           | 42° 42'            | 13°29'              | 16            | 2015                  |
| С10-ИМФПЭТ       | Тула, Тульская область    | 54° 16'            | 37°58'              | 16            | 2016                  |
| С11-ИМФПЭТ       | Ефремов, Тульская область | 53° 16'            | 38°19'              | 16            | 2016                  |

Некоторые ранние результаты исследований изложены в депонированных рукописях ВИНТИ РАН (Приложение 2).



Рисунок 2.4 – 1) Петропавловск-Камчатский, 2) Елизово, 3) Эссо. Расстояние ПК-Эссо ~300 км



Рисунок 2.5 – Сеть многоэлектродных станций: 1 – группа из 5 станций в районе г.Петропавловск-Камчатский и Елизово, 2 – Эссо, 3 – Горно-Алтайск, 4 – Крым, 5 – 2 станции в Италии, 6 – п.Ефремов, 7 – г.Тула

Измерения, выполненные на шурфе в Тульском государственном университете показывают, что внутреннее сопротивление двухполюсника, состоящего из электрода шурфа и общего провода составляет величину порядка сотни Ом, для двухполюсника, состоящего из электродов в разных шурфах – около единиц кОм. Такие величины

внутренних сопротивлений требуют использования системы сбора данных с дифференциальным входом.

На станции С1-ШЭП-ПК регистрация разности потенциала была начата 06 апреля 2001г. Для измерения использовался цифровой мультиметр с высокоомным входом. Измерения проводились с трёхчасовым интервалом за исключением ночных часов (00:00, 00:03). На станции С2-ИМФПЭТ-ПК были начаты измерения 13 июля 2007. Для измерения использовался цифровой мультиметр с высокоомным входом. Измерения проводились с трёхчасовым интервалом за исключением ночных часов (00:00, 00:03).

Временные ряды станций с 2012 года представляют собой равномерно распределенные по времени значения, оцифрованные с частотой дискретизации 1 с.

Автоматические ежесекундные измерения выполняются в частотном диапазоне 0.01–4000 Гц. Измерения проводятся с помощью многоканального сертифицированного измерительного USB-модуля E14-140M (ООО Л-Кард, Россия, сертификат No. 38403 от 2010/03/03), внесённого в Государственный реестр средств измерений (No.43195-09). Для ввода, вывода и обработки аналоговой и цифровой информации совместно с модулем LCARD-E-14-140M используется персональный компьютер/ноутбук с процессором Intel CORE™ i3 с сопутствующим программным обеспечением. Обмен данными между станцией геоэлектрических измерений и сервером [<http://cosmetecor.org>] осуществляется посредством сети интернет. Оборудование пунктов наблюдений функционирует внутри помещений с нормальными климатическими условиями. Для исключения потерь информации при сбоях электропитания использование встроенной батареи (ИБП), что обеспечивает электропитание ноутбука выбранного класса в течение времени около не менее 120 минут.

Станции работают в автономном режиме и осуществляют передачу данных на центральный сервер, доступный в Интернет по адресу <http://cosmetecor.org/>. Данные доступны в виде текстовых файлов по адресу <ftp://cosmetecor.org>

Автоматические измерения проводятся в формате UT-времени.

## **2.2. Организация обработки нестационарных геоэлектрических сигналов на границе тектоносфера-атмосфера**

Блок-схема информационно-измерительной системы представлена на рисунке 2.6. и состоит из двух частей: модуля сбора данных и сервера для приема, анализа и хранения данных.

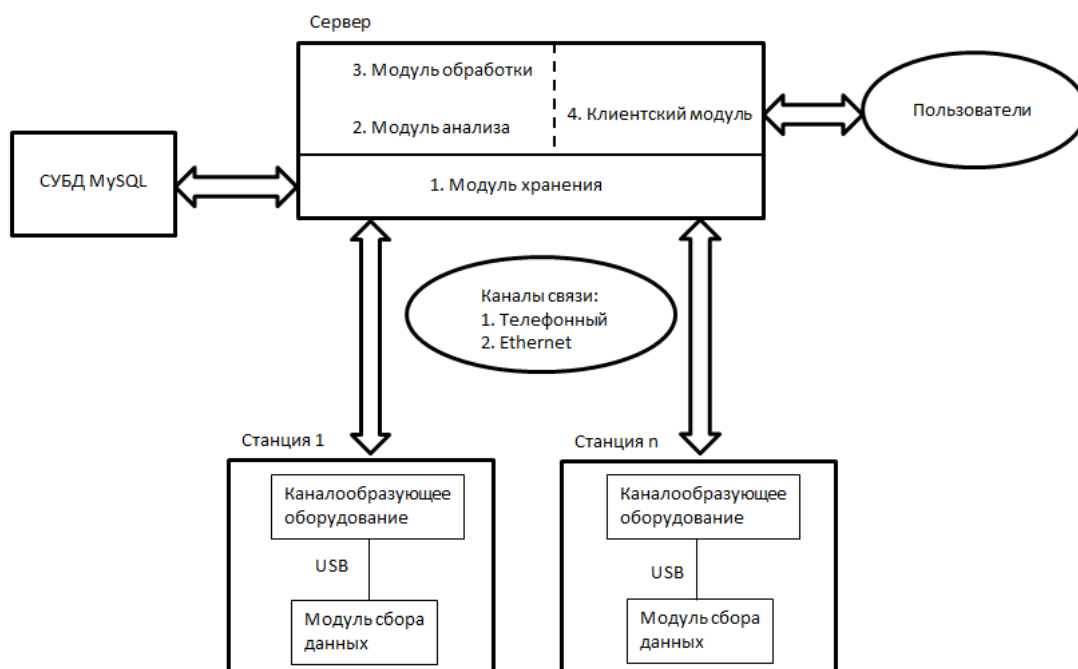


Рисунок 2.6. Блок-схема информационно-измерительной системы

На рисунке 2.7 показан общий вид модуля сбора данных.



Рисунок 2.7. Измерительный блок на базе E14-140M (16 каналов)

Сигналы пар электродов оцифровываются с частотой дискретизации 12.5 или 14 кГц, расчёт постоянной и переменной составляющей выполняется программно. В качестве меры переменной составляющей выступает средневыпрямленное значение переменной составляющей напряжения. Схема программной обработки сигналов показана на рисунке 2.8.

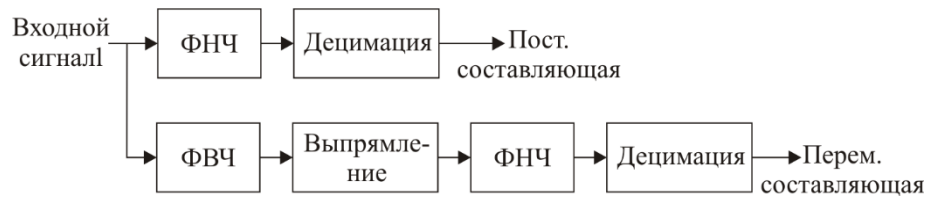


Рисунок 2.8 – Схема обработки сигналов

Постоянная составляющая вычисляется путем применения к исходному сигналу фильтра нижних частот (ФНЧ) (БИХ-фильтр, 6-й порядок, частота среза 10.0 мГц) и последующей децимацией до частоты дискретизации 1 Гц. Переменная составляющая вычисляется путем последовательного применения фильтра верхних частот (ФВЧ) (БИХ-фильтр, 6-й порядок, частота среза 4 Гц), выпрямления полученного сигнала и последующего применения ФНЧ (БИХ-фильтр, 6-й порядок, частота среза 10 мГц). В качестве фильтров используются цифровые фильтры Бесселя.

Указанная схема обработки аналогична измерениям постоянной и переменной составляющим с помощью мультиметра и была выбрана для обеспечения сопоставимости результатов со старыми измерениями на Камчатке, что необходимо для калибровки аппаратуры в целом.

ПО для аппаратуры регистрации нестационарных геоэлектрических сигналов позволяет использовать как классические БИХ-фильтры, так и каскад биквадратных фильтров.

Передаточная функция цифрового БИХ-фильтра N-го порядка записывается в виде:

$$H_N(z) = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} b_i z^{-i}}{\sum_{i=0}^{N-1} a_i z^{-i}}, \quad (2.1)$$

где  $b_i$  – коэффициенты числителя передаточной функции,  $a_i$  – коэффициенты знаменателя передаточной функции,  $N$  – порядок фильтра,  $z$  – комплексная переменная.

Передаточная функция биквадратной секции записывается в виде

$$H_2(z) = \frac{b_0 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}}{a_0 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2}}, \quad (2.2)$$

Параметры цифровых фильтров – порядок фильтра и (коэффициенты передаточной функции) загружаются из файла

В зависимости от числа входных каналов измерительный модуль может настраиваться на частоту дискретизации 12.5 кГц (16 каналов) или 14к Гц (14 каналов).

Для обоих частот дискретизации выполнен синтез цифровых фильтров, обеспечивающих реализацию схемы обработки, показанной на рисунке 2.8, с одинаковыми частотными характеристиками. Всего было синтезировано два ФНЧ и два ФВЧ в биквадратных структурах. Коэффициенты фильтров приведены в таблицах 2.2-2.5.

Для фильтра, параметры которого приведены в таблице 2.2, коэффициент усиления каждой секции:  $k_i = 0.99874650557515340784$ ,  $i = 1...3$ .

Для фильтра, параметры которого приведены в таблице 2.3, коэффициент усиления каждой секции:  $k_i = 0.99947224617424686152$ ,  $i = 1...3$ .

Для фильтра, параметры которого приведены в таблице 2.4, коэффициент усиления каждой секции:  $k_i = 5.0355000787080716181431387990885 \cdot 10^{-12}$ ,  $i = 1...3$ .

Для фильтра, параметры которого приведены в таблице 2.5, коэффициент усиления каждой секции:  $k_i = 1$ ,  $i = 1...3$ .

Таблица 2.2 – Коэффициенты биквадратных секций ФВЧ для выделения переменной составляющей, число каналов 14

| № секции | Числитель |       |       | Знаменатель |                        |                        |
|----------|-----------|-------|-------|-------------|------------------------|------------------------|
|          | $b_0$     | $b_1$ | $b_2$ | $a_0$       | $a_1$                  | $a_2$                  |
| 1        | 1         | -2    | 1     | 1           | -1.9952370671023195175 | 0.99524383284128422464 |
| 2        | 1         | -2    | 1     | 1           | -1.9979869787305973791 | 0.997990097311170452   |
| 3        | 1         | -2    | 1     | 1           | -1.9992365618330388837 | 0.99923814221178942731 |

Таблица 2.3 – Коэффициенты биквадратных секций ФВЧ для выделения переменной составляющей, число каналов 16

| № секции | Числитель |       |       | Знаменатель |                        |                        |
|----------|-----------|-------|-------|-------------|------------------------|------------------------|
|          | $b_0$     | $b_1$ | $b_2$ | $a_0$       | $a_1$                  | $a_2$                  |
| 1        | 1         | -2    | 1     | 1           | -1.9993326378960376734 | 0.99933277077660196143 |
| 2        | 1         | -2    | 1     | 1           | -1.9997183089525196799 | 0.99971837012960751014 |
| 3        | 1         | -2    | 1     | 1           | -1.9998932739658340900 | 0.99989330495141391189 |



Таблица 2.4 – Коэффициенты биквадратных секций ФНЧ для выделения постоянной составляющей, число каналов 14

| №<br>секции | Числитель |       |       | Знаменатель |                        |                        |
|-------------|-----------|-------|-------|-------------|------------------------|------------------------|
|             | $b_0$     | $b_1$ | $b_2$ | $a_0$       | $a_1$                  | $a_2$                  |
| 1           | 1         | 2     | 1     | 1           | -1.9999943362407139374 | 0.99999433625028534385 |
| 2           | 1         | 2     | 1     | 1           | -1.9999948074317044712 | 0.99999480745249819588 |
| 3           | 1         | 2     | 1     | 1           | -1.9999961159923466909 | 0.99999611603340487551 |

Таблица 2.5 – Коэффициенты биквадратных секций ФНЧ для выделения постоянной составляющей, число каналов 16

| №<br>секции | Числитель |       |       | Знаменатель |                        |                        |
|-------------|-----------|-------|-------|-------------|------------------------|------------------------|
|             | $b_0$     | $b_1$ | $b_2$ | $a_0$       | $a_1$                  | $a_2$                  |
| 1           | 1         | 0     | 0     | 1           | -1.9996828493999012105 | 0.99968287941115717201 |
| 2           | 1         | 0     | 0     | 1           | -1.9997091936585336811 | 0.99970925885834378352 |
| 3           | 1         | 0     | 0     | 1           | -1.9997823923555356545 | 0.99978252110024965472 |

На рисунках 2.9 и 2.10 показаны частотные характеристики ФВЧ и ФНЧ.

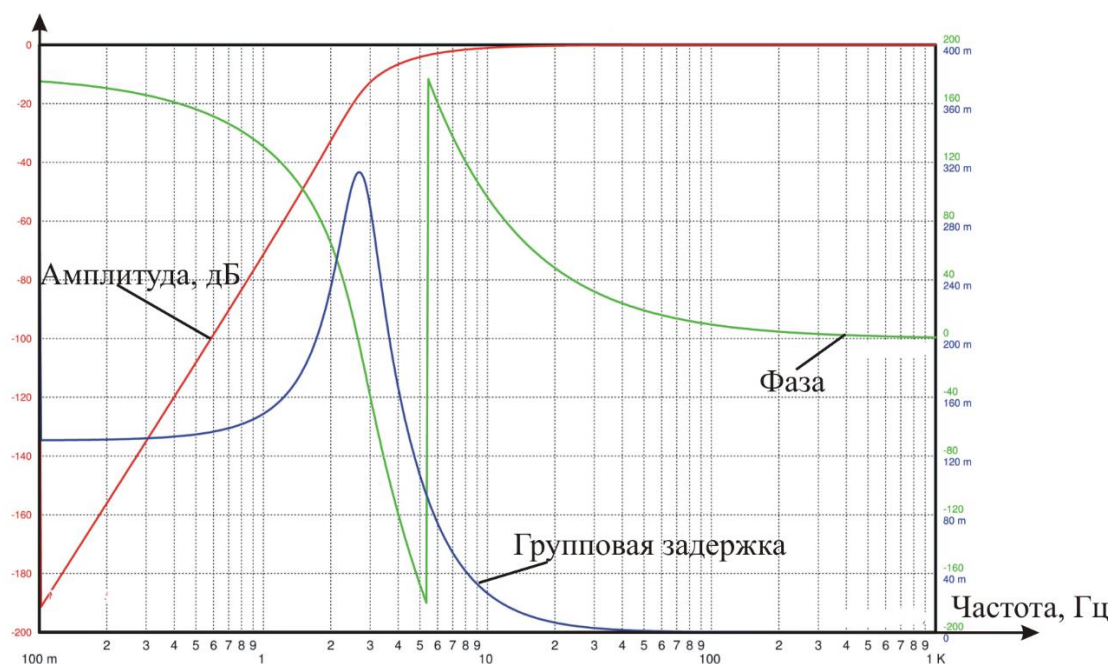


Рисунок 2.9 – АЧХ, ФЧХ, групповая задержка для ФВЧ: красная линия обозначает амплитуду в дБ, синяя – фазу, °, зеленая – групповую задержку в с

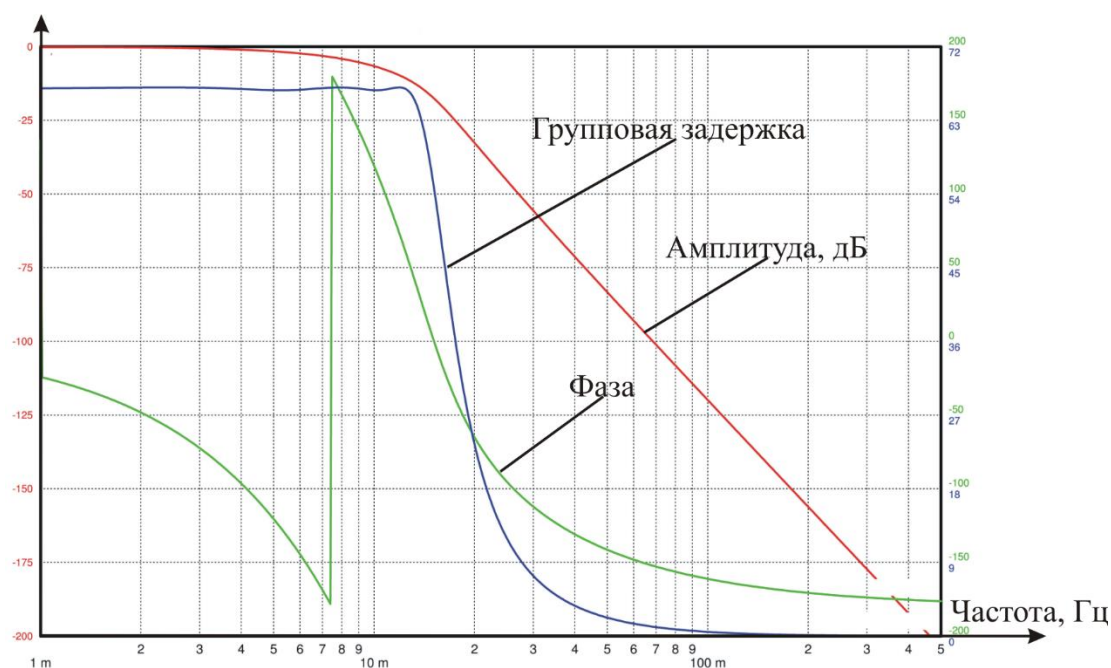


Рисунок 2.10 – АЧХ, ФЧХ, групповая задержка для ФНЧ: красная линия обозначает амплитуду в дБ, синяя – фазу, °, зеленая – групповую задержку в с

Параметры работы ПО для аппаратуры для регистрации нестационарных геоэлектрических сигналов через геосреду настраиваются с помощью конфигурационного файла E14.ini, расположенного в папке с исполняемым файлом. Редактированием конфигурационного файла указываются параметры сбора данных (число каналов, код диапазона измерений, частота дискретизации, имена файлов, содержащих коэффициенты фильтров и др.).

Пример:

[general section]

Emulation=0

ChannelCount=16

LogRawData=1

SampleRate=12500

DefaultRange=0

LowFreqSine=0

# 0 - 10B, 1 - 2.5B, 2 - 0.625B, 3 - 0.15625B

FramesToSkip=20

BasePrefix=desp

```
[Filters]
DCFilter=DCFilter16.txt
ACFilter=ACFilter16.txt
///показаны первые два канала.
[Channel0]
Name=CO1
Inverse=0
[Channel1]
Name=C12
Inverse=0
```

ПО на клиентской машине вызывается путем обращения через любой файл-менеджер к рабочему каталогу ПО и запуск на выполнение файла E14\_app.exe. Файл запускается без каких-либо дополнительных «ключей» и префиксов.

При появлении окна ПО начинается автоматическое чтение сигналов с аппаратуры для регистрации разностей потенциалов на парах электродов, что отображается как входной сигнал в левом столбце «DC» (постоянная составляющая) и правом столбце «AC (переменная составляющая)». На рисунке 2.11 показан пример окна ПО.

Число временных рядов для каждой станции равно двукратному числу каналов. Так для станции С1-ШЭП-ПК временной ряд содержит 32 значения разностей потенциалов, первые 16 из которых – постоянная составляющая, последующие 16 – переменная составляющая соответствующих каналов.

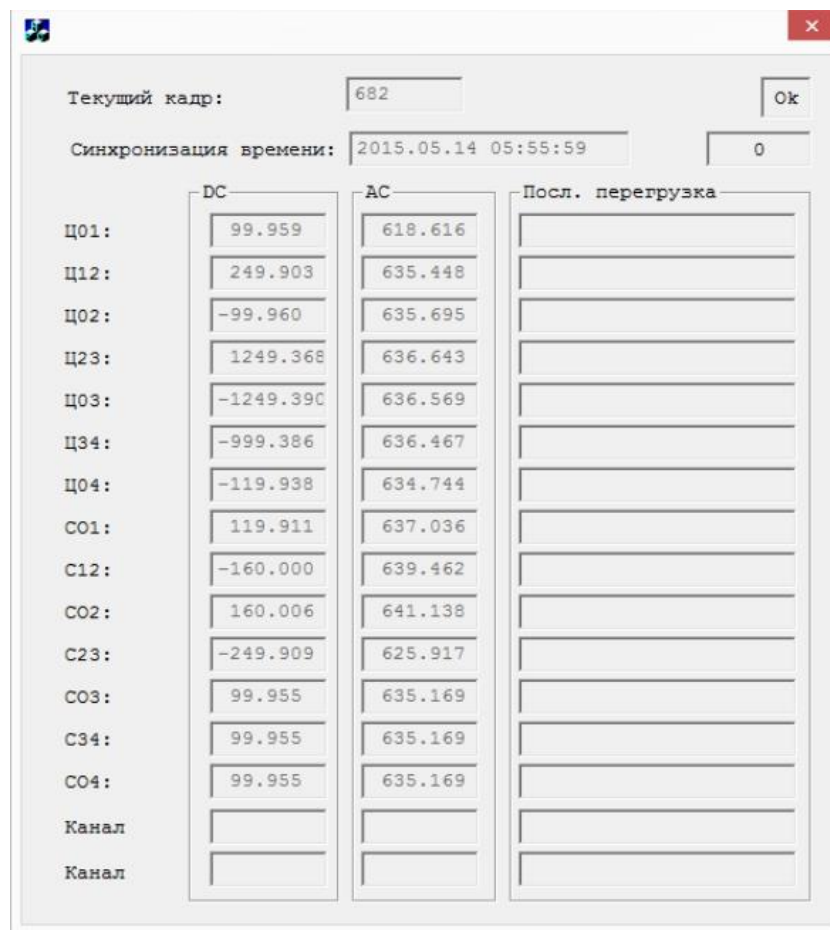


Рисунок 2.11 – Окно для отображения в реальном времени уровня сигналов в каналах одной станции

### 2.3. Программная часть постоянно-действующего операционного центра сети геоэлектрических измерений и графическое представление данных

С учётом географической распределённости пункты геоэлектрических измерений связаны с центральным сервером через сеть Интернет по технологии (Ethernet, ADSL, сотовые сети 3G/4G), которые могут использоваться при организации доступа в Интернет в конкретном месте расположения пункта наблюдений [120].

Программное обеспечение сервера включает в себя операционную систему Ubuntu (Debian GNU/Linux) и СУБД MySQL. Программное обеспечение (ПО) для сбора данных с территориально разнесённых пунктов геоэлектрических измерений разработано в виде комплекта скриптов, выполняемых на центральном сервере и на клиенте (пункте наблюдения).

ПО для сбора данных с сети пунктов геоэлектрических измерений выполняет следующие функции:

- программное обеспечение работает полностью в автономном режиме;

– обслуживает клиентскую и серверную части системы.

ПО для сбора данных с территориально разнесённой сети пунктов измерений обеспечивает:

- снятие показаний со всех периферийных измерительных пунктов (датчиков) на единый момент времени;
- автоматическую коррекцию (синхронизацию) времени датчиков мониторинга с погрешностью не более  $\pm 5$  секунд в сутки с заданной периодичностью;
- обеспечивает устойчивость хранимых данных к разрушению и уничтожению, связанных с неисправностями технических средств, системными ошибками и ошибочными действиями пользователей;
- защиту от несанкционированного доступа при передаче данных;
- контроль полноты и объёма собранной информации со всех измерительных пунктов;
- конфигурирование и настройку параметров выполнения измерений и иных действий;
- ведение журналов результатов сбора, обработки и загрузки данных.

Общая блок-схема постоянно-действующего операционного центра представлена на рисунке 2.12.

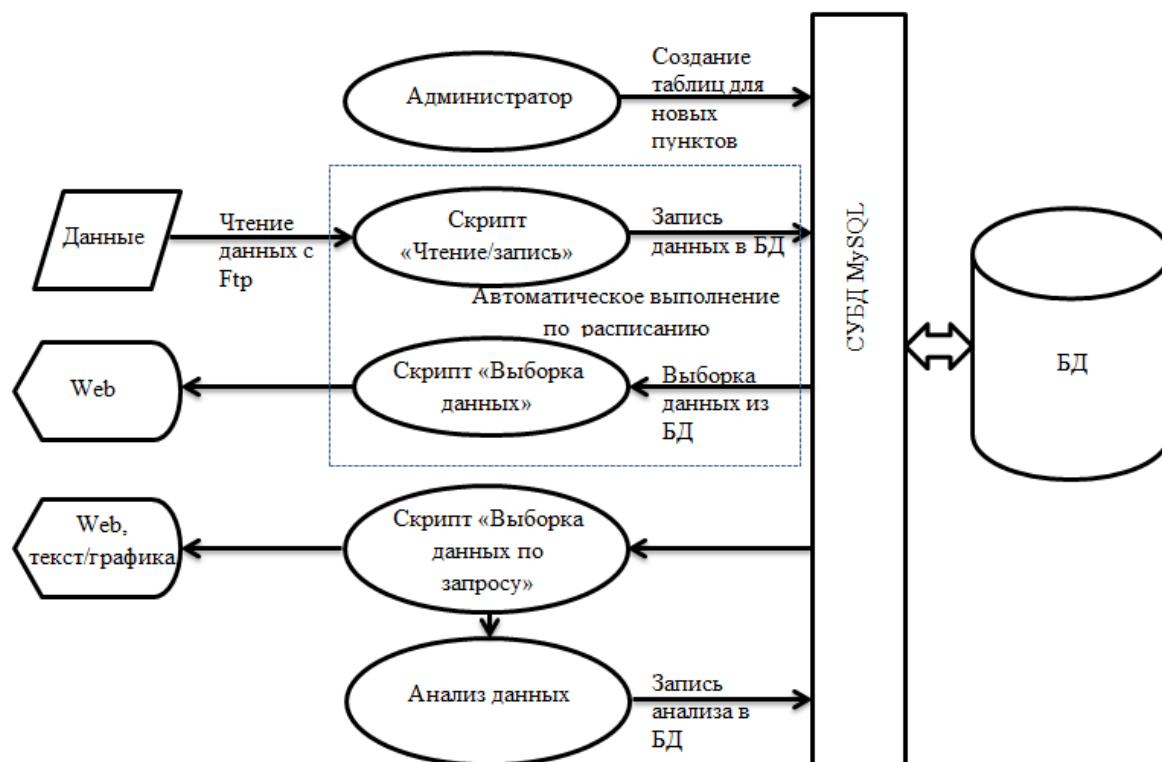


Рисунок 2.12 – Схема информационного взаимодействия операционного центра

ПО сервера обеспечивает ввод, хранение, графическое представление, выборки данных для анализа данных геоэлектрических измерений и комплекса геофизических наблюдений (рисунок 2.12).

Пункты наблюдения работают под операционной системой Windows, включают клиентское программное обеспечение, которое осуществляет упаковку в архив и передачу по расписанию (с заданной периодичностью) файлов на сервер по стандартному протоколу ftp. Клиентское программное обеспечение реализовано в виде набора скриптов командного процессора (файлы cmd). Для работы клиентского программного обеспечения необходимо установить архиватор и ПО для работы с протоколом ftp.

ПО сервера включает в себя набор скриптов для создания таблиц новых пунктов наблюдения и новых видов наблюдения (Администратор). Серверное программное обеспечение выполняет, также с заданной периодичностью, обработку поступивших данных и загрузку их в локальную базу данных (скрипт «чтение/запись»). Реализована предварительная обработка (усреднение) и формирование графиков для визуального анализа оператором (скрипт «Выборка данных»). Доступ к графикам осуществляется через web-интерфейс. Графики формируются по каждому виду измерений для каждого пункта за 2 и 30 дней.

Реализован скрипт «Выборка данных по запросу», который служит для графического представления, обработки и анализа данных геоэлектрических измерений в совокупности с любым другим видом геофизических измерений. В частности в скрипте реализованы ряд математических функций, расчет скользящего среднего различных типов, трендов (линейного, кубического, полиномиального) и корреляционный анализ временных рядов. Запись результатов анализа осуществляется в БД с возможностью последующей обработки, сравнения и дополнения.

Серверная часть реализована с использованием свободно-распространяемого ПО на скриптовом языке Ruby. Ruby – мультипарадигмальный, динамический, рефлексивный, императивный, функциональный, интерпретируемый высокоуровневый язык программирования для быстрого и удобного объектно-ориентированного программирования.

Для работы серверной части, в базе данных созданы таблицы со структурой, приведённой в таблицах:

В таблице 2.6 channels\_name хранятся наименования каналов для разных станций. В таблице 2.7 download – параметры запуска проверки обновлений и загрузки данных. В таблице 2.8 error\_read\_se – пути к файлам, которые не получилось прочитать. В таблице

2.9 se\_measurements\_[источник], где [источник] – условное наименование данного пункта и данного вида измерений, хранятся непосредственно результаты измерений.

ПО для сбора данных с территориально разнесённых измерительных пунктов реализовано как функционально законченное, предназначенное для работы в автономном режиме.

Таблица 2.6 – Структура таблицы channels\_name (Каналы)

| Имя поля         | Содержание поля                  | Тип поля     | Дополнительные опции |
|------------------|----------------------------------|--------------|----------------------|
| id               | Ключ                             | int          | AUTO_INCREMENT       |
| channel_name_eng | Английское название канала       | varchar(255) | -                    |
| channel_name_rus | Русское название канала          | varchar(255) | -                    |
| code             | Имя таблицы, к которой относится | varchar(255) | -                    |
| channel_num      | Номер канала                     | int          | -                    |

Таблица 2.7 – Структура таблицы Download (Загрузка)

| Имя поля    | Содержание поля            | Тип поля     | Дополнительные опции |
|-------------|----------------------------|--------------|----------------------|
| id          | Ключ                       | int          | AUTO_INCREMENT       |
| text        | Название данных            | varchar(255) | -                    |
| ruby        | Файл-скрипт обновления     | varchar(255) | -                    |
| timeout_sec | Период проверки обновлений | int          | -                    |
| date        | последний раз обновлялось  | datetime     | -                    |

Таблица 2.8 – Структура таблицы error\_read\_se (Ошибки чтения)

| Наименование | Описание                              | Тип данных   | Дополнительные свойства |
|--------------|---------------------------------------|--------------|-------------------------|
| id           | Ключ                                  | int          | AUTO_INCREMENT          |
| date         | Дата                                  | datetime     | -                       |
| path         | Путь к файлу                          | varchar(255) | -                       |
| key          | Имя таблицы, к которой относится файл | varchar(255) | -                       |

Таблица 2.9 – Структура таблицы se\_measurements (Измерения)

| Наименование | Описание | Тип данных | Дополнительные |
|--------------|----------|------------|----------------|
|--------------|----------|------------|----------------|

|      |                                                                 |          |                |
|------|-----------------------------------------------------------------|----------|----------------|
|      |                                                                 |          | свойства       |
| id   | Ключ                                                            | int      | AUTO_INCREMENT |
| date | Дата                                                            | datetime | индекс         |
| v0   | Значение на канале (число каналов разное для разных источников) | double   | -              |
| v1   |                                                                 | double   | -              |
| v31  |                                                                 | double   | -              |

Программное обеспечение реализовано в виде набора скриптов на языке программирования Ruby с использованием дополнительных библиотек (gem в терминологии ruby): sequel, mechanize, seven\_zip\_ruby, logging, daemon. Хранение числовых данных осуществляется в базе MySQL, в которой созданы таблицы (см. таблицу 2.6-2.9). Для работы ПО для сбора геоэлектрических сигналов в сети геоэлектрических измерений дополнительно устанавливаются следующие компоненты: сервер СУБД mysql; gnuplot; ruby 2.0 со следующими библиотеками: nokogiri, mysql2, sequel, xmlsimple, gnuplot, daemon, logging, oily\_pngkamel, zip, sinatra, sinatra/contrib, webrick, haml, sanitize, ruby-bbcode, sinatra/partial, mechanize; веб-сервер, Apache. Формат файлов \*.log, в которых распространяется информация о значениях ЭДС постоянного и переменного тока унифицирован и описан в файле, доступном по ссылке [ftp://cosmetecor.org/SE\\_Name.doc](ftp://cosmetecor.org/SE_Name.doc).

Фрагмент файла 20140101-S3IMFSET.log показан в таблице 2.10.

Таблица 2.10 – Фрагмент файла 20140101-S3IMFSET.log

| Data       | Time    | ЮЗО1=  | ЮЗО12=  | ЮЗО2=  | ЮЗО3=  | ЮЗО3=  | ...  | ЮЗО1~   | ЮЗО12~ |
|------------|---------|--------|---------|--------|--------|--------|------|---------|--------|
| 1          | 2       | 3      | 4       | 5      | 6      | 7      | 8-18 | 19      | 20     |
| 2015.01.01 | 0:00:01 | 50.455 | -29.562 | 19.572 | 21.974 | 42.115 |      | 284.478 | 0.73   |
| 2015.01.01 | 0:00:02 | 50.453 | -29.562 | 19.575 | 21.974 | 42.111 |      | 284.499 | 0.73   |
| 2015.01.01 | 0:00:03 | 50.452 | -29.562 | 19.577 | 21.974 | 42.108 |      | 284.521 | 0.73   |

Файл формата \*.log представляет собой текстовый файл, в котором информация представлена в колонках фиксированной ширины. Описание формата приведено в таблице 2.11.

Таблица 2.11 – Формат файла \*.log

| № элемента | Колонки | Тип информации | Описание содержимого |
|------------|---------|----------------|----------------------|
|------------|---------|----------------|----------------------|



| 1 | 2    | 3                                        | 4                                                                                      |
|---|------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 1    | Целое число, 8 знаков<br>через точку     | Четыре цифры года, две цифры номера<br>месяца (1-12), две цифры день месяца (1-<br>31) |
| 2 | 2    | Целое число, 8 знаков<br>через двоеточие | Две цифры часа (00-23), две цифры<br>минут (00:59), две цифры секунд (0-59)            |
| 3 | 3-18 | Целое число                              | 1 сек измерения постоянная и переменная<br>составляющая                                |

С учетом географической распространенности пунктов геоэлектрических измерений их оборудование работает в малообслуживаемом режиме и обслуживается минимальным количеством персонала, подготовленного соответствующим образом (изучившего документацию на указанное оборудование, знакомого с нормами и правилами техники безопасности при работе электрооборудованием). Системное программное обеспечение и коммуникационное оборудование пунктов геоэлектрических измерений обеспечивает удалённый доступ (удалённый рабочий стол, удалённый терминал) по сети Интернет для проведения работ по диагностике состояния и профилактическому обслуживанию компьютерного и коммуникационного оборудования, расположенного на пункте наблюдений.

Программное обеспечение для анализа и обработки данных геоэлектрических измерений предназначено для выполнения совместной визуализации и анализа многоканальных данных. ПО разработано:

- 1) для платформы Windows и в виде веб-сервиса;
- 2) обеспечивает визуализацию текущих и архивных данных результатов геоэлектрических измерений;
- 3) обеспечивает сохранение результатов обработки в графические файлы форматов JPEG и(или) TIFF;

При визуализации обеспечивается маркировка фаз луны, начала и конца солнечного 27-суточного цикла.

Для визуального исследования взаимосвязи наблюдаемых сигналов и сейсмической активности, обеспечивается маркировка на графических зависимостях выбранных пользователем сейсмических событий, информация о которых получена из архивов сейсмических данных, доступных в сети Интернет.

Таким образом, ПО состоит из следующих модулей:

1) набора скриптов (файлов с расширением .rb), запускаемых на сервере по расписанию и формирующих графические файлы, содержащие графическое представление необходимой информации;

2) веб-страниц (файлов с расширением .html), обеспечивающих доступ пользователя к графикам данных геоэлектрических измерений и сейсмическим данным. Скриптовые модули разработаны на языке программирования Ruby с использованием дополнительных библиотек (gem в терминологии ruby): sequel, mechanize, seven\_zip\_ruby, logging, daemon. Веб-страницы разработаны на языке программирования HTML. Список файлов с исходным кодом ПО и их назначение представлены в таблице 2.12.

Таблица 2.12 – Список файлов, входящих в состав ПО

| № | Имя файла            | Описание                                                                                                                                                          |
|---|----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | 2                    | 3                                                                                                                                                                 |
| 1 | gen_image.rb         | скрипт, управляющий созданием графиков, запускается службой, через указанные промежутки времени и строит серии графиков при помощи gnuplot.rb                     |
| 2 | gnuplot.rb           | скрипт, непосредственно рисующий график (входные данные: тип графика, временной промежуток, имя таблицы, имя поля таблицы, по которому будет происходить выборка) |
| 3 | day_se_table.html    | страница выбора станции и диапазона дат                                                                                                                           |
| 4 | geo.html             | страница отображения выборки сейсмических данных                                                                                                                  |
| 5 | se_measurements.html | страница отображения графиков измерений                                                                                                                           |

Скрипт gnuplot.rb реализует отображение нескольких типов графиков:

1) gen\_image\_impulse\_triple — импульсное отображение землетрясений из каталога USGS (<http://earthquake.usgs.gov>). Если глубина меньше 300км отображаем импульс положительным, если больше, то отрицательным. Отображаются три отдельных графика для событий с магнитудой менее M5, от M5 до M6 и более M6.

2) `gen_image_impulse_up_down.rb` — импульсное отображение Камчатских землетрясений (<http://emsd.ru/ts/all.php>). Если глубина меньше 100 км отображаем импульс положительным, если больше, то отрицательным.

3) `gen_image_line_hms_large.rb` — график данных геоэлектрических измерений через геосреду. На графике геоэлектрических измерений отображаются фазы луны и особые астрономические точки, используемые в концепции «Космо-Метео-Тектоника» [117].

Графическое отображение выборок из баз сейсмических данных показано на рисунках 2.13-2.15.

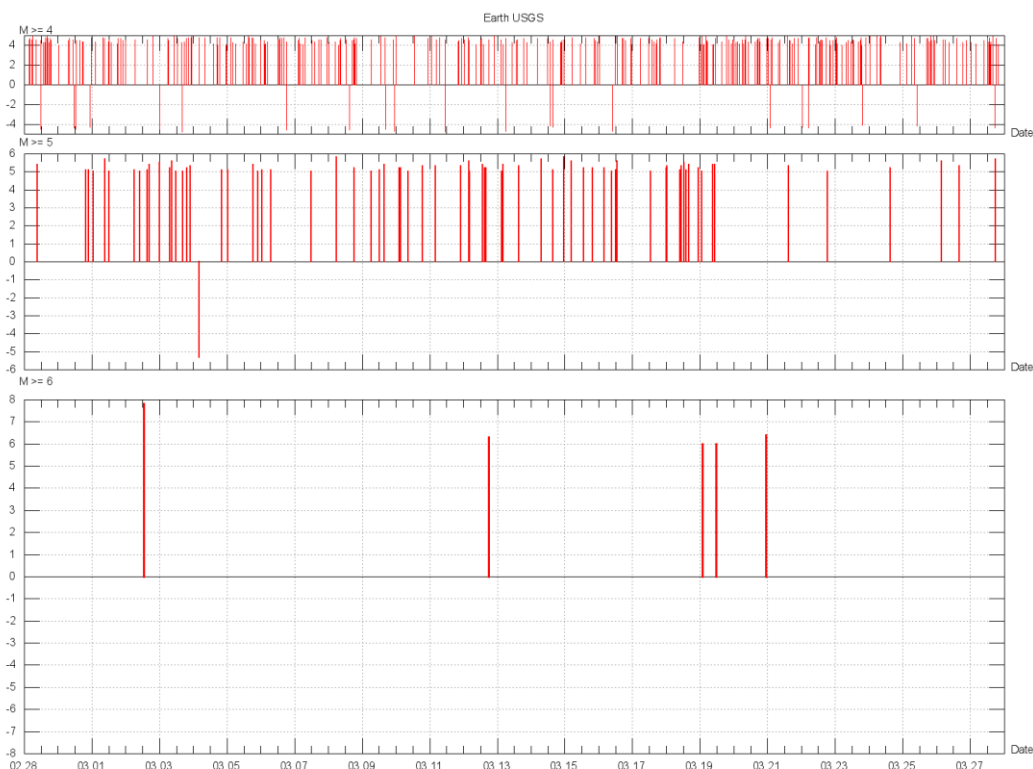


Рисунок 2.13 – Графическое отображение выборки из базы USGS

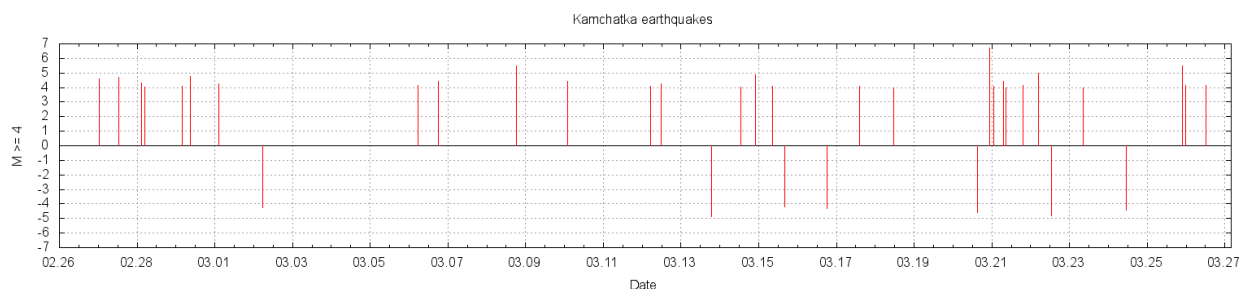


Рисунок 2.14 – Графическое отображение выборки из базы Камчатского филиала ГС РАН

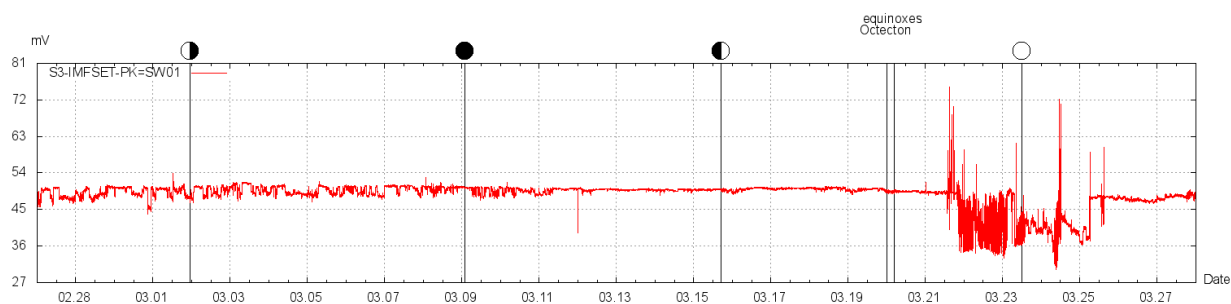


Рисунок 2.15 – Данные СЗ-ИМФПЭТ, канал ЮЗО1

Формирование графиков на сервере осуществляется без участия оператора в автономном режиме по расписанию. Доступ к данным, формируемым ПО осуществляется с помощью веб-браузера. На рисунке 2.16 показан интерфейс выбора станции и диапазона дат. Доступен выбор конкретной станции и следующие диапазоны дат:

- Alternative (2 days) – переменная составляющая, 2 суток;
- Alternative (30 days) – переменная составляющая, 30 суток;
- Direct (2 days) – постоянная составляющая, 2 суток;
- Direct (30 days) – постоянная составляющая, 30 суток

| Stations         | Alternative (2 days) | Alternative (30 days) | Direct (2 days)    | Direct (30 days) |
|------------------|----------------------|-----------------------|--------------------|------------------|
| S1-DESP-PK       | S1-DESP-PK           | S1-DESP-PK            | S1-DESP-PK         | S1-DESP-PK       |
| S1-DESP-UZ       | S1-DESP-UZ           | S1-DESP-UZ            | S1-DESP-UZ         | S1-DESP-UZ       |
| S1-IFSET-ELISOVO | S1-IFSET-ELISOVO     | S1-IFSET-ELISOVO      | S1-IFSET-ELISOVO   | S1-IFSET-ELISOVO |
| S2-IFSET-PK      | S2-IFSET-PK          | S2-IFSET-PK           | S2-IFSET-PK        | S2-IFSET-PK      |
| S3-IFSET-PK      | S3-IFSET-PK          | S3-IFSET-PK           | S3-IFSET-PK        | S3-IFSET-PK      |
| S4-IFSET-ESSO    | S4-IFSET-ESSO        | S4-IFSET-ESSO         | S4-IFSET-ESSO      | S4-IFSET-ESSO    |
| S5-IFSET-ALTAI   | S5-IFSET-ALTAI       | S5-IFSET-ALTAI        | S5-IFSET-ALTAI     | S5-IFSET-ALTAI   |
| S6-IFSET-IT      | S6-IFSET-IT          | S6-IFSET-IT           | S6-IFSET-IT        | S6-IFSET-IT      |
| S7-IFSET-PK      | S7-IFSET-PK          | S7-IFSET-PK           | S7-IFSET-PK        | S7-IFSET-PK      |
| S8-IMFSET        | S8-IMFSET 2-days     |                       | S8-IMFSET 30-days  |                  |
| S9-IMFSET        | S9-IMFSET 2-days     |                       | S9-IMFSET 30-days  |                  |
| S10-IMFSET       | S10-IMFSET 2-days    |                       | S10-IMFSET 30-days |                  |

Рисунок 2.16 – Окно браузера в режиме выбора станции измерений и диапазона дат

При выборе станции и диапазона дат открывается страница, на котором друг под другом отображаются данные всех каналов. Пример отображения данных станции S3-ИМФЭТ показан на рисунке 2.15.

На сервере реализовано ПО предварительной обработки временных рядов многоэлектродных станций для последующего анализа методом агрегированных

```

graph TD
    Start([начало]) --> SelectStation[/выбор станции/]
    SelectStation --> Loop1{i = 0  
пока i < числа каналов}
    Loop1 --> CreateFile[Создаем пустой файл  
1) для средних  
2) для неполного часа]
    Loop1 --> Loop2{seek = 0  
пока seek < числа данных}
    CreateFile --> Loop2
    Loop2 --> Loop3{i = 0  
пока i < числа каналов}
    Loop3 --> RunScript[Запуск  
Скрипта-обработчика  
(seek, имя канала, имя станции)]
    Loop3 --> Loop2
    RunScript --> UpdateSeek[Seek += размер загруженных  
данных из БД за раз]
    UpdateSeek --> Loop2
    Loop2 --> End([Конец])

```

В соответствии с блок-схемой на рисунке 2.17 осуществляется:

- выбор станции для обработки,
- создание файла по количеству каналов на станции, в которых накапливаются средние значения за час,
- создание временных файлов для текущего времени (стартовое значение - первая секунда данных станции из БД) и неполного часа при расчёте среднего,
- запуск скрипта-обработчика в цикле с параметрами: текущая позиция в БД, название канала, название таблицы.

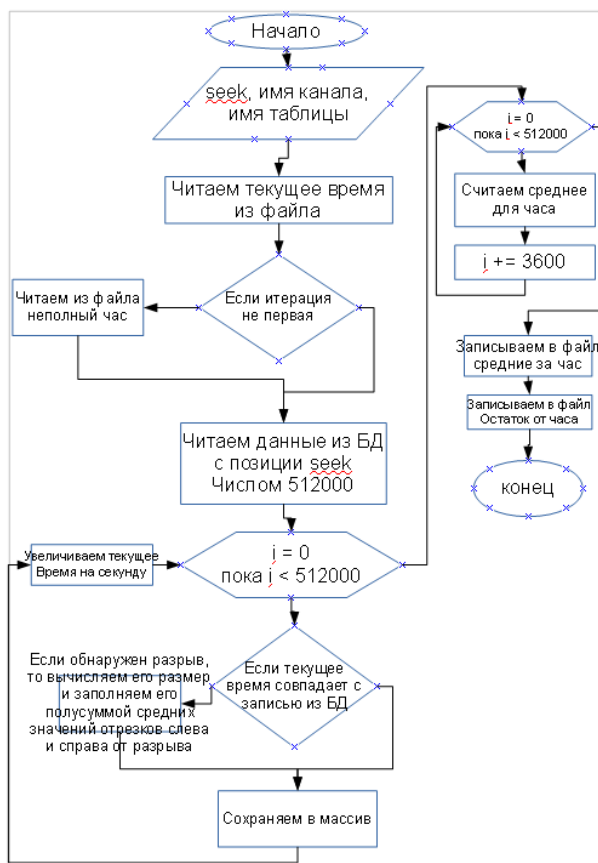


Рисунок 2.18 – Блок-схема реализации скрипта-обработчика

В соответствии с блок-схемой на рисунке 2.18 осуществляется:

- загрузка из базы данных 512000 записей по одному каналу после текущей позиции,
- чтение текущего времени из файла,
- если есть файл с остатками массива из прошлой итерации, то добавляем его в массив,
- последовательная проверка каждой записи на предмет разрыва с текущим временем,

- если обнаружен разрыв, то вычисление его размера и заполнение его полусуммой средних значений отрезков слева и справа от разрыва. Получаем по запросу из БД данные требуемых отрезков,

- вычисление среднего для каждого часа после обработки 512000 записей и запись в файл. Остаток массива (неполный час) записывается в файл для следующей итерации.



Рисунок 2.19 – Блок-схема реализации скрипта «винзоризация»

В соответствии с блок-схемой на рисунке 2.19 осуществляется скрипт сглаживание ( $\sigma$ )

- 1) чтение файла со средними за час,
- 2) расчет  $x$ -среднего,
- 3) вычисление  $\sigma$ ,
- 4) проверка всего массива на отклонение больше  $4\sigma$ . Если отклонение превосходит  $4\sigma$ , то заменяем значение на  $4\sigma$ ,
- 5) повторяем пункты 2-4 до тех пор пока не перестанет изменяться  $\sigma$  (отклонение всех значений массива не превосходит  $4\sigma$ ).

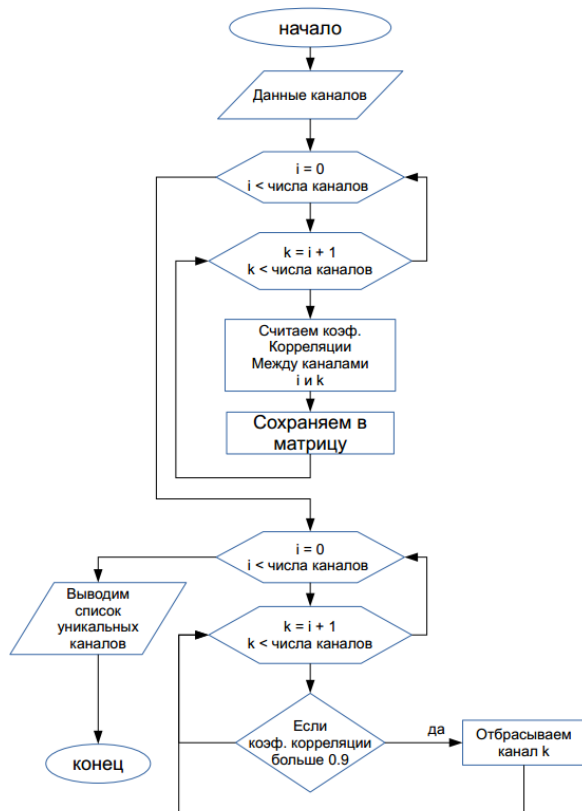


Рисунок 2.20 – Блок-схема реализации скрипта селекция каналов по коэффициенту корреляции

В соответствии с блок-схемой на рисунке 2.20 осуществляется скрипт:

- вычисление коэффициент корреляции для каждой пары каналов.
- запись вычисленного значения в матрицу,
- проверка коэффициента корреляции для пар каналов на условие, если значение превышает 0.9 по модулю, то этот канал может быть отброшен.
- отбрасываем каналы с большим

номером.

#### **2.4. Геоэлектрические измерения в 2001-2016гг. на Камчатке**

Сильное землетрясение непосредственно на территории Камчатки – Корякское (Олюторское) землетрясение 20.04.2006г. с М7.6 было успешно спрогнозировано ДШ «Космо-Метео-Тектоника». Краткосрочный региональный на камчатском п-ве прогноз сильного землетрясения зимой-весной 2006г. был разработан на основе результатов геоэлектрических измерений в декабре 2005г. и озвучен на совещании «Снижение сейсмических рисков в Курило-Камчатской зоне» 07 декабря 2005 г., проводившемся Министерством ЧС РФ (Москва), Российским экспертным советом по прогнозу землетрясений (Москва) и Институтом теории прогноза РАН (г.Москва). Иллюстративные материалы к краткосрочному прогнозу были депонированы в ВИНТИ РАН [121]. Краткосрочный региональный прогноз сильного землетрясения зимой-весной 2016г. был также разработан на основе результатов геоэлектрических измерений и передан средствами электронной связи в Российский Экспертный Совет (научный секретарь А.Рузайкин, E-mail: a.ruzaykin@yandex.ru, получено 25 декабря 2015 г.). Сильное землетрясение непосредственно на территории Камчатского полуострова произошло 30 января 2016 г. (03:25UT) на расстоянии ~100 км от Петропавловска-Камчатского. Его магнитуда составила М7.2. Координаты широта 53.978°N; долгота 158.546°E.

#### **2.5. Выводы ко второй главе**

По результатам геофизических исследований проведённых на сети измерительных пунктов целесообразно производить измерения на выходе датчиков с высокой точностью с помощью 16-разрядных АЦП с частотой дискретизации до 14 кГц.

Разработана схема обработки сигналов и выполнен синтез цифровых фильтров, обеспечивающих реализацию схемы измерения аналоговых измерений с помощью мультиметра, для обеспечения сопоставимости результатов со старыми измерениями на Камчатке с 2001 г. по 2012 г.

Разработана схема информационного взаимодействия операционного центра, работающего под управлением операционной системы Ubuntu (Debian GNU/Linux) и СУБД MySQL.

Разработано ПО для ввода, хранения, графического представления, выборки данных и анализа данных геоэлектрических измерений и комплекса геофизических

наблюдений в виде комплекта скриптов на языке Ruby, выполняемых на центральном сервере.

Разработан интернет-сайт, обеспечивающий свободный доступ к графикам через web-интерфейс [<http://cosmetecor.org>]. Графики формируются по каждому виду измерений и комплексу геофизических наблюдений (сейсмические, астрофизические и космофизические) для каждого пункта наблюдений за 2 и 30 дней.

Разработаны алгоритмы, выполняющие предварительную обработку временных рядов, для последующего анализа методом агрегированных сигналов:

- вычисления среднего для каждого часа;
- сглаживание (винзоризация);
- селекция каналов по коэффициенту корреляции (более 0.9 по модулю).

Автоматизация процессов ввода и анализа данных в едином операционном центре позволили сформулировать в декабре 2005 г. краткосрочный региональный прогноз сильного с магнитудой M7+ землетрясения зимой-весной 2006г., реализовавшийся Олюторским землетрясением непосредственно на территории Камчатки – Корякском нагорье 20.04.2006г. с M7.6; а также краткосрочный региональный прогноз сильного с магнитудой M7+ землетрясения зимой-весной 2016г, реализовавшийся 30 января 2016г. сильным землетрясением с M7.2 (5 баллов по MSK-64 в Петропавловске-Камчатском) непосредственно на территории Камчатского полуострова, на расстоянии 100 км от Петропавловска-Камчатского.



### ГЛАВА 3. Исследование нестационарных геоэлектрических сигналов в связи с сейсмичностью

В разделах главы 3 автор изучает временные ряды многоэлектродных систем, которые определяются следующими параметрами:

а) представляют собой результаты измерений процесса одной физической природы, регистрируемых сертифицированным однотипными приборами;

б) регистрируются по единой методике;

в) пункты наблюдения расположены в удалённых местах северного полушария – п-ов Камчатка, горный Алтай, Чёрное море (п-ов Крым), Италия.

г) нестационарные геоэлектрические процессы отбираются в соответствии с критерием выделения аномалии прогностического признака.

На рисунке 3.1 нанесены данные измерений разности геоэлектрических потенциалов, полученные в канале Ю356 станции С1-ШЭП-ПК в течение 8 лет непрерывных геоэлектрических измерений. Первичный анализ связей между нестационарной геоэлектрической активностью и сейсмичностью был начат с селекции мирового каталога.

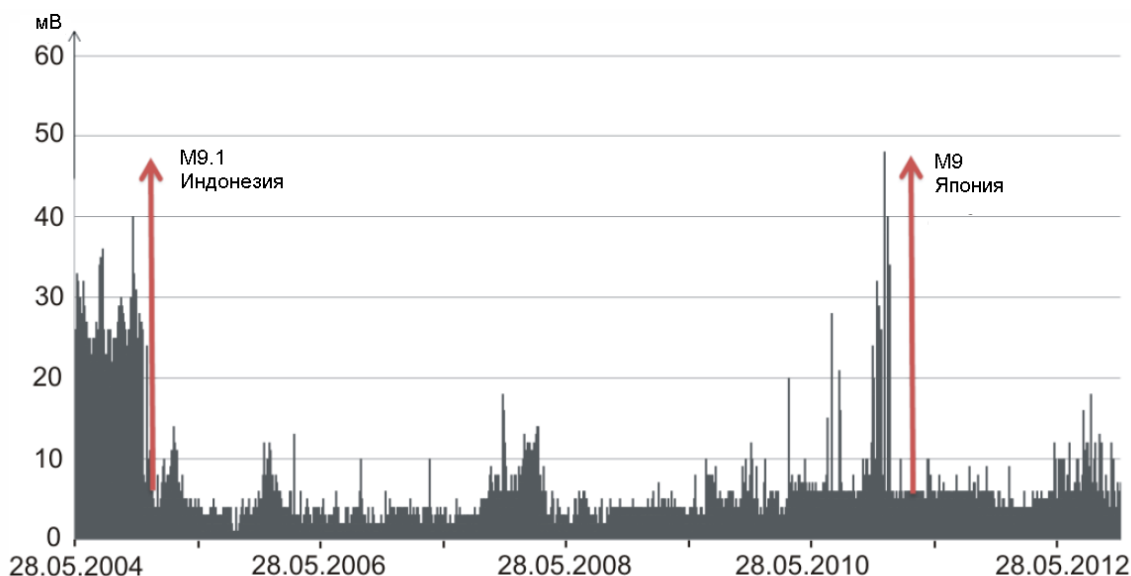


Рисунок 3.1. Разность геоэлектрических потенциалов в канале Ю356 станции С1-ШЭП 28.05.2004-02.12.2012 гг. и цунамигенные землетрясения в Индонезии и Японии

В таблице 3.1 отобраны все землетрясения на уровне  $M \geq 8$ , произошедшие на земном шаре с 2001 по 2015 гг. Анализ рисунка 3.1 обнаружил, что интервал 28.05.2004-02.12.2012 гг. можно разделить на две неравные части, резко отличающиеся друг от друга. Первая часть занимает интервал от 06.04.2001 г. (начало геоэлектрических измерений в

Петропавловске-Камчатском) до 15.12.2004 г. За эти почти четыре года произошли всего лишь два сильнейших землетрясения (см. №01 и №02 таблица 3.1). В течение второй части менее чем за три года произошло девять сильнейших землетрясений (см. №№03-11 таблица 3.1). Индикатором раздела служит гигантское цунамигенное землетрясение в Индонезии с М9.1 (см. №04 таблица 3.1), за 10 суток до которого наблюдалось скачкообразное уменьшение значений наибольших ежесуточных значений в канале Ю356 станции С1-ШЭП (см рисунок 3.1). При этом за четыре месяца перед цунамигенным землетрясением в Японии с М9 (см. №14 таблица 3.1) наблюдалось кратковременное возвращение наибольших ежесуточных значений в канале Ю356 до прежнего уровня (см рисунок 3.1).

Таблица 3.1 – Землетрясения с магнитудой  $M \geq 8$ , произошедшие с 2001 по 2015 гг.

| №         | Дата                       | Широта         | Долгота         | Глуб.     | М          | Место                     |
|-----------|----------------------------|----------------|-----------------|-----------|------------|---------------------------|
| 1         | 2001-06-23 20:33:14        | 16.265 S       | 73.64W          | 33        | 8.4        | Перу                      |
| 2         | 2003-09-25 19:50:06        | 41.815N        | 143.91E         | 27        | 8.3        | Хоккайдо, Япония          |
| 3         | 2004-12-23 14:59:04        | 49.312S        | 161.34E         | 10        | 8.1        | Маккуори о-в              |
| <b>4</b>  | <b>2004-12-26 00:58:53</b> | <b>3.295N</b>  | <b>95.982E</b>  | <b>30</b> | <b>9.1</b> | <b>Суматра, Индонезия</b> |
| 5         | 2005-03-28 16:09:36        | 2.085N         | 97.108E         | 30        | 8.6        | Суматра, Индонезия        |
| 6         | 2006-05-03 15:26:40        | 20.187S        | 174.12W         | 55        | 8          | Тонга                     |
| 7         | 2006-11-15 11:14:13        | 46.592N        | 153.266E        | 10        | 8.3        | Курильские о-ва, Симушир  |
| 8         | 2007-01-13 04:23:21        | 46.243N        | 154.524E        | 10        | 8.1        | Курильские о-ва, Симушир  |
| 9         | 2007-04-01 20:39:58        | 8.466S         | 157.043E        | 24        | 8.1        | Соломоновы о-ва           |
| 10        | 2007-08-15 23:40:57        | 13.386S        | 76.603W         | 39        | 8          | Перу                      |
| 11        | 2007-09-12 11:10:26        | 4.438S         | 101.367E        | 34        | 8.5        | Суматра, Индонезия        |
| 12        | 2009-09-29 17:48:10        | 15.489S        | 172.09W         | 18        | 8.1        | Самоа о-ва                |
| 13        | 2010-02-27 06:34:11        | 36.122S        | 72.898W         | 22.9      | 8.8        | Чили                      |
| <b>14</b> | <b>2011-03-11 05:46:24</b> | <b>38.297N</b> | <b>142.373E</b> | <b>29</b> | <b>9</b>   | <b>Хонсю, Япония</b>      |
| 15        | 2012-04-11 08:38:36        | 2.327N         | 93.063E         | 20        | 8.6        | Суматра, Индонезия        |
| 16        | 2012-04-11 10:43:10        | 0.802N         | 92.463E         | 25.1      | 8.2        | Суматра, Индонезия        |
| 17        | 2013-02-06 01:12:25        | 10.799S        | 165.114E        | 24        | 8          | Соломоновы о-ва           |
| 18        | 2013-05-24 05:44:48        | 54.892N        | 153.221E        | 598.1     | 8.3        | Охотское море             |
| 19        | 2014-04-01 23:46:47        | 19.609S        | 70.769W         | 25        | 8.2        | Чили                      |
| 20        | 2015-09-16 22:54:32        | 31.572S        | 71.674W         | 22.44     | 8.3        | Чили                      |

Для изучения нестационарных геоэлектрических процессов в связи с возникновением сильных землетрясений предполагается использовать данные, накопленные в сети геоэлектрического мониторинга в течение 30 суток.

### 3.1. Исследование поведения медианы парного коэффициента корреляций многоэлектродной системы на примере двух сильных землетрясений М7.1 24 января 2016г. и М7.2 30 января 2016г., произошедшие в северной части Тихоокеанской плиты

В разделе 3.1. рассматривается новый геофизический эффект, обнаруживаемый на одной измерительной станции. Поскольку данные регистрируются на одной измерительной станции в одной геологической структуре, то следует ожидать, что коэффициент корреляции пар каналов будет превышать значения 0,9. Было проведено исследование с целью проверки предположения, что будет наблюдаться всплеск (падение) медианы коэффициента корреляции пар каналов в связи с сильными землетрясениями. Для изучения рассмотрим интервал измерений нестационарных геоэлектрических сигналов с 01.01.2016 по 03.02.2016 г., что соответствует интервалу оперативного предупреждения двух сильных землетрясений с магнитудой М7.1, произошедшему 24 января 2016 г. на расстоянии ~3000 км от Петропавловска-Камчатского и станции С1-ШЭП-ПК и с магнитудой М7.2, произошедшему 30 января 2016 г. на расстоянии ~110 км от Петропавловска-Камчатского и станции С1-ШЭП-ПК.

Таблица 3.2. Землетрясения М>7 на интервале с 01.01.2016 по 03.02.2016 г.

| Дата, UT            | Широта   | Долгота   | Глуб. | М   | Место    | Расстояние до С1-ШЭП |
|---------------------|----------|-----------|-------|-----|----------|----------------------|
| 24.01.2016 10:30:30 | 59.636°N | 153.405°W | 129   | 7.1 | Аляска   | ~3000 км             |
| 30.01.2016 03:25:12 | 53.978°N | 158.546°E | 177   | 7.2 | Камчатка | ~110 км              |

Рисунки 3.2-3.3 отображают результаты регистрации разности потенциалов в шурфе ЮЗ и между двумя каналами СВ2Ц5 и СВ2Ц6 в шурфах СВ и Ц на станции С1-ШЭП в Петропавловске-Камчатском на интервале с 01.01.2016 по 03.02.2016 г. Отмечаются на ряде каналов контрастные всплески значений переменной составляющей.

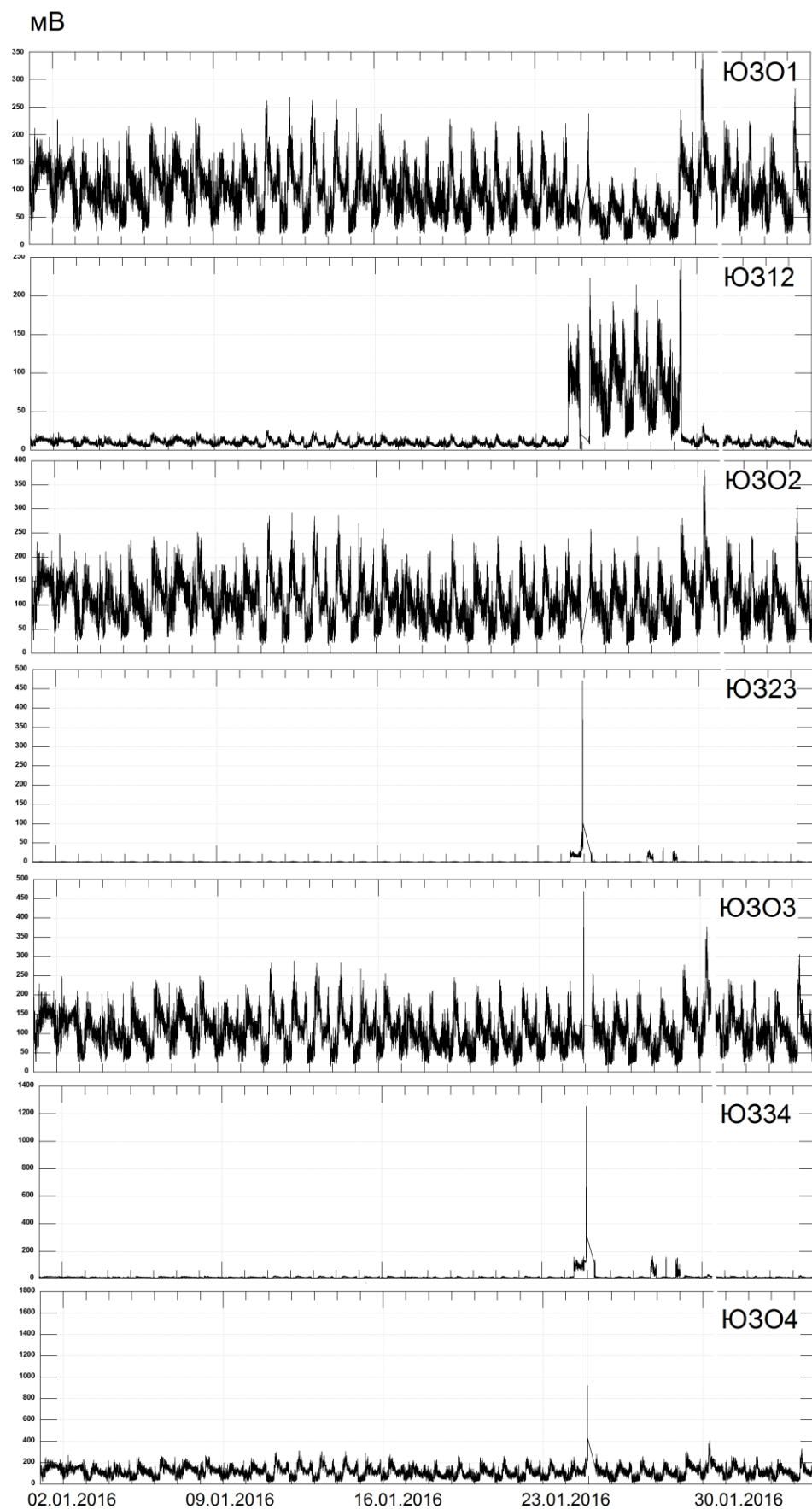


Рисунок 3.2. Графики данных временных рядов на каналах Ю301, Ю312, Ю302, Ю323, Ю303, Ю334, Ю304 на интервале с 01.01.2016 по 03.02.2016

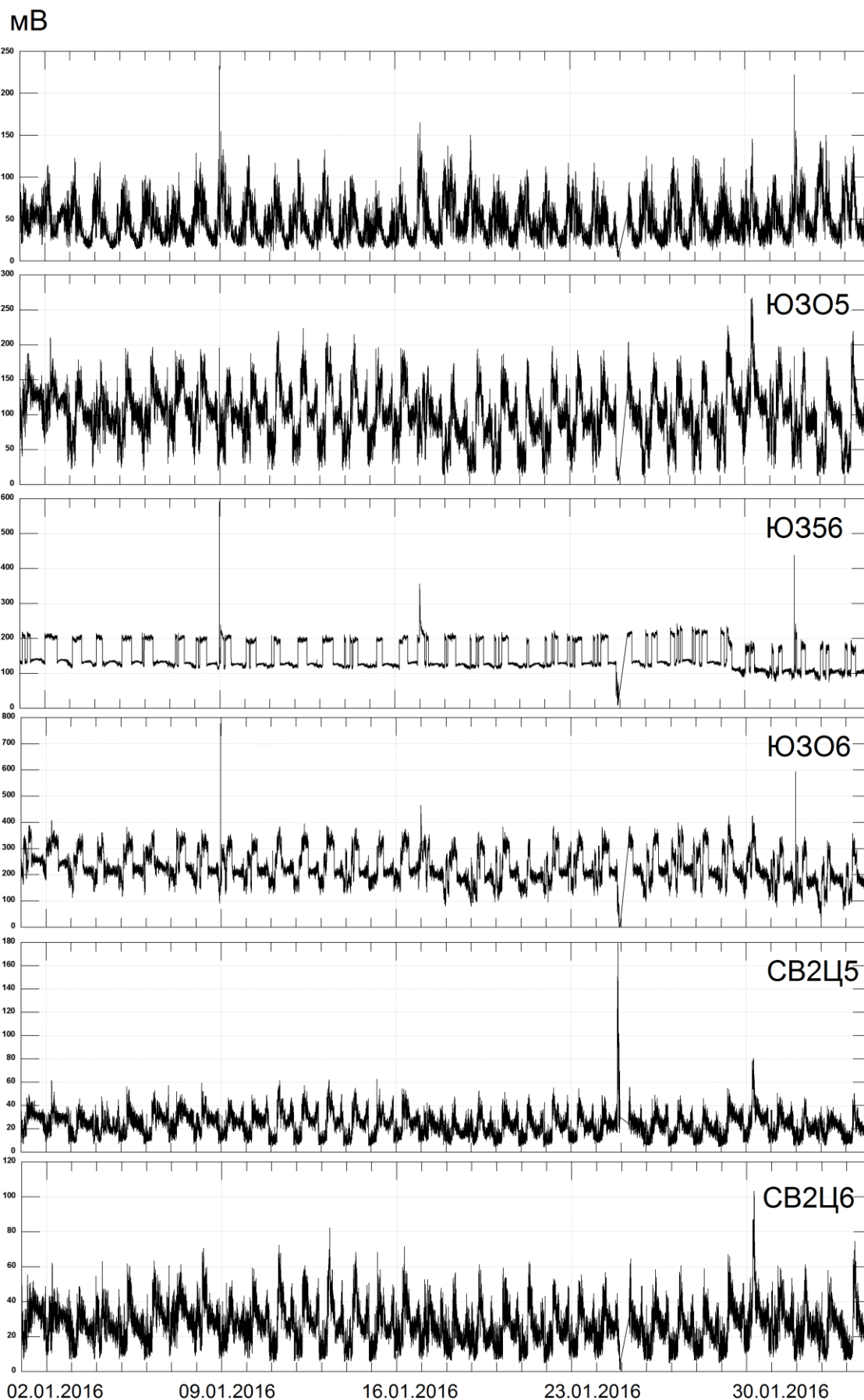


Рисунок 3.3. Графики данных временных рядов в каналах Ю345, Ю305, Ю356, Ю306, СВ2Ц5, СВ2Ц6 на интервале с 01.01.2016 по 03.02.2016

Для сравнения на рисунках 3.4-3.6 показаны среднечасовые значения разностей теллурических потенциалов пп. Паратунка, мыс Шипунский и п. Тундровый (п-ов Камчатка, КФ ГС РАН, <http://www.emsd.ru/lgi/observations>) за интервал декабрь 2015 г.- март 2016 г. Отмечается отсутствие контрастных всплесков сигналов, превышающих фоновые значения.

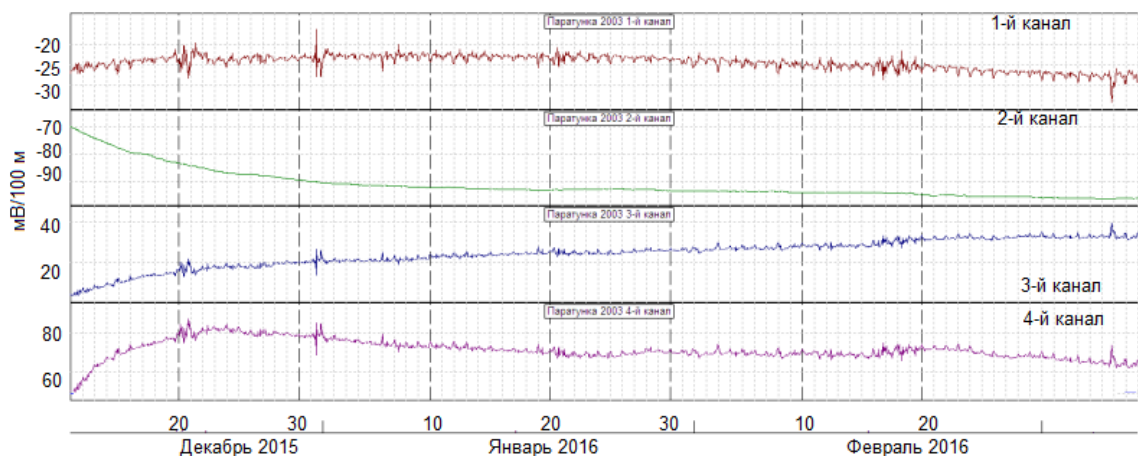


Рисунок 3.4. Электротеллурические измерения п.Верхняя Паратунка

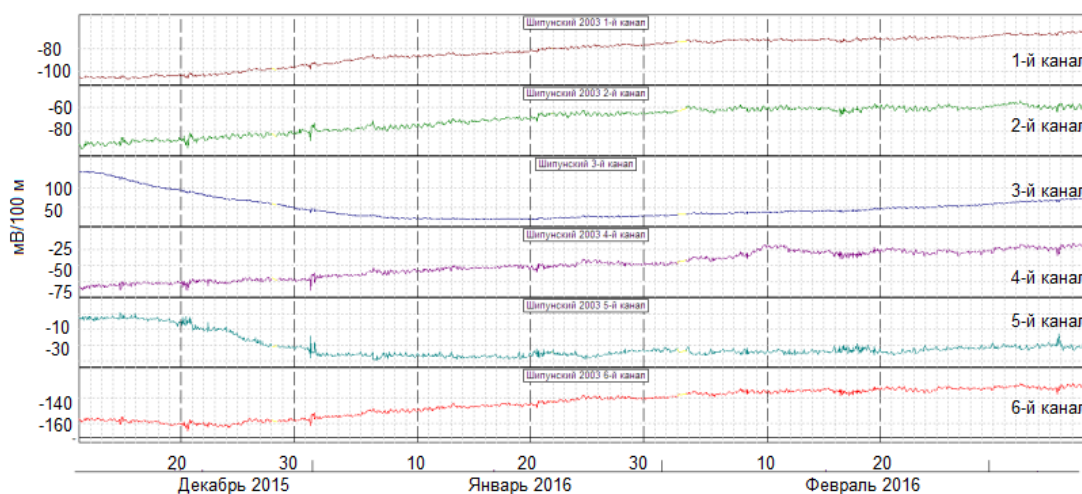


Рисунок 3.5. Электротеллурические измерения п.Шипунский

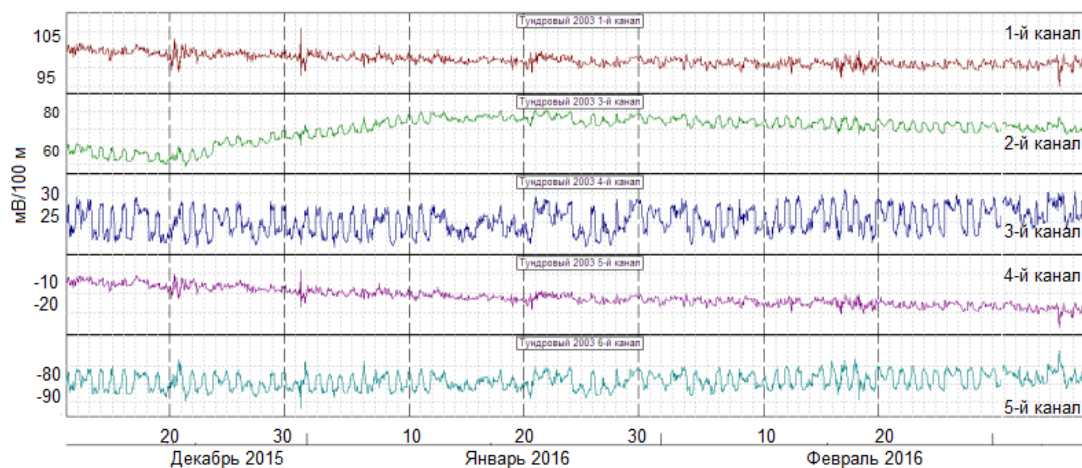


Рисунок 3.6. Электротеллурические измерения п.Тундровый

Рассмотрим корреляцию каналов геоэлектрических измерений детальнее, определив следующий алгоритм. Установим медиану парных коэффициентов корреляции, вычисленную по 78 парам каналов Ю312, Ю323, Ю334, Ю345, Ю356, Ю301, Ю302, Ю303, Ю304, Ю305, Ю306 в шурфе Ю3 и между двумя каналами СВ2Ц5 и СВ2Ц6 в шурфах СВ и Ц на станции С1-ШЭП в Петропавловске-Камчатском. Для этого сначала вычисляется линейный коэффициент корреляции  $\xi$  для двух пар каналов, эмпирическое значение которого получается по формуле [133]:

$$\xi = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n\sigma_x\sigma_y}, \quad (4.1)$$

где  $n$  – число наблюдений случайных величин;  $\bar{x}$ ,  $\bar{y}$  – выборочные средние, а  $\sigma_x$ ,  $\sigma_y$  – выборочные средние квадратические отклонения для случайных величин  $X$  и  $Y$ .

Расчёты производились в скользящем временном окне длиной 86400 отсчётов (1 сутки) со смещением окон 21600 отсчётов (6 часов).

На следующем этапе проведём расчёт 78 линейных коэффициентов корреляций пар каналов и их медианы после операции винзоризации  $\xi_w$ , что обеспечивает увеличение стационарности анализируемых сигналов и борется с влиянием сильных выбросов, обусловленных сбоями систем измерения и регистрации [123, 134]. В нашем случае итеративно вычислялись выборочные значения среднего и стандартного отклонения  $\sigma$ , из выборки среднее значение вычиталось, после чего отсчёты делились на  $\sigma$  и все значения, выходящие за пороги  $\pm 4\sigma$ , заменялись на эти пороговые значения. Итерации повторялись до тех пор, пока  $\sigma$  не переставала меняться.

На окончательном этапе проводился расчёт 78 попарных робастных коэффициентов корреляций Хьюбера [114, 125] и их медианы

$$r = \frac{S(u^2) - S(v^2)}{S(u^2) + S(v^2)}, \quad u(t) = \frac{x}{S(x)} + \frac{y}{S(y)}, \quad v(t) = \frac{x}{S(x)} - \frac{y}{S(y)}$$

где  $S(\xi) = \text{med} |\xi - \text{med}(\xi)|$ ,  $\text{med}(\xi)$  – это медиана значения  $\xi$ ,  $S(\xi)$  это среднее абсолютное отклонение значения  $\xi$ .

Рисунок 3.7 отображает результаты расчётов между каналами Ю312 и Ю304 линейных парных коэффициентов корреляции –  $\xi$  (а), линейных парных коэффициентов корреляции после операции винзоризации –  $\xi_w$  (б), робастные коэффициенты корреляции –  $\rho$  (с). Цифрами 1 и 2 отмечены моменты сильных землетрясений с магнитудой М7.1, произошедшее 24 января 2016 г. на расстоянии ~3000 км от Петропавловска-Камчатского

и станции С1-ШЭП-ПК и с магнитудой М7.2, произошедшее 30 января 2016 г. на расстоянии ~110 км от Петропавловска-Камчатского и станции С1-ШЭП-ПК. На рисунке 4.3 отчётливо виден импульс коэффициента корреляции в момент сильного землетрясения на Аляске с магнитудой М7.1, произошедшее 24 января 2016 г. и за ~1 сутки до сильного землетрясения на Камчатке с магнитудой М7.2, произошедшее 30 января 2016 г.

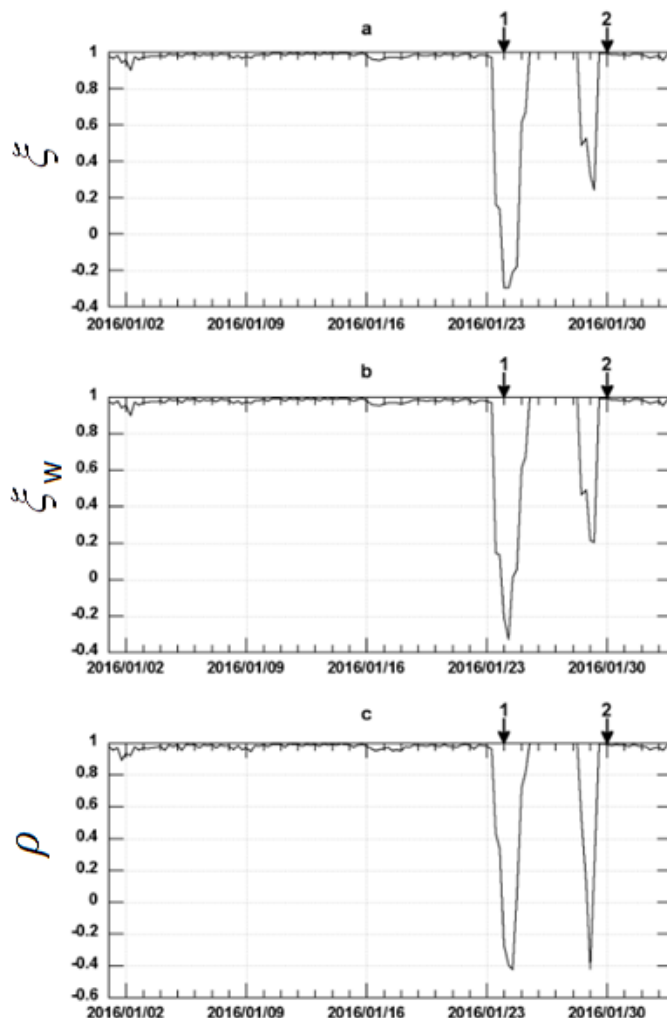


Рисунок 3.7. Парные линейные коэффициенты корреляции -  $\zeta$  (a), линейных парных коэффициентов корреляции после операции винзоризации -  $\zeta_w$  (b), робастные коэффициенты корреляции -  $\rho$  (c) в окнах длиной 86400 (1 сутки) со смещением окон 21600 отсчетов (6 часов). Вычисление проводилось между каналами Ю312 и Ю304 в шурфе ЮЗ станции С1-ШЭП-ПК. Цифрой 1 отмечено: землетрясение на Аляске с магнитудой М7.1, произошедшее 24 января 2016 г. Цифрой 2 отмечено: землетрясение на Камчатке с магнитудой М7.2, произошедшее 30 января 2016 г.

На рисунках 3.8-3.10 отображены все 78 линейных коэффициентов корреляции между всеми парами каналов в шурфе ЮЗ станции С1-ШЭП-ПК.



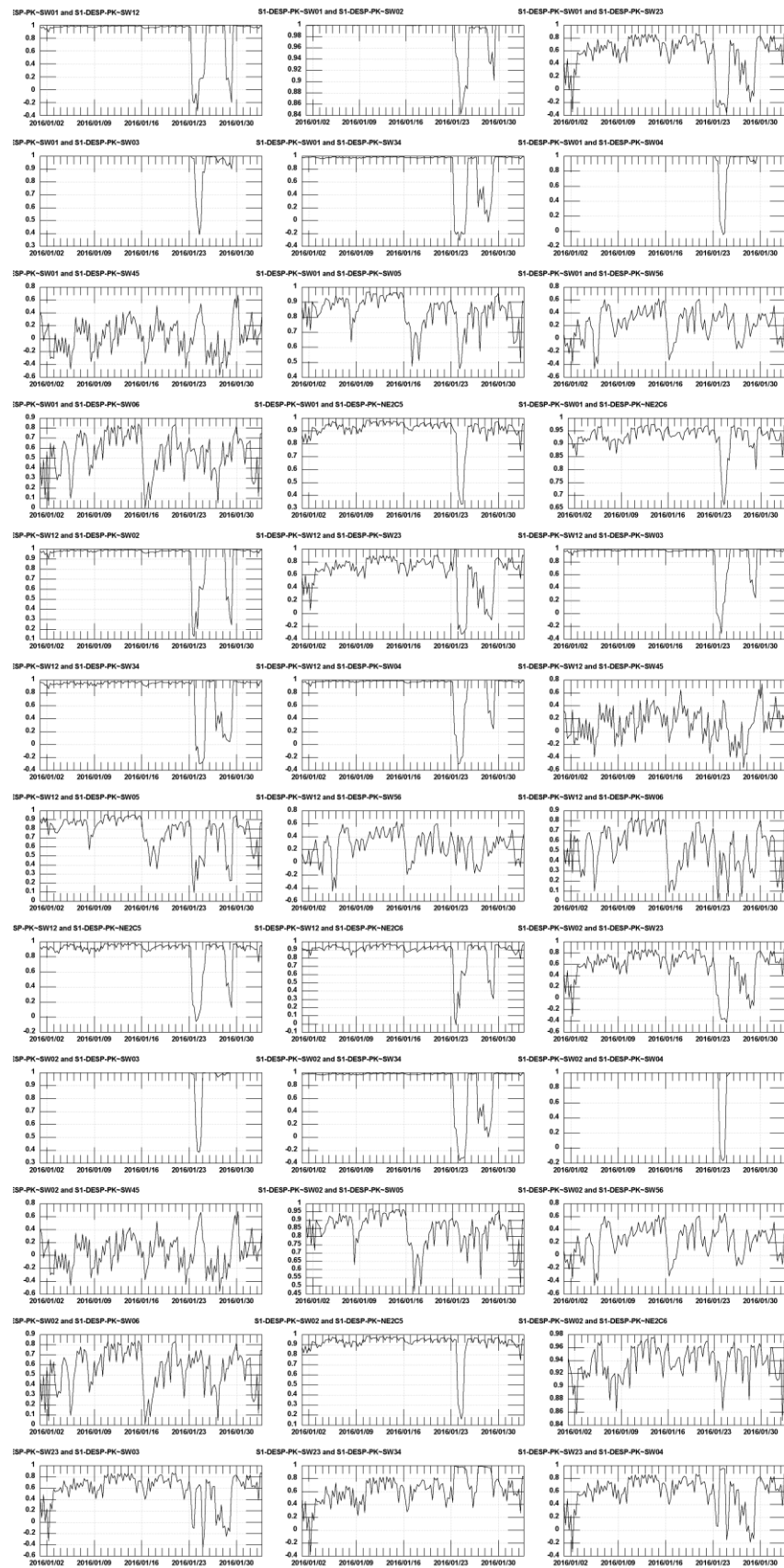


Рисунок 3.8. Парные линейные коэффициенты корреляции

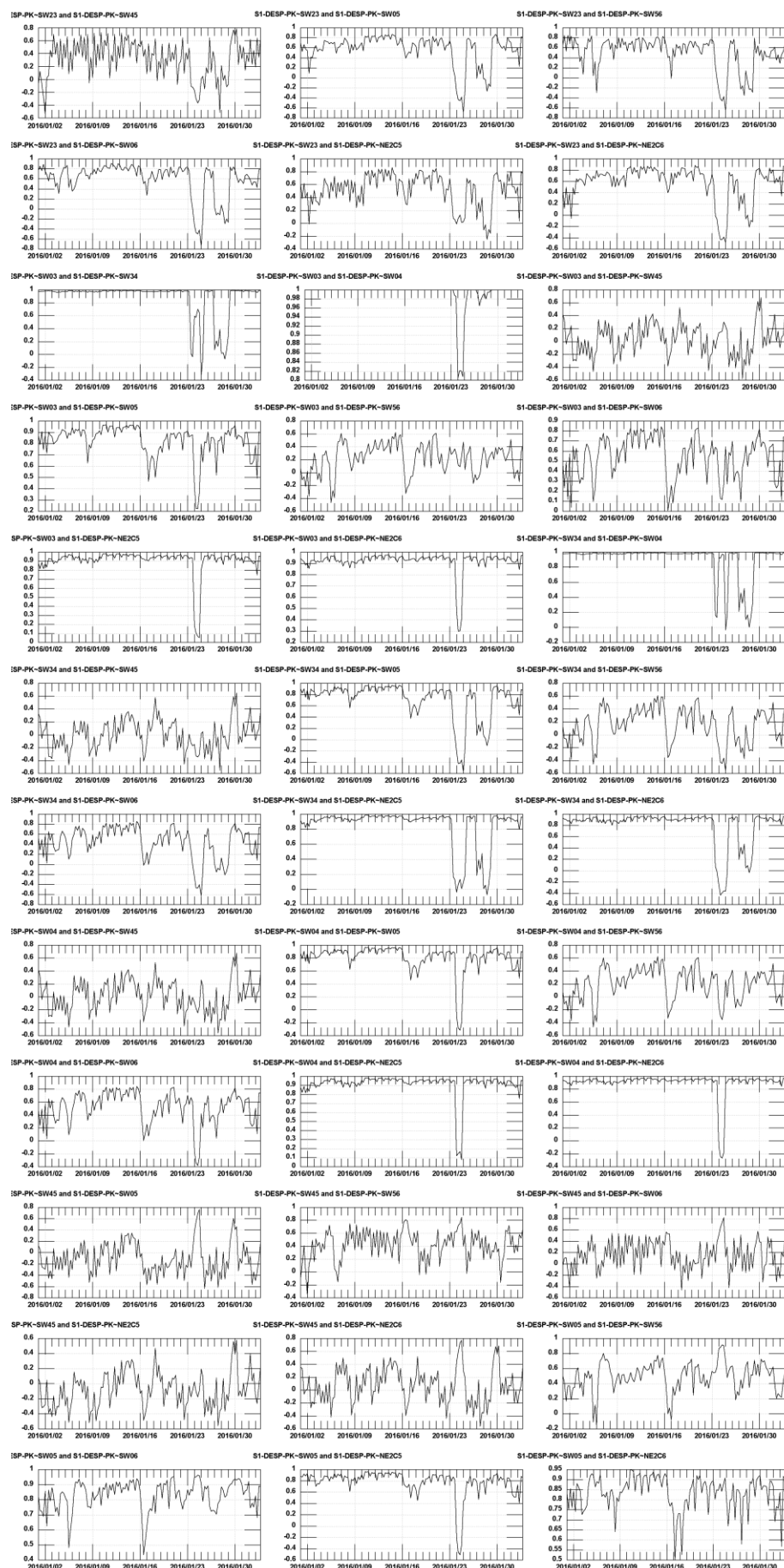


Рисунок 3.9. Парные линейные коэффициенты корреляции



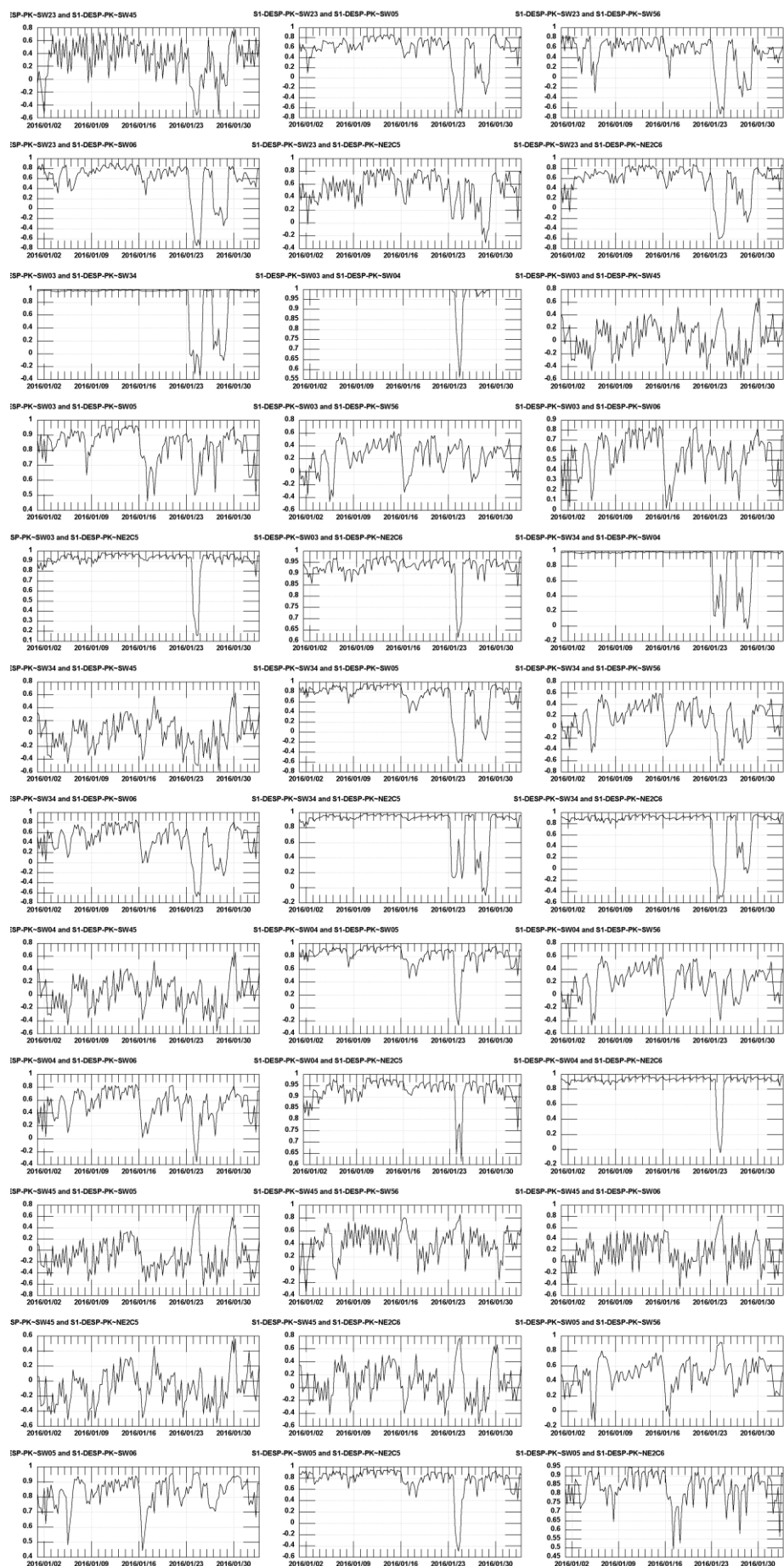


Рисунок 3.12. Парные линейные коэффициенты корреляции после винзоризации

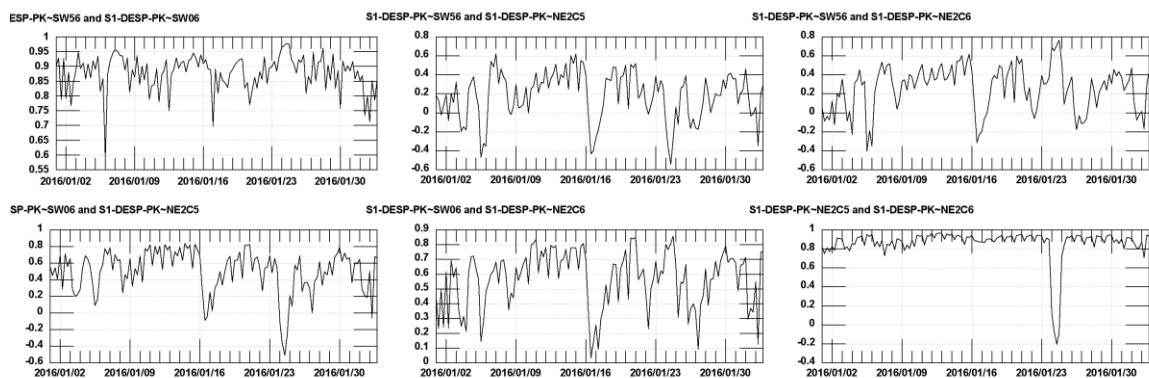


Рисунок 3.13. Парные линейные коэффициенты корреляции после винзоризации

На рисунках 3.14-3.16 отображены все 78 робастных коэффициентов корреляции Хьюбера между всеми парами каналов в шурфе ЮЗ станции С1-ШЭП-ПК.

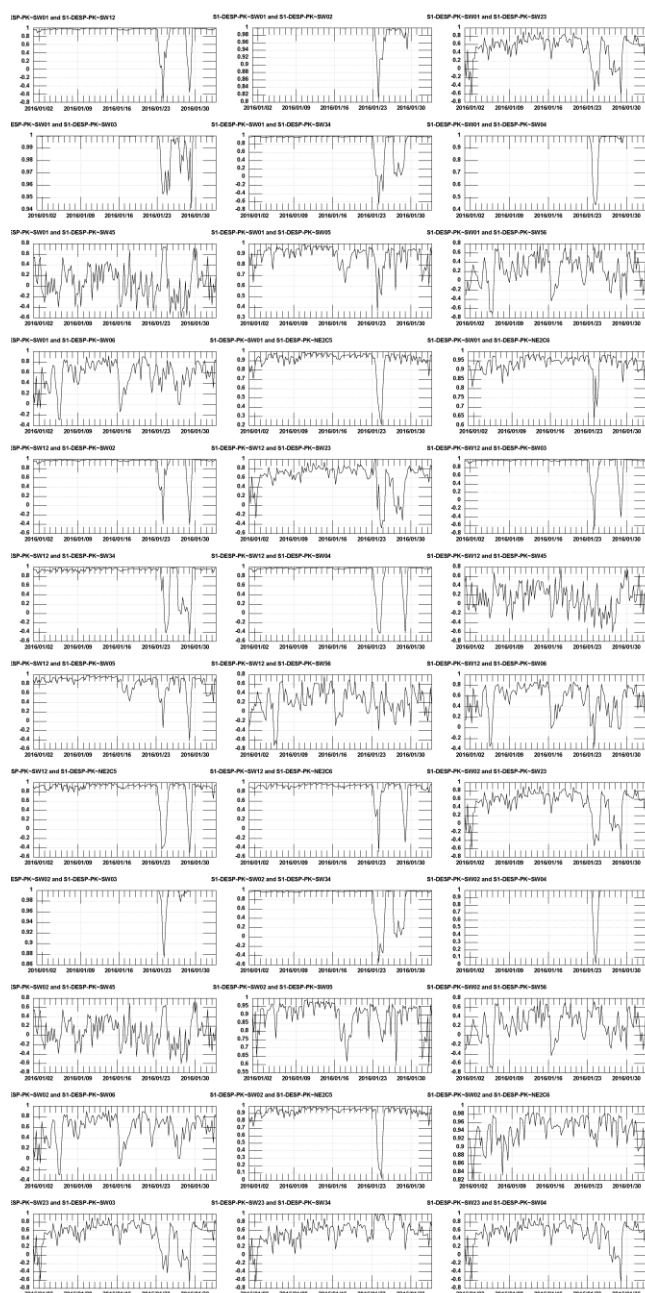


Рисунок 3.14. Парные коэффициенты корреляции Хьюбера

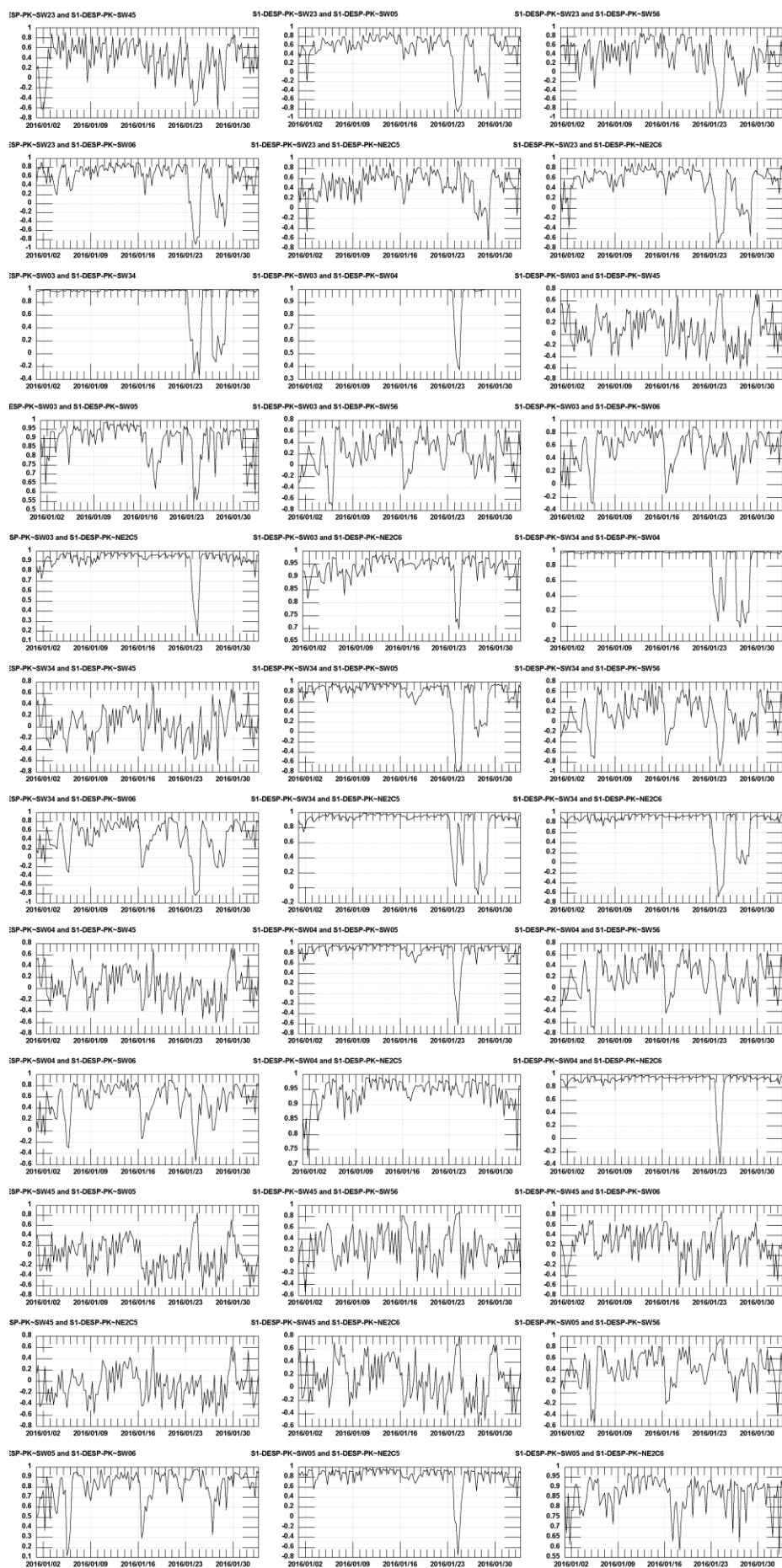


Рисунок 3.15. Парные коэффициенты корреляции Хьюбера

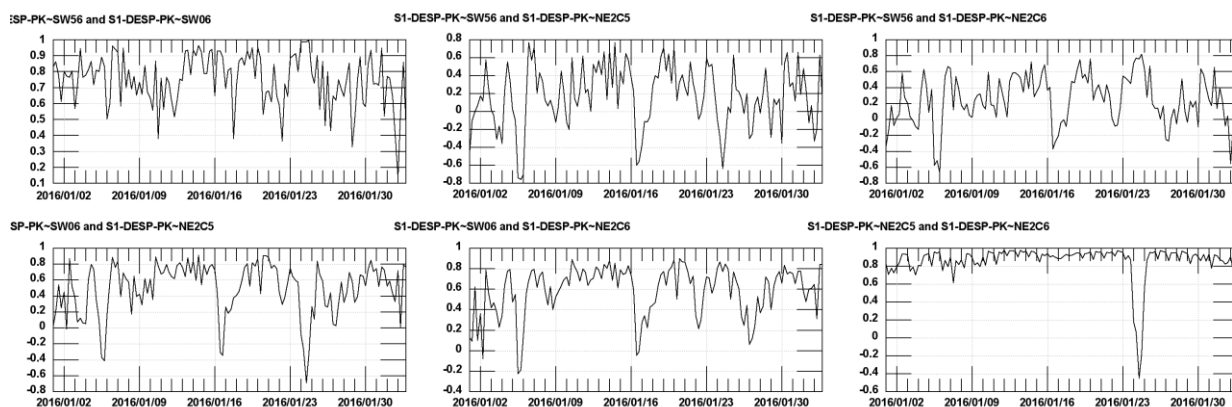


Рисунок 3.16. Парные коэффициенты корреляции Хьюбера

Анализ рисунков 3.8-3.16 показал, что 18 пар каналов из 78 обнаруживают импульс парного коэффициента корреляции в шурфе ЮЗ станции С1-ШЭП-ПК в момент сильного землетрясения на Аляске с магнитудой  $M7.1$ , произошедшее 24 января 2016 г. и за  $\sim 1$  сутки до сильного землетрясения на Камчатке с магнитудой  $M7.2$ , произошедшее 30 января 2016 г.

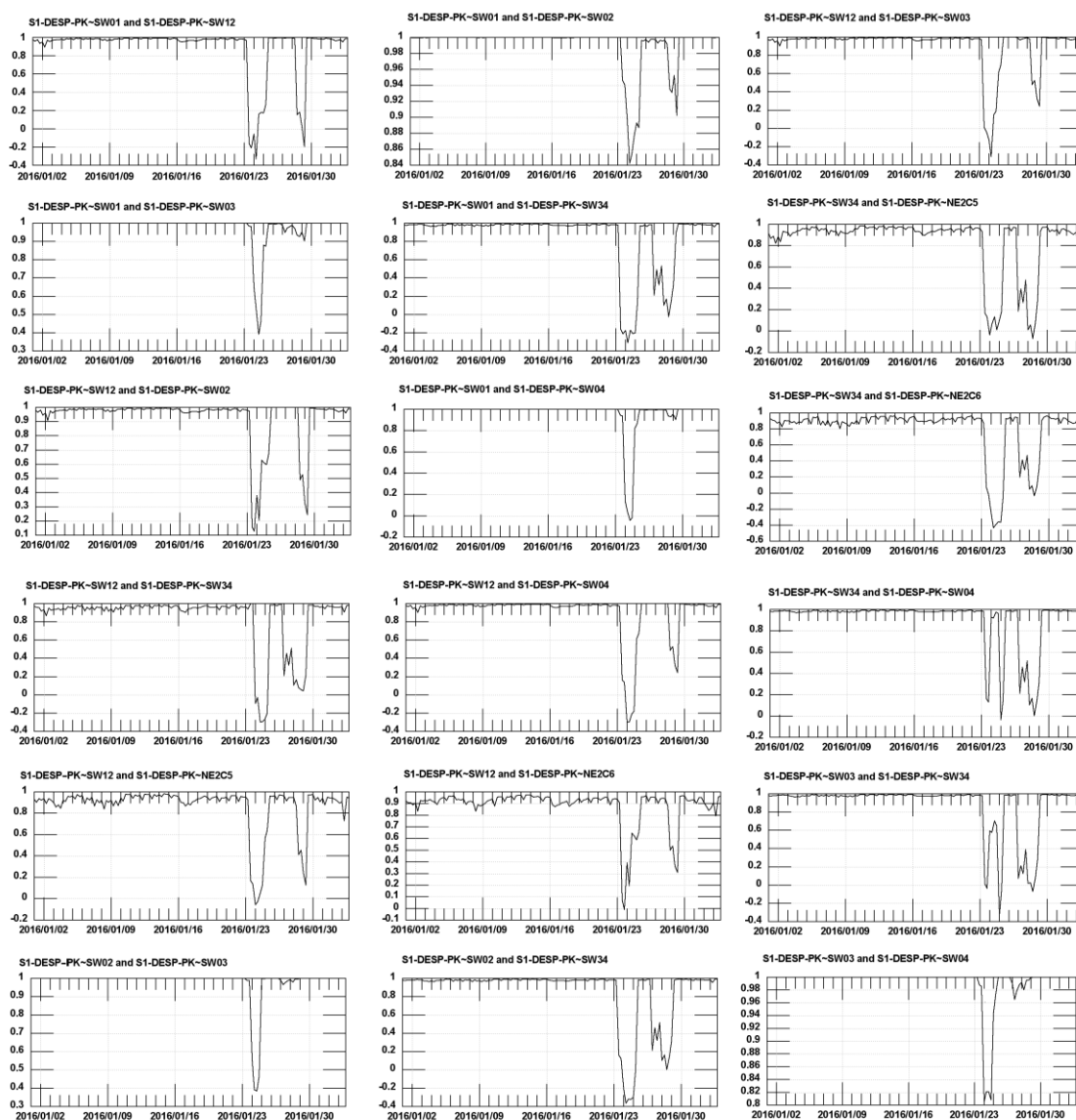


Рисунок 3.17. Отобранные 18 пар линейных коэффициентов корреляции

Рисунок 3.17 изображает отобранные 18 пар каналов, для которых обнаружен импульс линейного коэффициента корреляции: ЮЗО1-ЮЗО12, ЮЗО1-ЮЗО2, ЮЗО1-ЮЗО3, ЮЗО1-ЮЗО34, ЮЗО1-ЮЗО4, ЮЗО12-ЮЗО2, ЮЗО12-ЮЗО3, ЮЗО12-ЮЗО34, ЮЗО12-ЮЗО4, ЮЗО12-СВ2Ц5, ЮЗО12-СВ2Ц6, ЮЗО2-ЮЗО3, ЮЗО2-ЮЗО34, ЮЗО3-ЮЗО34, ЮЗО3-ЮЗО4, ЮЗО34-ЮЗО4, ЮЗО34-СВ2Ц5, ЮЗО34-СВ2Ц6

В таблицах 3.3 и 3.4 приведены результаты расчета линейного коэффициента корреляции для 18 пар каналов, изображенных на рисунке 3.17.

Таблица 3.3 – Линейные коэффициенты корреляции пар каналов ЮЗО1-ЮЗО12, ЮЗО1-ЮЗО2, ЮЗО1-ЮЗО3, ЮЗО1-ЮЗО34, ЮЗО1-ЮЗО4, ЮЗО12-ЮЗО2, ЮЗО12-ЮЗО3, ЮЗО12-ЮЗО34, ЮЗО12-ЮЗО4 к рисунку 3.13.

| Дата             | ЮЗО1-ЮЗО12 | ЮЗО1-ЮЗО2 | ЮЗО1-ЮЗО3 | ЮЗО1-ЮЗО34 | ЮЗО1-ЮЗО4 | ЮЗО12-ЮЗО2 | ЮЗО12-ЮЗО3 | ЮЗО12-ЮЗО34 | ЮЗО12-ЮЗО4 |
|------------------|------------|-----------|-----------|------------|-----------|------------|------------|-------------|------------|
| 01/01/2016 0:00  | 0.97       | 1.00      | 1.00      | 0.98       | 1.00      | 0.98       | 0.98       | 0.97        | 0.98       |
| 01/01/2016 6:00  | 0.96       | 1.00      | 1.00      | 0.98       | 1.00      | 0.97       | 0.97       | 0.96        | 0.97       |
| 01/01/2016 12:00 | 0.98       | 1.00      | 1.00      | 0.98       | 1.00      | 0.98       | 0.98       | 0.95        | 0.98       |
| 01/01/2016 18:00 | 0.94       | 1.00      | 1.00      | 0.98       | 1.00      | 0.95       | 0.94       | 0.92        | 0.94       |
| 02/01/2016 0:00  | 0.95       | 1.00      | 1.00      | 0.98       | 1.00      | 0.96       | 0.96       | 0.93        | 0.96       |
| 02/01/2016 6:00  | 0.89       | 1.00      | 1.00      | 0.98       | 1.00      | 0.91       | 0.90       | 0.87        | 0.90       |
| 02/01/2016 12:00 | 0.97       | 1.00      | 1.00      | 0.99       | 1.00      | 0.98       | 0.97       | 0.95        | 0.97       |
| 02/01/2016 18:00 | 0.95       | 1.00      | 1.00      | 0.99       | 1.00      | 0.96       | 0.96       | 0.93        | 0.96       |
| 03/01/2016 0:00  | 0.97       | 1.00      | 1.00      | 0.98       | 1.00      | 0.97       | 0.97       | 0.94        | 0.97       |
| 03/01/2016 6:00  | 0.97       | 1.00      | 1.00      | 0.97       | 1.00      | 0.98       | 0.98       | 0.94        | 0.97       |
| 03/01/2016 12:00 | 0.98       | 1.00      | 1.00      | 0.97       | 1.00      | 0.98       | 0.98       | 0.95        | 0.98       |
| 03/01/2016 18:00 | 0.98       | 1.00      | 1.00      | 0.96       | 1.00      | 0.98       | 0.98       | 0.93        | 0.98       |
| 04/01/2016 0:00  | 0.98       | 1.00      | 1.00      | 0.97       | 1.00      | 0.98       | 0.98       | 0.95        | 0.98       |
| 04/01/2016 6:00  | 0.97       | 1.00      | 1.00      | 0.96       | 1.00      | 0.98       | 0.98       | 0.93        | 0.97       |
| 04/01/2016 12:00 | 0.99       | 1.00      | 1.00      | 0.98       | 1.00      | 0.99       | 0.99       | 0.97        | 0.99       |
| 04/01/2016 18:00 | 0.98       | 1.00      | 1.00      | 0.97       | 1.00      | 0.99       | 0.98       | 0.96        | 0.98       |
| 05/01/2016 0:00  | 0.99       | 1.00      | 1.00      | 0.98       | 1.00      | 0.99       | 0.99       | 0.96        | 0.99       |
| 05/01/2016 6:00  | 0.97       | 1.00      | 1.00      | 0.98       | 1.00      | 0.98       | 0.98       | 0.94        | 0.98       |
| 05/01/2016 12:00 | 0.99       | 1.00      | 1.00      | 0.99       | 1.00      | 0.99       | 0.99       | 0.98        | 0.99       |
| 05/01/2016 18:00 | 0.99       | 1.00      | 1.00      | 0.99       | 1.00      | 0.99       | 0.99       | 0.97        | 0.99       |
| 06/01/2016 0:00  | 0.99       | 1.00      | 1.00      | 0.99       | 1.00      | 0.99       | 0.99       | 0.98        | 0.99       |
| 06/01/2016 6:00  | 0.98       | 1.00      | 1.00      | 0.97       | 1.00      | 0.98       | 0.98       | 0.92        | 0.98       |
| 06/01/2016 12:00 | 0.99       | 1.00      | 1.00      | 0.99       | 1.00      | 0.99       | 0.99       | 0.96        | 0.99       |
| 06/01/2016 18:00 | 0.98       | 1.00      | 1.00      | 0.98       | 1.00      | 0.99       | 0.98       | 0.94        | 0.98       |
| 07/01/2016 0:00  | 0.99       | 1.00      | 1.00      | 0.99       | 1.00      | 0.99       | 0.99       | 0.96        | 0.99       |
| 07/01/2016 6:00  | 0.98       | 1.00      | 1.00      | 0.97       | 1.00      | 0.98       | 0.98       | 0.93        | 0.98       |
| 07/01/2016 12:00 | 0.99       | 1.00      | 1.00      | 0.98       | 1.00      | 0.99       | 0.99       | 0.97        | 0.99       |
| 07/01/2016 18:00 | 0.99       | 1.00      | 1.00      | 0.98       | 1.00      | 0.99       | 0.99       | 0.96        | 0.99       |
| 08/01/2016 0:00  | 0.98       | 1.00      | 1.00      | 0.98       | 1.00      | 0.99       | 0.99       | 0.96        | 0.98       |
| 08/01/2016 6:00  | 0.97       | 1.00      | 1.00      | 0.96       | 1.00      | 0.97       | 0.97       | 0.91        | 0.97       |
| 08/01/2016 12:00 | 0.98       | 1.00      | 1.00      | 0.98       | 1.00      | 0.98       | 0.98       | 0.96        | 0.98       |
| 08/01/2016 18:00 | 0.96       | 1.00      | 1.00      | 0.97       | 1.00      | 0.97       | 0.97       | 0.92        | 0.96       |



|                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 09/01/2016 0:00  | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 0.94 | 0.98 |
| 09/01/2016 6:00  | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 0.97 | 1.00 | 0.97 | 0.97 | 0.91 | 0.97 |
| 09/01/2016 12:00 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.96 | 0.99 |
| 09/01/2016 18:00 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.97 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.93 | 0.98 |
| 10/01/2016 0:00  | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.96 | 0.99 |
| 10/01/2016 6:00  | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 0.93 | 0.98 |
| 10/01/2016 12:00 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.98 | 0.99 |
| 10/01/2016 18:00 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.97 | 0.99 |
| 11/01/2016 0:00  | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.98 | 0.99 |
| 11/01/2016 6:00  | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 0.94 | 0.98 |
| 11/01/2016 12:00 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.98 | 0.99 |
| 11/01/2016 18:00 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.97 | 0.99 |
| 12/01/2016 0:00  | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.98 | 0.99 |
| 12/01/2016 6:00  | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.99 | 0.98 | 0.95 | 0.98 |
| 12/01/2016 12:00 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.98 | 0.99 |
| 12/01/2016 18:00 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.98 | 0.99 |
| 13/01/2016 0:00  | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.98 | 0.99 |
| 13/01/2016 6:00  | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.99 | 0.98 | 0.95 | 0.98 |
| 13/01/2016 12:00 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.98 | 0.99 |
| 13/01/2016 18:00 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.98 | 0.99 |
| 14/01/2016 0:00  | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.98 | 0.99 |
| 14/01/2016 6:00  | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.96 | 0.99 |
| 14/01/2016 12:00 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.98 | 0.99 |
| 14/01/2016 18:00 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.98 | 0.99 |
| 15/01/2016 0:00  | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.97 | 0.99 |
| 15/01/2016 6:00  | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 0.95 | 0.98 |
| 15/01/2016 12:00 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.97 | 0.99 |
| 15/01/2016 18:00 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.98 | 0.99 |
| 16/01/2016 0:00  | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 0.97 | 0.98 |
| 16/01/2016 6:00  | 0.96 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.97 | 0.96 | 0.92 | 0.96 |
| 16/01/2016 12:00 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.96 | 0.96 | 0.92 | 0.96 |
| 16/01/2016 18:00 | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 0.97 | 1.00 | 0.96 | 0.96 | 0.90 | 0.96 |
| 17/01/2016 0:00  | 0.96 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.97 | 0.97 | 0.94 | 0.97 |
| 17/01/2016 6:00  | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.97 | 0.97 | 0.94 | 0.97 |
| 17/01/2016 12:00 | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 0.97 | 1.00 | 0.97 | 0.97 | 0.96 | 0.97 |
| 17/01/2016 18:00 | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.97 | 0.97 | 0.95 | 0.97 |
| 18/01/2016 0:00  | 0.96 | 1.00 | 1.00 | 0.97 | 1.00 | 0.97 | 0.97 | 0.95 | 0.97 |
| 18/01/2016 6:00  | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 0.97 | 1.00 | 0.97 | 0.97 | 0.95 | 0.97 |
| 18/01/2016 12:00 | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 0.97 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 0.97 | 0.98 |
| 18/01/2016 18:00 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.98 | 0.99 |
| 19/01/2016 0:00  | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.97 | 0.99 |
| 19/01/2016 6:00  | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 0.96 | 0.98 |
| 19/01/2016 12:00 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 0.96 | 0.98 |
| 19/01/2016 18:00 | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 0.96 | 0.98 |
| 20/01/2016 0:00  | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.97 | 0.99 |
| 20/01/2016 6:00  | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.97 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 0.93 | 0.98 |

|                  |       |      |      |       |       |      |       |       |       |
|------------------|-------|------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| 20/01/2016 12:00 | 0.99  | 1.00 | 1.00 | 0.99  | 1.00  | 0.99 | 0.99  | 0.97  | 0.99  |
| 20/01/2016 18:00 | 0.99  | 1.00 | 1.00 | 0.99  | 1.00  | 0.99 | 0.99  | 0.97  | 0.99  |
| 21/01/2016 0:00  | 0.99  | 1.00 | 1.00 | 0.99  | 1.00  | 0.99 | 0.99  | 0.97  | 0.99  |
| 21/01/2016 6:00  | 0.98  | 1.00 | 1.00 | 0.98  | 1.00  | 0.98 | 0.98  | 0.95  | 0.98  |
| 21/01/2016 12:00 | 0.99  | 1.00 | 1.00 | 0.99  | 1.00  | 0.99 | 0.99  | 0.98  | 0.99  |
| 21/01/2016 18:00 | 0.99  | 1.00 | 1.00 | 0.99  | 1.00  | 0.99 | 0.99  | 0.98  | 0.99  |
| 22/01/2016 0:00  | 0.99  | 1.00 | 1.00 | 0.99  | 1.00  | 0.99 | 0.99  | 0.98  | 0.99  |
| 22/01/2016 6:00  | 0.97  | 1.00 | 1.00 | 0.97  | 1.00  | 0.97 | 0.97  | 0.94  | 0.97  |
| 22/01/2016 12:00 | 0.98  | 1.00 | 1.00 | 0.98  | 1.00  | 0.99 | 0.99  | 0.97  | 0.99  |
| 22/01/2016 18:00 | 0.98  | 1.00 | 1.00 | 0.98  | 1.00  | 0.98 | 0.98  | 0.96  | 0.98  |
| 23/01/2016 0:00  | 0.98  | 1.00 | 1.00 | 0.98  | 1.00  | 0.98 | 0.98  | 0.96  | 0.98  |
| 23/01/2016 6:00  | 0.97  | 1.00 | 1.00 | 0.98  | 1.00  | 0.97 | 0.97  | 0.94  | 0.97  |
| 23/01/2016 12:00 | -0.16 | 0.95 | 0.98 | -0.16 | 0.94  | 0.16 | 0.01  | 1.00  | 0.16  |
| 23/01/2016 18:00 | -0.21 | 0.94 | 0.98 | -0.21 | 0.94  | 0.13 | -0.03 | 1.00  | 0.14  |
| 24/01/2016 0:00  | -0.06 | 0.89 | 0.65 | -0.18 | 0.14  | 0.38 | -0.12 | -0.09 | -0.30 |
| 24/01/2016 6:00  | -0.33 | 0.84 | 0.53 | -0.31 | 0.04  | 0.20 | -0.31 | -0.03 | -0.30 |
| 24/01/2016 12:00 | 0.16  | 0.85 | 0.39 | -0.17 | -0.04 | 0.63 | 0.15  | -0.30 | -0.21 |
| 24/01/2016 18:00 | 0.18  | 0.88 | 0.46 | -0.21 | -0.02 | 0.61 | 0.18  | -0.29 | -0.18 |
| 25/01/2016 0:00  | 0.17  | 0.89 | 0.88 | -0.21 | 0.82  | 0.60 | 0.61  | -0.27 | 0.61  |
| 25/01/2016 6:00  | 0.26  | 0.89 | 0.87 | 0.12  | 0.86  | 0.68 | 0.69  | -0.20 | 0.67  |
| 25/01/2016 12:00 | 1.00  | 1.00 | 1.00 | 0.97  | 1.00  | 1.00 | 1.00  | 0.98  | 1.00  |
| 25/01/2016 18:00 | 0.99  | 1.00 | 1.00 | 0.97  | 0.99  | 1.00 | 1.00  | 0.98  | 1.00  |
| 26/01/2016 0:00  | 1.00  | 1.00 | 1.00 | 0.98  | 1.00  | 1.00 | 1.00  | 0.99  | 1.00  |
| 26/01/2016 6:00  | 0.99  | 0.99 | 0.99 | 0.96  | 0.99  | 1.00 | 1.00  | 0.98  | 1.00  |
| 26/01/2016 12:00 | 1.00  | 1.00 | 1.00 | 0.99  | 1.00  | 1.00 | 1.00  | 0.99  | 1.00  |
| 26/01/2016 18:00 | 1.00  | 1.00 | 1.00 | 0.98  | 1.00  | 1.00 | 1.00  | 0.99  | 1.00  |
| 27/01/2016 0:00  | 1.00  | 1.00 | 0.99 | 0.21  | 1.00  | 1.00 | 0.99  | 0.21  | 1.00  |
| 27/01/2016 6:00  | 0.99  | 0.99 | 0.95 | 0.49  | 0.99  | 1.00 | 0.97  | 0.46  | 1.00  |
| 27/01/2016 12:00 | 1.00  | 1.00 | 0.97 | 0.33  | 1.00  | 1.00 | 0.98  | 0.32  | 1.00  |
| 27/01/2016 18:00 | 0.99  | 1.00 | 0.98 | 0.53  | 1.00  | 1.00 | 0.99  | 0.51  | 1.00  |
| 28/01/2016 0:00  | 1.00  | 1.00 | 0.99 | 0.10  | 1.00  | 1.00 | 0.99  | 0.11  | 1.00  |
| 28/01/2016 6:00  | 0.99  | 0.99 | 0.97 | 0.17  | 0.99  | 1.00 | 0.98  | 0.17  | 1.00  |
| 28/01/2016 12:00 | 0.15  | 0.94 | 0.93 | -0.03 | 0.94  | 0.49 | 0.48  | 0.08  | 0.49  |
| 28/01/2016 18:00 | 0.18  | 0.93 | 0.93 | 0.15  | 0.93  | 0.53 | 0.52  | 0.06  | 0.53  |
| 29/01/2016 0:00  | 0.03  | 0.95 | 0.95 | 0.33  | 0.95  | 0.33 | 0.33  | 0.04  | 0.33  |
| 29/01/2016 6:00  | -0.20 | 0.90 | 0.90 | 0.89  | 0.90  | 0.24 | 0.24  | 0.22  | 0.24  |
| 29/01/2016 12:00 | 0.99  | 1.00 | 1.00 | 0.99  | 1.00  | 0.99 | 0.99  | 0.98  | 0.99  |
| 29/01/2016 18:00 | 0.99  | 1.00 | 1.00 | 0.99  | 1.00  | 0.99 | 0.99  | 0.98  | 0.99  |
| 30/01/2016 0:00  | 0.99  | 1.00 | 1.00 | 0.99  | 1.00  | 1.00 | 1.00  | 0.98  | 0.99  |
| 30/01/2016 6:00  | 0.99  | 1.00 | 1.00 | 0.99  | 1.00  | 0.99 | 0.99  | 0.97  | 0.99  |
| 30/01/2016 12:00 | 0.99  | 1.00 | 1.00 | 0.99  | 1.00  | 0.99 | 0.99  | 0.97  | 0.99  |
| 30/01/2016 18:00 | 0.99  | 1.00 | 1.00 | 0.98  | 1.00  | 0.99 | 0.99  | 0.96  | 0.99  |
| 31/01/2016 0:00  | 0.99  | 1.00 | 1.00 | 0.99  | 1.00  | 0.99 | 0.99  | 0.97  | 0.99  |
| 31/01/2016 6:00  | 0.98  | 1.00 | 1.00 | 0.98  | 1.00  | 0.98 | 0.98  | 0.94  | 0.98  |
| 31/01/2016 12:00 | 0.99  | 1.00 | 1.00 | 0.99  | 1.00  | 0.99 | 0.99  | 0.98  | 0.99  |
| 31/01/2016 18:00 | 0.99  | 1.00 | 1.00 | 0.99  | 1.00  | 0.99 | 0.99  | 0.97  | 0.99  |

|                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 01/02/2016 0:00  | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.97 | 0.99 |
| 01/02/2016 6:00  | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 0.96 | 0.98 |
| 01/02/2016 12:00 | 0.96 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.97 | 0.97 | 0.96 | 0.97 |
| 01/02/2016 18:00 | 0.97 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.97 | 0.97 | 0.96 | 0.97 |
| 02/02/2016 0:00  | 0.98 | 1.00 | 1.00 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 0.97 | 0.98 |
| 02/02/2016 6:00  | 0.95 | 1.00 | 1.00 | 0.96 | 1.00 | 0.96 | 0.96 | 0.91 | 0.96 |
| 02/02/2016 12:00 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.98 | 0.99 |
| 02/02/2016 18:00 | 0.99 | 1.00 | 1.00 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.98 | 0.99 |

Таблица 3.4 – Линейные коэффициенты корреляции пар каналов Ю312-СВ2Ц5, Ю312-СВ2Ц6, Ю302-Ю303, Ю302-Ю334, Ю303-Ю334, Ю303-Ю304, Ю334-Ю304, Ю334-СВ2Ц5, Ю334-СВ2Ц6 к рисунку 3.17.

| Дата             | Ю312-СВ2Ц5 | Ю312-СВ2Ц6 | Ю302-Ю303 | Ю302-Ю334 | Ю303-Ю334 | Ю303-Ю304 | Ю334-Ю304 | Ю334-СВ2Ц5 | Ю334-СВ2Ц6 |
|------------------|------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|
| 01/01/2016 0:00  | 0.93       | 0.92       | 1.00      | 0.98      | 0.98      | 1.00      | 0.98      | 0.92       | 0.93       |
| 01/01/2016 6:00  | 0.90       | 0.91       | 1.00      | 0.98      | 0.98      | 1.00      | 0.98      | 0.87       | 0.91       |
| 01/01/2016 12:00 | 0.94       | 0.91       | 1.00      | 0.98      | 0.98      | 1.00      | 0.98      | 0.89       | 0.90       |
| 01/01/2016 18:00 | 0.92       | 0.89       | 1.00      | 0.98      | 0.98      | 1.00      | 0.98      | 0.82       | 0.88       |
| 02/01/2016 0:00  | 0.94       | 0.91       | 1.00      | 0.98      | 0.98      | 1.00      | 0.98      | 0.88       | 0.89       |
| 02/01/2016 6:00  | 0.89       | 0.84       | 1.00      | 0.98      | 0.98      | 1.00      | 0.98      | 0.84       | 0.83       |
| 02/01/2016 12:00 | 0.94       | 0.93       | 1.00      | 0.99      | 0.99      | 1.00      | 0.99      | 0.93       | 0.91       |
| 02/01/2016 18:00 | 0.92       | 0.92       | 1.00      | 0.98      | 0.99      | 1.00      | 0.99      | 0.93       | 0.90       |
| 03/01/2016 0:00  | 0.90       | 0.93       | 1.00      | 0.98      | 0.98      | 1.00      | 0.99      | 0.92       | 0.90       |
| 03/01/2016 6:00  | 0.86       | 0.92       | 1.00      | 0.97      | 0.97      | 1.00      | 0.98      | 0.89       | 0.88       |
| 03/01/2016 12:00 | 0.88       | 0.94       | 1.00      | 0.97      | 0.97      | 1.00      | 0.98      | 0.92       | 0.89       |
| 03/01/2016 18:00 | 0.85       | 0.92       | 1.00      | 0.96      | 0.96      | 1.00      | 0.97      | 0.92       | 0.87       |
| 04/01/2016 0:00  | 0.92       | 0.92       | 1.00      | 0.97      | 0.97      | 1.00      | 0.97      | 0.94       | 0.89       |
| 04/01/2016 6:00  | 0.91       | 0.89       | 1.00      | 0.96      | 0.97      | 1.00      | 0.97      | 0.94       | 0.88       |
| 04/01/2016 12:00 | 0.96       | 0.93       | 1.00      | 0.98      | 0.98      | 1.00      | 0.98      | 0.96       | 0.92       |
| 04/01/2016 18:00 | 0.96       | 0.95       | 1.00      | 0.97      | 0.98      | 1.00      | 0.98      | 0.96       | 0.92       |
| 05/01/2016 0:00  | 0.96       | 0.95       | 1.00      | 0.98      | 0.98      | 1.00      | 0.98      | 0.97       | 0.93       |
| 05/01/2016 6:00  | 0.93       | 0.93       | 1.00      | 0.98      | 0.98      | 1.00      | 0.98      | 0.94       | 0.86       |
| 05/01/2016 12:00 | 0.97       | 0.96       | 1.00      | 0.99      | 0.99      | 1.00      | 0.99      | 0.98       | 0.95       |
| 05/01/2016 18:00 | 0.95       | 0.96       | 1.00      | 0.99      | 0.99      | 1.00      | 0.99      | 0.97       | 0.94       |
| 06/01/2016 0:00  | 0.97       | 0.97       | 1.00      | 0.99      | 0.99      | 1.00      | 0.99      | 0.98       | 0.96       |
| 06/01/2016 6:00  | 0.89       | 0.93       | 1.00      | 0.97      | 0.97      | 1.00      | 0.97      | 0.94       | 0.85       |
| 06/01/2016 12:00 | 0.95       | 0.94       | 1.00      | 0.98      | 0.99      | 1.00      | 0.99      | 0.96       | 0.90       |
| 06/01/2016 18:00 | 0.92       | 0.93       | 1.00      | 0.97      | 0.98      | 1.00      | 0.98      | 0.95       | 0.85       |
| 07/01/2016 0:00  | 0.95       | 0.94       | 1.00      | 0.99      | 0.99      | 1.00      | 0.99      | 0.96       | 0.91       |
| 07/01/2016 6:00  | 0.87       | 0.89       | 1.00      | 0.97      | 0.97      | 1.00      | 0.97      | 0.90       | 0.83       |
| 07/01/2016 12:00 | 0.93       | 0.92       | 1.00      | 0.98      | 0.98      | 1.00      | 0.99      | 0.94       | 0.89       |
| 07/01/2016 18:00 | 0.90       | 0.92       | 1.00      | 0.98      | 0.98      | 1.00      | 0.98      | 0.93       | 0.89       |
| 08/01/2016 0:00  | 0.92       | 0.91       | 1.00      | 0.98      | 0.98      | 1.00      | 0.99      | 0.94       | 0.91       |
| 08/01/2016 6:00  | 0.84       | 0.83       | 1.00      | 0.96      | 0.97      | 1.00      | 0.97      | 0.89       | 0.80       |
| 08/01/2016 12:00 | 0.92       | 0.89       | 1.00      | 0.98      | 0.98      | 1.00      | 0.99      | 0.94       | 0.90       |
| 08/01/2016 18:00 | 0.90       | 0.88       | 1.00      | 0.97      | 0.97      | 1.00      | 0.98      | 0.92       | 0.88       |

|                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 09/01/2016 0:00  | 0.92 | 0.89 | 1.00 | 0.97 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.92 | 0.86 |
| 09/01/2016 6:00  | 0.87 | 0.90 | 1.00 | 0.96 | 0.97 | 1.00 | 0.97 | 0.91 | 0.83 |
| 09/01/2016 12:00 | 0.92 | 0.92 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.93 | 0.89 |
| 09/01/2016 18:00 | 0.87 | 0.93 | 1.00 | 0.97 | 0.97 | 1.00 | 0.97 | 0.93 | 0.86 |
| 10/01/2016 0:00  | 0.94 | 0.94 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.96 | 0.91 |
| 10/01/2016 6:00  | 0.91 | 0.88 | 1.00 | 0.97 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.96 | 0.86 |
| 10/01/2016 12:00 | 0.98 | 0.96 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.95 |
| 10/01/2016 18:00 | 0.98 | 0.96 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 0.94 |
| 11/01/2016 0:00  | 0.98 | 0.96 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.98 | 0.95 |
| 11/01/2016 6:00  | 0.94 | 0.92 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.96 | 0.87 |
| 11/01/2016 12:00 | 0.97 | 0.96 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.97 | 0.95 |
| 11/01/2016 18:00 | 0.96 | 0.96 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.97 | 0.95 |
| 12/01/2016 0:00  | 0.97 | 0.97 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.98 | 0.96 |
| 12/01/2016 6:00  | 0.92 | 0.93 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.95 | 0.92 |
| 12/01/2016 12:00 | 0.98 | 0.97 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.98 | 0.96 |
| 12/01/2016 18:00 | 0.97 | 0.97 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.98 | 0.96 |
| 13/01/2016 0:00  | 0.98 | 0.97 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.98 | 0.96 |
| 13/01/2016 6:00  | 0.93 | 0.93 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.95 | 0.89 |
| 13/01/2016 12:00 | 0.97 | 0.97 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.98 | 0.96 |
| 13/01/2016 18:00 | 0.96 | 0.97 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.98 | 0.96 |
| 14/01/2016 0:00  | 0.98 | 0.97 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.98 | 0.96 |
| 14/01/2016 6:00  | 0.95 | 0.96 | 1.00 | 0.98 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.96 | 0.92 |
| 14/01/2016 12:00 | 0.98 | 0.96 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.98 | 0.94 |
| 14/01/2016 18:00 | 0.98 | 0.96 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.97 | 0.94 |
| 15/01/2016 0:00  | 0.98 | 0.95 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.97 | 0.92 |
| 15/01/2016 6:00  | 0.94 | 0.92 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.95 | 0.88 |
| 15/01/2016 12:00 | 0.97 | 0.95 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.97 | 0.94 |
| 15/01/2016 18:00 | 0.97 | 0.96 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.97 | 0.95 |
| 16/01/2016 0:00  | 0.96 | 0.95 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.97 | 0.96 |
| 16/01/2016 6:00  | 0.90 | 0.89 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.93 | 0.90 |
| 16/01/2016 12:00 | 0.90 | 0.87 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.94 | 0.89 |
| 16/01/2016 18:00 | 0.87 | 0.88 | 1.00 | 0.97 | 0.97 | 1.00 | 0.98 | 0.93 | 0.90 |
| 17/01/2016 0:00  | 0.89 | 0.89 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.90 | 0.89 |
| 17/01/2016 6:00  | 0.88 | 0.91 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.90 | 0.90 |
| 17/01/2016 12:00 | 0.91 | 0.91 | 1.00 | 0.97 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.92 | 0.91 |
| 17/01/2016 18:00 | 0.92 | 0.92 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.92 | 0.91 |
| 18/01/2016 0:00  | 0.94 | 0.88 | 1.00 | 0.97 | 0.97 | 1.00 | 0.97 | 0.94 | 0.87 |
| 18/01/2016 6:00  | 0.94 | 0.89 | 1.00 | 0.97 | 0.97 | 1.00 | 0.98 | 0.93 | 0.88 |
| 18/01/2016 12:00 | 0.95 | 0.91 | 1.00 | 0.97 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.94 | 0.90 |
| 18/01/2016 18:00 | 0.96 | 0.93 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.95 | 0.92 |
| 19/01/2016 0:00  | 0.95 | 0.95 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.96 | 0.95 |
| 19/01/2016 6:00  | 0.92 | 0.91 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.94 | 0.91 |
| 19/01/2016 12:00 | 0.94 | 0.93 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.95 | 0.93 |
| 19/01/2016 18:00 | 0.95 | 0.93 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.95 | 0.92 |
| 20/01/2016 0:00  | 0.96 | 0.95 | 1.00 | 0.98 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.96 | 0.94 |
| 20/01/2016 6:00  | 0.91 | 0.91 | 1.00 | 0.97 | 0.97 | 1.00 | 0.98 | 0.93 | 0.89 |

|                  |       |       |      |       |       |      |       |       |       |
|------------------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------|-------|
| 20/01/2016 12:00 | 0.94  | 0.95  | 1.00 | 0.99  | 0.99  | 1.00 | 0.99  | 0.95  | 0.94  |
| 20/01/2016 18:00 | 0.95  | 0.95  | 1.00 | 0.99  | 0.99  | 1.00 | 0.99  | 0.96  | 0.94  |
| 21/01/2016 0:00  | 0.95  | 0.95  | 1.00 | 0.99  | 0.99  | 1.00 | 0.99  | 0.96  | 0.95  |
| 21/01/2016 6:00  | 0.92  | 0.93  | 1.00 | 0.98  | 0.98  | 1.00 | 0.98  | 0.93  | 0.92  |
| 21/01/2016 12:00 | 0.96  | 0.95  | 1.00 | 0.99  | 0.99  | 1.00 | 0.99  | 0.97  | 0.95  |
| 21/01/2016 18:00 | 0.96  | 0.96  | 1.00 | 0.99  | 0.99  | 1.00 | 0.99  | 0.97  | 0.96  |
| 22/01/2016 0:00  | 0.96  | 0.95  | 1.00 | 0.99  | 0.99  | 1.00 | 0.99  | 0.98  | 0.96  |
| 22/01/2016 6:00  | 0.91  | 0.89  | 1.00 | 0.97  | 0.97  | 1.00 | 0.98  | 0.95  | 0.91  |
| 22/01/2016 12:00 | 0.96  | 0.94  | 1.00 | 0.98  | 0.99  | 1.00 | 0.99  | 0.97  | 0.93  |
| 22/01/2016 18:00 | 0.95  | 0.94  | 1.00 | 0.98  | 0.98  | 1.00 | 0.99  | 0.97  | 0.93  |
| 23/01/2016 0:00  | 0.95  | 0.94  | 1.00 | 0.98  | 0.98  | 1.00 | 0.99  | 0.96  | 0.93  |
| 23/01/2016 6:00  | 0.93  | 0.91  | 1.00 | 0.98  | 0.98  | 1.00 | 0.98  | 0.93  | 0.87  |
| 23/01/2016 12:00 | 0.17  | 0.07  | 0.99 | 0.16  | 0.01  | 0.99 | 0.16  | 0.17  | 0.07  |
| 23/01/2016 18:00 | 0.14  | -0.01 | 0.99 | 0.12  | -0.04 | 0.99 | 0.13  | 0.13  | -0.01 |
| 24/01/2016 0:00  | -0.06 | 0.39  | 0.56 | -0.21 | 0.59  | 0.80 | 0.93  | -0.04 | -0.25 |
| 24/01/2016 6:00  | -0.03 | 0.19  | 0.39 | -0.36 | 0.58  | 0.82 | 0.92  | 0.06  | -0.43 |
| 24/01/2016 12:00 | 0.05  | 0.65  | 0.38 | -0.32 | 0.70  | 0.82 | 0.97  | 0.13  | -0.39 |
| 24/01/2016 18:00 | 0.13  | 0.62  | 0.46 | -0.32 | 0.65  | 0.81 | 0.96  | 0.01  | -0.36 |
| 25/01/2016 0:00  | 0.57  | 0.59  | 1.00 | -0.30 | -0.34 | 0.94 | -0.04 | 0.10  | -0.36 |
| 25/01/2016 6:00  | 0.64  | 0.65  | 1.00 | -0.01 | -0.05 | 0.97 | 0.15  | 0.18  | -0.05 |
| 25/01/2016 12:00 | 0.96  | 0.96  | 1.00 | 0.98  | 0.98  | 1.00 | 0.99  | 0.97  | 0.93  |
| 25/01/2016 18:00 | 0.96  | 0.96  | 1.00 | 0.98  | 0.98  | 1.00 | 0.98  | 0.96  | 0.93  |
| 26/01/2016 0:00  | 0.97  | 0.97  | 1.00 | 0.99  | 0.99  | 1.00 | 0.99  | 0.97  | 0.95  |
| 26/01/2016 6:00  | 0.93  | 0.92  | 1.00 | 0.98  | 0.98  | 1.00 | 0.98  | 0.94  | 0.90  |
| 26/01/2016 12:00 | 0.97  | 0.96  | 1.00 | 0.99  | 0.99  | 1.00 | 0.99  | 0.97  | 0.95  |
| 26/01/2016 18:00 | 0.97  | 0.96  | 1.00 | 0.99  | 0.99  | 1.00 | 0.99  | 0.97  | 0.94  |
| 27/01/2016 0:00  | 0.96  | 0.95  | 0.99 | 0.21  | 0.07  | 0.99 | 0.21  | 0.19  | 0.20  |
| 27/01/2016 6:00  | 0.92  | 0.90  | 0.96 | 0.46  | 0.21  | 0.96 | 0.46  | 0.40  | 0.41  |
| 27/01/2016 12:00 | 0.95  | 0.94  | 0.98 | 0.32  | 0.12  | 0.98 | 0.32  | 0.26  | 0.29  |
| 27/01/2016 18:00 | 0.95  | 0.94  | 0.99 | 0.52  | 0.39  | 0.99 | 0.52  | 0.48  | 0.47  |
| 28/01/2016 0:00  | 0.95  | 0.94  | 0.99 | 0.10  | 0.02  | 0.99 | 0.10  | 0.01  | 0.05  |
| 28/01/2016 6:00  | 0.87  | 0.88  | 0.98 | 0.17  | 0.03  | 0.98 | 0.17  | 0.06  | 0.09  |
| 28/01/2016 12:00 | 0.41  | 0.50  | 1.00 | 0.00  | -0.07 | 1.00 | 0.00  | -0.07 | -0.03 |
| 28/01/2016 18:00 | 0.45  | 0.54  | 1.00 | 0.14  | 0.08  | 1.00 | 0.14  | 0.08  | 0.08  |
| 29/01/2016 0:00  | 0.24  | 0.36  | 1.00 | 0.32  | 0.29  | 1.00 | 0.32  | 0.29  | 0.31  |
| 29/01/2016 6:00  | 0.13  | 0.31  | 1.00 | 0.98  | 0.98  | 1.00 | 0.98  | 0.93  | 0.91  |
| 29/01/2016 12:00 | 0.97  | 0.96  | 1.00 | 0.99  | 0.99  | 1.00 | 0.99  | 0.97  | 0.95  |
| 29/01/2016 18:00 | 0.97  | 0.97  | 1.00 | 0.99  | 0.99  | 1.00 | 0.99  | 0.97  | 0.96  |
| 30/01/2016 0:00  | 0.98  | 0.97  | 1.00 | 0.99  | 0.99  | 1.00 | 0.99  | 0.97  | 0.96  |
| 30/01/2016 6:00  | 0.92  | 0.93  | 1.00 | 0.99  | 0.99  | 1.00 | 0.99  | 0.93  | 0.93  |
| 30/01/2016 12:00 | 0.95  | 0.92  | 1.00 | 0.99  | 0.99  | 1.00 | 0.99  | 0.95  | 0.93  |
| 30/01/2016 18:00 | 0.91  | 0.93  | 1.00 | 0.98  | 0.98  | 1.00 | 0.99  | 0.93  | 0.92  |
| 31/01/2016 0:00  | 0.94  | 0.93  | 1.00 | 0.99  | 0.99  | 1.00 | 0.99  | 0.95  | 0.94  |
| 31/01/2016 6:00  | 0.88  | 0.90  | 1.00 | 0.97  | 0.98  | 1.00 | 0.98  | 0.91  | 0.87  |
| 31/01/2016 12:00 | 0.95  | 0.95  | 1.00 | 0.99  | 0.99  | 1.00 | 0.99  | 0.95  | 0.94  |
| 31/01/2016 18:00 | 0.94  | 0.95  | 1.00 | 0.99  | 0.99  | 1.00 | 0.99  | 0.96  | 0.94  |

|                  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 01/02/2016 0:00  | 0.94 | 0.91 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 1.00 | 0.99 | 0.94 | 0.90 |
| 01/02/2016 6:00  | 0.93 | 0.88 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 1.00 | 0.99 | 0.94 | 0.89 |
| 01/02/2016 12:00 | 0.92 | 0.84 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.92 | 0.87 |
| 01/02/2016 18:00 | 0.90 | 0.86 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 1.00 | 0.98 | 0.90 | 0.88 |
| 02/02/2016 0:00  | 0.90 | 0.91 | 1.00 | 0.98 | 0.98 | 1.00 | 0.99 | 0.93 | 0.92 |
| 02/02/2016 6:00  | 0.73 | 0.79 | 1.00 | 0.96 | 0.96 | 1.00 | 0.96 | 0.80 | 0.81 |
| 02/02/2016 12:00 | 0.95 | 0.96 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.96 | 0.96 |
| 02/02/2016 18:00 | 0.95 | 0.96 | 1.00 | 0.99 | 0.99 | 1.00 | 0.99 | 0.96 | 0.96 |

Рисунок 3.18 отображает медиану парного линейного коэффициента корреляции -  $\text{med } \zeta$  (a), медиану парного линейного коэффициента корреляции после винзоризации –  $\text{med } \zeta_w$  (b), медиану робастного коэффициента корреляции Хьюбера -  $\text{med } \rho$  (c).

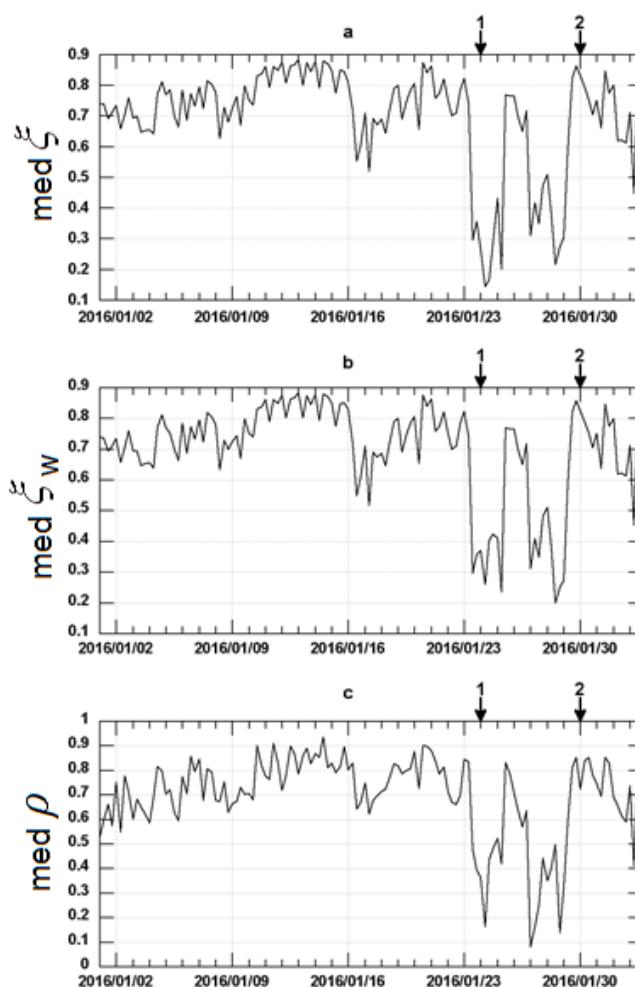


Рисунок 3.18. Медиана парного линейного коэффициента корреляции  $\text{med } \zeta$  (a), медиану парного линейного коэффициента корреляции после винзоризации –  $\text{med } \zeta_w$  (b), медиану робастного коэффициента корреляции Хьюбера -  $\text{med } \rho$  (c).

Физическая интерпретация обнаруженного импульсного поведения медианы парного коэффициента корреляции требует дальнейшего изучения. Согласно

общетеоретическим положениям, развиваемым в работах А.А. Любушина, и восходящим к фундаментальным работам [135, 136] увеличение коллективного поведения или синхронизации геофизических данных в области подготовки катастрофического явления рассматривается как так называемый «флаг катастрофы» – индикатор приближения системы к резкой перестройке. Данный эффект проявляется как увеличение коррелированности и радиуса флуктуаций сигналов различной природы и структуры при приближении к катастрофическому изменению – землетрясению. При этом можно ожидать, что начало самого процесса катастрофического изменения – резкого изменения структуры, приведёт к нарушению (срыву) возникшей синхронизации. Факт всплеска (резкого падения) медианы коэффициента парной корреляции многоэлектродной станции сообщает о том, что происходит резкое рассогласование на интервале оперативного упреждения сильного землетрясения.

Таким образом, подход к поиску нестационарных сигналов-предвестников состоит в поиске моментов времени, связанных со всплесками коэффициентов парной корреляции между различными каналами станции геоэлектрических измерений. Данный подход позволяет сформулировать следующий алгоритм идентификации сигналов-предвестников:

1. задание начальной и конечной даты временного интервала идентификации;
2. для каждой  $i$ -й даты внутри заданного интервала
  - 2.1. для каждой пары  $j, k$  каналов многоэлектродной станции
  - 2.2. рассчитываем линейный коэффициент парной корреляции по формуле

$$R_{ab}^i = \frac{\text{cov}_{ab}}{\sigma_a \sigma_b},$$

где  $a, b$  – суточный фрагмент сигналов двух рассматриваемых каналов  $j$  и  $k$ ,  $\text{cov}_{ab}$  – ковариация суточных фрагментов сигналов двух рассматриваемых каналов,  $\sigma_a, \sigma_b$  – среднеквадратические отклонения суточных фрагментов сигналов двух рассматриваемых каналов,  $i$  – номер даты внутри рассматриваемого интервала.

Если  $|R_{ab}^i - R_{ab}^{i-1}| \leq \varepsilon$ , где  $R_{ab}^i$  и  $R_{ab}^{i-1}$  – коэффициенты корреляции каналов на соседних суточных интервалах,  $\varepsilon$  – пороговая величина,  $|\varepsilon| \leq 1$ , то на интервале  $i$  для каналов  $a$  и  $b$  наблюдается нестационарный сигнал-предвестник.

Очевидно, что величина порогового значения – величина  $\varepsilon$  должна быть подобрана ретроспективным анализом и должна уточняться в дальнейшем.

### **3.2. Исследование нестационарных электрических сигналов в сети геоэлектрических измерений в связи с сильными землетрясениями с $M \geq 8$ в 2001-2015 гг.**

Многолетний архив данных, накопленный на международной сети геоэлектрических измерений в северном полушарии на территории, охватывающей Евразийскую часть земной коры с координатами по широте от  $42^\circ\text{С}$  до  $56^\circ\text{С}$  и долготе от  $14^\circ\text{В}$  до  $159^\circ\text{В}$ , позволил выделить нестационарные геоэлектрические сигналы в связи с сильными землетрясениями с  $M \geq 8$  на земном шаре [117-119, 138, Приложение 2].  
Характерные особенности сигналов:

- нестационарные кратковременные (от нескольких десятков минут до нескольких часов) знакопеременные или однополярные геоэлектрические сигналы или последовательности сигналов, отличающиеся по величине амплитуды более чем в 2.7...3.14 раза, регистрируемые на фоне нарастания/снижения геоэлектрической активности и/или на фоне медленноменяющихся сигналов;

- регистрируются на интервале оперативного предупреждения 30 суток сильных землетрясений  $M \geq 8$  независимо от расстояния от эпицентра до пункта геоэлектрического мониторинга.

На рисунках раздела 3.2 представлены результаты анализа всех отобранных нестационарных геоэлектрических предвестников, наблюдавшихся на 30 суточном оперативном интервале предупреждения в связи с землетрясениями с магнитудой  $M \geq 8$  на земном шаре, произошедшими с 2001 по 2015 гг. Каждое глобальное землетрясение с  $M \geq 8$  было распознано в нестационарных геоэлектрических предвестниках на сети геоэлектрических измерений многоэлектродных станций. С 2001 по 2007 гг. накопление данных производилось на одной многоэлектродной станции С1-ШЭП в Петропавловске-Камчатском. Интервал измерений составлял от 3 до 9 часов. В 2007 г. был добавлен пункт геоэлектрических измерений С2-ИМФПЭТ в Петропавловске-Камчатском. В 2012 г. был начат 1 сек. мониторинг на сети геоэлектрических измерений.

#### **3.2.1. Пример нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8.4 Перу, 23 июня 2001г.**

На рисунке 3.19 изображена карта с эпицентром землетрясения (ЗТ) М8.4, произошедшего вблизи побережья Перу 23 июня 2001 г. На интервале оперативного предупреждения с 23 мая по 27 июня 2001 г. были оценены количество нестационарных геоэлектрических (НГЭ) предвестников и отобраны в таблицу 3.5 и отображены на рисунке 3.20.





Рисунок 3.19– Карта с эпицентром землетрясения М8.4 вблизи побережья Перу 23 июня 2001г. по данным U.S. Geological Survey

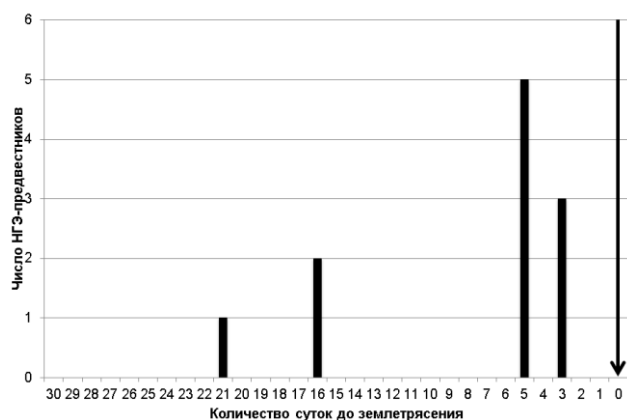


Рисунок 3.20 – Число НГЭ-предвестников землетрясения М8.4-Перу, 23 июня 2001 г.

Таблица 3.5 – Количество НГЭ-сигналов на 30 суточном интервале, к рисунку 3.20

| Количество НЭ-предвестников | Интервал предшествования |
|-----------------------------|--------------------------|
| 1                           | ~21 сутки                |
| 2                           | ~16 суток                |
| 5                           | ~5 суток                 |
| 3                           | ~3 суток                 |

На рисунке 3.21 представлена регистрограмма всех значений разности потенциалов, переменная составляющая, измеренных с помощью двухполюсника в шурфе СВ станции С1-ШЭП-ПК. Анализ

регистрограммы обнаружил НГЭ процесс на интервале оперативного упреждения с 23 мая по 27 июня 2001 г. перед М8.4, произошедшего вблизи побережья Перу 23 июня 2001 г.

На рисунке 3.22 представлена регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью двухполюсника в шурфе СВ станции С1-ШЭП. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процесс в виде монотонного снижения геоэлектрической активности, закончившийся скачкообразным увеличением величины сигнала более чем на 100 мВ за ~5 дней до момента землетрясения с магнитудой М8.4, произошедшего вблизи побережья Перу 23 июня 2001 г.

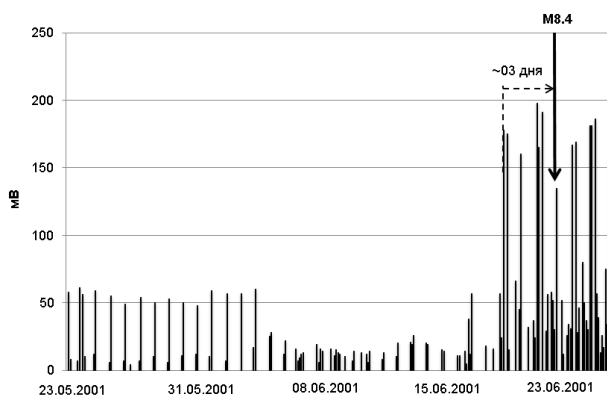


Рисунок 3.21 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, переменная составляющая в канале СВ

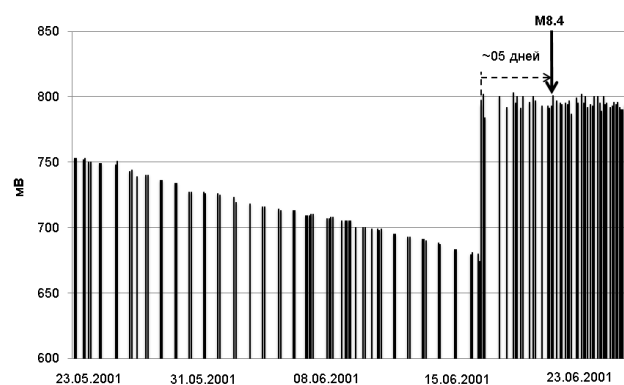


Рисунок 3.22 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая в канале СВ станции С1-

станции С1-ШЭП-ПК, измеренные с 23 мая по 27 июня 2001 г. ШЭП-ПК, измеренные с 23 мая по 27 июня 2001 г.

### 3.2.2. Примеры нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8.3 Хоккайдо, Япония, 25 сентября 2003г.

На рисунке 3.23 изображена карта с эпицентром землетрясения М8.3, произошедшего вблизи побережья Хоккайдо, Япония 25 сентября 2003 г. На интервале оперативного упреждения с 29 августа по 28 сентября 2003 г. были оценены количество НГЭ-предвестников, отобраны в таблицу 4.6 и отображены на рисунке 3.24.



Рисунок 3.23 – Карта с эпицентром землетрясения М8.3 вблизи побережья Хоккайдо, Япония 25 сентября 2003г. по данным U.S. Geological Survey

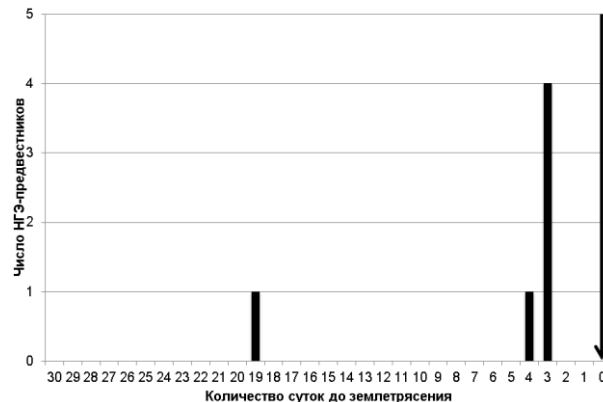


Рисунок 3.24 – Число НГЭ-предвестников землетрясения М8.3-Япония, 25 сентября 2003 г.

Таблица 3.6 – Количество НГЭ-предвестников на 30 суточном интервале к рис. 3.24

| Количество НЭ-предвестников | Интервал предшествования |
|-----------------------------|--------------------------|
| 1                           | ~19 суток                |
| 1                           | ~4 суток                 |
| 4                           | ~3 суток                 |

На рисунке 3.25 представлена регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью двухполюсника, составленного электродами №3 и №4 в шурфе Ц станции С1-ШЭП. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процесс в виде импульсного увеличением величины сигнала более чем на 250 мВ за ~4 дня до момента землетрясения с магнитудой М8.3, произошедшего вблизи побережья о. Хоккайдо, Япония 25 сентября 2003 г.

На рисунке 3.26 представлена регистрограмма всех значений разности потенциалов, переменная составляющая, измеренных с помощью ПЭ-двухполюсника, составленного электродами №5 и №6 в шурфе Ц станции С1-ШЭП-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы на интервале оперативного упреждения с 29 августа по 28 сентября 2003 г. перед М8.3, произошедшего вблизи побережья о. Хоккайдо, Япония 25 сентября 2003 г.

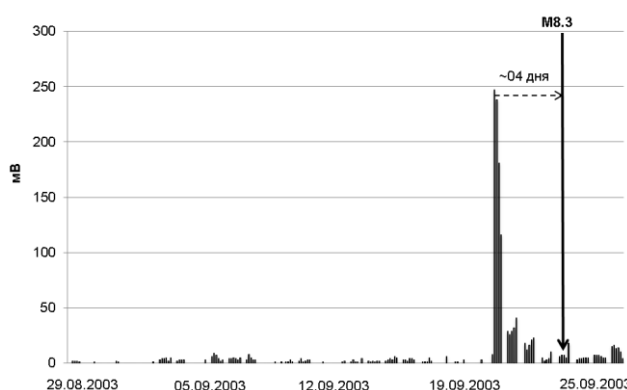


Рисунок 3.25 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая в канале Ц34 станции С1-ШЭП-ПК, измеренные с 29 августа по 28 сентября 2003 г.

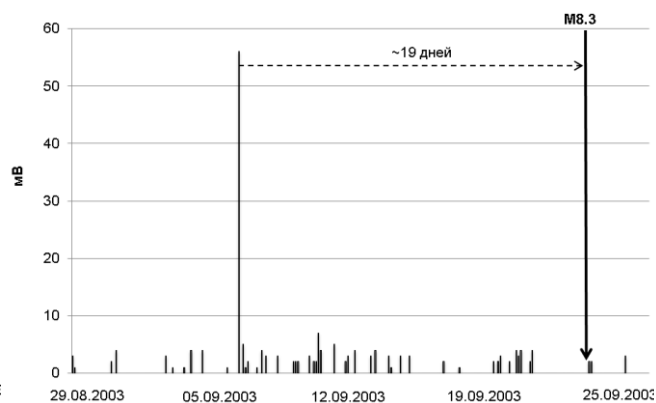


Рисунок 3.26 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, переменная составляющая в канале Ц56 станции С1-ШЭП-ПК, измеренные с 29 августа по 28 сентября 2003 г.

### 3.2.3. Примеры нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясениями М8.1 Маккуори, Австралия, 23 декабря 2004г. и М9.1 Индонезия, 26 декабря 2004г.

На рисунке 3.27 изображена карта с эпицентрами землетрясения М8.1, Маккуори, Австралия 23 декабря 2004г. и цунамигенного землетрясения М9.1 вблизи Индонезии, 26 декабря 2004г. На интервале оперативного упреждения с 26 ноября по 29 декабря 2004г. были оценены количество НГЭ-предвестников, отобраны в таблицу 3.7 и отображены на рисунке 3.28.

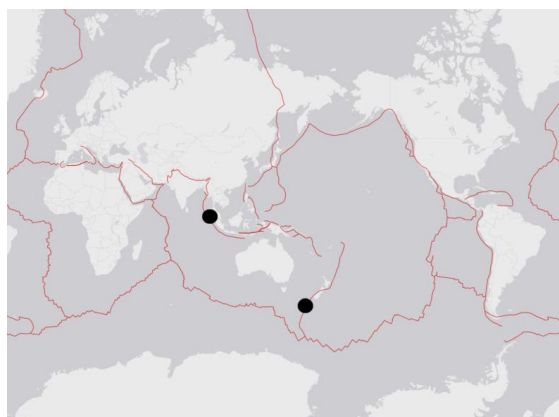


Рисунок 3.27 – Карта с эпицентрами землетрясений М8.1 вблизи о. Маккуори, 23 декабря 2004г., и М9.1 вблизи северной Индонезии 26 декабря 2004 г. по данным U.S. Geological Survey

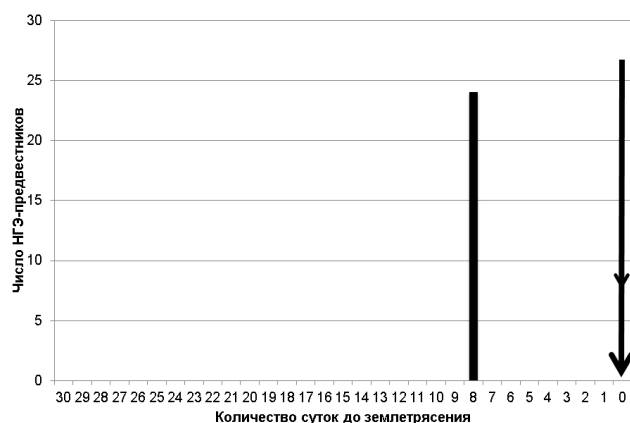


Рисунок 3.28 – Число НГЭ-предвестников землетрясений М8.1-Маккуори, 23 декабря 2004г., и М9.1 Индонезия, 26 декабря 2004 г.

Таблица 3.7 – Количество НЭ-предвестников на 30 суточном интервале к рис. 3.28

| Количество НЭ-предвестников | Интервал предшествования |
|-----------------------------|--------------------------|
| 24                          | ~8 суток                 |

На рисунке 3.29 представлена регистрограмма МАКС-значений разности

потенциалов, переменная составляющая, измеренных с помощью двухполюсника, составленного парой электродов в шурфе СВ станции С1-ШЭП. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы в виде скачкообразного снижения величины ежесуточного МАКС-сигнала с 300 мВ до 100 мВ за 8 и 11 суток соответственно до землетрясения М8.1, Маккуори, Австралия 23 декабря 2004г. и цунамигенным землетрясением М9.1 вблизи Индонезии, 26 декабря 2004г. Обращает внимание кратковременное понижение амплитуды сигнала в течение 3 суток (1-3 декабря 2004г.), которое получило название пилотным.

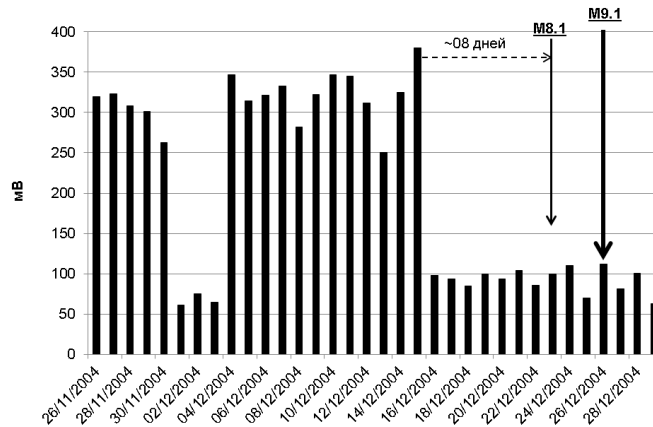


Рисунок 3.29 – Регистрограмма ежесуточных МАКС-значений разности потенциалов, переменная составляющая в канале СВ станции С1-ШЭП-ПК, измеренные с 26 ноября по 29 декабря 2004 г.

### 3.2.4. Примеры нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8.7 Индонезия, 28 марта 2005 г.

На рисунке 3.30 изображена карта с эпицентром землетрясения М8.7 вблизи северной Индонезии, 28 марта 2005г. На интервале оперативного упреждения с 01 марта по 31 марта 2005г. были оценены количество НГЭ-предвестников, отобраны в таблицу 3.8 и отображены на рисунке 3.31.

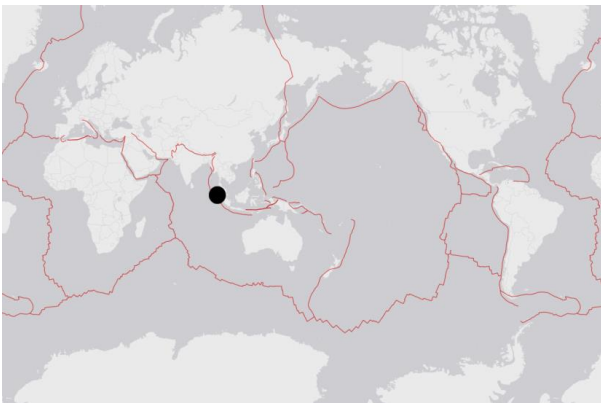


Рисунок 3.30 – Карта с эпицентром землетрясения М8.7 вблизи северной

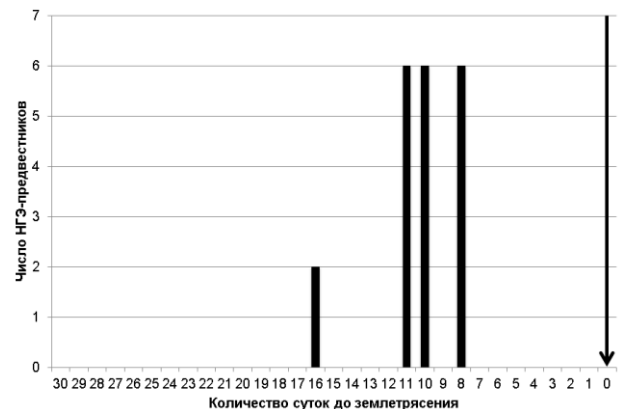


Рисунок 3.31 – Число НГЭ-предвестников

Индонезии 28 марта 2005 г. по данным U.S. Geological Survey

землетрясения М8.7-Индонезия, 28 марта 2005 г.

Таблица 3.8 – Количество НГЭ-предвестников на 30 суточном интервале к рис. 3.31

| Количество НЭ-предвестников | Интервал предшествования |
|-----------------------------|--------------------------|
| 2                           | ~16 суток                |
| 6                           | ~11 суток                |
| 6                           | ~10 суток                |
| 6                           | ~8 суток                 |

На рисунке 3.32 представлена регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью субгоризонтального двухполюсника, составленного электродами

№2 в шурфе СВ и №1 в шурфе Ц станции С1-ШЭП-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процесс на интервале оперативного упреждения с 01 марта по 31 марта 2005г., возникшие на фоне нарастания геоэлектрической активизации, достигшей максимума за 11 дней до землетрясения М8.7, произошедшего вблизи побережья северной Индонезии 28.03.2005 г.

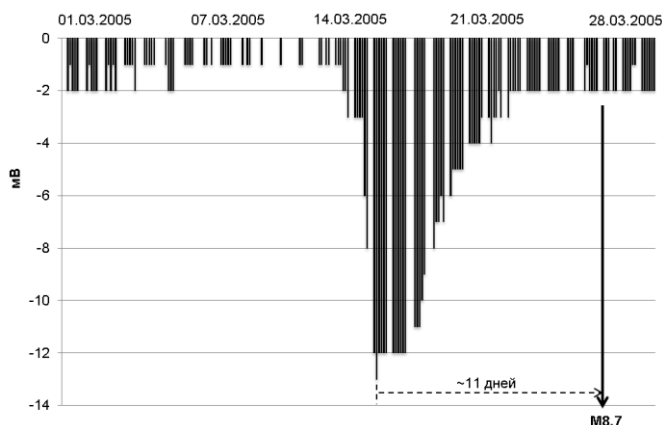


Рисунок 3.32 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая в канале СВ2Ц1 станции С1-ШЭП-ПК, измеренные с 01 по 31 марта 2005 г.

### 3.2.5. Пример нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8 Тонга, 03 мая 2006 г

На рисунке 3.33 изображена карта с эпицентром землетрясения М8, о-вов Тонга 03 мая 2006г. На интервале оперативного упреждения с 05 апреля по 06 мая 2006г. были оценены количество НЭ-предвестников, отобраны в таблицу 3.9 и отображены на рисунке 3.34.

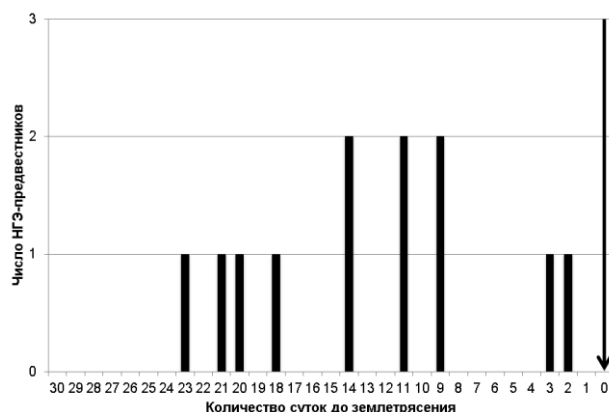
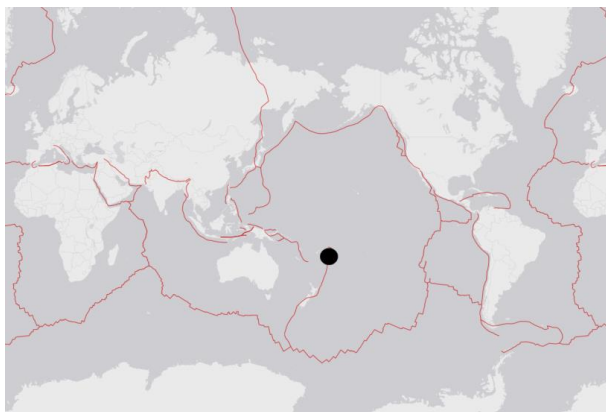


Рисунок 3.33 – Карта эпицентра землетрясения М8 вблизи Тонга о-вов 03 мая 2006г. по данным U.S. Geological Survey

Рисунок 3.34 – Число НГЭ-предвестников землетрясения М8-Тонга, 03 мая 2006г.

Таблица 3.9 – Количество НГЭ-предвестников на 30 суточном интервале к рис. 3.34

| Количество НЭ-предвестников | Интервал предшествования |
|-----------------------------|--------------------------|
| 1                           | ~23 суток                |
| 1                           | ~21 суток                |
| 1                           | ~20 суток                |
| 1                           | ~18 суток                |
| 2                           | ~14 суток                |
| 2                           | ~11 суток                |
| 2                           | ~09 суток                |
| 1                           | ~03 суток                |
| 1                           | ~02 суток                |

На рисунке 3.35 представлена регистрограмма всех значений ЭДС постоянного тока (ЭДС=), измеренных с помощью ПЭ-двухполюсника, составленного электродами №5 и №6 в шурфе Ю3 станции С1-ШЭП-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы на интервале оперативного упреждения с 05 апреля по 06 мая 2006г.

(оперативный интервал прогноза) перед М8, произошедшего вблизи о-вов Тонга 03 мая 2006 г.

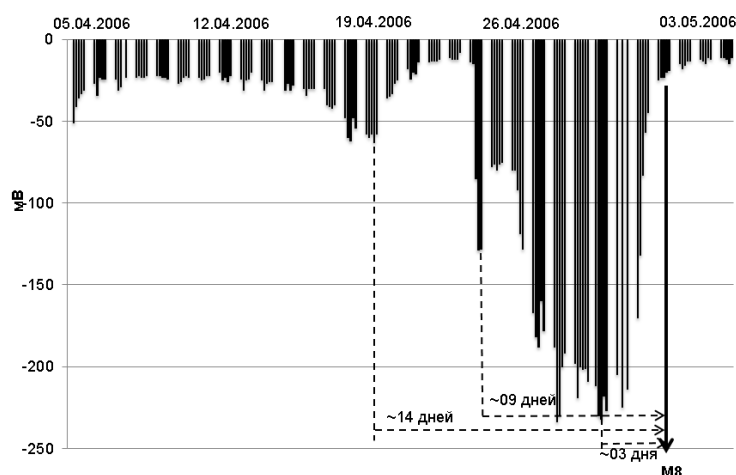


Рисунок 3.35 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая в канале Ю356 станции С1-ШЭП-ПК, измеренные с 05 апреля по 06 мая 2006г.

### 3.2.6. Пример нестационарных электрических предвестников в связи с землетрясением М8.3 вблизи о-ва Симушир, Курилы, 15 ноября 2006 г.

На рисунке 3.36 изображена карта с эпицентром землетрясения М8.3, вблизи о-ва Симушир, Курилы, 15 ноября 2006г. На интервале оперативного упреждения с 14 октября по 18 ноября 2006г. были оценены количество НГЭ-предвестников, отобраны в таблицу 3.10 и отображены на рисунке 3.37.



Рисунок 3.36 – Карта эпицентра землетрясения М8.3 вблизи о.Симушир, Курилы 15 ноября 2006г. по данным U.S. Geological Survey

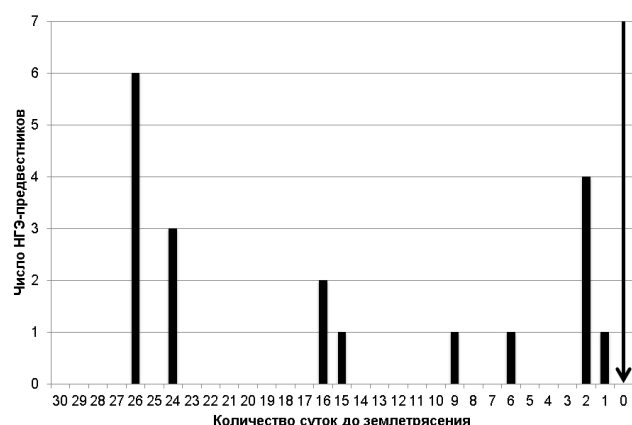


Рисунок 3.37 – Число НГЭ-предвестников землетрясения М8.3-Курилы, 15 ноября 2006г.

Таблица 3.10 – Количество НГЭ-предвестников на 30 суточном интервале к рис. 3.37

| Количество НЭ-предвестников | Интервал предшествования |
|-----------------------------|--------------------------|
| 6                           | ~25 суток                |
| 3                           | ~24 суток                |
| 2                           | ~16 суток                |
| 1                           | ~15 суток                |
| 1                           | ~09 суток                |
| 1                           | ~06 суток                |
| 4                           | ~02 суток                |
| 1                           | ~01 сутки                |

На рисунке 3.38 представлена регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью геоэлектрического двухполюсника, составленного парой электродов в шурфе СВ станции С1-ШЭП-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ

процессы на интервале оперативного упреждения с 14 октября по 18 ноября 2006г. перед М8.3, произошедшего вблизи о-ва Симушир. Курилы 15 ноября 2006. На рисунке 3.39 представлена регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью ПЭ-двухполюсника, составленного между общим проводом и электродом №5 в шурфе Ц станции С1-ШЭП-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы на интервале оперативного упреждения с 14 октября по 18 ноября 2006г. перед М8.3, произошедшего вблизи о-ва Симушир. Курилы 15 ноября 2006г.

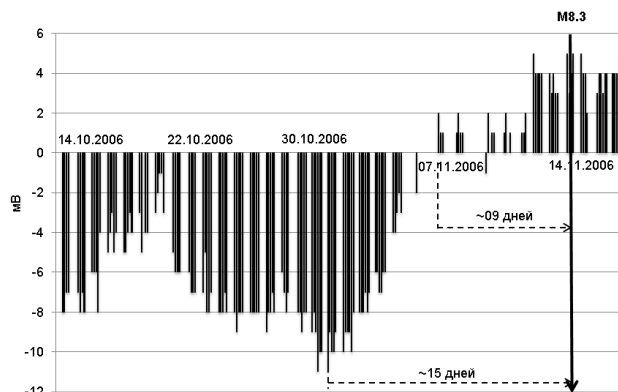
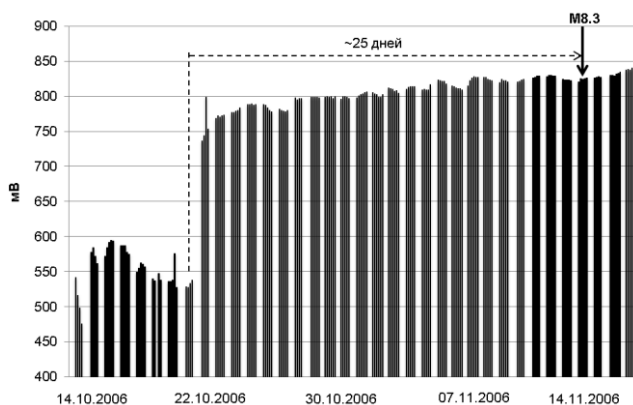




Рисунок 3.38 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая в канале СВ станции С1-ШЭП-ПК, измеренные с 14 октября по 18 ноября 2006г.

Рисунок 3.39 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая в канале ЦО5 станции С1-ШЭП-ПК, измеренные с 14 октября по 18 ноября 2006г.

### 3.2.7. Пример нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8.1 вблизи о-ва Симушир, Курилы, 13 января 2007г.

На рисунке 3.40 изображена карта с эпицентром землетрясения М8.1 вблизи о-ва Симушир, Курилы 13 января 2007г. На интервале оперативного упреждения с 13 декабря 2006 г. по 16 января 2007г. были оценены количество НГЭ-предвестников, отобраны в таблицу 3.11 и отображены на рисунке 3.41.



Рисунок 3.40 – Карта эпицентра землетрясения М8.1 вблизи о.Симушир, Курилы 13 января 2007 г. по данным U.S. Geological Survey

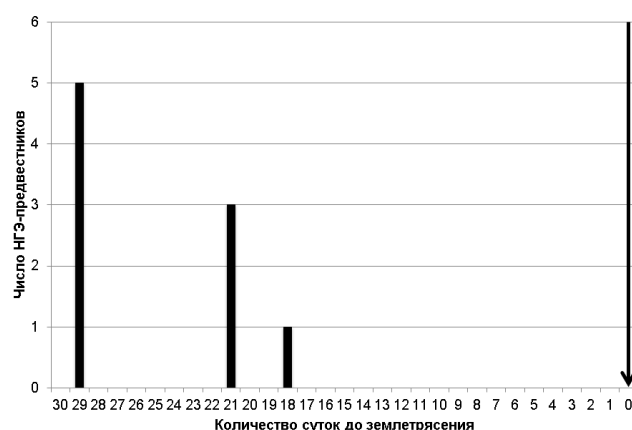


Рисунок 3.41 – Число НГЭ-предвестников землетрясения М8.1-Курилы, 13 января 2007г.

Таблица 3.11 – Количество НЭ-предвестников на 30 суточном интервале к рис. 3.41

| Количество НЭ-предвестников | Интервал предшествования |
|-----------------------------|--------------------------|
| 5                           | ~29 суток                |
| 3                           | ~21 суток                |
| 1                           | ~18 суток                |

На рисунке 3.42 представлена регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью субгоризонтального

ПЭ-двухполюсника, составленного электродами №2 в шурфе СВ и №1 в шурфе Ц станции С1-ШЭП-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы на интервале оперативного упреждения с 13 декабря 2006 г. по 16 января 2007г. (оперативный интервал прогноза) перед М8.1, произошедшего вблизи о-ва Симушир, Курилы 13 января 2007г.

На рисунке 3.43 представлена регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью двухполюсника,



составленного электродами №5 и №6 в шурфе ЮЗ станции С1-ШЭП-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процесс в виде нарастания геоэлектрической активности, закончившийся скачкообразным увеличением величины сигнала до -136 мВ за ~21 день до момента землетрясения М8.1, произошедшего вблизи о-ва Симушир, Курилы 13 января 2007г.

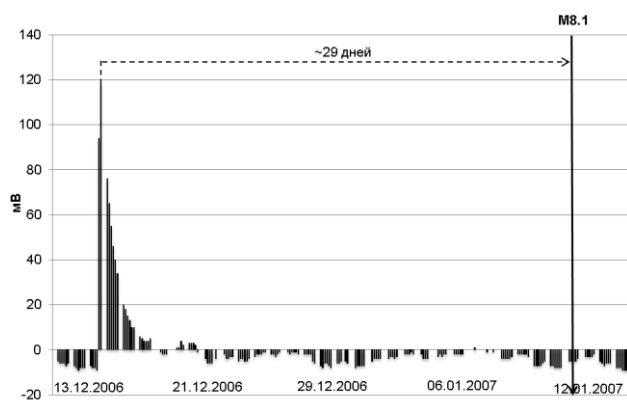


Рисунок 3.42 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая в канале СВ2Ц1 станции С1-ШЭП-ПК, измеренные с 13 декабря 2006 г. по 16 января 2007г.

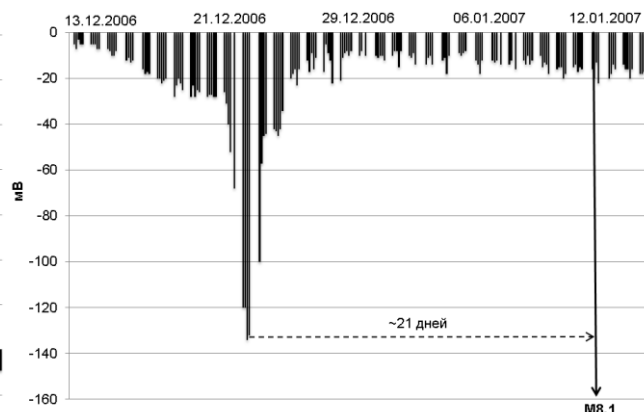


Рисунок 3.43 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая в канале Ю356 станции С1-ШЭП-ПК, измеренные с 13 декабря 2006 г. по 16 января 2007г.

### 3.2.8. Пример нестационарных электрических предвестников в связи с землетрясением М8.1 вблизи Соломоновых о-вов, 01 апреля 2007 г.

На рисунке 3.44 изображена карта с эпицентром землетрясения М8.1 вблизи Соломоновых о-вов, 01 апреля 2007 г. На интервале оперативного упреждения с 01 марта по 05 апреля 2007г. были оценены количество НГЭ-предвестников, отображены в таблицу 3.12 и отображены на рисунке 3.45.



Рисунок 3.44 – Карта эпицентра землетрясения М8.1 вблизи Соломоновых о-вов 01 апреля 2007г. по данным U.S.

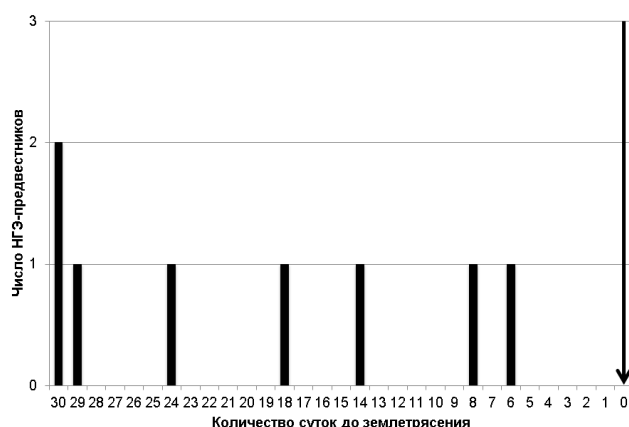


Рисунок 3.45 – Число НГЭ-предвестников землетрясения М8.1-Соломоновые о-ва, 01 апреля 2007г.

Таблица 3.12 – Количество НЭ-предвестников на 30 суточном интервале к рис. 3.45

| Количество НЭ-предвестников | Интервал предшествования |
|-----------------------------|--------------------------|
| 2                           | ~30 суток                |
| 1                           | ~29 суток                |
| 1                           | ~24 суток                |
| 1                           | ~18 суток                |
| 1                           | ~14 суток                |
| 1                           | ~08 суток                |
| 1                           | ~06 суток                |

На рисунке 3.46 представлена регистрограмма ежесуточных максимальных значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью ПЭ-двухполюсника, составленного между общим проводом и электродом №5 в шурфе Ц станции С1-ШЭП-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы на интервале оперативного упреждения с 01 марта по 05 апреля 2007г. перед М8.1, произошедшего вблизи Соломоновых о-вов, 01 апреля 2007 г.

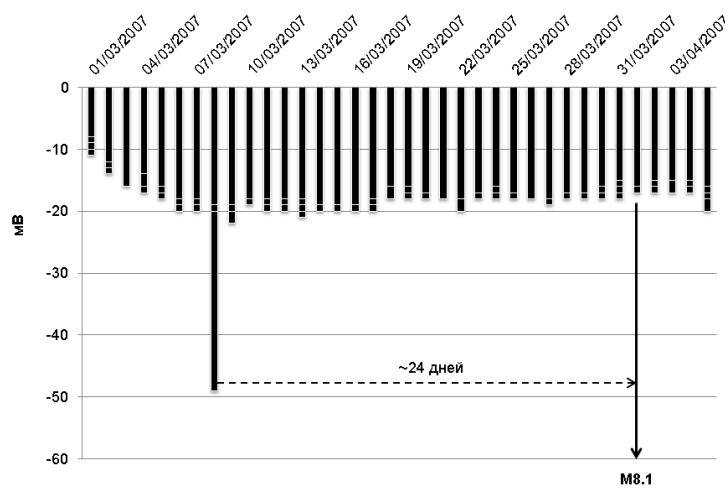


Рисунок 3.46 – Регистрограмма ежесуточных МАКС-значений разности потенциалов, постоянная составляющая в канале ЦО5 станции С1-ШЭП-ПК, измеренные с 01 марта по 05 апреля 2007г.

### 3.2.9. Примеры нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8 Перу, 15 августа 2007г.

На рисунке 3.47 изображена карта с эпицентром землетрясения М8.1 Перу, 15 августа 2007г. На интервале оперативного упреждения с 15 июля по 18 августа 2007г. были оценены количество НЭ-предвестников, отобраны в таблицу 3.13 и отображены на рисунке 3.48.



Рисунок 3.47 – Карта эпицентра землетрясения М8 вблизи Перу 15 августа 2007г. по данным U.S. Geological Survey

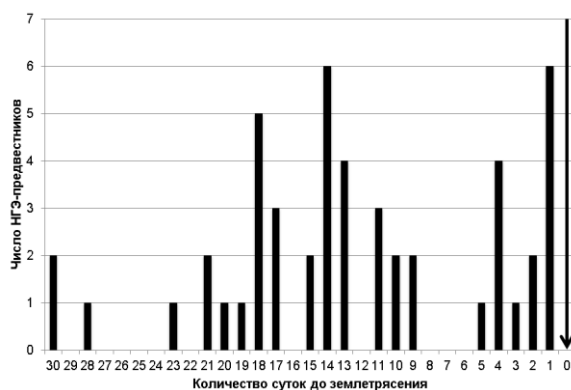


Рисунок 3.48 – Число НГЭ-предвестников землетрясения М8-Перу, 15 августа 2007г.

| Количество НЭ-предвестников | Интервал предшествования |
|-----------------------------|--------------------------|
| 2                           | ~30 суток                |
| 1                           | ~28 суток                |
| 1                           | ~23 суток                |
| 2                           | ~21 суток                |
| 1                           | ~20 суток                |
| 1                           | ~19 суток                |
| 5                           | ~18 суток                |
| 3                           | ~17 суток                |
| 2                           | ~15 суток                |
| 6                           | ~14 суток                |
| 4                           | ~13 суток                |
| 3                           | ~11 суток                |
| 2                           | ~10 суток                |
| 2                           | ~09 суток                |
| 1                           | ~05 суток                |
|                             | ~04 суток                |
| 1                           | ~03 суток                |
| 1                           | ~02 суток                |
| 6                           | ~01 суток                |

Таблица 3.13 – Количество НЭ-предвестников на 30 суточном интервале к рис. 3.48

На рисунке 3.49 представлена регистрограмма ежесуточных максимальных значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью субгоризонтального двухполюсника, составленного электродами №2 в шурфе СВ и №6 в шурфе Ц станции С1-ШЭП-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процесс в виде знакопеременной вариации на интервале оперативного упреждения с 15 июля по 18 августа 2007г. перед М8, произошедшего в Перу 15 августа 2007г.

На рисунке 3.50 представлена регистрограмма ежесуточных максимальных значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью ПЭ-двухполюсника, составленного электродами №2 и №3 в шурфе ЮЗ станции С2-ИМФПЭТ-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы на интервале оперативного упреждения с 15 июля по 18 августа 2007г. перед М8, произошедшего в Перу 15 августа 2007г.

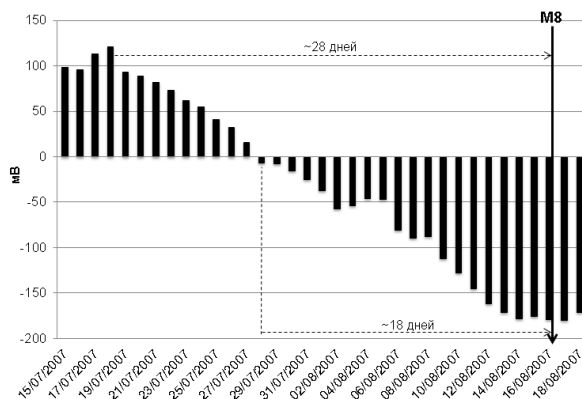


Рисунок 3.49 – Регистрограмма ежесуточных МАКС-значений разности потенциалов, постоянная составляющая в канале СВ2Ц6 станции С1-ШЭП-ПК, измеренные с 15 июля по 18 августа 2007г.

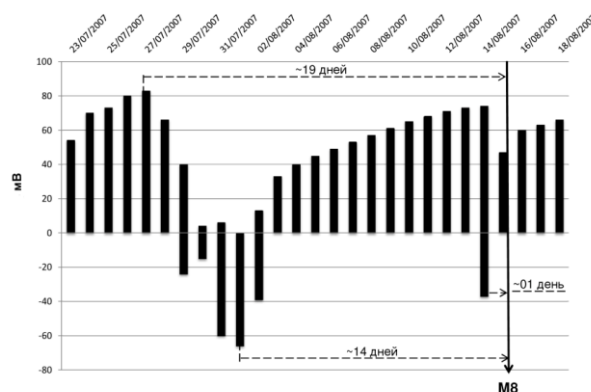


Рисунок 3.50 – Регистрограмма ежесуточных МАКС-значений разности потенциалов, постоянная составляющая в канале Ю323 станции С2-ИМФПЭТ-ПК, измеренные с 15 июля по 18 августа 2007г.

### 3.2.10. Пример нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8.5 Индонезия, 12 сентября 2007г.

На рисунке 3.51 изображена карта с эпицентром землетрясения М8.5 вблизи северной Индонезии 12 сентября 2007г. На интервале с 17 августа по 15 сентября 2007г. были оценены количество НГЭ-предвестников, отобранные в таблицу 3.14 и отображены на рисунке 3.52.



Рисунок 3.51 – Карта эпицентра землетрясения М8.5 вблизи Северной Индонезии 12 сентября 2007г. по данным U.S. Geological Survey

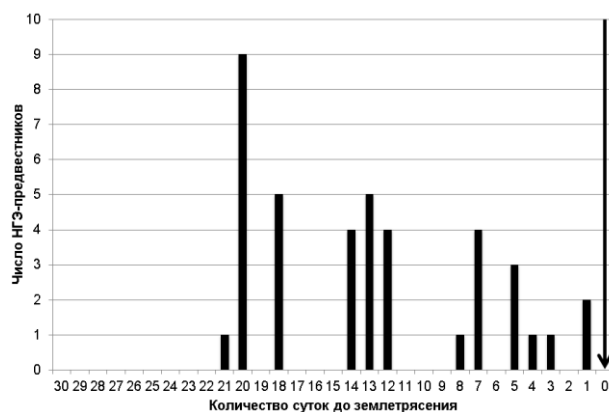


Рисунок 3.52 – Число НГЭ-предвестников землетрясения М8.5-Индонезия, 12 сентября 2007г.

Таблица 3.14 – Количество НЭ-предвестников на 30 суточном интервале к рис. 3.52

| Количество НЭ-предвестников | Интервал предшествования |
|-----------------------------|--------------------------|
| 1                           | ~21 суток                |
| 9                           | ~20 суток                |
| 5                           | ~18 суток                |
| 4                           | ~14 суток                |

|   |           |
|---|-----------|
| 5 | ~13 суток |
| 4 | ~12 суток |
| 1 | ~08 суток |
| 4 | ~07 суток |
| 3 | ~05 суток |
| 1 | ~04 суток |
| 1 | ~03 суток |
| 2 | ~01 сутки |

На рисунке 3.53 представлена регистрограмма ежесуточных максимальных значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью ПЭ-двухполюсника, составленного электродами №2 и №3 в шурфе ЮЗ станции С2-ИМФПЭТ-ПК.

Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы в виде знакопеременной вариации на интервале оперативного упреждения с 17 августа по 15 сентября 2007г. перед М8.5, произошедшего вблизи северной Индонезии 12 сентября 2007г.

На рисунке 3.54 представлена регистрограмма ежесуточных максимальных значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью ПЭ-двухполюсника, составленного электродами №5 и №6 в шурфе ЮЗ станции С1-ШЭП-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы на оперативном интервале на интервале оперативного упреждения с 17 августа по 15 сентября 2007г. перед М8.5, произошедшего вблизи северной Индонезии 12 сентября 2007г.

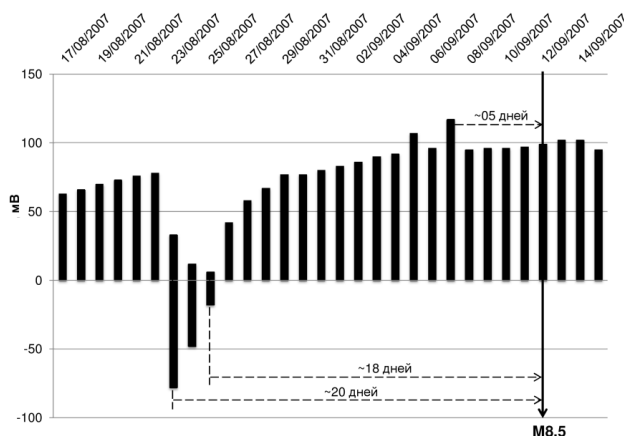


Рисунок 3.53– Регистрограмма ежесуточных МАКС-значений разности потенциалов, постоянная составляющая в канале Ю323 станции С2-ИМФПЭТ-ПК, измеренные с 17 августа по 15 сентября 2007г.

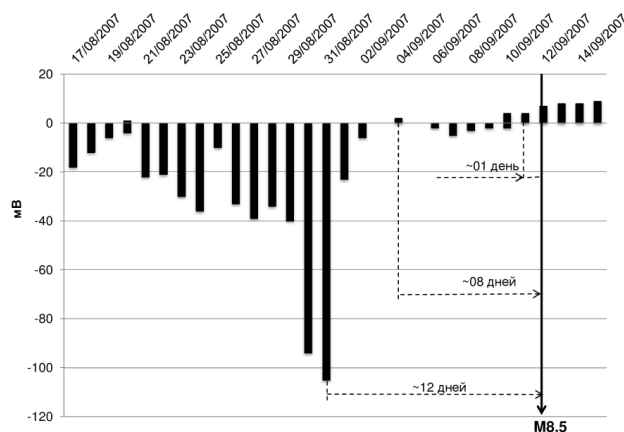


Рисунок 3.54 – Регистрограмма ежесуточных МАКС-значений разности потенциалов, постоянная составляющая в канале Ю356 станции С1-ШЭП-ПК, измеренные с 17 августа по 15 сентября 2007г.

### 3.2.11. Пример нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8.1 Самоа, 29 сентября 2009г.

На рисунке 3.55 изображена карта с эпицентром землетрясения М8.1 о-ва Самоа, 29 сентября 2009г. На интервале оперативного упреждения с 03 сентября по 03 октября 2009г. были оценены количество НГЭ-предвестников, отобраны в таблицу 3.15 и отображены на рисунке 3.56.

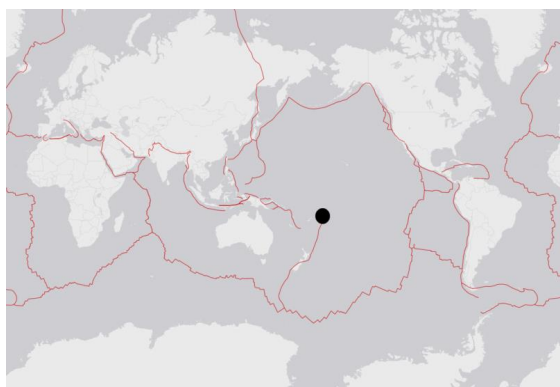


Рисунок 3.55 – Карта эпицентра землетрясения М8.1 вблизи Самоа о-вов 29 сентября 2009г. по данным U.S. Geological Survey

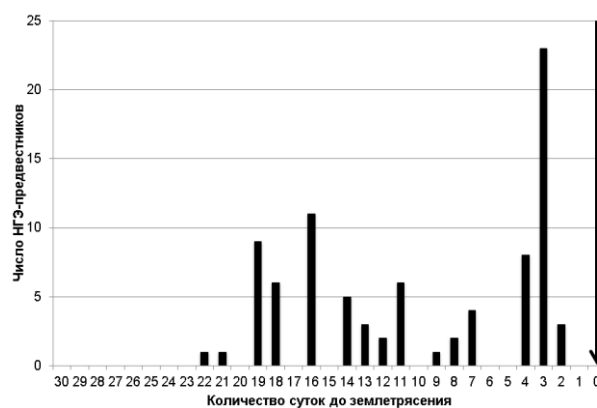


Рисунок 3.56 – Число НГЭ-предвестников землетрясения М8.1-Самоа, 29 сентября 2009г.

Таблица 3.15 – Количество НГЭ-предвестников на 30 суточном интервале к рис. 3.56

| Количество НЭ-предвестников | Интервал предшествования |
|-----------------------------|--------------------------|
| 1                           | ~22 суток                |
| 1                           | ~21 сутки                |
| 9                           | ~19 суток                |
| 6                           | ~18 суток                |
| 11                          | ~16 суток                |
| 5                           | ~14 суток                |
| 3                           | ~13 суток                |
| 2                           | ~12 суток                |
| 6                           | ~11 суток                |
| 1                           | ~09 суток                |
| 2                           | ~08 суток                |
| 4                           | ~07 суток                |
| 8                           | ~04 суток                |
| 23                          | ~03 суток                |
| 3                           | ~02 суток                |

На рисунке 3.57 представлена регистрограмма ежесуточных максимальных значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью ПЭ-двухполюсников, составленных электродами №4 и №5 в шурфе Ц и общим проводом и электродом №4 в шурфе Ц станции С1-ШЭП-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы на интервале оперативного упреждения с 03 сентября по 03 октября 2009г. перед М8.1, произошедшего вблизи о-вов Самоа 29 сентября 2009г. На рисунке 3.58 представлена регистрограмма ежесуточных

максимальных значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью ПЭ-двухполюсника, составленного электродами №2 и №3 в шурфе ЮЗ станции С2-ИМФПЭТ-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы на интервале оперативного упреждения с 03 сентября по 03 октября 2009г. перед М8.1, произошедшего вблизи о-вов Самоа 29 сентября 2009г.

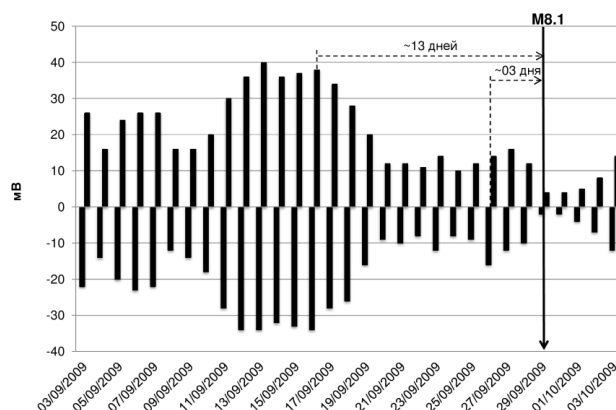


Рисунок 3.57 – Регистрограмма ежесуточных МАКС-значений разности потенциалов, постоянная составляющая в каналах Ц45, ЦО4 станции С1-ШЭП-ПК, измеренные с 03 сентября по 03 октября 2009г.

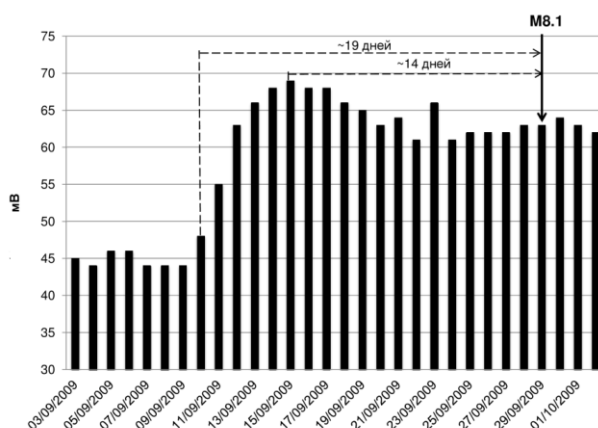


Рисунок 3.58 – Регистрограмма ежесуточных МАКС-значений разности потенциалов, постоянная составляющая в канале Ю323 станции С2-ИМФПЭТ-ПК, измеренные с 03 сентября по 03 октября 2009г.

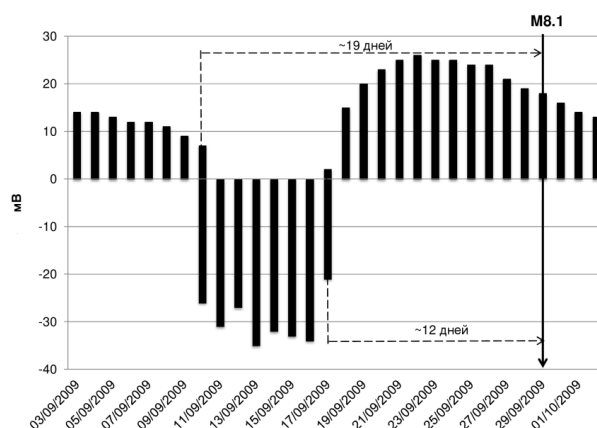


Рисунок 3.59 – Регистрограмма ежесуточных МАКС-значений разности потенциалов, постоянная составляющая в канале СВ23 станции С2-ИМФПЭТ-ПК, измеренные с 03 сентября по 03 октября 2009г.

На рисунке 3.59 представлена регистрограмма ежесуточных максимальных значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью двухполюсника, составленного электродами №2 и №3 в шурфе СВ станции С2-ИМФПЭТ-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы в виде знакопеременной вариации на интервале оперативного упреждения с 03 сентября по 03 октября 2009г. перед М8.1, произошедшего вблизи о-вов Самоа 29 сентября 2009г.

### 3.2.12. Пример нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8.8 Чили, 27 февраля 2010г.

На рисунке 3.60 изображена карта с эпицентром землетрясения М8.8 Чили, 27

февраля 2010г. На интервале оперативного упреждения с 01 февраля по 03 марта 2010г. были оценены количество НГЭ-предвестников, отобраны в таблицу 3.16 и отображены на рисунке 3.61.

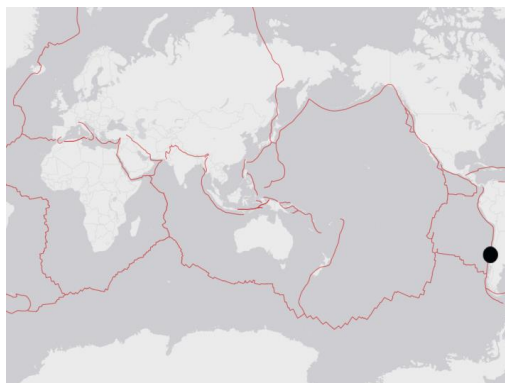


Рисунок 3.60 – Карта эпицентра землетрясения М8.8 вблизи побережья Чили 27 февраля 2010г. по данным U.S. Geological Survey

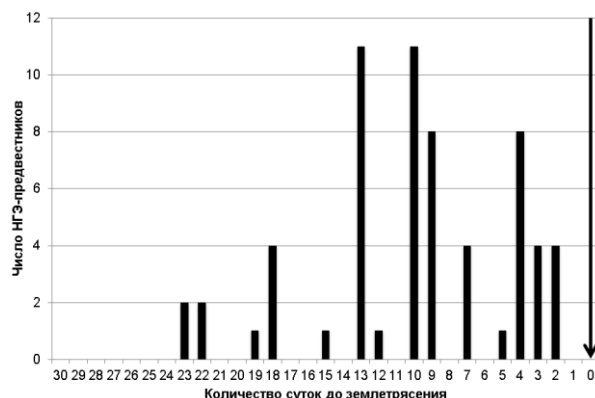


Рисунок 3.61 – Число НГЭ-предвестников землетрясения М8.8-Чили, 27 февраля 2010г.

Таблица 3.16 – Количество НГЭ-предвестников на 30 суточном интервале к рис. 3.61

| Количество НЭ-предвестников | Интервал предшествования |
|-----------------------------|--------------------------|
| 2                           | ~23 суток                |
| 2                           | ~22 суток                |
| 1                           | ~19 суток                |
| 4                           | ~18 суток                |
| 1                           | ~15 суток                |
| 11                          | ~13 суток                |
| 1                           | ~12 суток                |
| 11                          | ~10 суток                |
| 8                           | ~09 суток                |
| 4                           | ~07 суток                |
| 1                           | ~05 суток                |
| 8                           | ~04 суток                |
| 4                           | ~03 суток                |
| 4                           | ~02 суток                |

На рисунке 3.62 представлена регистрограмма ежесуточных максимальных значений разности потенциалов, переменная составляющая, измеренных с помощью ПЭ-двухполюсников, составленных электродами №1 и №2, №2 и №3, №3 и №4 в шурфе СВ станции С2-ИМФПЭТ-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы на интервале оперативного упреждения с 01 февраля по 03 марта 2010г. перед М8.8, произошедшего вблизи побережья Чили 27 февраля 2010г.

На рисунке 3.63 представлена регистрограмма ежесуточных максимальных значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью двухполюсника, составленного электродами №2 и №3 в шурфе СВ станции С2-ИМФПЭТ-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процесс в виде нарастания геоэлектрической активности, закончившийся скачкообразным увеличением величины сигнала до -118 мВ на интервале оперативного упреждения с 01 февраля по 03 марта 2010г. в связи с землетрясением М8.8, произошедшим вблизи побережья Чили 27 февраля 2010г.



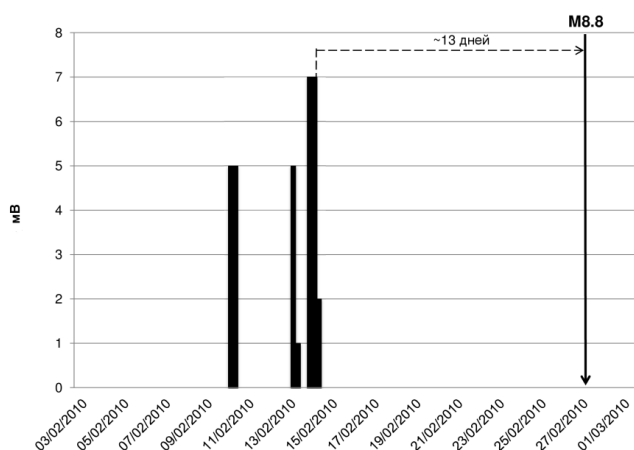


Рисунок 3.62 – Регистрограмма ежесуточных МАКС-значений разности потенциалов, переменная составляющая в каналах СВ12, СВ23, СВ34 станции С2-ИМФПЭТ-ПК, измеренные с 01 февраля по 03 марта 2010г.

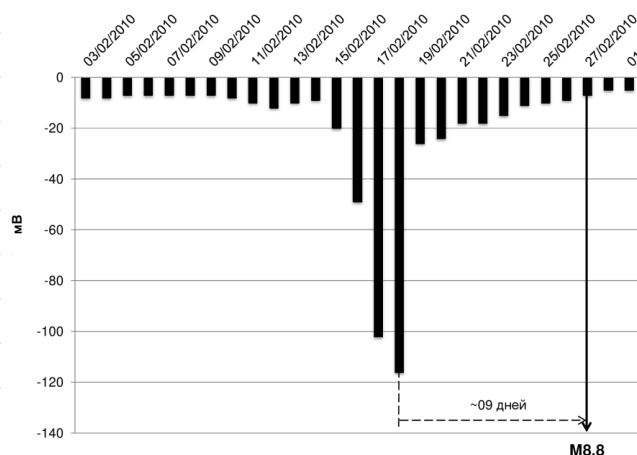


Рисунок 3.63 – Регистрограмма ежесуточных МАКС-значений разности потенциалов, постоянная составляющая в канале СВ23 станции С2-ИМФПЭТ-ПК, измеренные с 01 февраля по 03 марта 2010г.

### 3.2.13. Пример нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М9 вблизи Хонсю, регион Тохоку, Япония 11 марта 2011г.

На рисунке 3.64 изображена карта с эпицентром землетрясения М9 вблизи Хонсю, регион Тохоку, Япония 11 марта 2011г. На интервале оперативного упреждения с 01 февраля по 03 марта 2010г. были оценены количество НГЭ-предвестников, отображены в таблицу 3.17 и отображены на рисунке 3.65.



Рисунок 3.64 – Карта местоположения ЗТ-М9 Хонсю, регион Тохоку, Япония 11 марта 2011г. по данным U.S. Geological Survey

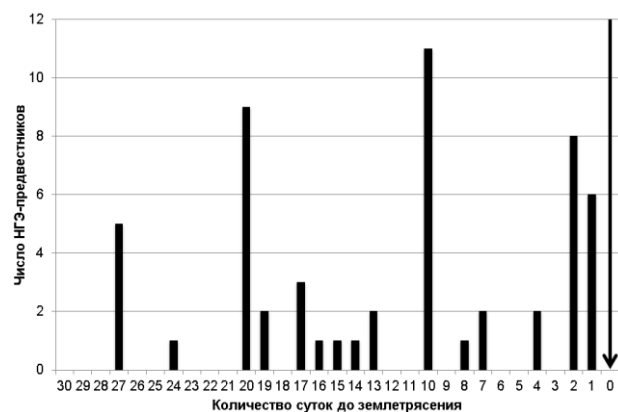


Рисунок 3.65 – Число НГЭ-предвестников землетрясения М9-Тохоку, 11 марта 2011г.

Таблица 3.17 – Количество НГЭ-предвестников на 30 суточном интервале к рис. 3.65

| Количество НЭ-предвестников | Интервал предшествования |
|-----------------------------|--------------------------|
| 5                           | ~27 суток                |
| 1                           | ~24 суток                |

|    |           |
|----|-----------|
| 9  | ~20 суток |
| 2  | ~19 суток |
| 3  | ~17 суток |
| 1  | ~16 суток |
| 1  | ~15 суток |
| 1  | ~14 суток |
| 2  | ~13 суток |
| 11 | ~10 суток |
| 1  | ~08 суток |
| 2  | ~07 суток |
| 2  | ~04 суток |
| 8  | ~02 суток |
| 6  | ~03 часа  |

На рисунке 3.66 представлена регистрограмма ежесуточных максимальных значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью НЭ-двухполюсника, составленного электродами №2 и №3 в шурфе ЮЗ станции С1-ШЭП-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы на интервале оперативного упреждения с 11 февраля по 14 марта 2011г. перед цунамигенным М9, произошедшее вблизи Хонсю, регион Тохоку,

Япония 11 марта 2011г.

На рисунке 3.67 представлена регистрограмма ежесуточных максимальных значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью двухполюсника, составленного электродами №1 и №2 в шурфе СВ станции С2-ИМФПЭТ-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процесс в виде знакопеременного импульса на интервале оперативного упреждения с 11 февраля по 14 марта 2011г. в связи с цунамигенным землетрясением М9, произошедшим вблизи Хонсю, регион Тохоку, Япония 11 марта 2011г.

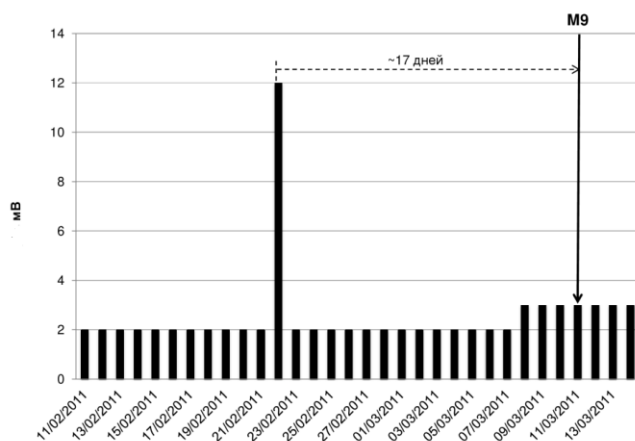


Рисунок 3.66 – Регистрограмма ежесуточных МАКС-значений разности потенциалов, постоянная составляющая в канале Ю323 станции С1-ШЭП-ПК, измеренные с 11 февраля по 14 марта 2011г.

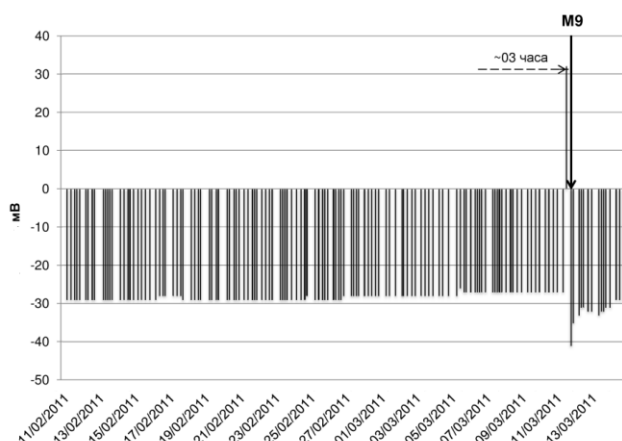


Рисунок 3.67 – Регистрограмма ежесуточных всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая в канале СВ12 станции С2-ИМФПЭТ-ПК, измеренные с 11 февраля по 14 марта 2011г.

### 3.2.14. Примеры нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясениями М8.6 и М8.2 Индонезия, 11 апреля 2012г.

На рисунке 3.68 изображена карта с эпицентрами землетрясений М8.6 и М8.2

вблизи северной Индонезии, 11 апреля 2012г. На интервале оперативного упреждения с 11 марта по 14 апреля 2012г. были оценены количество НГЭ-предвестников, отображены в таблицу 3.18 и отображены на рисунке 3.69.

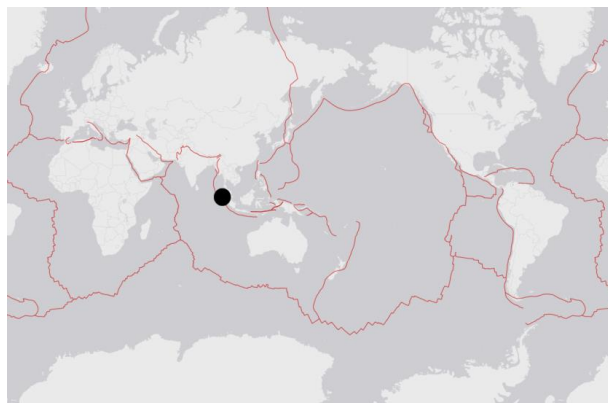


Рисунок 3.68 – Карта эпицентра землетрясений М8.6 и М8.2 вблизи северной Индонезии 11 апреля 2012 г. по данным U.S. Geological Survey

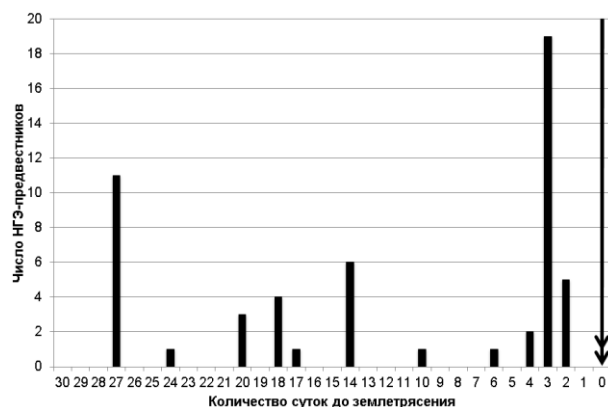


Рисунок 3.69 – Число НГЭ-предвестников землетрясений М8.6 и М8.2-Индонезия, 11 апреля 2012 г.

Таблица 3.18 – Количество НГЭ-предвестников на 30 суточном интервале к рис. 3.69

| Количество НЭ-предвестников | Интервал предшествования |
|-----------------------------|--------------------------|
| 11                          | ~27 суток                |
| 1                           | ~24 суток                |
| 3                           | ~20 суток                |
| 4                           | ~18 суток                |
| 1                           | ~17 суток                |
| 6                           | ~14 суток                |
| 1                           | ~10 суток                |
| 1                           | ~06 суток                |
| 2                           | ~04 суток                |
| 19                          | ~03 суток                |
| 5                           | ~02 суток                |

по 14 апреля 2012г. перед импульсом землетрясений М8.6 и М8.2, произошедших вблизи северной Индонезии 11 апреля 2012г.

На рисунке 3.70 представлена регистрограмма ежесуточных максимальных значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью ПЭ-двухполюсника, составленного электродами №3 и №4 в шурфе Ц станции С1-ШЭП-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы на интервале оперативного упреждения с 11 марта

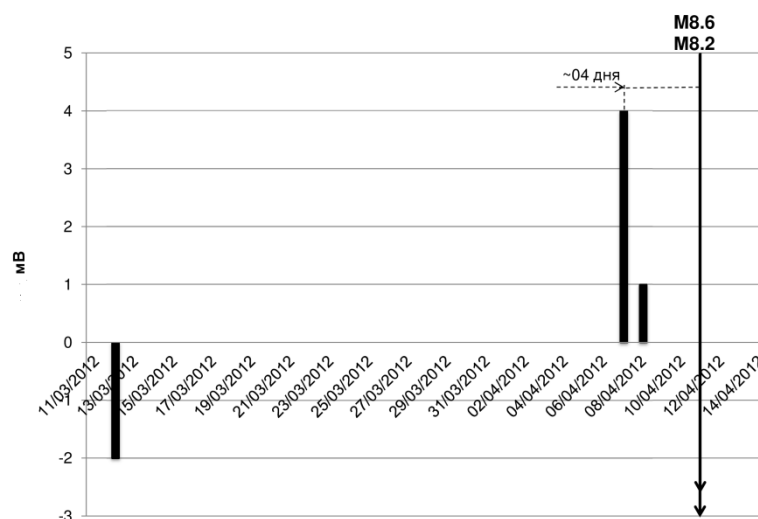


Рисунок 3.70 – Регистрограмма ежесуточных МАКС- значений разности потенциалов, постоянная составляющая на канале Ц34 станции С1-ШЭП-ПК, измеренные с 11 марта по 14 апреля 2012г.

### 3.2.15. Пример нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8 вблизи Соломоновых о-вов, 06 февраля 2013г.

На рисунке 3.71 изображена карта с эпицентром землетрясения М8 вблизи Соломоновых о-вов, 06 февраля 2013г. На интервале оперативного упреждения с 06 января по 09 февраля 2013г. были оценены количество НЭ-предвестников, отображены в таблицу 3.19 и отображены на рисунке 3.72.

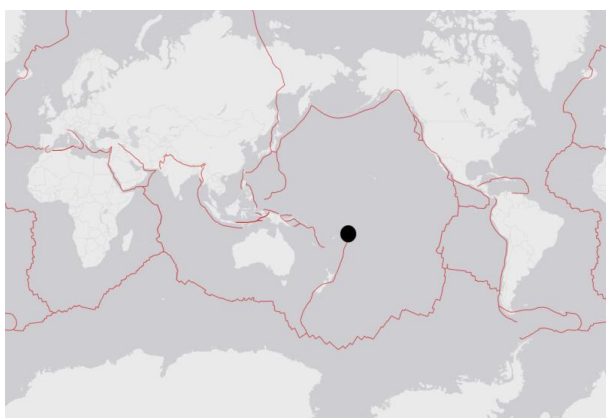


Рисунок 3.71 – Карта эпицентра землетрясения М8 вблизи Соломоновых о-вов 06 февраля 2013 г. по данным U.S. Geological Survey

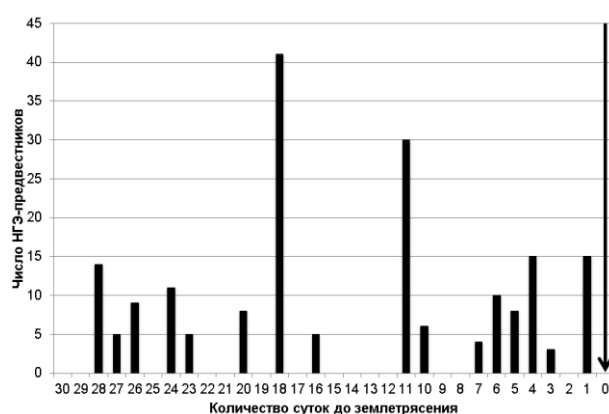


Рисунок 3.72 – Число НГЭ-предвестников землетрясения М8-Соломоновые о-ва 2013/02/06

Таблица 3.19 – Количество НГЭ-предвестников

на 30суточном интервале к рис. 3.72

| Количество НЭ-предвестников | Интервал предшествования |
|-----------------------------|--------------------------|
| 14                          | ~28 суток                |
| 5                           | ~27 суток                |
| 9                           | ~26 суток                |
| 11                          | ~24 суток                |
| 5                           | ~23 суток                |
| 8                           | ~20 суток                |
| 41                          | ~18 суток                |
| 5                           | ~16 суток                |
| 30                          | ~11 суток                |
| 6                           | ~10 суток                |
| 4                           | ~07 суток                |
| 10                          | ~06 суток                |
| 8                           | ~05 суток                |
| 15                          | ~04 суток                |
| 3                           | ~03 суток                |
| 15                          | ~01 сутки                |

На рисунке 3.73 представлена регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью ПЭ-двухполюсников, составленных общим проводом и электродами №1, №2, №3 и №4 в шурфе ЮЗ станции С2-ИМФПЭТ-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы на интервале оперативного упреждения с 06 января по 09 февраля 2013г. перед землетрясением М8, произошедшим вблизи Соломоновых о-вов 06 февраля 2013г.

На рисунке 3.74 представлена регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью ПЭ-двухполюсников, составленных общим проводом и электродом №1 в шурфе Ц, общим проводом и электродом №1 в шурфе ЮЗ, общим проводом и электродом №3 в шурфе СВ станции С5-ИМФПЭТ-АЛТАЙ. Анализ регистрограммы обнаружил импульсные НГЭ процессы на интервале оперативного упреждения с 06 января по 09 февраля 2013г. перед землетрясением М8, произошедшим вблизи Соломоновых о-вов 06 февраля 2013г.

На рисунке 3.75 представлена регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью двухполюсника, составленного электродами №3 и №4 в шурфе СВ станции С5-ИМФПЭТ-АЛТАЙ. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процесс в виде скачка сигнала до -200 мВ на интервале оперативного упреждения с 06 января по 09 февраля 2013г. перед землетрясением М8, произошедшим вблизи Соломоновых о-вов 06 февраля 2013г.

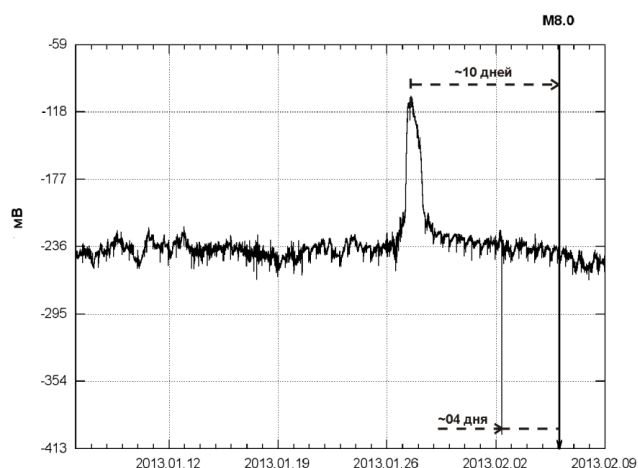
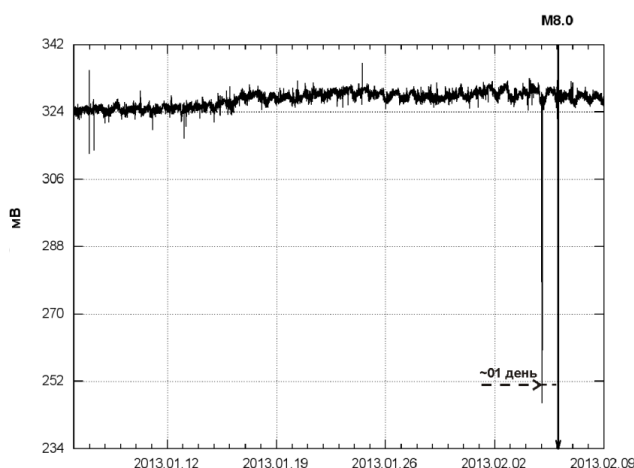


Рисунок 3.73 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая в каналах ЮЗО1, ЮЗО2, ЮЗО3, ЮЗО4 станции С2-ИМФПЭТ-ПК, измеренные с 06 января по 09 февраля 2013г.

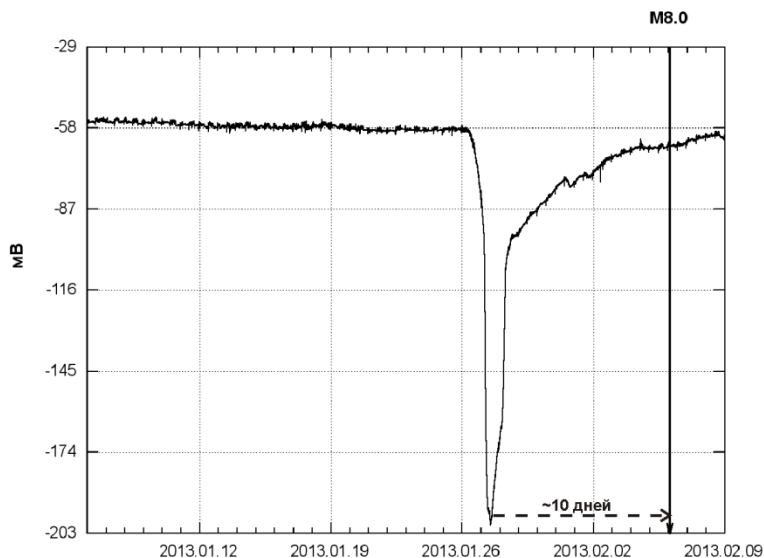


Рисунок 3.74 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая в каналах ЦО1, ЮЗО1, СВО3 станции С5-ИМФПЭТ-АЛТАЙ, измеренные с 06 января по 09 февраля 2013г.

Рисунок 3.75 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая в канале СВ34 станции С5-ИМФПЭТ-АЛТАЙ, измеренные с 06 января по 09 февраля 2013г.

### 3.2.16. Пример нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8.3 Охотское море, 24 мая 2013 г.

На рисунке 3.76 изображена карта с эпицентром глубокофокусного землетрясения М8.3 Охотское море, 24 мая 2013г. На интервале оперативного упреждения с 20 апреля по 27 мая 2013г. были оценены количество НГЭ-предвестников, отобраны в таблицу 3.20 и отображены на рисунке 3.77.



Рисунок 3.76 – Карта эпицентра глубокофокусного землетрясения М8.3 под Охотским морем 2013/05/24 по данным U.S. Geological Survey

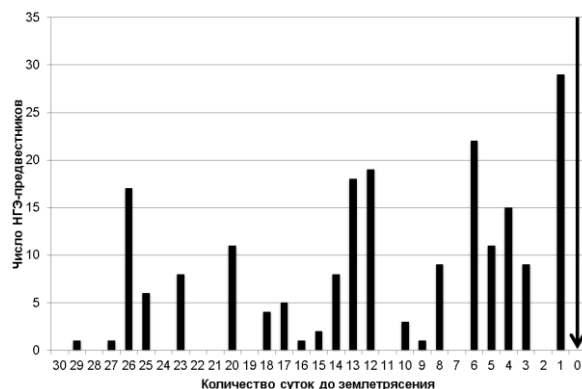


Рисунок 3.77 – Число НГЭ-предвестников землетрясения М8.3-Охотское море, 24 мая 2013г.

Таблица 3.20 – Количество НГЭ-предвестников на 30 суточном интервале к рис. 3.77

| Количество НЭ-предвестников | Интервал предшествования |
|-----------------------------|--------------------------|
| 1                           | ~29 суток                |
| 1                           | ~27 суток                |
| 17                          | ~26 суток                |
| 6                           | ~25 суток                |
| 8                           | ~23 суток                |
| 11                          | ~20 суток                |
| 4                           | ~18 суток                |
| 5                           | ~17 суток                |
| 1                           | ~16 суток                |
| 2                           | ~15 суток                |
| 8                           | ~14 суток                |
| 18                          | ~13 суток                |
| 19                          | ~12 суток                |
| 3                           | ~10 суток                |
| 1                           | ~09 суток                |
| 9                           | ~08 суток                |
| 22                          | ~06 суток                |
| 11                          | ~05 суток                |
| 15                          | ~04 суток                |
| 9                           | ~03 суток                |
| 29                          | ~01 сутки                |

На рисунке 3.78 представлена регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью ПЭ-двухполюсников, составленных общим проводом и электродами №2, №3 и №4 в шурфе Ц станции С1-ШЭП-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы на интервале оперативного упреждения с 20 апреля по 27 мая 2013г. перед глубокофокусным землетрясением М8.3, произошедшим под Охотским морем 24 мая 2013г.

На рисунке 3.79 представлена регистрограмма всех значений разности потенциалов, переменная составляющая, измеренных с помощью ПЭ-двухполюсников, составленных электродами №2 и №3, электродами

№3 и №4 в шурфе СВ станции С2-ИМФПЭТ-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы в виде двух последовательных импульсов сигнала до 550 мВ и 380 мВ на интервале оперативного упреждения с 20 апреля по 27 мая 2013г. в связи с землетрясением М8.3, произошедшим под Охотским морем 24 мая 2013г.

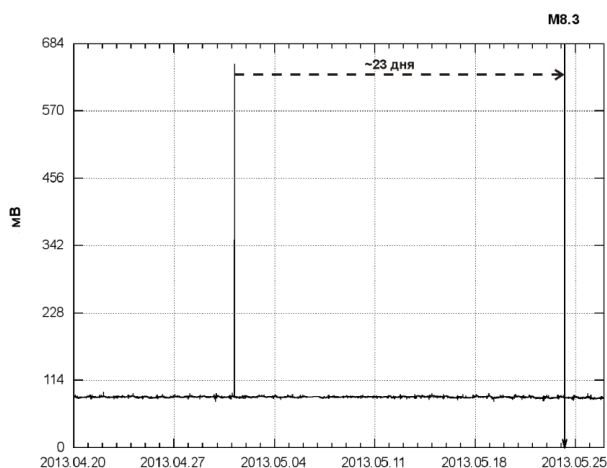


Рисунок 3.78 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая в каналах ЦО2, ЦО3, ЦО4 станции С1-ШЭП-ПК, измеренные с 20 апреля по 27 мая 2013г.

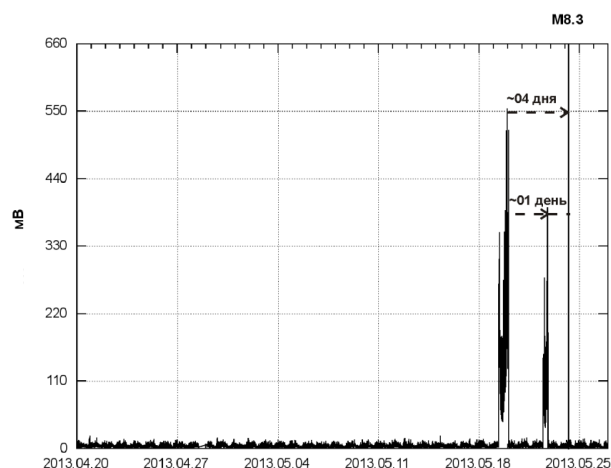


Рисунок 3.79 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, переменная составляющая в каналах СВ23, СВ34 станции С2-ИМФПЭТ-ПК, измеренные с 20 апреля по 27 мая 2013г.



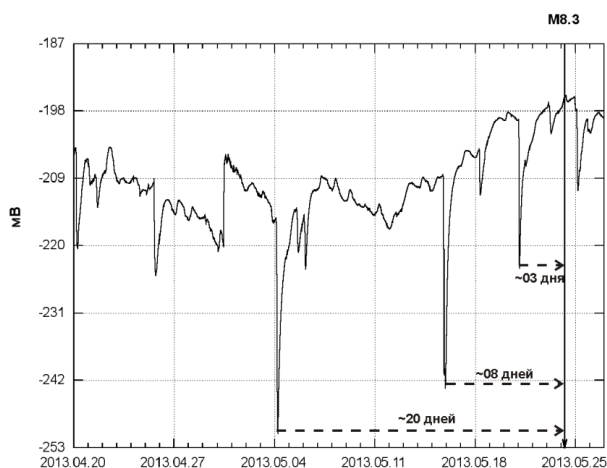


Рисунок 3.80 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая в каналах СВ2Ц1, СВ2Ц4 станции С5-ИМФПЭТ-АЛТАЙ, измеренные с 20 апреля по 27 мая 2013г.

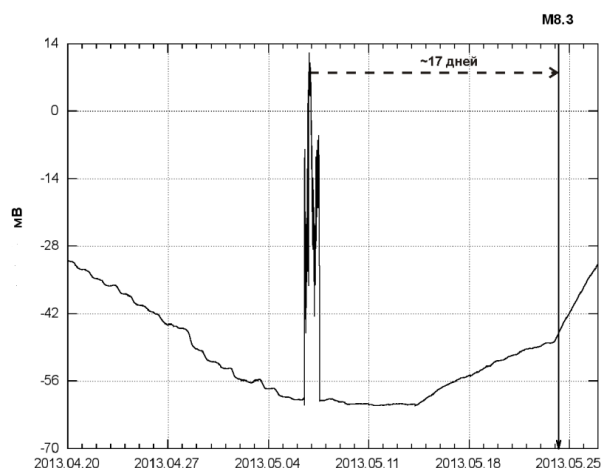


Рисунок 3.81 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая в канале Ю312 станции С6-ИМФПЭТ-ИТАЛИЯ, измеренные с 20 апреля по 27 мая 2013г.

На рисунке 3.80 представлена регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью ПЭ-двухполюсников, составленных электродом №2 в шурфе СВ и электродом №1 в шурфе Ц; электродом №2 в шурфе СВ и электродом №4 в шурфе Ц станции С5-ИМФПЭТ-АЛТАЙ. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы на интервале оперативного предупреждения с 20 апреля по 27 мая 2013г. перед глубокофокусным землетрясением М8.3, произошедшим под Охотским морем 24 мая 2013г.

На рисунке 3.81 представлена регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью ПЭ-двухполюсника, составленного электродами №1 и №2 шурфе Ю3 станции С6-ИМФПЭТ-ИТАЛИЯ. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы на интервале оперативного предупреждения с 20 апреля по 27 мая 2013г. перед глубокофокусным землетрясением М8.3, произошедшим под Охотским морем 24 мая 2013г.

### 3.2.17. Примеры нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8.2 Чили, 01 апреля 2014 г.

На рисунке 3.82 изображена карта с эпицентром землетрясения М8.2 Чили, 01 апреля 2014г. На интервале оперативного предупреждения с 03 марта по 04 апреля 2014г. были оценены количество НГЭ-предвестников, отобраны в таблицу 3.21 и отображены на рисунке 3.83.



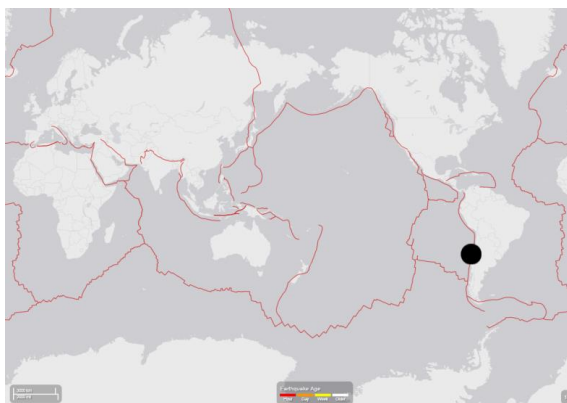


Рисунок 3.82 – Карта эпицентра землетрясения M8.2 вблизи побережья Чили, 01 апреля 2014г. по данным U.S. Geological Survey

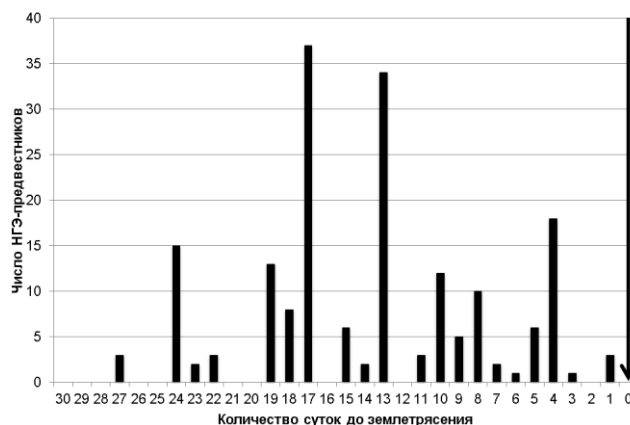


Рисунок 3.83 – Число НГЭ-предвестников землетрясения M8.2 01 апреля 2014г., Чили

На рисунке 3.84 представлена регистрограмма всех значений разности потенциалов, переменная составляющая, измеренных с помощью ПЭ-двухполюсников, составленных электродом №2 в шурфе ЮЗ и электродом №1 в шурфе Ц; электродом №2 в шурфе ЮЗ и электродом №4 в шурфе Ц; электродами №2 и №3 в шурфе ЮЗ; электродом №2 в шурфе ЮЗ и электродом №1 в шурфе СВ, электродом №2 в шурфе ЮЗ и электродом №2 в шурфе СВ, электродом №2 в шурфе ЮЗ и электродом №3 в шурфе СВ станции СЗ-ИМФПЭТ-ПК. Анализ этой гистограммы обнаружил НГЭ процессы на интервале оперативного упреждения с 03 марта по 04 апреля 2014г. перед землетрясением M8.2, произошедшим вблизи побережья Чили 01 апреля 2014г.

Таблица 3.21 – Количество НГЭ-предвестников на 30 суточном интервале к рис. 3.83

| Количество НЭ-предвестников | Интервал предшествования |
|-----------------------------|--------------------------|
| 3                           | ~27 суток                |
| 15                          | ~24 суток                |
| 2                           | ~23 суток                |
| 3                           | ~22 суток                |
| 13                          | ~19 суток                |
| 8                           | ~18 суток                |
| 37                          | ~17 суток                |
| 6                           | ~15 суток                |
| 2                           | ~14 суток                |
| 34                          | ~13 суток                |
| 3                           | ~11 суток                |
| 12                          | ~10 суток                |
| 5                           | ~09 суток                |
| 10                          | ~08 суток                |
| 2                           | ~07 суток                |
| 1                           | ~06 суток                |

|    |           |
|----|-----------|
| 6  | ~05 суток |
| 18 | ~04 суток |
| 1  | ~03 суток |
| 3  | ~01 суток |

На рисунке 3.85 представлена регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью ПЭ-двухполюсника, составленного электродами №1 и №2 в шурфе Ю3 станции С4-ИМФПЭТ-ЭССО. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы на интервале оперативного упреждения с 03 марта по 04 апреля 2014г. перед землетрясением М8.2, произошедшим вблизи побережья Чили 01 апреля 2014г.

На рисунке 3.86 представлена регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью ПЭ-двухполюсников, составленных электродами №1 и №2 в шурфе Ц; электродами №1 и №2 в шурфе Ю3 станции С5-ИМФПЭТ-АЛТАЙ. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы на интервале оперативного упреждения с 03 марта по 04 апреля 2014г. перед землетрясением М8.2, произошедшим вблизи побережья Чили 01 апреля 2014г.

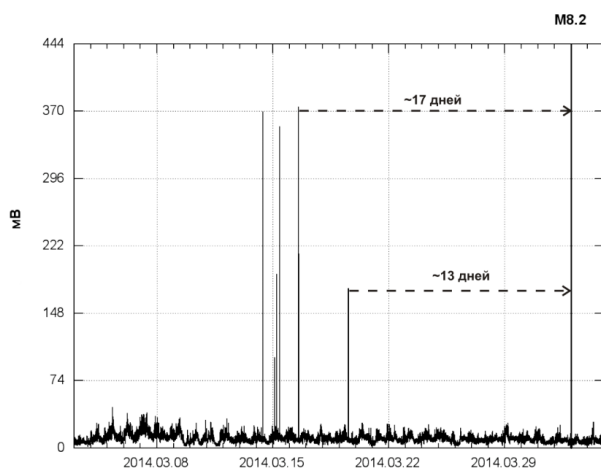


Рисунок 3.84 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, переменная составляющая в каналах Ю32Ц1, Ю32Ц4, Ю32З, Ю32СВ1, Ю32СВ2, Ю32СВ3 станции С3-ИМФПЭТ-ПК, измеренные с 03 марта по 04 апреля 2014г.

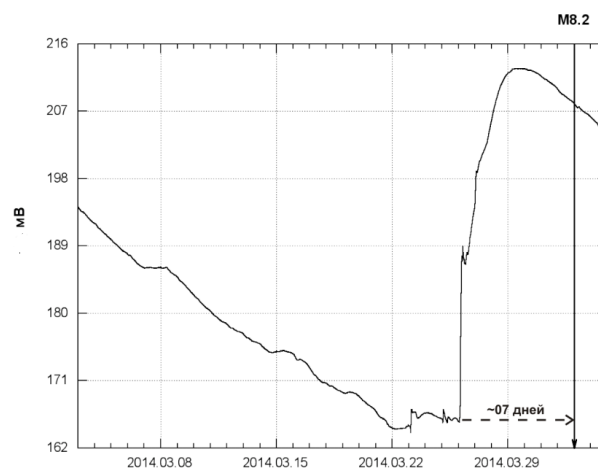


Рисунок 3.85 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая в канале Ю312 станции С4-ИМФПЭТ-ЭССО, измеренные с 03 марта по 04 апреля 2014г.

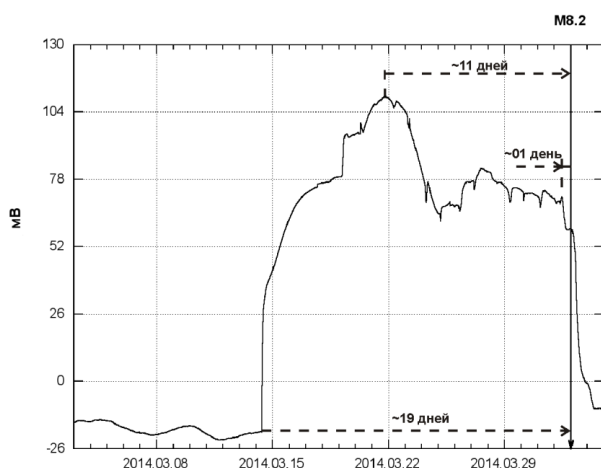


Рисунок 3.86 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая в каналах Ц12, Ю312 станции С5-ИМФПЭТ-АЛТАЙ, измеренные на интервале с 03 марта по 04 апреля 2014г.

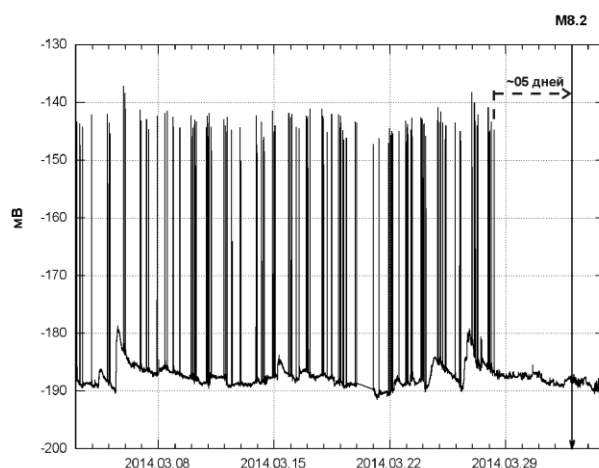


Рисунок 3.87 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая в каналах Ц01, СВО1, СВО2, СВО3, СВО4, Ю301 станции С7-ИМФПЭТ-ПК, измеренные на интервале с 03 марта по 04 апреля 2014г.

На рисунке 3.87 представлена регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью ПЭ-двухполюсников, составленных общим проводом и электродом №1 в шурфе Ц; общим проводом и электродами №1, №2, №3, №4 в шурфе СВ; общим проводом и электродом №1 в шурфе ЮЗ станции С7-ИМФПЭТ-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы на интервале оперативного упреждения с 03 марта по 04 апреля 2014г. перед землетрясением М8.2, произошедшим вблизи побережья Чили 01 апреля 2014г.

### 3.2.18. Пример нестационарных геоэлектрических предвестников в связи с землетрясением М8.3 Чили, 16 сентября 2015 г.

На рисунке 3.88 изображена карта с эпицентром землетрясения М8.3 Чили, 16 сентября 2015г. На интервале оперативного упреждения с 19 августа по 19 сентября 2015г. были оценены количество НГЭ-предвестников, отображены в таблицу 3.22 и отображены на рисунке 3.89.

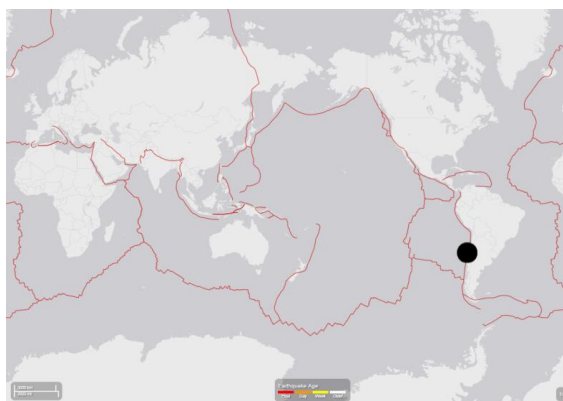


Рисунок 3.88 – Карта эпицентра землетрясения М8.3 вблизи побережья Чили 16 сентября 2015г. по данным U.S. Geological Survey

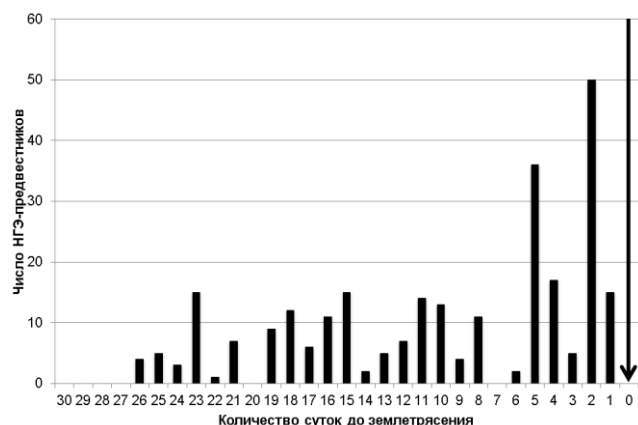


Рисунок 3.89 – Число НГЭ-предвестников землетрясения М8.3 16 сентября 2015, Чили

Таблица 3.22 – Количество НГЭ-предвестников

на 30 суточном интервале к рис. 3.89

| Количество НЭ-предвестников | Интервал предшествования |
|-----------------------------|--------------------------|
| 4                           | ~26 суток                |
| 5                           | ~25 суток                |
| 3                           | ~24 суток                |
| 15                          | ~23 суток                |
| 1                           | ~22 суток                |
| 7                           | ~21 суток                |
| 9                           | ~19 суток                |
| 12                          | ~18 суток                |
| 6                           | ~17 суток                |
| 11                          | ~16 суток                |
| 15                          | ~15 суток                |
| 2                           | ~14 суток                |
| 5                           | ~13 суток                |
| 7                           | ~12 суток                |
| 14                          | ~11 суток                |
| 13                          | ~10 суток                |
| 4                           | ~09 суток                |
| 11                          | ~08 суток                |
| 2                           | ~06 суток                |
| 36                          | ~05 суток                |
| 17                          | ~04 суток                |
| 5                           | ~03 суток                |
| 50                          | ~02 суток                |
| 15                          | ~01 сутки                |

На рисунке 3.90 представлена регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью ПЭ-двухполюсников, составленных общим проводом и электродом №2, №3, №4, №5, №6 в шурфе СВ станции С1-ШЭП-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы на интервале оперативного предупреждения с 19 августа по 19 сентября 2015г. перед землетрясением М8.3, произошедшим вблизи побережья Чили 16 сентября 2015г.

На рисунке 3.91 представлена регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая, измеренных с помощью ПЭ-двухполюсника, составленного общим проводом и электродом №2 в шурфе СВ станции С2-ИМФПЭТ-ПК. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы на

интервале оперативного предупреждения с 19 августа по 19 сентября 2015г. перед землетрясением М8.3, произошедшим вблизи побережья Чили 16 сентября 2015г.

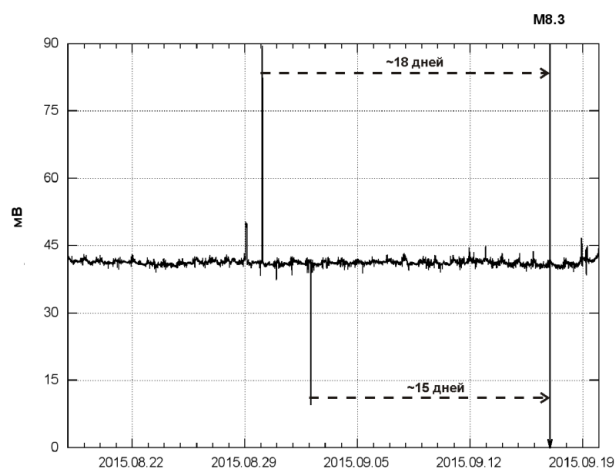


Рисунок 3.90 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая в каналах ЦО2, ЦО3, ЦО4, ЦО5, ЦО6 станции С1-ШЭП-ПК, измеренные с 19 августа по 19 сентября 2015

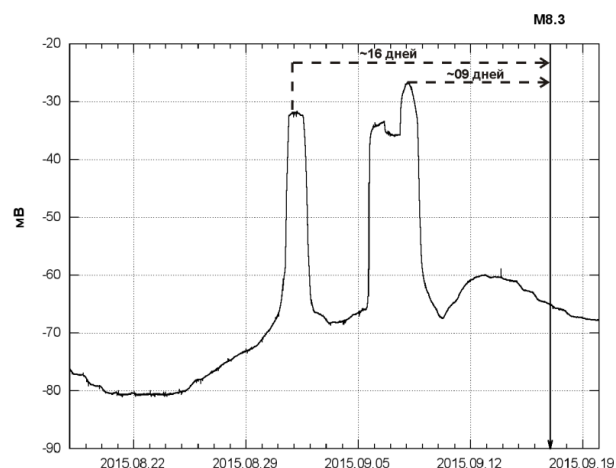


Рисунок 3.91 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, постоянная составляющая в канале СВО2 станции С2-ИМФПЭТ-ПК, измеренные с 19 августа по 19 сентября 2015 г.

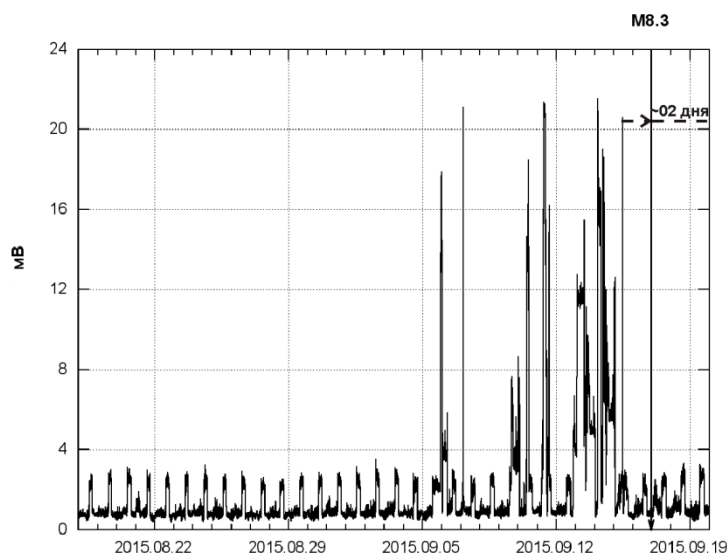


Рисунок 3.92 – Регистрограмма всех значений разности потенциалов, переменная составляющая в канале Ц12 станции С5-ИМФПЭТ-АЛТАЙ, измеренные с 19 августа по 19 сентября 2015 г.

На рисунке 3.92 представлена регистрограмма всех значений разности потенциалов, переменная составляющая, измеренных с помощью двухполюсника, составленного электродами №1 и №2 в шурфе Ц станции С5-ИМФПЭТ-АЛТАЙ. Анализ регистрограммы обнаружил НГЭ процессы в виде последовательных импульсов сигнала до 21 мВ на интервале оперативного упреждения с 19 августа по 19 сентября 2015г. перед землетрясением М8.3, произошедшим вблизи побережья Чили 16 сентября 2015г.

### 3.3. Выводы к третьей главе

1. Установлено понятие нестационарных геоэлектрических процессов, которые наблюдается в форме кратковременных (от нескольких десятков минут до десятков часов) знакопеременных или однополярных геоэлектрических сигналов или последовательностей сигналов, отличающихся по величине амплитуды более чем в 2.7...3.14 раза от фона. Для распознавания периодов геоэлектрической активизации в связи с самоорганизацией очага сильного землетрясения предполагается считать интервал оперативного упреждения длительностью 30 суток.

3. Установлен новый геофизический эффект, обнаруживаемый на компактной многоэлектродной установке. Поведение нестационарных геоэлектрических сигналов оценивается по результатам расчета медианы коэффициентов парной корреляции между рядами измерений на одной измерительной многоэлектродной системе на интервале оперативного упреждения сильных землетрясений.

4. Сформулирован алгоритм идентификации сигналов-предвестников, заключающийся в поиске моментов времени, связанных со всплесками коэффициентов парной корреляции между различными каналами станции геоэлектрических измерений.

5. Проведен анализ многолетнего непрерывного архива данных на сети геоэлектрических измерений многоэлектродных станций на территории, охватывающей Евразийскую часть земной коры с координатами по широте от 42°С до 56°С и долготы от 14°В до 159°В.

6. Эмпирически установлен критерий отбора нестационарных геоэлектрических сигналов в связи с землетрясениями с магнитудой  $M \geq 8$  на земном шаре.

7. Эмпирически установлено, что нестационарные геоэлектрические сигналы регистрируются на оперативном [5] интервале упреждения перед сильными землетрясениями  $M \geq 8$  независимо от расположения станции наблюдения от эпицентра землетрясения.

## ГЛАВА 4. Методы математической статистики, применяемые для обработки многомерных рядов

Анализ результатов измерений как многомерных временных рядов выполняется с целью поиска скрытых взаимосвязей между данными нестационарных геоэлектрических процессов, а также данными сетей сейсмического мониторинга. Исходные данные для анализа имеют следующие особенности:

- а) представляют собой результаты измерений физических явлений (геоэлектрического и сейсмического), регистрируемых приборными системами различной конструкции;
- б) территориально разнесены на значительные расстояния.

Выявление каких-либо взаимосвязей между сигналами с учётом отмеченных выше их особенностей представляет значительный интерес при анализе результатов геоэлектрических измерений и обнаружения глобального эффекта в разнородных данных геофизического мониторинга, предположительно связанного с сейсмическим процессом на региональном и глобальном уровнях.

Методика совместного анализа скалярных и многомерных разнородных временных рядов основана на использовании Фурье-агрегированных сигналов и спектральных мер когерентного поведения многомерных временных рядов, оцениваемых в скользящих временных окнах. В качестве исходных данных для анализа используется архив временных рядов (ДШ «Космо-Метео-Тектоника») непрерывного геофизического мониторинга вариаций разности геоэлектрических потенциалов (см. таблицу 2.1), а также данные широкополосных сейсмических станций сети F-net для интервала наблюдений 2012-2015гг. В результате анализа выделен ряд значимых всплесков когерентного поведения геофизических данных разной природы (геоэлектрические, сейсмические) в рассмотренном ряду наблюдений, часть из которых предположительно связана с сильнейшим мантийным Охотоморским землетрясением 24.05.2013г.

### 4.1. Методика анализа результатов измерений как многомерных временных рядов

Предварительный анализ данных геоэлектрических измерений позволил сформулировать следующую методику анализа сигналов как многомерных временных рядов:

- 1) предварительная обработка данных: переход к временному шагу 1 час путём усреднения и децимации исходных сигналов;

2) предварительная селекция наблюдений: для каждой станции геоэлектрических измерений, имеющей многоканальные записи из обработки исключаются каналы, имеющие высокие значения модуля коэффициента корреляции с одним из оставшихся каналов;

3) для каждой многоканальной станции для каналов, принятых к обработке, вычисляются станционные Фурье-агрегированные сигналы;

4) для станций, относящихся к одной и той же области, например, Камчатка, или образующих компактную группу станций, например, Петропавловск-Камчатский, или сети станций геоэлектрических измерений, вычисляется агрегированный сигнал 2-го порядка, то есть в процедуру агрегации вместо временных рядов исходных измерений используются результаты их агрегации агрегированный сигнал от нескольких агрегированных сигналов;

5) производится анализ эволюции множественных спектров когерентности в скользящих временных окнах между станционными агрегированными сигналами и агрегированными сигналами 2-го порядка для выделения частотных полос и временных интервалов всплеска меры синхронизации между разнородными данными. Важно отметить, что перед вычислением спектральной матрицы в каждом временном окне независимо последовательно производятся предварительные операции для каждой скалярной компоненты многомерного временного ряда: устраняется общий линейный тренд и осуществляется винзоризация. Эти операции обеспечивают устойчивость оценки меры когерентности по отношению к выбросам. Для определения порядка авторегрессии не существует надежных формальных процедур [126, 127], поэтому использовался эмпирический подход, состоящий в последовательном увеличении порядка авторегрессии от минимального (минимальным порядком берётся 2) на единицу. При каждом пробном порядке авторегрессии сравниваются частотно-временные диаграммы. Когда частотно-временная диаграмма перестаёт меняться существенно, увеличение порядка авторегрессии прерывается;

6) при наличии наблюдений по достаточно густым сетям наблюдений агрегированный сигнал можно заменить на медиану значений геофизических данных, предварительно оценённых в коротких временных интервалах.

Разработанная методика использована для совместного анализа данных геоэлектрических измерений, а также данных с сети Японских сейсмостанций F-net.



## 4.2. Временные ряды мониторинга нестационарных геоэлектрических сигналов

В таблице 2.1 представлена информация о 12 пунктах геофизического мониторинга, из которых были отобраны 9 станций (С1-ШЭП, С1-ИМФПЭТ...С8ИМФПЭТ), покрывающие исследуемый интервал 2012-2015гг. На каждой станции данные представляют собой многоканальные записи, содержащие разности потенциалов, измеряемые между парами электродов. Число каналов на станциях меняется от 14 до 16.

Исходные записи представляют собой сигналы с шагом дискретизации 1 сек, однако такой шаг по времени является слишком малым для анализа эффектов синхронизации и когерентного поведения как различных каналов на станциях, так и между показаниями на разных станциях. Поэтому был осуществлен переход к шагу по времени 1 час путем вычисления последовательных средних значений. Кроме того, для увеличения стационарности анализируемых сигналов и для борьбы с влиянием сильных выбросов, обусловленных сбоями систем измерения и регистрации, осуществлялся переход к приращенным и винзоризация (4.6). В результате были получены сигналы, графики которых представлены на рисунках 4.1-4.10. Рядом с каждым графиком цифрами показаны номера каналов.

Общий объем обработанных исходных данных составляет более ~100 Гб.

Для большей части станций данные регистрации покрывают годовой промежуток времени, от начала января по конец декабря (2013-2015). В таблице 4.1 даны сведения о соответствии между датой начала измерений и номером часа от начала года. Например, для станции С7-ИМФПЭТ данные начинаются с 3294-го часа от начала 2013 г. в соответствии с рисунком 4.7. Для станции С6-ИМФПЭТ-Къети в соответствии с рисунком 4.9 также имеется задержка с началом регистрации, но она небольшая, с 497-го часа от начала 2013 г.

Таблица 4.1. Начало измерений в часах от начала января

| Станция           | Начало измерений   | Начало измерений в часах от начала января |
|-------------------|--------------------|-------------------------------------------|
| С1-ШЭП            | 05 августа 2012 г. | с 5208-го часа                            |
| С1-ШЭП-ЮЗ         | 05 декабря 2012 г. | с 8136-го часа                            |
| С1-ИМФПЭТ-Елизово | 09 июня 2013 г.    | с 3792-го часа                            |
| С2-ИМФПЭТ-ПК      | 30 июля 2012 г.    | с 5064-го часа                            |
| С3-ИМФПЭТ-ПК      | 11 ноября 2012 г.  | с 7536-го часа                            |

|                 |                    |                |
|-----------------|--------------------|----------------|
| С4-ИМФПЭТ-ПК    | 06 октября 2012 г. | с 6696-го часа |
| С5-ИМФПЭТ-Алтай | 13 декабря 2012 г. | с 8328-го часа |
| С6-ИМФПЭТ-Къети | 21 января 2013 г.  | с 497-го часа  |
| С7-ИМФПЭТ-ПК    | 18 мая 2013 г.     | с 3294-го часа |
| С8-ИМФПЭТ-Крым  | 16 ноября 2014 г.  | с 7632-го часа |

Перед анализом данных была произведена селекция каналов на каждой станции. Для этого вычислялась таблица попарных коэффициентов между каналами и были исключены каналы, абсолютное значение коэффициента корреляции которых с одной из оставшихся переменных превышает 0,9. Ниже приведены списки исключённых каналов для каждой из станций:

- 1) С1-ШЭП: 1 3 12 14 15 19 20 21 22 23 24 25 27 28;
- 2) С1-ШЭП-ЮЗ: 3 9 12 14 16 18 20;
- 3) С1-ИМФПЭТ: 15;
- 4) С2-ИМФПЭТ: 15 17 19 21 22 23 24 26;
- 5) С3-ИМФПЭТ: 1 5 7 9 15 17 19 20 21 23 25 28 29 30 31;
- 6) С4-ИМФПЭТ-Эссо: 1 3 5 7 8 10 12 15 17 19 21 22 24 26;
- 7) С5-ИМФПЭТ-Алтай: 17 19 20 21 22 23 24 28 30 31;
- 8) С6-ИМФПЭТ-Къети: 5 8 12 14 15 16 20 21 23 24 28 30 31.
- 9) С7-ИМФПЭТ: 1 3 5 7 8 10 12 15 17 19 21 22 24 26;
- 10) С8-ИМФПЭТ-Крым: 1 3 5 7 8 17 19 21 23 24 28 29 30.

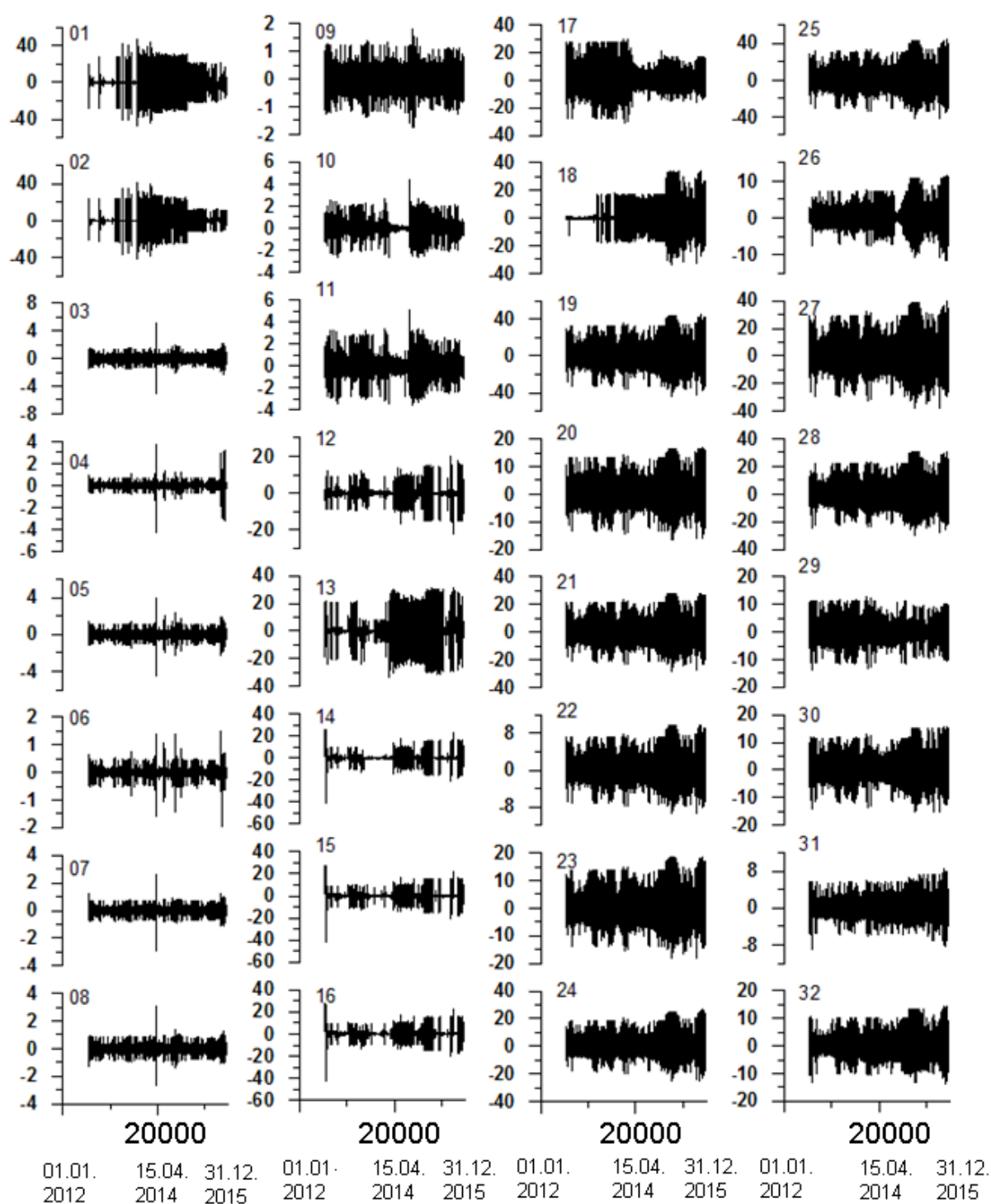


Рисунок 4.1 – Данные геоэлектрических измерений на С1-ШЭП

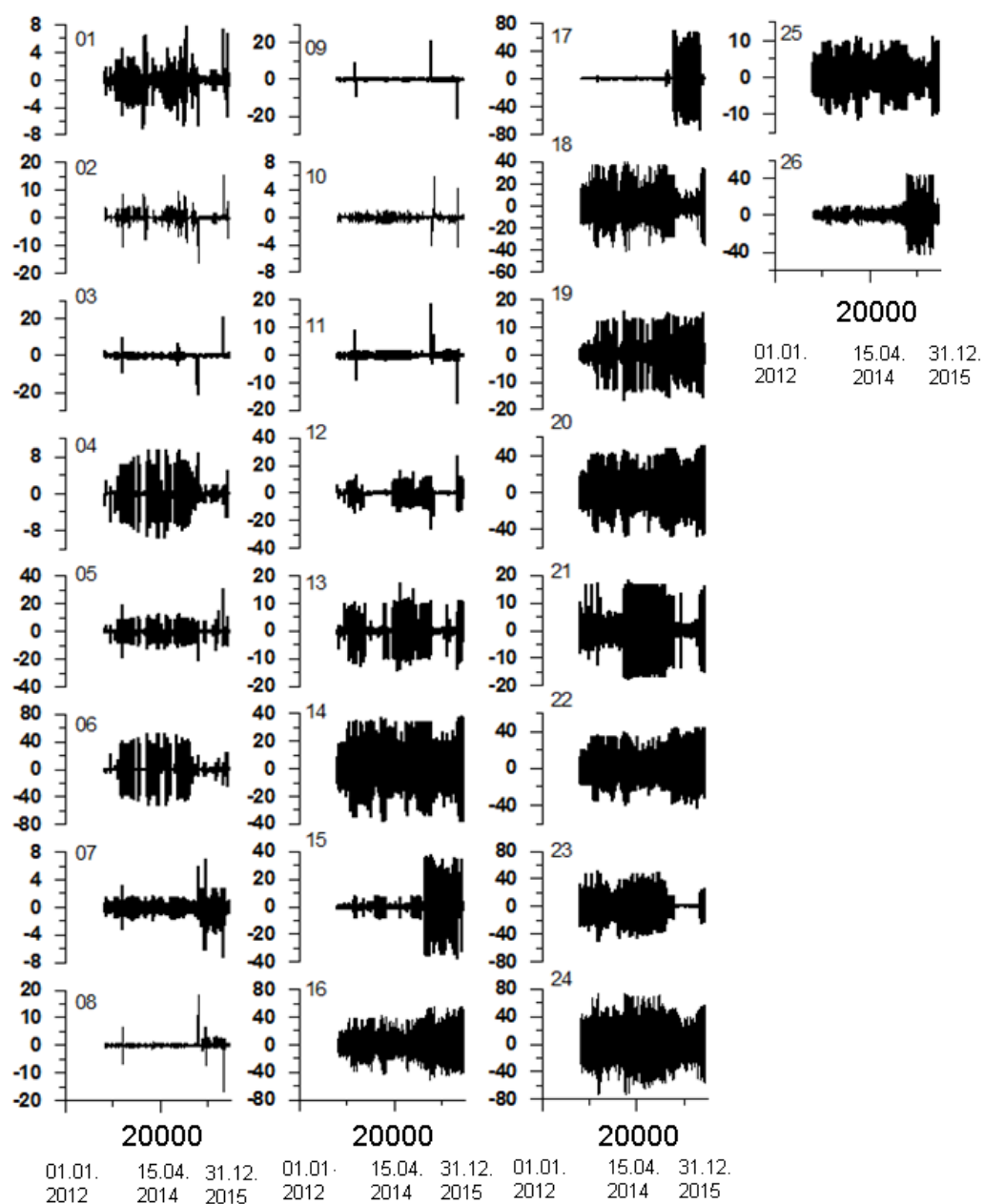


Рисунок 4.2 – Данные геоэлектрических измерений на С1-ШЭП-ЮЗ

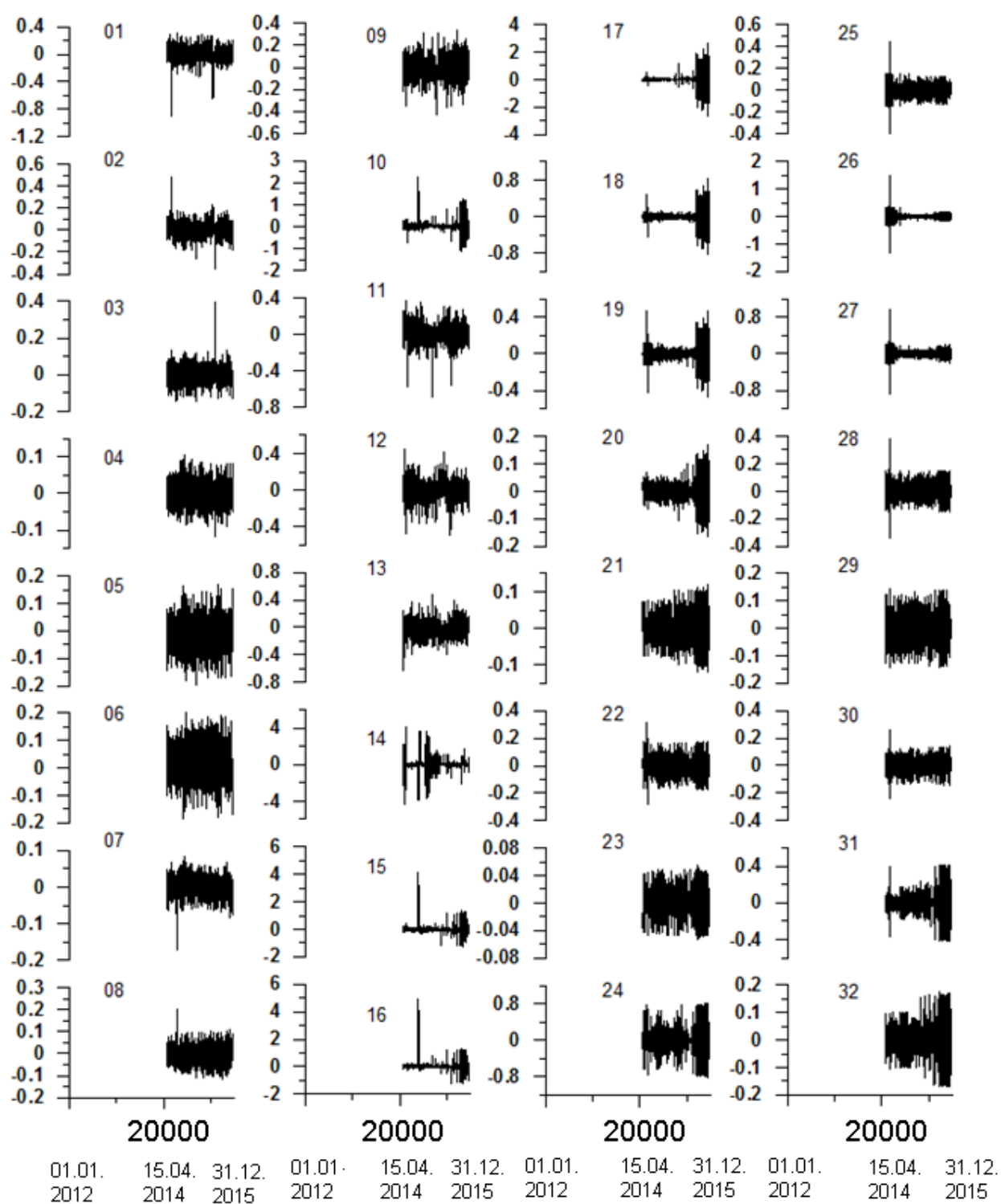


Рисунок 4.3 – Данные геоэлектрических измерений на С1-ИМФПЭТ-Елизово

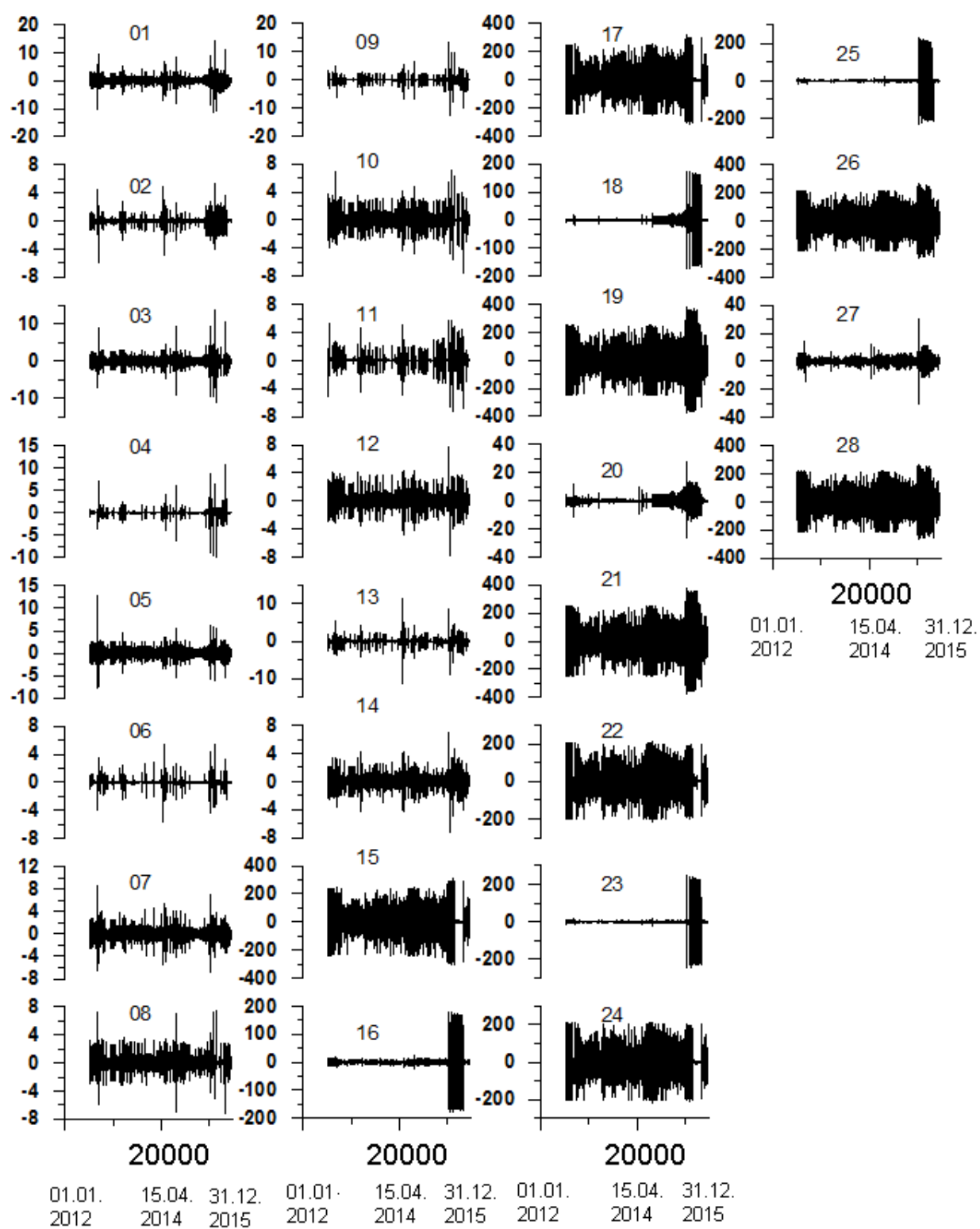


Рисунок 4.4 – Данные геоэлектрических измерений на С2-ИМФПЭТ-ПК

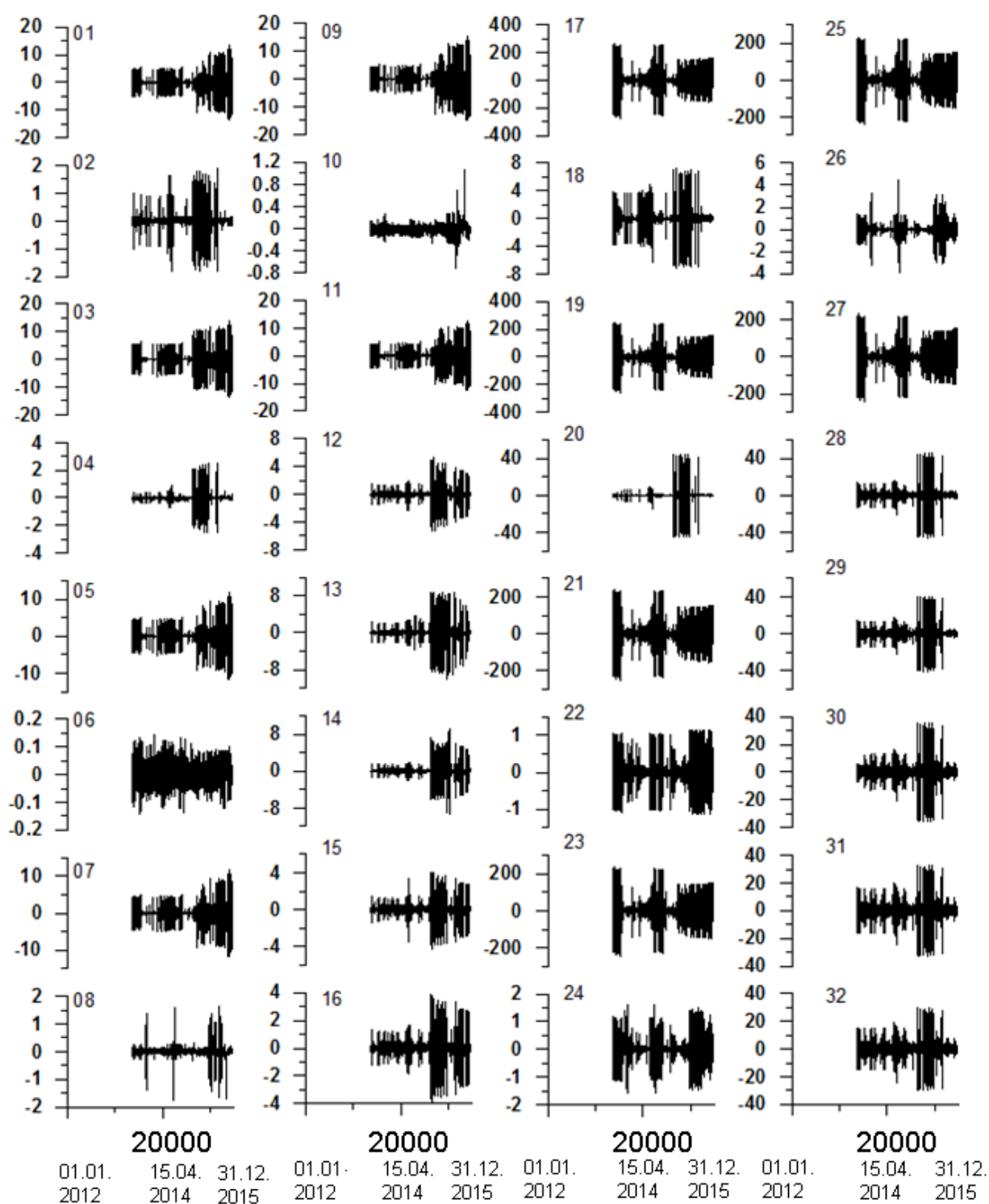


Рисунок 4.5 – Данные геоэлектрических измерений на СЗ-ИМФПЭТ-ПК

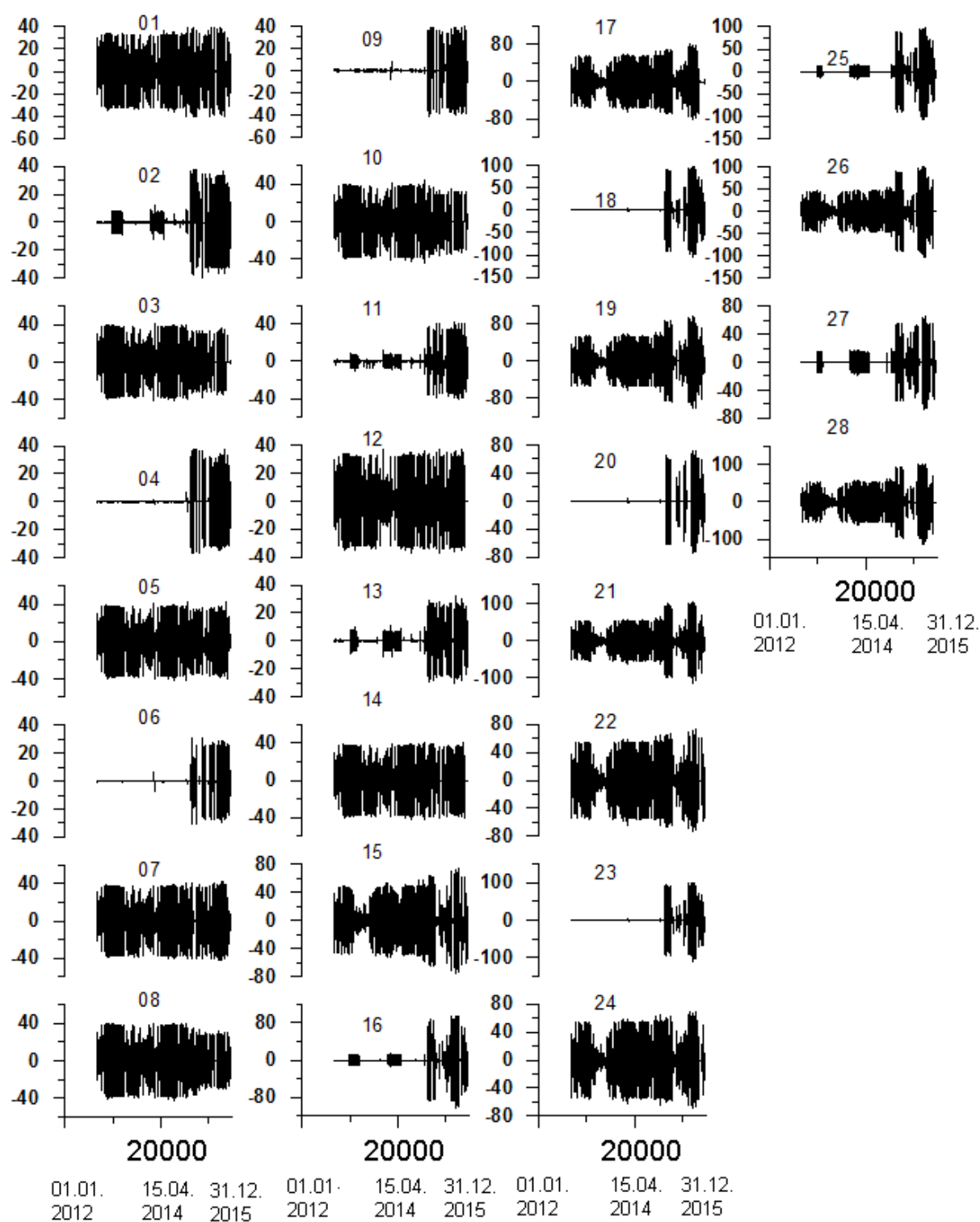


Рисунок 4.6 – Данные геоэлектрических измерений на С4-ИМФПЭТ-Эссо



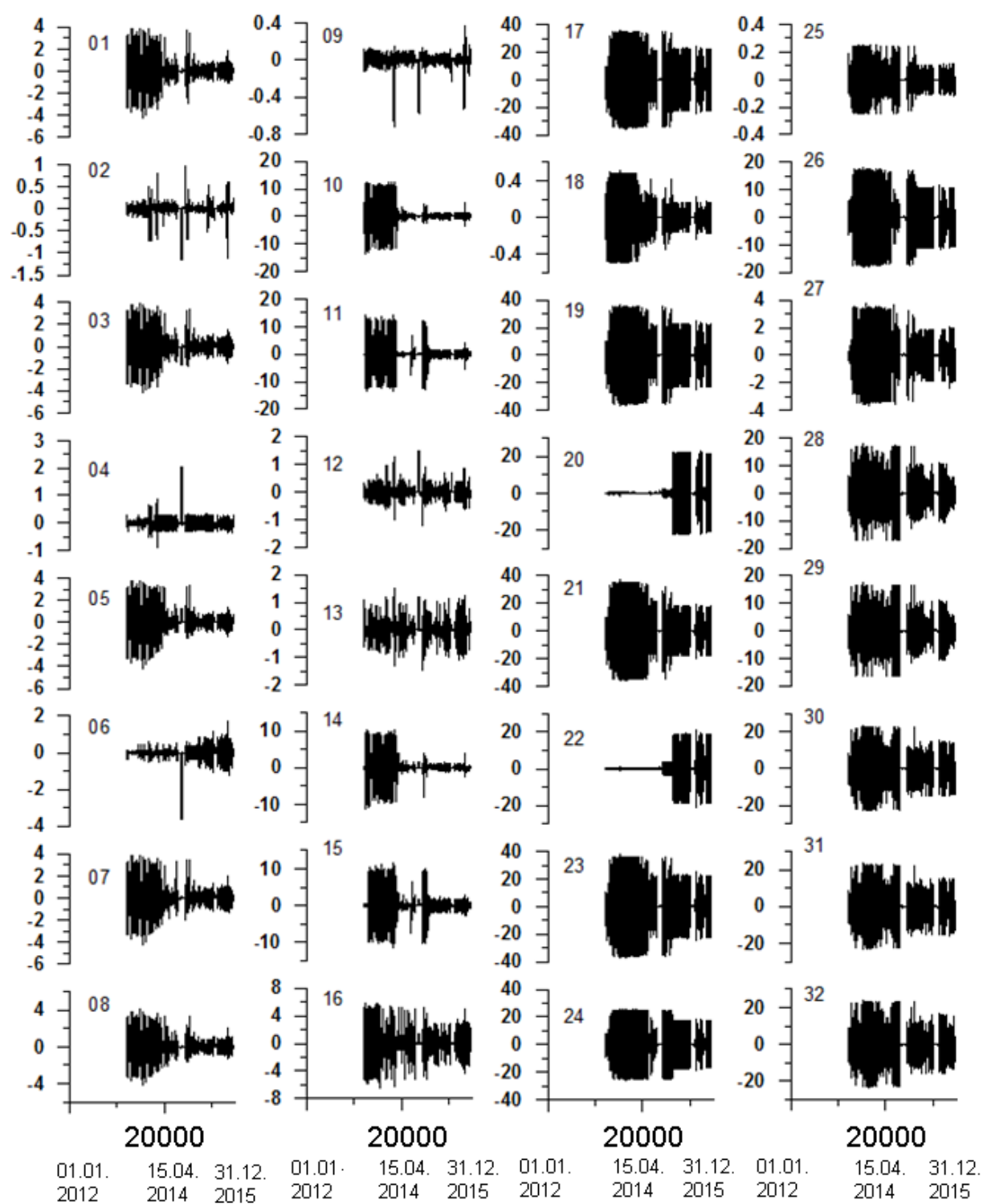


Рисунок 4.7 – Данные геоэлектрических измерений на С7-ИМФПЭТ-ПК

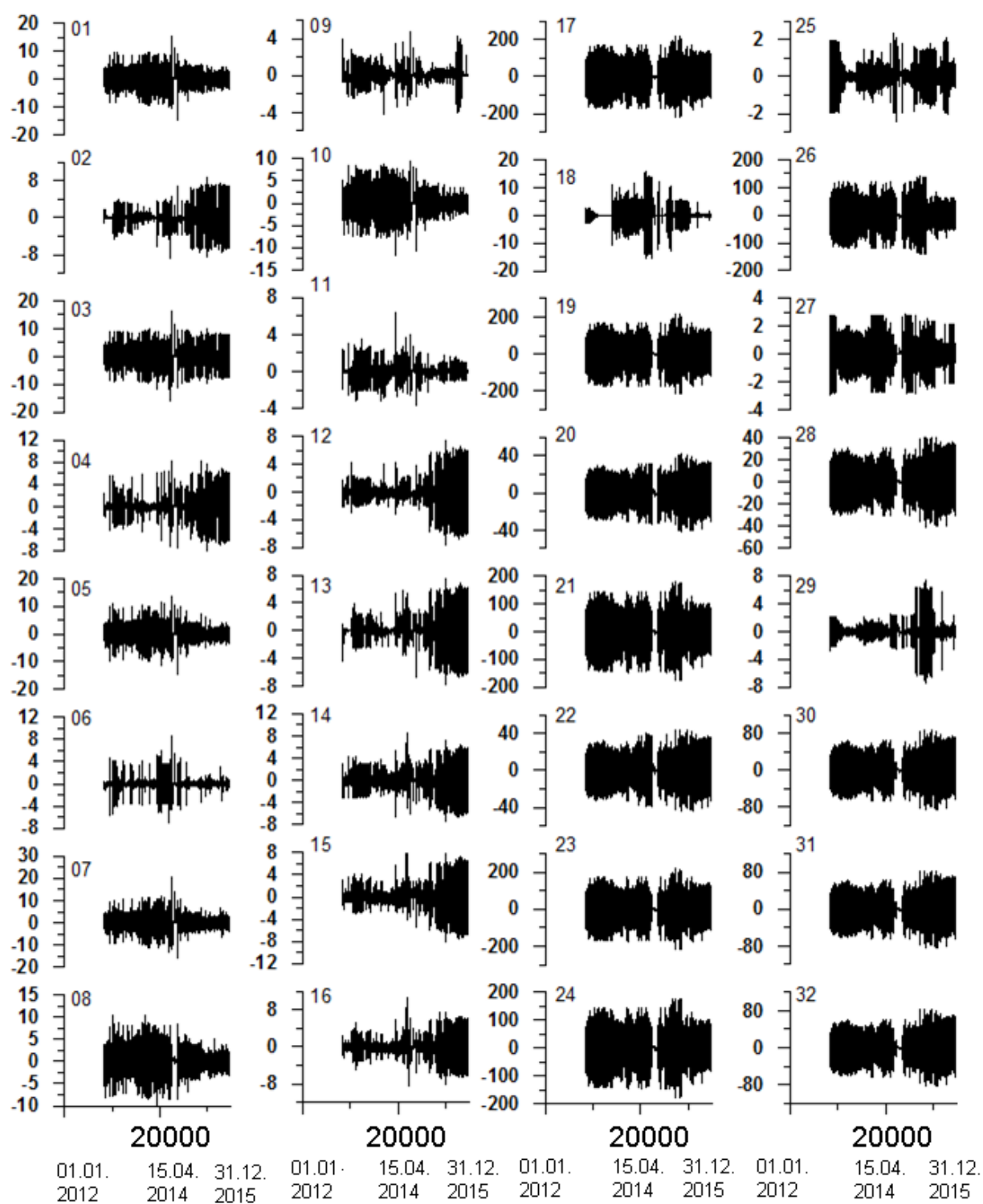


Рисунок 4.8 – Данные геоэлектрических измерений на С5-ИМФПЭТ-Алтай

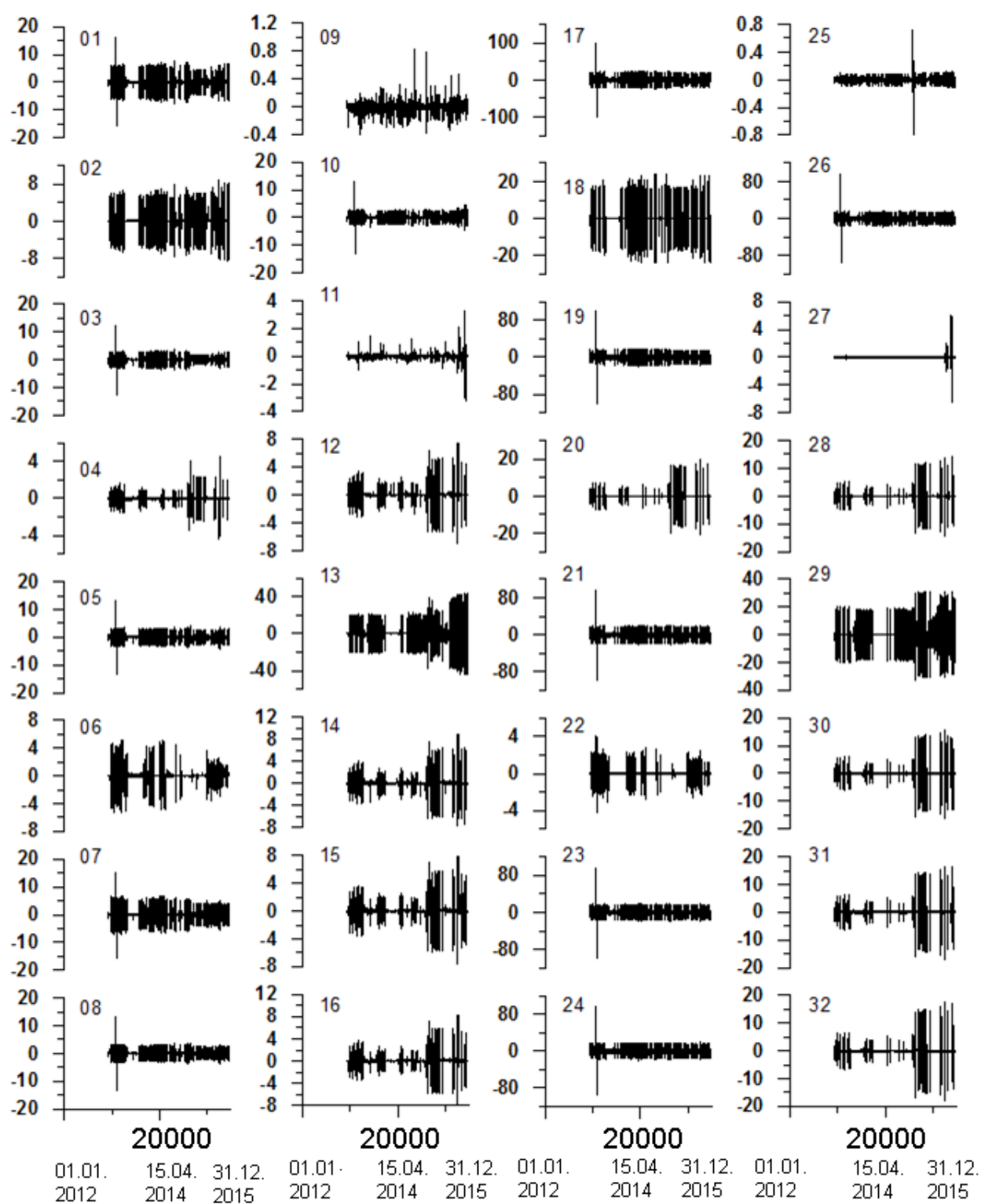


Рисунок 4.9 – Данные геоэлектрических измерений на С6-ИМФПЭТ-Къети

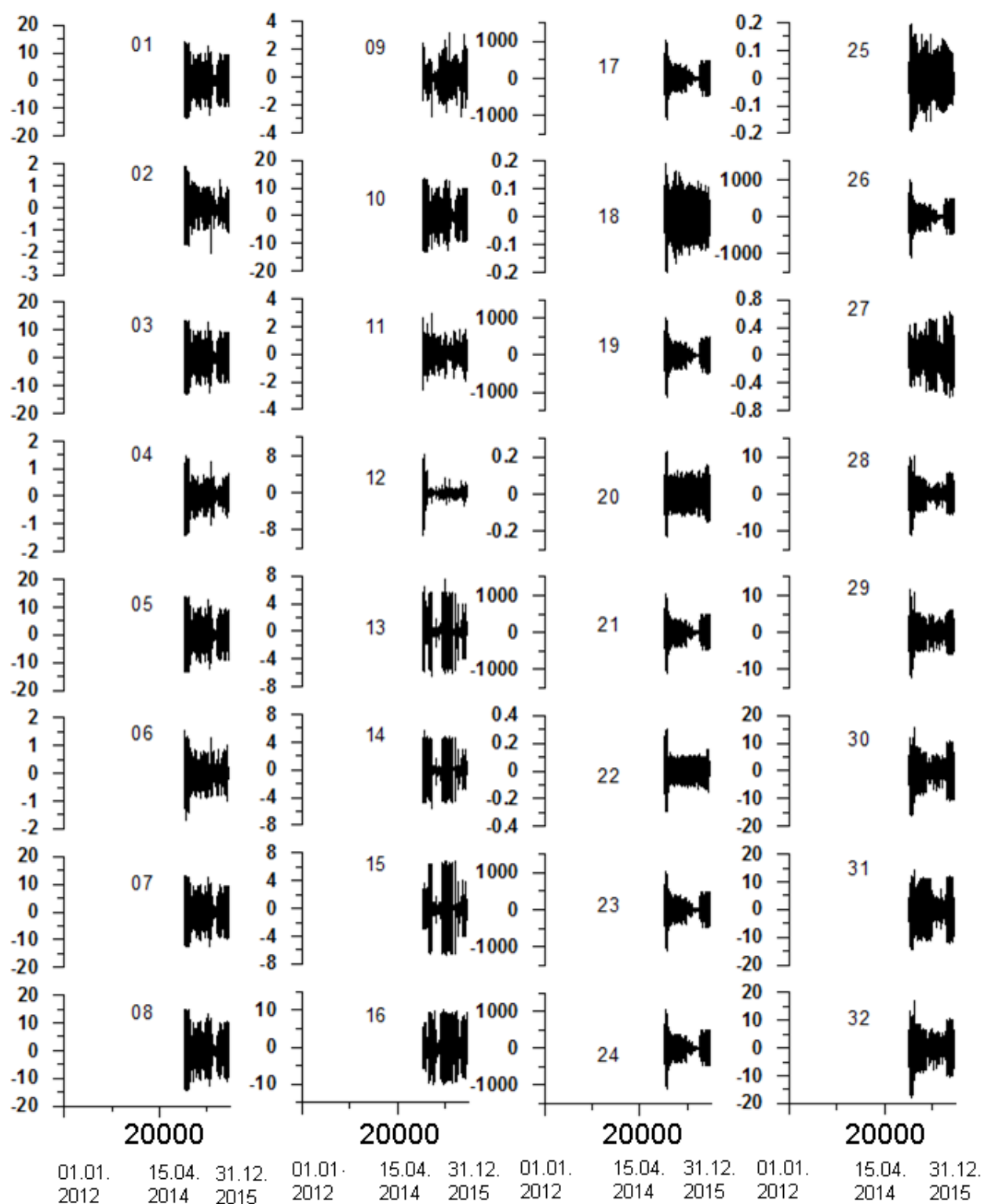


Рисунок 4.10 – Данные геоэлектрических измерений на С8-ИМФПЭТ-Крым

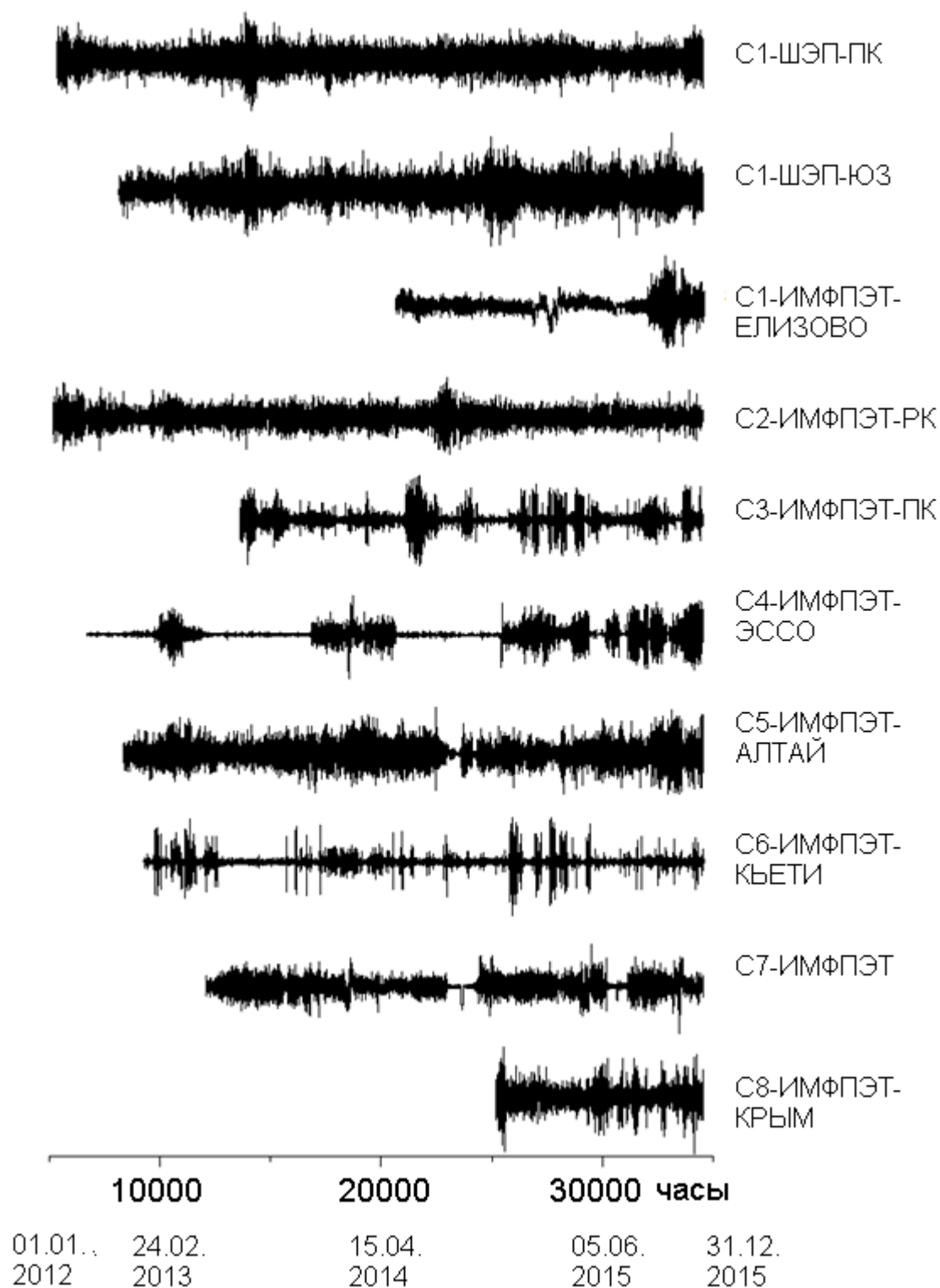


Рисунок 4.11 – Графики Фурье-агрегированных сигналов от каждой из станций.  
Время, часы от начала 2012 года.

Станционные Фурье-агрегированные сигналы показаны на рисунке 4.11. После построения станционных агрегированных сигналов становится возможным агрегация

второй ступени, то есть вычисление агрегированных сигналов от различных наборов станционных агрегированных сигналов.

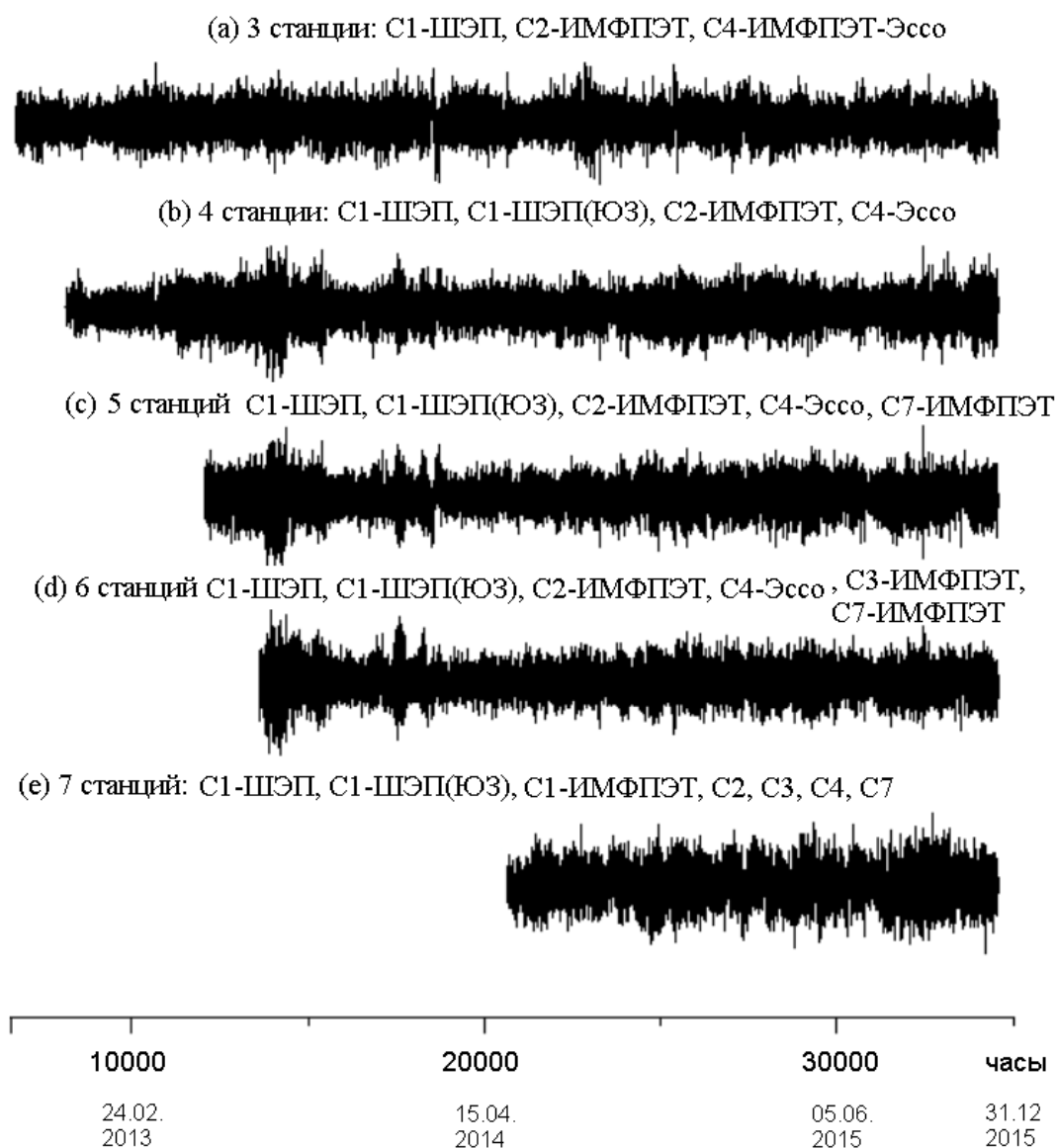


Рисунок 4.12 – Графики Фурье-агрегированных сигналов 2-го порядка для различных комбинаций станций на Камчатке. Время, часы от начала 2012 года

Поскольку из 10 измерительных станций 7 расположены на Камчатке, то имеет смысл построить агрегированные сигнала 2-го порядка для различного числа одновременно работающих станций на Камчатке. Результаты такой агрегации 2-го порядка представлены на рисунке 4.12, где агрегация 2-го порядка выполнена для различного числа станций на Камчатке.



На рисунке 4.13 представлены спектрально-временные диаграммы эволюции логарифма спектров мощности агрегированных сигналов 2-го порядка от 3-х (4.13а') и от 6-ти (4.13б') станций на Камчатке. Здесь и всюду далее использовалось временное окно длиной 672 часа, что равно 28 суткам или 1 лунному месяцу. Цель вычисления спектра мощности показать, что увеличение числа станций, включенных в процесс агрегации 2-го порядка для станций на Камчатке несущественно влияет на спектральную структуру агрегированного сигнала. Справа на рисунке (4.13а'') и от 6-ти (4.13б'') показано среднее значение спектра мощности. Видно, что выделяются 24 и 12 периоды, и некоторые гармоники, вероятно, связанные с приливными компонентами.

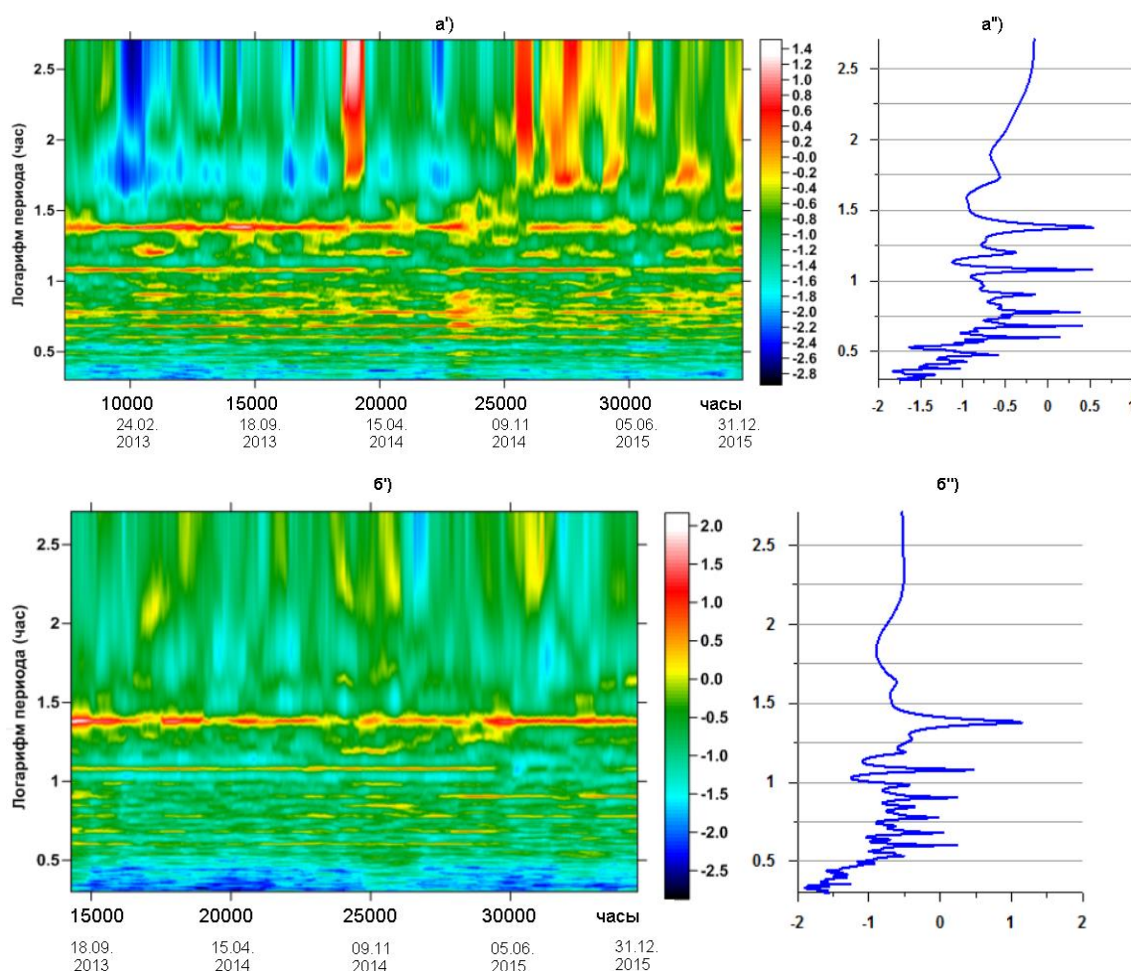


Рисунок 4.13 – Спектрально-временные диаграммы эволюции логарифма спектров мощности Фурье-агрегированных сигналов 2-го порядка для 3-х (а') и 6-ти (б') станций на Камчатке. Время, часы от начала 2012 года, правый конец скользящего временного окна длиной 672 часа со смещением 24 часа; а'' и б'' – графики соответствующих усреднённых спектров от всех окон.

а) оценка эволюции логарифма спектра мощности Фурье-агрегированного сигнала 2-го порядка 3-х станций на Камчатке: С1-ШЭП, С2-ИМФПЭТ, С4-Эссо (рис.4.12а)

б) оценка эволюции логарифма спектра мощности Фурье-агрегированного сигнала 2-го порядка 6 станций на Камчатке: С1-ШЭП, С1-ШЭП-ЮЗ, С2-ИМФПЭТ, С3-ИМФПЭТ, С4-Эссо, С7-ИМФПЭТ (рис. 4.12д)

При выборе числа станций, включаемых в агрегацию 2-го порядка, необходим компромисс: число станций, вовлеченных в агрегацию 2-го порядка должно быть достаточно большим, чтобы подавлять шумы и выявлять закономерности и, в то же время, если этих станций слишком много, то интервал времени получается слишком коротким.

На рисунках 4.14-4.17 представлены частотно-временные диаграммы эволюции спектральной меры когерентности: на рисунке 4.14 – попарного квадратичного коэффициента когерентности, а на рисунках 4.15-4.17 – множественных коэффициентов когерентности между агрегированными сигналами станций на Алтае, в Италии и агрегированными сигналами 2-го порядка от различных комбинаций станций на Камчатке. Оценки производились в скользящем временном окне длиной 672 часа или 28 суток (лунный месяц) со смещением окон 24 часа, использовалась модель авторегрессии 7-го порядка.

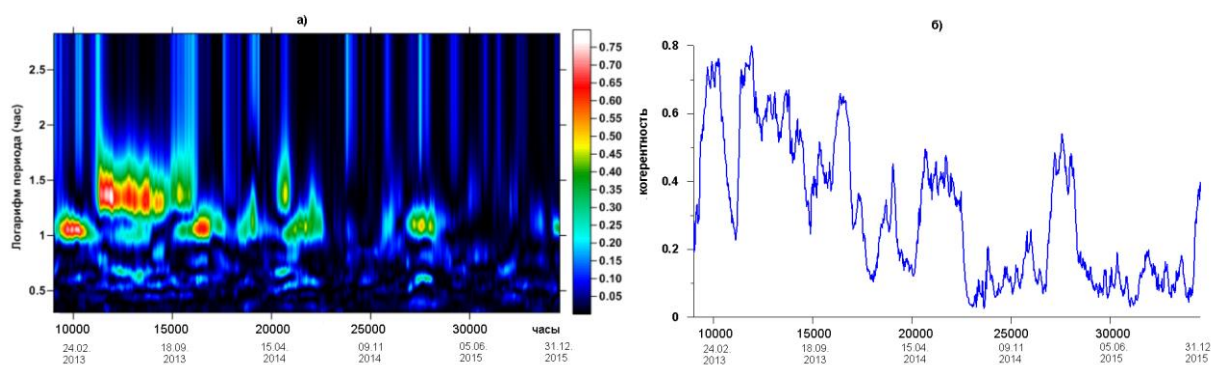


Рисунок 4.14 – Спектрально-временная диаграмма эволюции квадратичного спектра когерентности между агрегированным сигналом станции С5-Алтай и агрегированным сигналом 2-го порядка от 4-х станций на Камчатке. Время, часы от начала 2012 года, правый конец скользящего временного окна длиной 672 часа со смещением 24 часа.

а) оценка эволюции квадрата спектра когерентности между Фурье-агрегированным сигналом на станции С5-Алтай и Фурье-агрегированным сигналом 2-го порядка для 4 станций на Камчатке: С1-ШЭП, С1-ШЭП-ЮЗ, С2-ИМФПЭТ, С4-Эссо (рис. 4.12б); б) максимум по частотам квадратичного спектра когерентности в каждом окне для диаграммы на 4.14а.

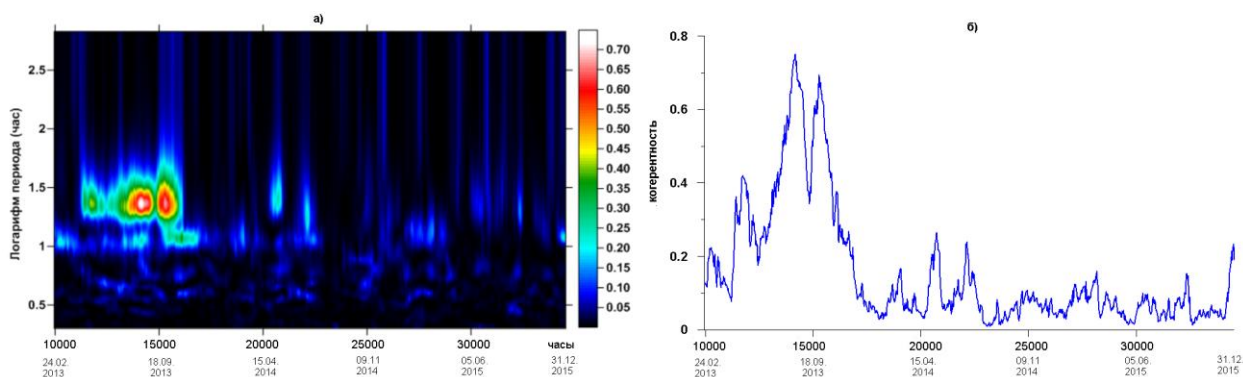


Рисунок 4.15 – Спектрально-временная диаграмма эволюции множественного коэффициента когерентности между агрегированными сигналами станций С5-Алтай и С6-



Къети и агрегированным сигналом 2-го порядка от 4-х станций на Камчатке. Время, часы от начала 2012 года, правый конец скользящего временного окна длиной 672 часа со смещением 24 часа. а) оценка эволюции множественной меры когерентности между Фурье-агрегированным сигналами на станциях С5-Алтай и С6-Къети и Фурье-агрегированным сигналом 2-го порядка для 4 станций на Камчатке: С1-ШЭП, С1-ШЭП-ЮЗ, С2-ИМФПЭТ, С4\_Эссо (рис. 4.12b); б) максимум по частотам квадратичного спектра когерентности в каждом окне для диаграммы на рис. 4.15а.

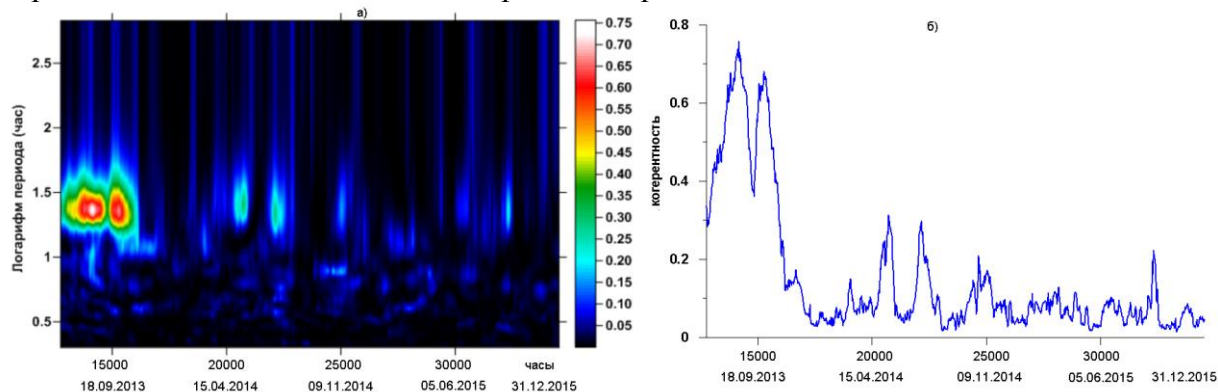


Рисунок 4.16 – Спектрально-временная диаграмма эволюции множественного коэффициента когерентности между агрегированными сигналами станций С5-Алтай и С6-Къети и агрегированным сигналом 2-го порядка от 5 станций на Камчатке. Время, часы от начала 2012 года, правый конец скользящего временного окна длиной 672 часа со смещением 24 часа. а) оценка эволюции множественной меры когерентности между Фурье-агрегированным сигналами на станциях С5-Алтай и С6-Къети и Фурье-агрегированным сигналом 2-го порядка для 5 станций на Камчатке: С1-ШЭП, С1-ШЭП-ЮЗ, С2-ИМФПЭТ, С4\_Эссо, С7-ИМФПЭТ (рис. 4.12c); б) максимум по частотам квадратичного спектра когерентности в каждом окне для диаграммы на рис.4.16а.

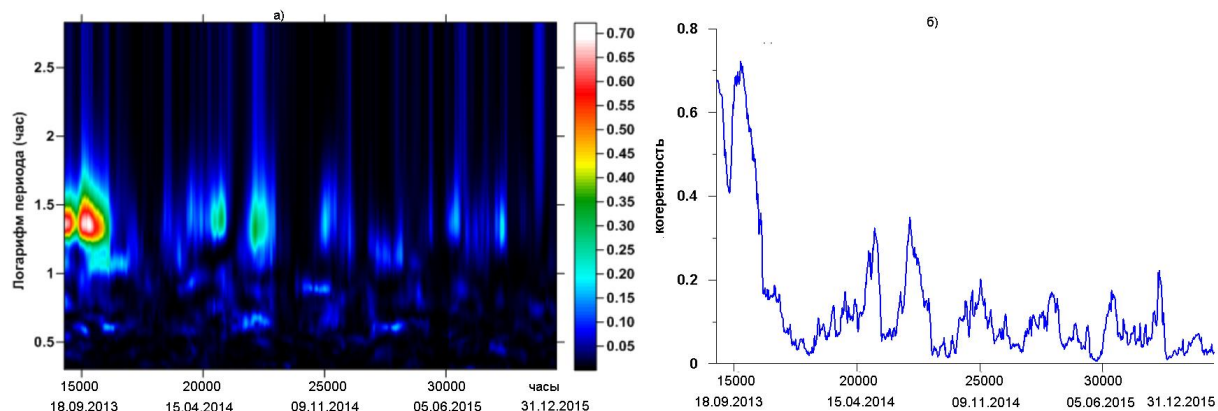


Рисунок 4.17 – Спектрально-временная диаграмма эволюции множественного коэффициента когерентности между агрегированными сигналами станций С5-Алтай и С6-Къети и агрегированным сигналом 2-го порядка от 6 станций на Камчатке. Время, часы от начала 2012 года, правый конец скользящего временного окна длиной 672 часа со смещением 24 часа. а) оценка эволюции множественной меры когерентности между Фурье-агрегированным сигналами на станциях С5-Алтай и С6-Къети и Фурье-агрегированным сигналом 2-го порядка для 6 станций на Камчатке: С1-ШЭП, С1-ШЭП-ЮЗ, С2-ИМФПЭТ, С3-ИМФПЭТ, С4\_Эссо, С7-ИМФПЭТ (рис. 4.12d); б) максимум по частотам квадратичного спектра когерентности в каждом окне для диаграммы на рис. 4.17а.

Из рисунков 4.14–4.17 следует наличие существенного всплеска когерентности для колебаний с периодами около 24 часов во временном фрагменте 12000-16000 часов от начала 2012 года, что соответствует положениям временных окон длиной 28 суток от середины апреля до конца сентября 2013 года, что предположительно связано с глобальной синхронизацией в геофизических данных незадолго до и вскоре после крупнейшего мантийного Охотоморского землетрясения 24 мая 2013 г. магнитудой 8.3. Временная метка 14000 часов от начала 2012 года соответствует положению правого конца 28-суточного временного окна дате 05 августа 2013 года. Существенный всплеск когерентности обнаружился во временном интервале подготовки мантийного Охотоморского землетрясени 24 мая 2013 г., наблюдавшийся на сети геоэлектрических измерений в Северном полушарии в одном временном интервале и на одних и тех же периодах.

#### **4.3. Исследование связи нестационарных геоэлектрических сигналов на Камчатке с вариациями параметров сейсмических шумов на Японских островах**

В этом разделе будет проведено исследование эффектов когерентности между измерениями нестационарных геоэлектрических сигналов на Камчатке в течение 2013-2015 гг. и вариациями данных сейсмических шумов на Японских островах за тот же период. Использовались данные широкополосной сейсмической сети F-net в Японии. Эта сеть состоит из восьмидесяти четырех станций и непрерывно функционирует, начиная с 1997 г. Данные сети свободно доступны в Интернет [131].

Размеры сети и среднее расстояние между станциями делают ее пригодными для прогноза событий с магнитудами 8-9 баллов, в частности прогноз мега-землетрясения в Японии 11 марта 2011 г. был дан в конце 2009 г., когда появилась возможность оценить время возникновения сильнейшего землетрясения по данным этой сети. В итоге уточнённый прогноз, обозначивший середину 2010 г. как начало периода ожидания сейсмического события с магнитудой  $M = 8.5—9.0$  баллов, был опубликован в серии статей и выступлений на международных конференциях до сейсмической катастрофы [29-32] (статья [32] была опубликована после события, хотя отдана в журнал была в апреле 2010 г.). После землетрясения опыт его прогноза публиковался в научных журналах, и было показано, что использованная методика анализа свойств низкочастотных микросейсмических колебаний давала более уточнённый прогноз места будущей катастрофы. Однако это было сделано уже после события, ретроспективно [33-38].

На рисунке 4.23 приведены графики агрегированного сигнала 5 временных рядов свойств сейсмического шума и агрегированного сигнала 2-го порядка от 4-х станций на

Камчатке после перехода от 1-часового шага к шагу по времени 1 сутки путем вычисления средних значений в последовательных интервалах времени длиной 24 часа.

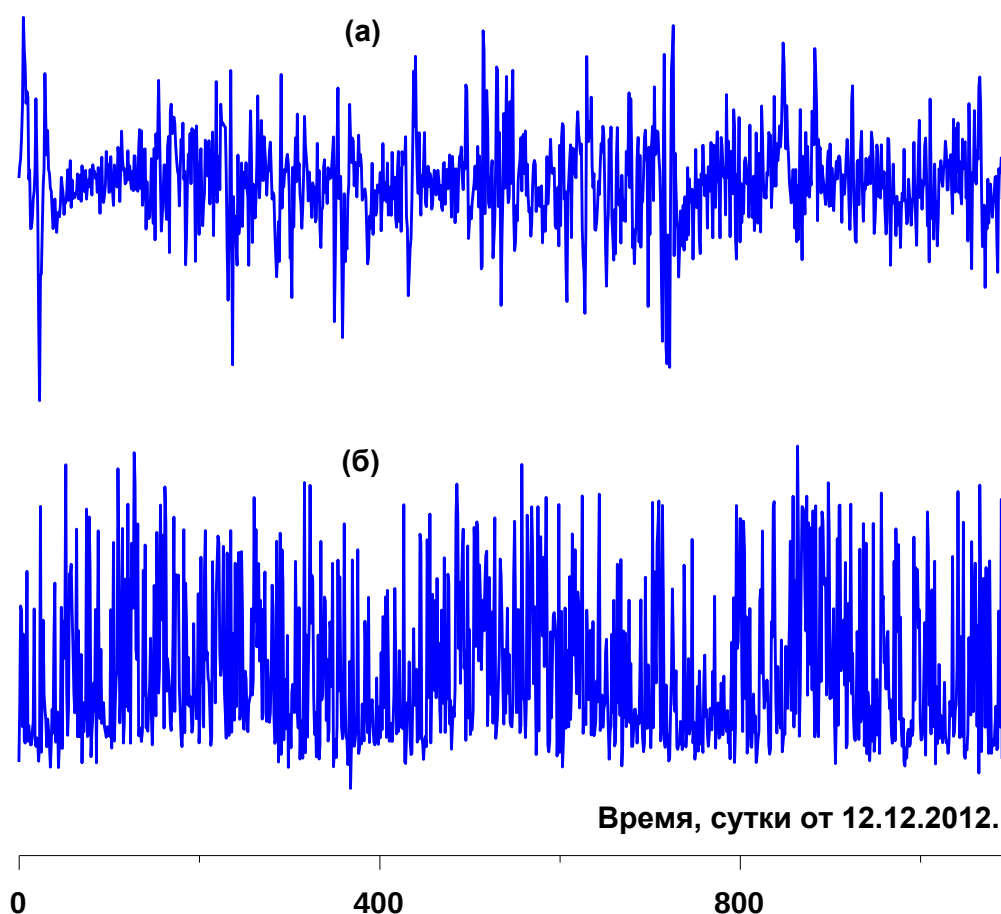


Рисунок 4.23 – Фурье-агрегированные сигналы: а) Фурье-агрегированный сигнал 2-го порядка для 4 станций на Камчатке: С1-ШЭП, С1-ШЭП-ЮЗ, С2-ИМФПЭТ, С4-Эссо (рис. 3.12b) после перехода к шагу по времени 1 сутки; б) Фурье-агрегированный сигнал значений медиан 5 ежедневных значений свойств сейсмического шума на сети 84 широкополосных сейсмических станций F-net в Японии.

Далее целью анализа является исследование эффектов когерентности между агрегированным сигналом на Камчатке и агрегированным сигналом в Японии. Результаты такого анализа представлены на рисунке 4.24, где изображена частотно-временная диаграмма эволюции квадрата спектра когерентности между этими 2-мя агрегированными сигналами, вычисленная в скользящем временном окне длиной 90 суток. На ней видны 5 всплесков когерентности с постепенно увеличивающимся характерным периодом. Интересно отметить, что первый всплеск для положений правого конца временного окна 120-150 дней от 12.12.2012 и характерным периодом около 4 суток приходится на интервал времени перед мантийным Охотоморским землетрясением 24 мая 2013 года (163 день от 12.12.2012). Периоды последующих 4-х всплесков примерно равны: 4, 6, 10-16 и

30-90 суткам, то есть синхронизация процессов наблюдается на все более низких частотах. К концу 2015г. (последние 1000 часов) когерентность снизилась.

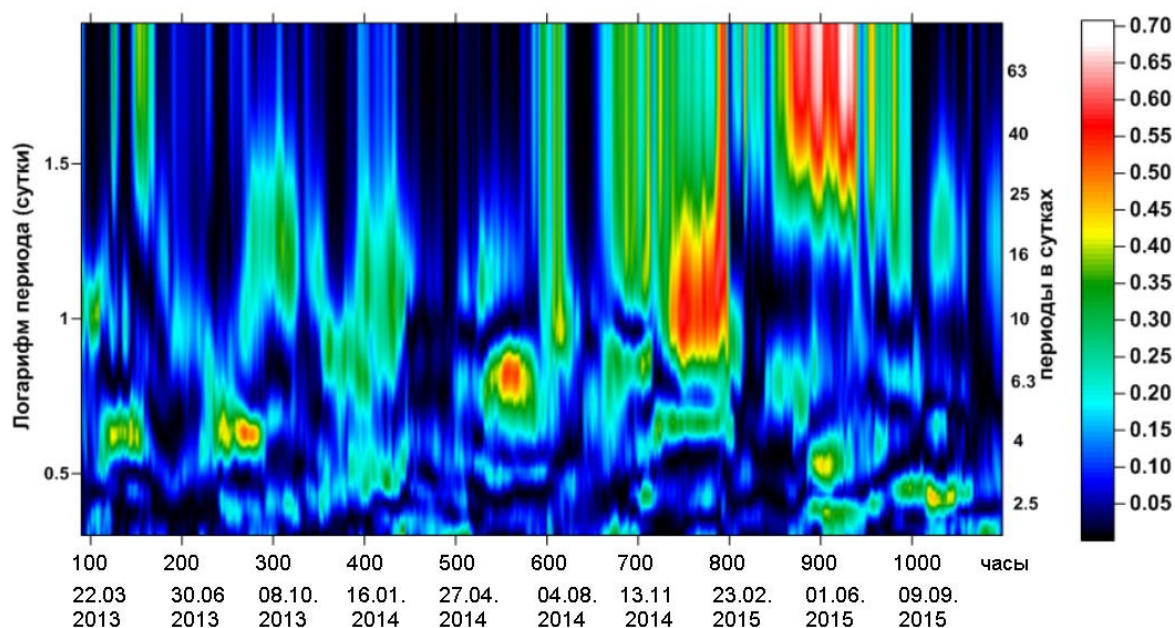


Рисунок 4. 24 – Эволюция квадратичного спектра когерентности между двумя сигналами: 1) Фурье-агрегированным сигналом 2-го порядка для 4 станций на Камчатке: С1-ШЭП, С1-ШЭП-ЮЗ, С2-ИМФПЭТ, С4-Эссо (рис. 3.12b) после перехода к шагу по времени 1 сутки; 2) Фурье-агрегированным сигналом значений медиан 5 ежедневных значений свойств сейсмического шума на сети 84 широкополосных сейсмических станций F-net в Японии. Время, сутки от 12.12.2012, правый конец скользящего временного окна длиной 90 суток

#### 4.4. Выводы к четвертой главе

Разработана методика анализа результатов измерений как многомерных временных рядов. В результате анализа многомерных временных рядов установлены следующие факты:

- для данных геоэлектрических измерений обнаружен существенный всплеск когерентности для колебаний с периодами около 24 часов во временном фрагменте 12000-16000 часов от начала 2012 года, что соответствует положениям временных окон длиной 28 суток от середины апреля до конца сентября 2013 г.;

- при совместном анализе данных геоэлектрических измерений на Камчатке и временных рядов изменения параметров сейсмического шума на японской сети F-net на временном интервале 2013–2015гг. обнаружено 5 всплесков когерентности с постепенно увеличивающимся характерным периодом, причём последний всплеск когерентности является максимальным на максимальном значении периода, к концу 2015г. (последние 1000 часов) когерентность снизилась;

– часть выявленных всплесков мер когерентного поведения может быть связана с сильнейшим мантийным Охотоморским землетрясением 24.05.2013г.

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

- разработан комплекс программно-аппаратных средств, необходимых для регистрации нестационарных геоэлектрических процессов с помощью системы, реализующей методику Д.А. Кузнецова, на организованной международной территориально-распределённой сети;

- установлено существование нестационарных геоэлектрических процессов (разный характер вариаций как между шурфами, так и между отдельными электродами, как во временной, так и в частотной области).

- установлен новый геофизический эффект, обнаруживаемый на компактной многоэлектродной установке. Поведение нестационарных геоэлектрических сигналов оценивается по результатам расчета медианы коэффициентов парной корреляции между рядами измерений на одной станции геоэлектрических измерений на интервале оперативного упреждения сильных землетрясений.

- сформулирован алгоритм идентификации сигналов-предвестников, заключающийся в поиске моментов времени, связанных со всплесками коэффициентов парной корреляции между различными каналами станции геоэлектрических измерений.

- эмпирически установлен критерий отбора нестационарных геоэлектрических сигналов в связи с землетрясениями с магнитудой  $M \geq 8$  на земном шаре. При этом на фоне нарастания/снижения геоэлектрической активности и/или стационарных, медленноменяющихся сигналов наблюдаются кратковременные (от нескольких десятков минут до десятков часов) знакопеременные или однополярные геоэлектрические сигналы или последовательности сигналов, отличающиеся по величине амплитуды более чем в 2.7...3.14 раза от фона.

- эмпирически установлено, что нестационарные геоэлектрические сигналы регистрируются на оперативном интервале упреждения перед сильными землетрясениями  $M \geq 8$  независимо от расположения станции наблюдения от эпицентра землетрясения.

- установлены временные интервалы и характерные периоды всплесков синхронного поведения геоэлектрических сигналов на сети многоэлектродных пунктов в Евразии и временных рядов широкополосных сейсмических станций (сеть F-net на Японских о-вах), проявившийся как глобальный эффект перед сильным  $M 8.3$  глубокофокусным Охотоморским землетрясением 24 мая 2013 г.

Методика совместного анализа многомерных временных рядов совместно с выявлением импульсной характеристики поведения медианы парного коэффициента корреляции на одной станции геоэлектрических измерений могут представлять собой динамические оперативные оценки текущей сейсмической опасности как на региональном, так и на глобальном уровне. Установлено, что при применении единой методики измерения разности геопотенциалов на системе электродов в близлежащих шурфах (менее 10 м), значительно увеличивает качество и информативность регистрации нестационарных геоэлектрических сигналов в приповерхностной части разреза в связи с сильными землетрясениями. Следовательно, позволяет исключить или как минимум значительно уменьшить трудноконтролируемые факторы, которые могут иметь место в методах с разнесёнными на десятки метров-километры измерительными парами электродов.

Приведённые исследования позволяют:

- обеспечить преемственность технологии измерений с ранее разработанной Д.А. Кузнецовым методикой регистрации геоэлектрических нестационарных сигналов с помощью программно-аппаратного комплекса, реализующего автоматические измерения и обеспечивающего сбор, хранение и обработку данных в постоянно-действующем операционном центре Дистантной Школы «Космо-Метео-Тектоника» (<http://cosmetecor.org/>);

- выполнять дальнейшее расширение сети геоэлектрического мониторинга, осуществляемого по единой методике, путём организации новых пунктов наблюдений с использованием разработанных унифицированных программно-аппаратных средств;

- выполнять исследование физических процессов, сопровождающих подготовку сильных землетрясений на основе многопараметрического подхода (С.А. Пулинец, Д.П. Узунов), концепции сейсмотектогенеза (Л.Н. Дода и др.) и электросетевого подхода (Х.Альфвен) как в ретроспективном, так и в оперативном режиме на основе накопленного непрерывного и пополняемого архива наблюдений на сети станций мониторинга.

Результаты работы могут найти применение в профильных институтах геофизического направления. Дальнейшее развитие способа после расширения сети многоэлектродных измерений видится в построении теоретической модели. В настоящий момент физическая интерпретация представляется возможной через описание состояния сложной системы, приближающейся к катастрофическому изменению, во время которого наблюдается увеличивающаяся коррелированность и радиус флуктуаций сигналов различной природы и структуры в системах геофизического мониторинга, отстоящих на тысячи километров от эпицентра. В то же самое время факт всплеска (падения)

коэффициента парной корреляции многоэлектродной станции сообщает о том, что происходит резкое рассогласование на оперативном упреждающем интервале возникновения сильного землетрясения.

## ЛИТЕРАТУРА

1 Байда С.Е. Природные, техногенные и биолого-социальные катастрофы: закономерности возникновения, мониторинг и прогнозирование: монография. — М.:ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), —2013. — 193 с.

2 Disaster through a different lens. Behind every effect, there is a cause. A guide for journalists covering disaster risk reduction. — United Nations, 2011, — 186 p.

3 Уломов Б.И. Общее сейсмическое районирование территории Российской Федерации ОСР-97. Список населенных пунктов Российской Федерации, расположенных в сейсмических районах Карты общего сейсмического районирования ОСР-97 (вкладка) // СНИП II-7-81\* «Строительство в сейсмических районах». — М.: Госстрой, 2000. —С.25-44.

4. Globalizing quake information. — Nature Geoscience 1, 803, 2008 doi: 10.1038/ngeo368

5. Прогностика. Терминология. Сб. Научно-нормативной терминологии АН СССР. — Вып. 109. —М.: Наука, —1990

6. Cartlidge E. Aftershocks in the Courtroom (2012) Science 338 (6104), pp. 184-188 doi: 10.1126/science.338.6104.184

7. Communication at risk (2013) Nature Geoscience 6, pp.77 doi: 10.1038/ngeo1728

8. Дещеревский А.В, Лукк А.А., Сидорин А.Я. // Физика Земли. 2003. №4. С.3.

9. Соболев Г.А. Методология, результаты и проблемы прогноза землетрясений // Вестник Российской Академии Наук, Том 85, №3, 2015.- с.203-208

10. Kossobokov, V.G., A.Peresan, and G.F.Panza, On operational earthquake forecast and prediction problems. Seism. Res. Lett., 2015, 86, 2AA: 287-290, doi:10.1785/0220140202.

11. T.H. Jordan et al. Operational earthquake forecasting. State of Knowledge and Guidelines for Utilization // Annals of Geophysics, [S.l.], v. 54, n. 4, aug. 2011

12. Gufeld I.L., Matveeva M.I., Novoselov O.N. Why we cannot predict strong earthquakes in the Earth's crust // Geodynamics & Tectonophysics. 2011. V. 2. № 4. P. 378–415. doi:10.5800/GT-2011-2-4-0051

13. Николаев А.В. Рецензия на статью И.Л. Гуфельда, М.И. Матвеевой, О.Н. Новоселова «Почему мы не можем осуществить прогноз сильных коровых землетрясений» // Геодинамика и тектонофизика, 2011, №4, с.416-417
14. Проблемы геофизики XXI века / Под ред. А.В. Николаева. –М.: Наука, 2003.– 311 с.
15. Gutenberg B. Grundlagen der Erdbebenkunde. Berlin: Verlag von Gebrüder Borntraeger, 1927. (Перевод: Гутенберг Б. Основы сейсмологии. М.-Л.: ОНТИ НКТП СССР, 1935).
16. Båth M. //1966. Scientia. An. LX. C1. N. Ser.VII. P.1. (Перевод: Бот М. / Прогноз землетрясений // Предсказание землетрясений. М.: Мир, 1968. С.9).
- 17 Любушин А.А., Соболев Г.А. (2006) Мультифрактальные меры синхронизации микросейсмических колебаний в минутном диапазоне периодов // Физика Земли, 2006, №9, с. 18-28.
- 18 Lyubushin A.A. (2015) Wavelet-based coherence measures of global seismic noise properties - Journal of Seismology, 2015, Volume 19, pp 329-340. DOI: 10.1007/s10950-014-9468-6
19. Добровольский И.П. Теория подготовки тектонического землетрясения.– М.: ИФЗ АН СССР, 1991.– 217 с.
20. Рикитаке Т. Предсказание землетрясений. –М.: Мир, 1979. –388 с.
21. Касахара К. Механика землетрясений. –М.: Мир, 1985. –264 с.
22. Моги К. Предсказание землетрясений. М.: Мир, 1988. -
23. Соболев Г.А. Основы прогноза землетрясений.– М.: Наука, 1993.– 313 с.
24. Соболев Г А. Физика землетрясений и предвестники / Г.А. Соболев, А.В. Пономарев.– М.: Наука, 2003.– 270 с.
25. R.D. Cicerone, J.E. Ebel, J.Britton, “A systematic compilation of earthquake precursors”, *Tectonophysics*, 2009, Vol. 476, pp. 371–396
26. Добровольский И.П. О проблеме прогноза тектонического землетрясения // Геофизические исследования.– 2010.– Т. 11,– № 1.– С.35-46.
27. Любушин А.А. Прогноз великого японского землетрясения // Природа. – 2012. – № 8. – С.23-33.
28. Сидорин А.Я. Выдающееся достижение Российской академии наук: успешный прогноз землетрясения в Японии 11 марта 2011 г. // Геофизические процессы и биосфера. – 2011. – Т. 10. – № 1. – С.5-8.
29. Любушин А.А. Тренды и ритмы синхронизации мультифрактальных параметров поля низкочастотных микросейсм // Физика Земли. – 2009. – № 5. – С. 15-28.



30. Любушин А.А. Статистики временных фрагментов низкочастотных микросейсм: их тренды и синхронизация // Физика Земли. – 2010. – № 6. – С. 86-96.
31. Любушин А.А. Мультифрактальные статистики региональных и глобальных полей низкочастотных микросейсм // Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России. Труды Второй региональной научно-технической конференции. Петропавловск-Камчатский. 11-17 октября 2009 г. / отв. ред. В. Н. Чебров. – Петропавловск-Камчатский, 2010. – С.186-190.
32. Lyubushin A. Prognostic properties of low-frequency seismic noise // Natural Science.– 2012.– Vol. 4.– №.8A,– P.659-666.
33. Любушин А.А. Сейсмическая катастрофа в Японии 11 марта 2011 года. Долгосрочный прогноз по низкочастотным микросейсам // Геофизические процессы и биосфера. – 2011. – Т. 10,– № 1 – С. 9-35.
34. Любушин А.А. Карты свойств низкочастотных микросейсм для оценки сейсмической опасности // Физика Земли. – 2013. – № 1. - С.11-20.
35. Любушин А.А. Карты линейной синхронизации свойств глобального поля низкочастотных сейсмических шумов // Геофизические исследования. – 2013. – Т.14,– № 1. – С.41-53.
36. Lyubushin A.A. Spots of Seismic Danger Extracted by Properties of Low-Frequency Seismic Noise // European Geosciences Union General Assembly, Vienna, 07-12 of April, 2013 / Geophysical Research Abstracts.– 2013.– Vol. 15.– P.2013-1614.
37. Lyubushin A. How soon would the next mega-earthquake occur in Japan? // Natural Science.– 2013.– Vol. 5.– №8A1— P.1-7.
38. Lyubushin A.A. Dynamic estimate of seismic danger based on multifractal properties of low-frequency seismic noise // Natural Hazards.– 2014.– Vol. 70.– Issue 1.– P.471-483.
39. Бахметьев П. Земные электрические токи. Журн. Русск. физ.-хим. об- ва, т.26, часть физическая, отд. 1, -Спб, -1894, -Вып. 1, с.31-76, Вып.3, 159-199.
40. Бахметьев П.И. Материалъ за изучванье земнитѣ електрически токове въ България // Сбор- никъ за народни умотворения, наука и книжнина. София: Държавна печатница. 1895. Т. 12. С. 58-120.
41. Varotsos, P.; Alexopoulos, K. Physical properties of the variations of the electric field of the earth preceding earthquakes I. Tectonophysics. 1984. 110 (1): 73–98. doi:10.1016/0040-1951(84)90059-3
42. Varotsos, P.; Alexopoulos, K. Physical properties of the variations of the electric field of the earth preceding earthquakes. II. determination of epicenter and magnitude. Tectonophysics. 1984. 110 (1): 99–125. doi:10.1016/0040-1951(84)90060-X

43. Lazaridou-Varotsos, M. (2013), Earthquake Prediction by Seismic Electric Signals: The Success of the VAN method over thirty years, Springer-Praxis, doi:10.1007/978-3-642-24406-3, ISBN 978-3-642-24405-6
44. T. Nagao, et al., "Co-seismic geoelectric potential changes observed in Japan", Geophysical Research Letters, vol 27, no.10, pp. 1535-1538, May, 2000
45. Uyeda S, Kamogawa M, Tanaka H. Analysis of electrical activity and seismicity in the natural time domain for the volcanic-seismic swarm activity in 2000 in the Izu Island region, Japan. 2009. J Geophys Res 114(B2):DOI: 10.1029/2007JB005332
46. Shiratori K. Notes on the destructive earthquake in Sagami Bay on the First of September, 1933, Jap. J. Astron. Geophys., -v. II, 14, -1925, -h. 174-192.
47. Noto H. Some experiments on earth current (II). Jap. J. Astron. Geophys. -v. X, 2, 1933, -p. 263-303
48. Rikitake T. Geomagnetic and geoelectric studies of the Matsushiro earthquake swarm, (1), Bull. Earthq. Res. Inst. Univ. -Tokyo, 44, -1966, -p. 399-402.
49. Nakayama T., Shimonata I. and Earth Sc. Club of Yoshiki H. Sch. Observations of earth current at the Azotsugawa Fault in the Mothern Hida region. Earth Science, v. 34, 5 (170), -1980, -p. 258-265.
50. Wang K., Qi-Fu Chen, Shihong Sun, and Andong Wang Predicting the 1975 Haicheng Earthquake. Bulletin of the Seismological Society of America. 2006. 96 pp. 757-795.
51. Noritomi K. Geoelectric and geomagnetic observations and phenomena associated with earthquake in China. Proc. on the Chinese earthquake prediction by the 1977 delegation of the Seismol. Soc. of Japan. Seismol. Soc. Jap. -Tokyo, -1978, -p. 57-87.
52. Соболев Г.А., Морозов В.Н. Локальные возмущения электрического поля на Камчатке и их связь с землетрясениями. В кн. "Физические обоснования поисков методов прогноза землетрясений". -М.: Наука, -1970, -С. 110-121
53. Соболев Г.А., Морозов В.Н. Поиск предвестников землетрясений в электротеллурическом поле // Сейсмичность и сейсмический прогноз, Свойства верхней мантии и их связь с вулканизмом на Камчатке. - Новосибирск, -1974. -С. 141-151
54. Соболев Г.А., Морозов В.Н., Мигунов Н.И. Электротеллурическое поле и сильное землетрясение на Камчатке. Изв. АН СССР. Физика Земли, -№2, -1972, -с. 67-73
55. Соболев Г.А., Демин В.М. Механоэлектрические явления в Земле. -М., Наука, -1980, -с. 215
56. Морозов В.Н. Исследование электротеллурического поля в районе восточного побережья Камчатки в сопоставлении с сейсмической активностью на основе анализа

электрических свойств горных пород. Автореф. дисс. к.ф.-м.н. -М, ИФЗ АН СССР, -1970. - С. 18

57. Мороз Ю.Ф., Мороз Т.А. Годовые вариации электромагнитного поля Земли и электропроводности геологической среды Физика Земли 2013, № 2, с. 40-54.

58. Мороз Ю.Ф., Бахтиаров В.Ф., Воропаев В.Ф. и др. О мониторинге электротеллурического поля для прогноза сильных землетрясений на Камчатке // Вулканология и сейсмология. 1995. № 4-5. С. 139-149.

59. Мороз Ю. Ф., Мороз Т. А. Аномалии электрического поля и электропроводности земной коры в связи с Култукским землетрясением на оз. Байкал Физика Земли, 2012, № 5, с. 64–76.

60. Спивак А. А., Соловьев С. П., Харламов В. А. К электрическим эффектам в земной коре в зоне влияния Тункинского разлома // Динамические процессы в геосферах. - М., 2011. - Вып. 2. - С. 150-157.

61. Orihara Y., Kamogawa M., Nagao T., Uyeda S. Preseismic anomalous telluric current signals observed in Kozu-shima Island, Japan. Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A. 2012; 109, 19125–19128

62. Uyeda S, Nagao T, Orihara Y, Yamaguchi Y, Takahashi I. Geoelectric potential changes: Possible precursors to earthquakes in Japan. Proc Natl Acad Sci USA. 2000;97(9):4561–4566.

63. Uyeda S, et al. Electric and magnetic phenomena observed before the volcano-seismic activity in 2000 in the Izu Island Region, Japan. Proc Natl Acad Sci USA. 2002;99(11):7352–7355.

64. Orihara Y, Noda Y, Nagao T, Uyeda S. A possible case of SES selectivity at Kozu-shima Island, Japan. J Geodyn. 2002;33(4-5):425–432.

65. Кузнецов Д.А. Практика краткосрочного прогноза землетрясений: астрокосмогеофизические импульсы Вернадского-Власова-Воробьева-Пригожина на вертикальной последовательности подземных электродов в разломе «Пединститутский» на магнитном меридиане Петропавловска-Камчатского. ПК: КГПИ, 1991. 9с. Деп. в ВИНТИ 30.07.91. №3256-B91.

66. Брагин В. Д. Активный электромагнитный мониторинг территории Бишкекского прогностического полигона : дис. канд. физ.-мат. наук / В. Д. Брагин. – М., 2001. – 135 с.

67. Рыбин А. К. Площадные магнитотеллурические зондирования в сейсмоактивной зоне Северного Тянь-Шаня / А. К. Рыбин [и др.] // Геология и геофизика. – 2008. – Т. 49, № 5. – С. 445–460

68. Тарасов Н.Т., Тарасова Н.В., Авагимов А.А., Зейгарник В.А. Воздействие мощных электромагнитных импульсов на сейсмичность средней Азии и Казахстана // - Вулканология и сейсмология. - 1999. - № 4-5. - С. 152.
69. Qian J. Regional study of the anomalous change in apparent resistivity before the Tangshan earthquake (M-7.8, 1976) in China // *Pageoph.* 1984/1985. Vol. 122. P. 901-920.
70. Du X. B. Two types of changes in apparent resistivity in earthquake prediction. *Science China Earth Sciences* January 2011, Volume 54, Issue 1, pp 145–156.
71. Du X.B., An Z., Yan R., Ye Q., Fan Y., et.al. Changes in Apparent Resistivity in the Late Preparation Stages of Strong Earthquakes in Earthquake Research and Analysis in Statistical Studies, Observations and Planning, Dr Sebastiano D'Amico (Ed.), 2012. pp. 199-220 ISBN: 978-953-51- 0134-5.
72. Xie T., Lu J., Ren Y. and Zhao M. Analysis on Apparent Resistivity variations of Garzê Station before the 2013 Lushan M<sub>s</sub>7 Earthquake. *Earthquake research in China*, 2014, (3):388-402.
73. Kappler, K. N., H. F. Morrison, and G. D. Egbert. Long-term monitoring of ULF electromagnetic fields at Parkfield, California, *J. Geophys. Res.*, 2010, 115, B04406, doi:10.1029/2009JB006421.
74. Bella F., Biargi P.F., Delia Monica G., Ermini A. Some possible precursors of the main earthquake of the Tornimparte (Central Italy) Seismic sequence occurred in 1985. // *Nuova Cimento*, 1997. Vol. 10C, 4. P. 4 55-463.
75. Идармачев Ш.Г., Алиев М.М., Алиев И.А., Магомедов А.Г., Идармачев А.Ш. Вариации кажущегося сопротивления горных пород в скважине в сейсмоактивном районе Дагестана/ // *Вестн. Дагест. науч. центра*. 2012. № 46. С. 18–21.
76. Идармачев Ш.Г., Алиев М.М. Вариации кажущегося сопротивления горных пород в период Кизилюртовского землетрясения 1999 г. в Дагестане // *Геофизические исследования*. 2013. Т.14. №2. С. 15-25.
77. Богомолов Л.М., Авагимов А.А., Закупин А.С., Зейгарник В.А., Сычев В.Н., Сычева Н.А. и др. Корреляционный анализ локальной сейсмичности на Бишкекском геодинамическом полигоне в связи с проблемой активного мониторинга. *Геофизика XXI столетия: 2005 год. Сб. трудов Седьмых геофизических чтений им. В.В. Федынского*. М.: Научный Мир. 2006. С. 317 - 325.
78. Konstantaras, A., Fouskitakis, G. N., Makris, J. P., and Vallianatos, F. Stochastic analysis of geo-electric field singularities as seismically correlated candidates, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 2008, 8, 1451-1462, doi:10.5194/nhess-8-1451-200,.

79. Тарасов Н.Т., Тарасова Н.В. Влияние электромагнитных полей на скорость сейсмотектонических деформаций, релаксация упругих напряжений, их активный мониторинг. *Физика Земли*, 2011, № 10, с. 82-96.
80. Воларович Н.П., Пархоменко Е.И. Пьезоэлектрический эффект в горных породах. *Известия АН СССР. Геофизика*, 1955, №3. С. 37-48.
81. Соболев Г.А., Дёмин В.М. *Механоэлектрические явления в Земле*. М. Наука, 1980, с. 210.
82. Nitsan U. Electromagnetic emission accompanying fracture of quartz-bearing rocks // *Geophys. Res. Lett.* 1977. Vol. 4. No. 8. P. 333-336.
83. Warwick J.W., Stoker C., Meyer T.R. Radio emission associated with rock fracture: possible application to the Great Chilean earthquake of May 22, 1960 // *J. Geophys. Res.* 1982. Vol. 87B. No. 4. P. 2851-2859.
84. Wang, W., X. Xue, J. Shan Theoretical models of seismic electromagnetic radiation based on piezoelectric effects. *Indian Journal of Geo-Marine Science*. Vol. 44 (9), September 2015, pp. 1275-1281.
85. P.Varotsos and K.Alexopoulos, *Thermodynamics of point defects and their relation with bulk properties*. North Holland. 1986. P.474. ISBN: 97804448694491986.
86. Derr, J. S., St-Laurent, F., Freund, F. T., and Thériault, R. Earthquake lights, in *Encyclopedia of Earth Sciences Series, Encyclopedia of Solid Earth Geophysics*, Gupta, Harsh K. (Editor). 2011. Springer, Part 5, pp. 165–167.
87. Stepanow A.W. Uber den mechanismus der plastischen deformation // *Zs. f. Phys.* 1933. Bd. 61. S. 560-564
88. Гохберг М.Б., Гуфельд И.Л., Гершензон Н.И., Пилипенко В.А. Электромагнитные эффекты при разрушении земной коры. *Известия АН СССР Физика Земли*. 1985, №1, с.72-87.
89. Иванов А.Г. Эффект электризации пластов земли при прохождении через них упругих волн // *Докл. АН СССР*. 1939. Т. 24. № 1. С. 41-43.
90. Иванов А.Г. Сейсмоэлектрический эффект второго рода // *Изв. АН СССР. Сер. географ. и геофиз.* 1940. Т. 4. № 5. С. 699-726.
91. Френкель Я.И. К теории сейсмических и сейсмоэлектрических явлений во влажной почве // *Изв. АН СССР. Сер. географ. и геофиз.* 1944. Т. 8. № 4. С. 133-150.
92. Dobrovolsky I.P., Gershenzon N.I., Gokhberg M.B. Theory of electrokinetic effects occurring at the final stage in the preparation of a tectonic earthquake // *Phys. Earth and Planet. Inter.* 1989. Vol. 57. No. 1-2. P. 144-156.

93. Гершензон Н.И. Сейсмоэлектромагнитное поле электрокинетической природы // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1992. № 7. С. 51-61.
94. Merzer, M.; Klemperer, S.L. Modeling low-frequency magnetic-field precursors to the Loma Prieta earthquake with a precursory increase in fault-zone conductivity. *Pure Appl. Geophys.* 1997, 150, 217–248.
95. Gershenzon, N.; Bambakidis, G. Modeling of seismo-electromagnetic phenomena. *Russian J. Earth Sci.* 2001, 3, 247–275.
96. Simpson, J.J.; Taflove, A. Electrokinetic effect of the Loma Prieta earthquake calculated by an entire-Earth FDTD solution of Maxwell's equations. *Geophys. Res. Lett.* 2005, 32, doi: 10.1029/2005.
97. Куксенко В.С., Килькеев Р.Ш., Мирошниченко М.И. К интерпретации электрических предвестников землетрясений // ДАН СССР. - 1981. - Т.260, N 4. - С.841-843.
98. Reches, Z.E.; Lockner, D.A. Nucleation and growth of faults in brittle rocks. *J. Geophys. Res.* 1994, 99, 18159–18173.
99. Yamashita, T. Generation of microcracks by dynamic shear rupture and its effects on rupture growth and elastic wave radiation. *Geophys. J. Int.* 2000, 143, 395–406.
100. Freund, F.T., Freund. M.M. Paradox of peroxy defects and positive holes in rocks. Part I: Effect of temperature. *Journal of Asian Earth Sciences*. Volume 114, Part 2, 15 December 2015, Pages 373–383. doi:10.1016/j.jseaes.2015.04.047
101. Scoville, J., J. Sornette, F.T. Freund. Paradox of peroxy defects and positive holes in rocks. Part II: Outflow of electric currents from stressed rocks. *Journal of Asian Earth Sciences*. Volume 114, Part 2, 15 December 2015, Pages 338–351. doi:10.1016/j.jseaes.2015.04.016
102. Meyer K. Observation and qualitative modeling of some electrotelluric earthquake precursors // *Phys. Earth and Planet. Inter.* 1989. Vol. 57. No. 1-2. P. 45-46.
103. Мороз Ю.Ф., Мороз Т.А. Аномальные изменения магнитотеллурического импеданса в связи с сильными землетрясениями на Камчатке // Доклады Академии Наук. 2015. Том 461. № 1. С. 88-92.
104. Мороз Ю.Ф., Мороз Т.А., Логинов В.А., Нурмухамедов А.Г., Алексеев Д.А. Изменение электропроводности литосферы в районе очага сильнейшего Олюторского землетрясения в Корякском нагорье // *Физика Земли*. 2016. №1. С.31-46.
105. Yamanaka, C., Matsumoto H., Asahara H. Preseismic Electromagnetic Phenomena. Time Scale of Stress Stimulated Charges. *IEEJ Transactions on Fundamentals and Materials*. Vol. 136. 2016. No. 5. pp.310-314.

106. Jouniaux L, Pozzi J-P (1999) Streaming potential measurements in laboratory: a precursory measurements of the rupture and anomalous 0.1–0.5 Hz measurements under geochemical changes. In: Hayakawa M (ed) Atmospheric and ionospheric phenomena associated with earthquakes. TERRAPUB, Tokyo, pp 873–880
107. Jouniaux L, Bordes C. Frequency-dependent streaming potentials: A review. *Int J Geophys.* 2012. Article ID 648781. pp.1–11.
108. Luong DT, Sprik R. Streaming potential and electroosmosis measurements to characterize porous materials. *ISRN Geophys.* 2013. Article ID 496352. pp.1–8.
109. T.Yoshimatsu The measurements of earth-current potential and its reliability. *Mem. Kakioka Magn.Obs.Suppl.* Vol.1. pp.1-29. 1957.
110. Miyakoshi J. Anomalous time variation of the self-potential in the fractured zone of an active fault preceding the earthquakes occurrence // *J. Geomagn. Geoelectr.* 1986. Vol. 38. No. 10. P. 1015-1030.
111. А. А. Беспалько, Л. В. Яворович, А. П. Суржиков. Связь петрофизических свойств горных пород с изменением параметров электромагнитных сигналов при акустическом воздействии. — Томск: Изд-во ТПУ, 2011. — 120 с.
112. Сурков В.В. Электромагнитные эффекты при землетрясениях и взрывах. М.: МИФИ, 2000. 448 с.
113. Surkov, V., and M. Hayakawa. *Ultra and Extremely Low Frequency Electromagnetic Fields*, Springer Geophysics Series, XVI, Springer, 2014. 486 p.
114. Гохберг М.Б., Моргунов В.А., Похотелов О.А. // Сейсмо-электро-магнитные явления. М: Наука, 1988. 174с.
115. Малышков Ю.П., Джумабаев К.В. Прогнозирование землетрясений по параметрам естественного импульсного электромагнитного поля Земли // *Вулканология и сейсмология.* 1987. №1. С.97.
116. M. Hayakawa *Earthquake Prediction with Radio Techniques*. John Wiley & Sons, Singapore Pte. Ltd. 2015. 295 p.
117. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. «КосмоМетеоТектоника». Главы 01-10 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2011. 294 с. Деп. в ВИНТИ 24.02.2011 №82-В2011.
118. V.S. Bobrovskiy, “The results of subterranean electric measurements on Kamchatka as global effects of proton tectogenesis: damaging earthquakes in Indonesia and China,” in *Recent Progress on Earthquake Geology*, P. Guarnieri, Ed. Nova Science Publishers, 2011, pp.189-248

119. Бобровский, В.С. Сейсмоглобальная концепция на примере сильнейших землетрясений с магнитудой  $M \geq 8$ , произошедших в 2001-2015 г.г. [Текст]: монография / В.С. Бобровский, Д.А. Кузнецов. М.: Научный мир, 2016.– 272 с.
120. Кадочников А.А. Программное обеспечение информационно-аналитических систем на основе геоинформационного Интернет-сервера // Вычислительные технологии.– 2007.– Т.12.– Вып.2.– С.70-77.
121. Бобровский, В.С. Космо-метео-сейсмическая концепция Гутенберга. О целесообразности продления на зиму-весну 2006 г. срока действия прогноза сильного камчатского землетрясения [Текст] / Бобровский, В.С.; Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР». Петропавловск-Камчатский, 2005. – Библиогр.: С.9. – Деп. в ВИНТИ 14.12.2005, №1681-B2005
122. Бриллинджер Д. Временные ряды. Обработка данных и теория.– М., Мир, 1980.– 536с.
123. Хьюбер П. Робастность в статистике.– М., Мир,– 1984.– 303с.
124. Любушин А.А. Анализ канонических когерентностей в задачах геофизического мониторинга // Физика Земли.– 1998 – № 1. – С.59-66.
125. Любушин А.А. Анализ данных систем геофизического и экологического мониторинга. – М.: Наука, 2007. – 228 с.
126. Марпл С. Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения.– М., Мир.– 1990.– 584с.
127. Хеннан Э. Многомерные временные ряды.– М., Мир,1974.– 575с.
128. Вадзинский Р.Н. Справочник по вероятностным распределениям. – СПб.: Наука, 2001.– 295с.
129. Малла С. Вэйвлеты в обработке сигналов. – М.: Мир, 2005.– 671с.
130. Любушин, А. А. Агрегированный сигнал систем низкочастотного геофизического мониторинга // Физика Земли. – 1998 - № 3. - С.69-74.
131. F-net Broadband Seismograph Network [Электронный ресурс] // National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention. Tsukuba, 2014. URL: <http://www.fnet.bosai.go.jp/top.php?LANG=en>. – (Дата обращения 17.06.2016).
132. Lyubushin A.A. Multifractal Parameters of Low-Frequency Microseisms // V. de Rubeis et al. (eds.), Synchronization and Triggering: from Fracture to Earthquake Processes, GeoPlanet: Earth and Planetary Sciences 1, .Chapter 15. – Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2010.– P.253-272.
133. Пугачев В.С. Теория вероятностей и математическая статистика. – М.: Наука, 1996. – 496с.



134. Huber P.J. and E.M. Ronchetti (2009) Robust Statistics, 2nd Edition. John Wiley & Sons, Inc. 354 p. doi:10.1002/9780470434697.ch1
135. Гилмор Р. Прикладная теория катастроф: в 2-х книгах.– М.: Мир, 1984.– 350с. и 285с.
136. Николис Г., И.Пригожин. Познание сложного. М.: Мир, 1990.– 344с.
137. Lyubushin A.A., Bobrovskiy V.S., Shopin S.A. Experience of complexation of global geophysical observations // Geodynamics & Tectonophysics. 2016. Vol. 7(1). pp. 1-21. ISSN: 2078-502X.
138. Бобровский В.С. Распределенная сеть электрических измерений в приповерхностных грунтах и некоторые полученные результаты. Известия Тульского государственного университета. Технические науки 2016. № 7. С. 129-138.

### Ретроспектива

Нерегулярные измерения подземно-электрических импульсов начались в мае 1989 года под руководством кандидата физико-математических наук, доцента теоретической механики Д.А.Кузнецова, работавшего на кафедре физики Камчатского государственного педагогического института. Измерения проводились при помощи радиоприёмной аппаратуры (с полосой частот от 1 до 4 кГц). Во время одного из успешных распознаваний подземно-электрических импульсных оперативных предвестников землетрясения умеренной магнитуды на Курилах был сделан оперативный прогноз и подан в областную Комиссию по чрезвычайным ситуациям в мае 1989 года.

Затем зимой 1989/90 годов по войскам, дислоцированным на Камчатке, был распространен прогноз катастрофического землетрясения, который вызвал панику среди, в том числе, и гражданского населения. Этот прогноз был составлен московским специалистом по результатам ионосферного зондирования со спутника над Камчаткой, но был опротестован кафедрой физики педагогического института, поскольку отсутствовали подземно-электрические импульсные оперативные предвестники. После этого улеглась паника среди камчатского населения.

Далее зимой 1990/91 годов по войскам, дислоцированным на Камчатке, снова был распространен прогноз катастрофического землетрясения, который вызвал очередную панику среди, в том числе, гражданского населения. И этот прогноз был составлен тем же московским специалистом по результатам ионосферного зондирования со спутника над Камчаткой, но также был опротестован кафедрой физики, поскольку снова отсутствовали оперативные подземно-электрические импульсные предвестники. После этого снова улеглась паника среди камчатского населения.

Летом 1991 г. на Камчатке был организован Комиссией по чрезвычайным ситуациям Камчатской области и проведен под руководством Д.А.Кузнецова Всесоюзный семинар «Проблемы прогноза землетрясений». По рекомендации семинара был издан приказ (см. рис.ПР-01) начальника Штаба гражданской обороны Петропавловска-Камчатского об организации «...городской сети постов регистрации предвестников землетрясений...».

В результате содействия в ликвидации паник среди гражданского населения областная Комиссия по чрезвычайным ситуациям открыла финансирование кафедре физики с целью разработки специальной аппаратуры, которая могла бы проводить селекцию подземно-электрических импульсов по амплитуде и частоте. Такая аппаратура «ИМПУЛЬС-1» была разработана, изготовлена и установлена в областном Штабе по

делам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций. Аппаратура «ИМПУЛЬС-1» была принята в эксплуатацию осенью 1991 года, когда Д.А.Кузнецов перешел на работу в Институт вулканологии ДВО РАН. Той же осенью Д.А.Кузнецов представил в областную Комиссию заключение от 07 октября 1991 о вероятности сильного землетрясения вблизи Петропавловска-Камчатского с интервалом действия до 29 февраля 1992 (см. рис.ПР-02). Цитата из служебной записки на имя Председателя КЧС Б.П.Синченко: «... в прямоугольнике 4х4 географических градусов, центрированном на Петропавловск-Камчатский, увеличилась вероятность землетрясения с магнитудой  $M \geq 7.75$  в эпоху с ноября 1991 г. по февраль 1992 г. до величины  $0.6 \pm 0.2 \dots$ ».

Затем был организован Прогностический центр при областном Штабе по делам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций (см. рис.ПР-03), научным консультантом которого стал Д.А.Кузнецов. Он получил уникальные научные результаты, в том числе оперативный прогноз близкого к Петропавловску-Камчатскому сильного землетрясения 05 марта 1992г. с указанием четырёх параметров события – дата, место, магнитуда и время суток.

О реализации прогноза от 07 октября 1991г и оперативного прогноза от 04 марта 1992 г. было сообщено в письме Б.П.Синченко, Председателя областной Комиссии по чрезвычайным ситуациям, на имя С.К.Шойгу, Председателя Госкомитета по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям (см. рисунок ПР-04):

**РЕАЛИЗАЦИЯ прогноза от 07 октября 1991 г.: «Магнитуда  $M_{psp}=6.8$ ,  $M_{rlp}=7.1$ ,  $M_s=7.1$ ; эпицентральная дистанция  $R=60$  км; время гринвичское 12 часов 29 минут 59.3 сек 02 марта 1992 г.**

**2.От 04 марта 1992 г. Краткосрочный сейсмопрогноз: «Вероятность толчка с магнитудой около 7 в 100-км зоне с центром в Петропавловске-Камчатском около 6 часов 50 минут  $\pm 1$  час местного времени 06 марта 1992 г. равна  $0.7 \pm 0.2$ ».**

**РЕАЛИЗАЦИЯ: Магнитуда  $M_{psp}=6.7$ ,  $M_{rlp}=6.8$ ; эпицентральная дистанция  $R=80$  км; время камчатское 02 часа 39 минут 06 марта 1992 г. (гринвичское время землетрясения 14 часов 39 минут 10 сек 05 марта 1992 г.).**

В августе 1992 г. Д.А.Кузнецов по результатам распознавания подземно-электрических импульсных предвестников представил в Комиссию по чрезвычайным ситуациям оперативный прогноз далекого сильного землетрясения (см. рис.ПР-05). Из выписки протокола заседания экспертного совета Комиссии по чрезвычайным ситуациям Камчатской области №9 от 27 августа 1992г:

***«...о глобальном предвестнике сильного землетрясения в тихоокеанском регионе... 23 августа 1992г. ... следует ожидать землетрясения с магнитудой 7.5...7.8 в тихоокеанском регионе около 3 сентября 1992 года.»***

Реализация оперативного прогноза осуществилась в Никарагуа (см. рисунок ПР-06). Из выписки протокола заседания экспертного совета Комиссии по чрезвычайным ситуациям Камчатской области №10 от 17 сентября 1992г.:

***«...произошло землетрясение с магнитудой около 7.5 вблизи тихоокеанского побережья Никарагуа 02 сентября 1992 года...»***

После этого Д.А.Кузнецов был переведен на должность начальника Прогностического центра при областном Штабе гражданской обороны (см. рис.ПР-07).

Экспертная оценка метода измерений и полученных результатов Камчатского прогностического Центра была проведена советом Научно-инженерным и координационным сейсмологическим центром РАН (председатель Г.А. Соболев) от 23 апреля 1993 г. по письму в Госкомитет Гражданской обороны (см. рисунок ПР-04), на заседание которого был командирован Д.А.Кузнецов.

После чего на Камчатку было направлено экспертное заключение (см. рис.ПР-08, рис.ПР-09, рис.ПР-10) по прогнозу, представленному на рис.ПР-04.

В соответствии с постановлением НИКСЦентра РАН следовало:

***«...добавить хотя бы одну точку наблюдений и накопить статистику; продолжить работу в научном плане»***.

Ранней весной 1994 г. Д.А.Кузнецов направил заместителю начальника Управления научно-технических программ Министерства чрезвычайных ситуаций Российской Федерации полковнику М.А.Шахраманьяну график (см. рис.ПР-11) краткосрочных предвестников вулканической и сейсмической активизации на Камчатке в 1993...1994 гг.

На этом графике (см. рис.ПР-11) видно, что с февраля по ноябрь 1993 г. отчётливо наблюдалось изменение подземно-электрической ЭДС (интерпретируемой как импульс протонной дегазации), чью плавность перемежали депрессии, осложненные колебаниями. Во время апрельско-майской (1993 г.) депрессии-с-колебаниями наблюдался (1993/04/22) переход подземно-электрической ЭДС через нуль, синхронный с взрывным извержением вулкана Шивелуч (выброс продуцентов в стратосферу до высоты 20 км). После этого взрывного извержения вулкана в ходе импульса подземно-электрической ЭДС наблюдался затухающий переходной процесс. В «хвосте» этого переходного процесса произошло землетрясение с М7.4 (09 июня 1993), при этом интенсивность сотрясений в ПК достигла 6 баллов (МСК-64). В июле-августе 1993 г. импульсная вариация подземно-

электрической ЭДС в «бесколебательной» форме «противотанкового рва» имела место синхронно с «афелийным» лавовым извержением вулкана Ключевская Сопка. В октябре 1993 г. снова возникла депрессия-с-колебаниями в ходе импульса подземно-электрической ЭДС. В её «остром» минимуме (22 октября 1993) произошло пепловое извержение вулкана Безымянный (22...24 октября 1993), начало которого не удалось более точно определить вследствие ненастья. «Колебательное острие» депрессии-с-колебаниями импульсной подземно-электрической ЭДС на этот раз даже не достигло нуля, а «согласованное с этим острием» пепловое извержение вулкана Безымянный дало всего лишь пепловый шлейф высотой 2...4 км, наблюдавшийся до командорского острова Медный. По завершении октябрьской депрессии-с-колебаниями импульсной подземно-электрической ЭДС произошло землетрясение 13 ноября 1993 с М7, причем интенсивность сотрясений в ПК достигла 5 баллов.

Стоит заметить: ровно полугодовой интервал (22 апреля 1993 ... 22-24 октября 1993) между двумя депрессиями-с-колебаниями импульсной подземно-электрической ЭДС, отмеченный извержениями двух вулканов Северной группы, свидетельствовал в пользу генерации именно импульсной подземно-электрической ЭДС в гигантском замкнутом электрическом контуре вида «Солнце-силовые линии межпланетного магнитного поля-Земля- силовые линии межпланетного магнитного поля -гелиопауза-силовые линии межпланетного магнитного поля -Солнце». Представим, что подземно-электрическая ЭДС в этом контуре имела бы знакопеременную форму. В этом случае знак этой подземно-электрической ЭДС изменился бы через полгода на обратный. Иными словами, депрессия импульсной подземно-электрической ЭДС сменилась бы экспрессией импульсной подземно-электрической ЭДС. Следовательно, на первый план выходит гипотеза о импульсной (вместо непрерывной) генерации подземно-электрической ЭДС в гигантском замкнутом электрическом контуре вида «Солнце-СЛММП-Земля-СЛММП-гелиопауза-СЛММП-Солнце».

В течение нескольких лет Прогностический центр, которым руководил Д.А.Кузнецов, представил в областную Комиссию прогнозы на все землетрясения умеренной магнитуды, произошедшие вблизи Петропавловска-Камчатского. В связи с этими успехами областная Администрация в конце 1994 года приняла решение на основе Прогностического центра организовать и финансировать Камчатский центр мониторинга сейсмической и вулканической активности (см. рис.ПР-11) при Институте вулканологии ДВО РАН, директором которого был назначен С.Т.Балеста, бывший заместитель директора Института вулканологии ДВО РАН.

Д.А.Кузнецов вернулся на преподавательскую работу. Без его участия в

формализации метода измерения на станции Центральная были прекращены. Камчатский центр мониторинга сейсмической и вулканической активности был ликвидирован в 1997 г. (см. рис.ПР-13). На кафедре электроники и электротехники Камчатского государственного технического университета Д.А.Кузнецов вместе со студентами продолжал свои изыскания в области подземно-электрических измерений. Затем, выйдя на пенсию в 2000 г. (в возрасте 65 лет), Д.А.Кузнецов организовал Дистантную Школу экспертов «ПОЛИГОН» и Станцию №1 для измерений подземно-электрических предвестников землетрясений. С 2001 г. В.С. Бобровский организовал Дистантная школа «Космо-Метео-Тектоника» для ведения непрерывной службы ежесуточных измерений нестационарных электрических предвестников землетрясений.



## ШТАБ

Гражданской обороны

города Петропавловска-Камчатского

683032 г. Петропавловск-Камчатский,  
ул. Максимова 44/1

чек

№ 23

На №

от 12.08.91г.

## П Р И К А З

НАЧАЛЬНИКА ШТАБА ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ  
ГОРОДА ПЕТРОПАВЛОВСКА - КАМЧАТСКОГО

в 4

" 12 " августа 1991 г.

г. Петропавловск-Камчатский

"Об организации действующей городской  
сети постов регистрации предвестников  
землетрясений, цунами и пикаонов".

В соответствии с рекомендацией Всесоюзного семинара "Проблемы прогноза землетрясений", организованного Комиссией по чрезвычайным ситуациям Камчатского облисполкома и проведенного в июне 1991 года в целях совершенствования системы предупреждения населения о стихийных бедствиях, -

## П р и к а з ы в а ю:

1. Организовать действующую городскую сеть постов регистрации предвестников землетрясений, цунами и пикаонов:

- центральную станцию "Комсомольская площадь" - до 1 февраля 1992 года;
- пост "Восточный" (район СРБ) - до 1 июня 1991 года;
- пост "Западный" (район РКЗ) - до 1 сентября 1992 года.

2. Ответственным за научно-методическое руководство назначить доцента КУЗНЕЦОВА Дмитрия Алексеевича, заведующего Прогностическим центром, автора новой методики регистрации предвестников. Согласно КУЗНЕЦОВА Д.А. имеется.

НАЧАЛЬНИК ШТАБА ГРАЖДАНСКОЙ ОБОРОНЫ  
ГОРОДА ПЕТРОПАВЛОВСКА - КАМЧАТСКОГО  
полполковник *В.К. Карасев* В.Карасев

Председателю  
Комиссии по чрезвычайным  
ситуациям Исполнительного  
комитета Камчатского  
областного Совета  
народных депутатов  
тов. Синченко Б.П.

*Синченко В.И.*  
*Генеральный директор*  
*экспертного центра*  
*Камчатского ЦС.*

Служебная записка

Довожу до Вашего сведения, что согласно оценке по разработанной мною методике определения сезонной вероятности сильного землетрясения в прямоугольнике  $4 \times 4$  географических градусов, центрированном на Петропавловск-Камчатский, увеличилась вероятность землетрясения с магнитудой  $M \geq 7.75$  в эпоху с ноября 1991 г. по февраль 1992 г. до величины  $0.6 \pm 0.2$ .

В связи с этим прошу Вас дать распоряжение Штабу Гражданской Обороны Камчатской области организовать непрерывную службу регистрации подземных предвестников землетрясений на базе службы круглосуточного дежурства в Штабе ГО под руководством начальника службы краткосрочного прогноза землетрясений с соответствующим окладом зарплаты.

Прошу Вас дать распоряжение Камчатоблкомприроде передать Штабу ГО оборудование для краткосрочного прогноза землетрясений, разработанное и изготовленное малым предприятием "ЭРГОН" в рамках договора № I-90 с пединститутом.

Для централизации и интенсификации работ по вводу в эксплуатацию станции непрерывной регистрации подземных предвестников землетрясений прошу Вас дать распоряжение Камчатоблкомприроде передать финансирование по пролонгированному договору № I-90 в Штаб ГО Камчатской области.

07 октября 1991 г.

Член Экспертного Совета  
при КЧС Облисполкома,  
научный руководитель  
договора № I-90

*Д.А. Кузнецов*

Д.А. Кузнецов

*Штаб ГО области поддерживает  
предложения тов. Кузнецова Д.А.  
и может предоставить помещение  
для непрерывной работы службе  
регистрации подземных предвестников  
землетрясений.*

*Начальник штаба ГО области  
подполковник Винокур*





## РАСПОРЯЖЕНИЕ

ГЛАВЫ АДМИНИСТРАЦИИ КАМЧАТСКОЙ ОБЛАСТИ

№ 129-Р 30.01.1992 г.

Об организации группы  
непрерывного мониторинга  
краткосрочных предвестников  
землетрясений

Для прогнозирования землетрясений и своевременного обеспечения оповещения населения г.Петропавловска-Камчатского на случай разрушительного землетрясения организовать непрерывную регистрацию краткосрочных предвестников землетрясений по импульсной протонно-гидроксильной дегазации (методика Камчатского прогностического центра, заведующий Кузнецов Д.А.) на базе Штаба гражданской обороны Камчатской области.

С этой целью создать группу непрерывного мониторинга при Штабе гражданской обороны Камчатской области в составе начальника группы и трех специалистов I-й категории.

Объем финансирования группы определить в размере до 180 тысяч рублей в год.

Глава администрации  
Камчатской области

В.А.Бирюков

*подпись*  
*В.А.Бирюков*  
*28.12.91.*



# **Администрация Камчатской области**

683000 г.Петропавловск-Камчатский,  
пл.Ленина, Дом Советов т. 2 20 96

02.04.93 № 03-559

На № \_\_\_\_\_

## **о сейсмопрогнозах прогностического центра штаба ГО**

Довожу до Вашего сведения, что начальник Прогностического центра Штаба гражданской обороны Камчатской области Кузнецов Д.А. представил в Администрацию Камчатской области следующие сейсмические прогнозы сильных землетрясений:

1. От 07 октября 1991 г. Среднесрочный сейсмопрогноз: "...в прямоугольнике 4\*4 географических градуса, центрированном на Петропавловск-Камчатский, увеличилась вероятность землетрясения с магнитудой  $M \geq 7.75$  в эпоху с ноября 1991 г. по февраль 1992 г. до величины  $0.6 \pm 0.2$ ".

РЕАЛИЗАЦИЯ: Магнитуда  $M_{psp}=6.8$ ,  $M_{rlp}=7.1$ ,  $M_s=7.1$ ; эпицентральная дистанция  $R=60$  км; время гринвичское 12 часов 29 минут 59.3 сек 02 марта 1992 г.

2. От 04 марта 1992 г. Краткосрочный сейсмопрогноз: "Вероятность толчка с магнитудой около 7 в 100-км зоне с центром в Петропавловске-Камчатском около 6 часов 50 минут  $\pm 1$  час местного времени 06 марта 1992 г. равна  $0.7 \pm 0.2$ ".

РЕАЛИЗАЦИЯ: Магнитуда  $M_{psp}=6.7$ ,  $M_{rlp}=6.8$ ; эпицентральная дистанция  $R=80$  км; время камчатское 02 часа 39 минут 06 марта 1992 г. (гринвичское время землетрясения 14 часов 39 минут 10 сек 05 марта 1992 г.).

3. Вх. № 09-3909 от 21 июля 1992 г. Среднесрочная сейсмопрогностическая оценка: "... все чаще проявляются предвестники протонно-гидроксильной импульсной накачки в очаг готовящегося землетрясения вблизи г.Петропавловска-Камчатского, которое может иметь магнитуду больше, нежели главный толчок с  $M=7.1$  в начале марта 1992 г."

На наш запрос в Международный институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики РАН о возможности сильных землетрясений в Камчатском регионе было получено официальное подтверждение сейсмопрогностической оценки Д.А.Кузнецова (п.3): исх. № 13121-2115-81 от 27 августа 1992 г. "... область тревоги относится к кругу радиусом 427 км и координатами центра  $56.5^\circ$  с.ш.,  $161.5^\circ$  в.д. По данным на середину 1992 г. в области тревоги повышена вероятность возникновения землетрясения с магнитудой 7.5 - 7.9 в период до середины 1994 г."

Направляю Кузнецова Д.А. в ГОСКОМИТЕТ с материалами по регистрации протонно-гидроксильной импульсной дегазации на станции Центральная и по анализу предвестников сильных землетрясений в Прогностическом центре Штаба гражданской обороны Камчатской области.

Первый заместитель главы администрации,  
председатель комиссии по чрезвычайным  
ситуациям



**Б.П. СИНЧЕНКО**

Председателю ГОСКОМИТЕТА по делам  
гражданской обороны, чрезвычайным  
ситуациям и ликвидации последствий  
стихийных бедствий  
ШОЙГУ С.К.

103 012 МОСКВА

Охотный ряд 4 ГК ГО и ЧС



## Рис.ПР-05 Прогноз далекого ЗТ

ВЫПИСКА  
из протокола заседания экспертного совета  
Комиссии по чрезвычайным ситуациям  
Камчатской области  
№9 от 27 августа 1992 года

1. СЛУШАЛИ: информацию Д. А. Кузнецова об официальном среднесрочном прогнозе МИТПАН РАН о высокой вероятности сильнейшего землетрясения в Камчатском регионе с 01 июля 1992 года по 1994 год включительно.

ПОСТАНОВИЛИ: принять к сведению информацию Д. А. Кузнецова.

2. СЛУШАЛИ: информацию Д. А. Кузнецова о глобальном предвестнике сильного землетрясения в тихоокеанском регионе. 23 августа 1992 года в 21 час 55 минут по Гринвичу в течение трех минут пост непрерывного мониторинга предвестников землетрясений при Штабе гражданской обороны Камчатской области регистрировал резкое повышение скорости счета подземных высокоамплитудных импульсов протонно-гидроксильной дегазации из окрестностей разлома вблизи Штаба. Аппаратура ИМПУЛЬС зашкалила при скорости счета 4067 импульсов в минуту. С февраля 1992 года фон высокоамплитудного (амплитуда импульсов более 30 мВ) канала был равен нулю, изредка поднимаясь до единиц имп/мин. Лишь перед катастрофическими землетрясениями появлялись такие высокие скорости счета. За время с февраля 1992 года таких повышений скорости счета в высокоамплитудном канале произошло лишь два. И землетрясений на земном шаре с магнитудой более 7.5 произошло за указанный период также только два.

Перед сильнейшим калифорнийским землетрясением с магнитудой 7.8 в 11-58 Гринвича 28 июня 1992 года появился высокоамплитудный предвестник со скоростью счета более 4067 имп/мин в течение трех минут после 10-42 Гринвича 17 июня 1992 года (то есть за 11 суток) и указал время землетрясения с точностью в 76 минут.

Перед сильнейшим среднеазиатским событием с магнитудой 7.8 в 02-04 Гринвича 19 августа 1992 года на посту мониторинга был также зарегистрирован высокоамплитудный предвестник со скоростью счета около 1870 имп/мин в течение трех минут после 02-19 Гринвича 25 июля 1992 года (то есть за 25 суток) и указал время землетрясения с точностью в 15 минут.

- 2 -

ОРИЕНТИРОВОЧНЫЙ АНАЛИЗ: если по предвестнику 23 августа 1992 года будет выполняться "Калифорнийская схема" подготовки и запуска землетрясения, то следует ожидать землетрясения с магнитудой 7.5 ... 7.8 в тихоокеанском регионе около 03 сентября 1992 года. Если будет выполняться "Среднеазиатская схема", то следует ожидать события около 17 сентября 1992 года.

Председатель Комиссии  
по чрезвычайным ситуациям  
Камчатской области

В. П. Синченко

Секретарь Экспертного совета

В. П. Карпушов



Рис.ПР-06 Реализация прогноза далекого ЗТ

ВЫПИСКА  
из протокола заседания экспертного совета  
Комиссии по чрезвычайным ситуациям  
Камчатской области  
N10 от 17 сентября 1992 года

1. СЛУШАЛИ: информацию Д. А. Кузнецова о реализации высокоамплитудного предвестника, зарегистрированного аппаратурой ИМПУЛЬС поста мониторинга предвестников землетрясений при Штабе гражданской обороны Камчатской области 23 августа 1992 года в течение трех минут после 21 часа 55 минут Гринвича.

Реализовалась "почти Калифорнийская схема": произошло землетрясение с магнитудой около 7.5 вблизи тихоокеанского побережья Никарагуа 02 сентября 1992 года в 00-16 Гринвича, то есть через 9 с лишним суток. Высокоамплитудный предвестник (появились импульсы протонно-гидроксильной импульсной дегазации из окрестностей разлома вблизи Штаба гражданской обороны, с амплитудой более 30 мВ и скоростью счета более 4067 импульсов в минуту - аппаратура ИМПУЛЬС зашкалила, тогда как многомесячный фон высокоамплитудного канала был нулевым и лишь изредка поднимался до уровня в несколько импульсов в минуту) указал время Никарагуанского события с точностью до 141 минуты.

ПОСТАНОВИЛИ: принять к сведению информацию Д. А. Кузнецова.

2. СЛУШАЛИ: информацию Д. А. Кузнецова о прохождении 11...17 сентября 1992 года предвестника сильного землетрясения по измерениям постоянной составляющей протонно-гидроксильной дегазации на посту мониторинга предвестников землетрясений при Штабе гражданской обороны.

- 2 -

ПОСТАНОВИЛИ: по наблюдениям Опытной-методической сейсмологической партии и партии прогноза землетрясений ПО Камчатгеология отсутствуют предвестники близкого к Петропавловску-Камчатскому землетрясения, поэтому считать представленный Д. А. Кузнецовым предвестник относящимся к готовящемуся далекому событию.

Заместитель председателя  
Экспертного Совета,  
доктор геол. - мин. наук

Секретарь

С. Т. Балеста

Д. А. Кузнецов

Перевод Кузнецова Д.А. в Штаб ГО

  
Администрация  
Камчатской области

Заместителю директора  
Института вулканологии ДВО  
Балесте С.Т.

23.12.92 № 43-2113

На № \_\_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

По переводу Д.А.Кузнецова

Прошу перевести ведущего научного сотрудника Кузнецова  
Дмитрия Алексеевича в Штаб гражданской обороны на должность  
начальника прогностического центра по истечение его трудового  
отпуска за 1992 год.



  
Б.П.СИНЧЕНКО

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
НАУЧНО-ИНЖЕНЕРНЫЙ И КООРДИНАЦИОННЫЙ  
СЕЙСМОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

109000, Москва Х-4, Удальцова ул. 31. Д. 109000  
Москва, Х-4, Сосн. Текстиль. 112590, Тел: 272-М-11, 272-51-19

12.05.93 № 10245-2171-32  
На К

Начальнику научно-техническо-  
го управления ГКЧС России  
БУРДАКОВУ Н.И.

Копия: Первому заместителю главы ад-  
министрации Камчатской области  
СИЧЕНКО Б.П.

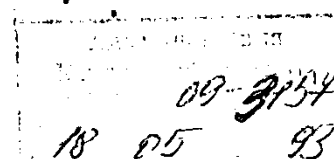
Директору ИВ ДВО РАН  
академику ФЕДОТОВУ С.А.

Направляем Вам протокол заседания Экспертной группы  
по прогнозу землетрясений НИКС Центра РАН от 23 апреля 1993  
года.

Ученый секретарь Центра

Иванова Т.Г.

Исп.Седова Е.Н.  
272-47-98



# П Р О Т О К О Л № 14 (I)

заседания Экспертной группы по прогнозу землетрясений  
НИКС Центра РАН от 23 апреля 1993 года г.Москва

Повестка дня: рассмотрение прогнозов землетрясений и материалов Прогностического центра Штаба ГО Камчатской области по просьбе начальника научно-технического управления ГКЧС России Бурдакова Н.И. (письмо № 22-748 от 19.04.93г.).

Присутствовали: 18 человек (члены ЭГ, представители РАН, Роскомнедра, НИЦ "Кристалл", Академии нового мышления, Прогностического центра Штаба ГО Камчатской области). Список участников находится в НИКСЦ РАН.

Слушали: сообщение Кузнецова Д.А. (начальника Прогностического центра штаба ГО Камчатской области) о представленных им в Администрацию Камчатской области прогнозах землетрясений: среднесрочный прогноз - "в прямоугольнике 4 x 4 географических градуса, центрированном на Петропавловск-Камчатский, увеличилась вероятность землетрясения в магнитудой  $M \geq 7.75$  в эпоху с ноября 1991г. по февраль 1992г. до величины  $0.6 \pm 0.2$ " - от 07 октября 1991г. и краткосрочный прогноз - "вероятность толчка с магнитудой около 7 в 100-км зоне с центром в Петропавловске-Камчатском около 6 часов 50 минут  $\pm 1$  час местного времени 06 марта 1992г. равна  $0.7 \pm 0.2$ " - от 04 марта 1992г.

Присутствующими был задан докладчику ряд вопросов:

- что и как измеряется при наблюдениях (Вартанян Г.С., Киссин И.Г.);
- где расположены датчики (Соболев Г.А.);
- как ведется регистрация результатов наблюдений (Беляев А.А.);
- по каким правилам объявляется прогноз (Кузнецов И.В.);
- в чем различие процедур средне и краткосрочного прогнозов (Киссин И.Г., Рейснер Г.И.).

В результате обсуждения сообщения Д.А.Кузнецова было установлено, что

- единственным официальным документом о регистрации этих прогнозов, которым располагает Экспертная группа, является письмо № 03-559 от 02.04.93г. на имя председателя ГКЧС России Шойгу С.К. от первого заместителя главы Администрации Камчатской области Синченко Б.П.

В первом случае предсказывалось событие с  $M \geq 7.75$ , а реализовалось событие с  $M=7.1$ . Ошибка прогноза в 0.65 магнитуды очень существенна, т.к. землетрясение с  $M \geq 7.75$  могло вызвать сотрясения в г.Петропавловске-Камчатском силой в 9 баллов с катастрофическими послед-

ствиями. В то же время произошедшее 2 марта 1992г. землетрясение с  $M=7.1$  породило колебания интенсивностью 6 баллов и не привело к разрушениям или жертвам.

Во втором случае был сделан прогноз афтершока землетрясения с  $M=7.1$ , который не совпал с реализацией по времени на 4 часа;

- что физическое явление, на котором основывается прогностический метод, предложенный Д.А. Кузнецовым, нельзя отрицать. Но сама по себе физика явления не обеспечивает надежности прогнозов, а статистики, подтверждающей надежность метода, нет;

- что прогнозы необходимо фиксировать официально или в Экспертной группе НИКС Центра РАН или в ИВ ДВО РАН или в Администрации Камчатской области. В то же время Код профессиональной этики, принятый сейсмологической общественностью Мира, требует от ученого предварительного обсуждения прогнозов с головной научной организацией, т.к. ложные прогнозы сильных землетрясений наносят социально-экономический ущерб;

- что предложенный метод интересен и перспективен, но его разработка находится в самом начале;

- что вести наблюдения только в одной точке недостаточно. Необходимо учитывать влияние неоднородности строения и напряженного состояния земной коры;

- что метод надо формализовать и передать для освоения в независимую организацию.

Постановили: Для дальнейшего опробывания предложенного Д.А. Кузнецовым метода прогноза землетрясений необходимо:

- упорядочить подачу прогнозов в соответствующие Коду этики организации;

- добавить хотя бы еще одну точку наблюдений и накопить статистику;

- продолжить работу в научном плане.

В связи с отсутствием необходимых данных по статистике прогнозов Экспертная группа НИКС Центра РАН не может дать официальную оценку метода и не рекомендует его для практического использования в Камчатском регионе.

Председатель ЭГ,  
академик РАН



Г.А. Соболев

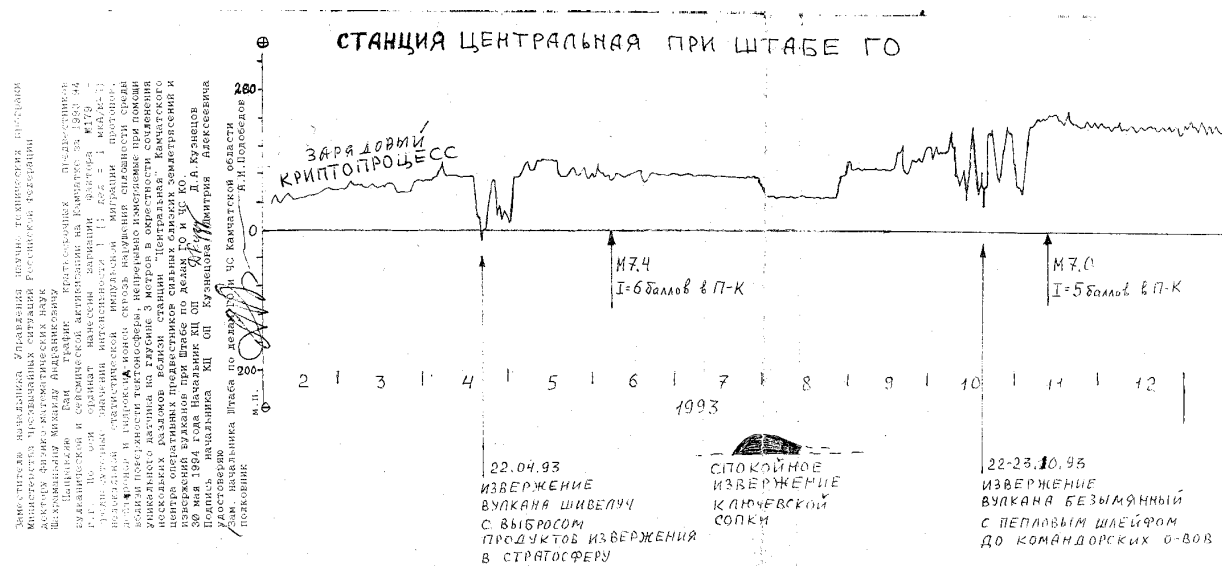
Ученый секретарь ЭГ,  
к.ф.-м.н.



Е.Н. Седова



Рис.ПР-11. График ПЭ-измерений на станции Центральная, Петропавловск-Камчатский на интервале 01.01.-31.12 1993 г.





# **ПОСТАНОВЛЕНИЕ**

## **главы администрации Камчатской области**

16.09.94 № 258

г. Петропавловск-Камчатский

О создании Камчатского Центра  
мониторинга сейсмической и  
вулканической активности

Руководствуясь постановлением Правительства Российской Федерации от 18.04.1992 г. N261 о создании Российской системы предупреждения и действий в чрезвычайных ситуациях и в соответствии с решением Научного совета при администрации Камчатской области от 14.06.94 г.

### **ПОСТАНОВЛЯЮ:**

1. Создать Камчатский Центр мониторинга сейсмической и вулканической активности на правах самостоятельной организации в структуре Камчатской подсистемы Российской системы по предупреждению и действиям в чрезвычайных ситуациях.

Предоставить Центру статус юридического лица.

2. Утвердить прилагаемое Положение о Камчатском Центре мониторинга сейсмической и вулканической активности.

3. Выделить из областного бюджета по статье "Прочие расходы - штаб ГО" целевым назначением Камчатскому Центру мониторинга сейсмической и вулканической активности 126 млн. рублей для его работы в четвертом квартале 1994 года.

4. Финансовому управлению администрации области начиная с 1995 года предусматривать в бюджете области средства на содержание Камчатского Центра мониторинга сейсмической и вулканической активности.

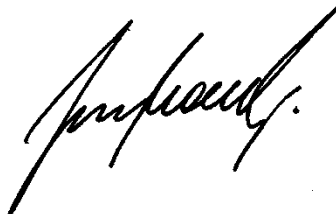
Создание КЦМСиВА - продолжение

5. Группу непрерывного мониторинга краткосрочных предвестников при Штабе по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий Камчатской области передать в подчинение Камчатскому Центру мониторинга сейсмической и вулканической активности.

6. Распоряжение главы администрации от 30.01.92 г. N129-р. считать утратившим силу.

7. Контроль за выполнением настоящего постановления возложить на первого заместителя главы администрации области Б. П. Синченко.

Глава администрации области



В. А. Бирюков

Согласовано:

Первый заместитель главы  
администрации области

Б. П. Синченко

Финансовое управление  
администрации области

Штаб по делам ГО и ЧС области

Юрид. бюро администрации  
области



## АДМИНИСТРАЦИЯ КАМЧАТСКОЙ ОБЛАСТИ ПОСТАНОВЛЕНИЕ

13.10.97 № 320

г. Петропавловск-Камчатский

О ликвидации Камчатского  
центра мониторинга  
сейсмической и вулканической  
активности

*Дополнено постановле-  
нием губернатора  
области от 05.12.97  
№ 390.*

В соответствии со ст.ст. 61, 62 ГК РФ  
ПОСТАНОВЛЯЮ:

1. Ликвидировать с 15.10.97г. Камчатский центр мониторинга сейсмической и вулканической активности.

2. Образовать комиссию по ликвидации Камчатского центра мониторинга сейсмической и вулканической активности в следующем составе:

Балсета С.Т.

- директор центра,  
председатель комиссии;

Члены комиссии:

Баранов А.П.

- гл. бухгалтер центра;

Волгина Н.Э.

- инспектор отдела кадров центра;

Копьева И.А.

- ведущий специалист отдела коми-  
тета по управлению государствен-  
ным имуществом области;

Бирюкова В.А.

- главный специалист по органам  
управления финансового управления  
администрации области.

3. Финансовому управлению предусмотреть расходы в связи с ликвидацией центра мониторинга в соответствии с действующим законодательством.

Заместитель губернатора  
Камчатской области

Б.П.Синченко

ПЕРЕЧЕНЬ ДЕПОНИРОВАННЫХ РУКОПИСЕЙ 1999-2015 гг.

1. Бобровский В.С., Кузнецов А.Д., Кузнецов В.Д., Кузнецов Д.А., Кузнецов П.Д. Введение в краткосрочную и оперативную прогностику: 1.Оперативное прогнозирование землетрясений и взрывных извержений вулканов. – Петропавловск-Камчатский (ПК), Научно-исследовательский полигон (НИП) №313, 1999. – 30 с. - Деп. в ВИНТИ 12.08.99 №2631-B99.
2. Бобровский В.С., Кузнецов А.Д., Кузнецов В.Д., Кузнецов Д.А., Кузнецов П.Д., Кузнецова А.Д., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д. Введение в краткосрочную и оперативную прогностику: 1.Оперативное прогнозирование землетрясений и взрывных извержений вулканов: 1.1.Феноменологические основы разработки экспертной системы ПРОГНОСТИКА для оперативного прогнозирования землетрясений и взрывных извержений вулканов. – ПК., НИП-313, 1999. -59с.- Деп. в ВИНТИ 23.09.99 №2913-B99.
3. Бобровский В.С., Кузнецов А.Д., Кузнецов В.Д., Кузнецов Д.А., Кузнецов П.Д., Кузнецова А.Д., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д. Введение в краткосрочную и оперативную прогностику: 1.1.1.Выбор между локальными и глобальными моделями подготовки и запуска очагов землетрясений и взрывных извержений вулканов.- ПК., НИП-313, 1999.- 63с.- Деп. в ВИНТИ 17.11.99 №3380-B99.
4. Бобровский В.С., Кузнецов А.Д., Кузнецов В.Д., Кузнецов Д.А., Кузнецов П.Д., Кузнецова А.Д., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д. Введение в краткосрочную и оперативную прогностику: 1.1.2.Выбор между механистическими и зарядовыми моделями процесса подготовки и запуска землетрясений на примере сильнейших событий в Алеутской островной дуге. -ПК., НИП-313, 1999.- 67с.- Деп. в ВИНТИ 08.12.99 №3637-B99.
5. Бобровский В.С., Кузнецов А.Д., Кузнецов В.Д., Кузнецов Д.А., Кузнецов П.Д., Кузнецова А.Д., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д. Введение в краткосрочную и оперативную прогностику: 1.1.3.Выбор между моделями медленного минерало-рудобразования и быстрого «водородного микроосаждения» в очаге землетрясения и в очаге взрывного извержения вулкана. -ПК., НИП-313, 1999.- 63с. -Деп. в ВИНТИ 18.11.99 №3407-B99.
6. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Комментарий к статье академика Андреева “Мезоскопика и фундаментальные свойства пространства”: нелокальные статистические вихревые взаимодействия: дуальная модель “Декарта-Власова-АЛАН ГОА” для пространственно-временного множества.- ПК., НИП-313, 2001. -77с. -Деп. в ВИНТИ 09.01.01 №35-B2001.
7. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Комментарий к статье академика Андреева “Мезоскопика и фундаментальные свойства пространства”: дуальная модель “ДЕКАРТВАГ”: нелокальные статистические вихревые взаимодействия: 1.“Дополнительная ипостась” и мегаскопическая вихревая самоорганизация. -ПК., НИП-313, 2001. -84с. -Деп. в ВИНТИ 18.01.01 №139-B2001.
8. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А., Кузнецова М.Д. Когерентизация всплесков суверенизма, федерализма и сепаратизма в модели ДекартМВЛАГ для зарядовых процессов «плането-гелио-галактофон». Прогноз всплеска 2001...2003 российской «сепаратизации-федерализации». -ПК., НИП-313, 2001.- 17с. -Деп. в ВИНТИ 18.01.01 №140-B2001.
9. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Введение в краткосрочную и оперативную прогностику: подземная электрическая спектроскопия (ПЭС) Теслы: высоковольтные ПЭСпектры на Пайкс-Пик и Лонг-Айленде: низковольтные ПЭСпектры на Камчатке. -ПК., НИП-313, 2001. -13с. -Деп. в ВИНТИ 13.02.01 №359-B2001.

10. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Комментарий к статье академика Андреева “Мезоскопика и фундаментальные свойства пространства”: дуальная модель “ДекартВАГ”: нелокальные статистические вихревые взаимодействия: 2. “Дополнительная ипостась” и макроскопическая вихревая самоорганизация. – ПК., НИП-313, 2001. -99с. -Деп. в ВИНТИ 13.02.01 №360-B2001.
11. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Комментарий к статье академика Андреева “Мезоскопика и фундаментальные свойства пространства”: 3. “Дополнительная ипостась” и вихревая самоорганизация зарядов в рамках дуальной модели Декарта-Власова-АЛАН ГОА. – ПК., НИП-313, 2001.- 128с.- Деп. в ВИНТИ 02.03.01 №546-B2001.
12. Бобровский В.С., Кузнецов А.Д., Кузнецов В.Д., Кузнецов Д.А., Кузнецов П.Д., Кузнецова А.Д., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д. Введение в оперативное прогнозирование и сейсмическую оборону: подземные электрические ВЧ-спектры пропускания: подземные мультисторы-усилители и преобразователи импульсных электрических воздействий на подготовку и запуск тектонических событий. – ПК., НИП-313, 2001. -97с.- Деп. в ВИНТИ 29.03.01 №801-B2001.
13. Бобровский В.С., Кузнецов А.Д., Кузнецов В.Д., Кузнецов Д.А., Кузнецов П.Д., Кузнецова А.Д., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д. Введение в оперативную прогностику и сейсмическую оборону: сейсмогенность однократных МГД-импульсов подземного тока: 1.обоснование выбора между представлениями Гюйгенса-Френеля-Максвелла-... и ДекартМВВЛАГ (подземные протонные сети). – ПК., НИП-313, 2001. -92с.- Деп. в ВИНТИ 29.03.01 №802-B2001.
14. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Введение в краткосрочную и оперативную прогностику: подземная электрическая спектроскопия (ПЭС) Теслы: высоковольтные и низковольтные ПЭСпектры: зарядовая интерпретация линейчатых ПЭСпектров в рамках модели Ленгмюра. - ПК: НИП-313, 2001.- 55с.- Деп. в ВИНТИ 29.03.01 №803-B2001.
15. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Введение в краткосрочную и оперативную прогностику: о связи изменений параметров подземных электрических (зарядовых) ВЧ-спектров с вариациями парогоазовой активности в кратере вулкана Авачинская сопка. – ПК., НИП-313, 2001.- 60с.- Деп. в ВИНТИ 29.03.01 №804-B2001.
16. Бобровский В.С., Горюшкин А.А., Кузнецов А.Д., Кузнецов В.Д., Кузнецов Д.А., Кузнецов П.Д., Кузнецова А.Д., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д. Помогут ли разработки «геофизических вооружений» заменить модели медленного переноса заряда, массы и тепла в недрах Земли на модели электро-ядерного (протонно-дейтронного) быстрого переноса? - ПК., НИП-313, 2001. - 6с.- Деп. в ВИНТИ 29.03.01 №805-B2001.
17. Бобровский В.С., Горюшкин А.А., Кузнецов А.Д., Кузнецов В.Д., Кузнецов Д.А., Кузнецов П.Д., Кузнецова А.Д., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д., Фролов А.Н. При разработках «геофизических вооружений» пригоднее ли расчёты сейсмогенности однократного МГД-импульса подземного тока в рамках механистических представлений Ньютона-Максвелла-... или электро-ядерные (протонно-дейтронные) модели? – ПК., НИП-313, 2001.- 6с.- Деп. в ВИНТИ 05.04.01 №887-B2001.
18. Кузнецов Д.А., Бобровский В.С., Кузнецова М.Д. Определение по подземным электрическим спектрам усилительных и частотно-избирательных характеристик аномальных подземных объемов, включенных в режиме трехполюсника (тристора): сравнение моделей Теслы и Николаева. – ПК., НИП-313, 2001. -15с.- Деп. в ВИНТИ 19.04.01 №1027-B2001.
19. Бобровский В.С. Подземное поглощение электроэнергии на высоких частотах: опыты Теслы на горе Пайкс-Пик близ Колорадо-Спрингс и подземные электрические спектры поглощения на Камчатке. – ПК., НИП-313, 2002. - 15с. - Деп. в ВИНТИ 23.01.02 №119-B2002.
20. Бобровский В.С. Экология человека: модель протонного тектогенеза Декарта-Менделеева-Вернадского-Ларина-АЛАН ГОА: водородная генерация цунами. – ПК., Инновационный молодёжный фонд «Подземные электрические технологии» (ИМФ

«ПЭТ»), 2002. - 10с. - Деп. в ВИНТИ 10.10.02 №1712-B2002. Сведения даны в Библиографическом Указателе "Депонированные научные работы" №12, 2002.

21. Бобровский В.С. / Экология человека как защита населения от враждебных нападений окружающей среды // Экология человека: защита населения Камчатки от враждебных нападений окружающей среды: об основах разработки экспертной системы для оперативного прогнозирования тектонических катастроф. Сборник статей. Выпуск первый. – ПК., ИМФ «ПЭТ», 2002. - 62 с. - Деп. в ВИНТИ 01.11.2002 №1887-B2002. С.6. Сведения даны в Библиографическом Указателе "Депонированные научные работы" №1, 2003.

22. Бобровский В.С. / О преемственности систем научных взглядов (парадигм) // Экология человека: защита населения Камчатки от враждебных нападений окружающей среды: об основах разработки экспертной системы для оперативного прогнозирования тектонических катастроф. Сборник статей. Выпуск первый. – ПК., ИМФ «ПЭТ», 2002. - 62 с. - Деп. в ВИНТИ 01.11.2002 №1887-B2002. С.7.

23. Бобровский В.С. / О модели самоорганизующегося очага искусственного землетрясения, инициируемого однократным МГД-импульсом подземного тока: моделирование поглощения МГД-электроэнергии подземным межэлектродным объёмом // Экология человека: защита населения Камчатки от враждебных нападений окружающей среды: об основах разработки экспертной системы для оперативного прогнозирования тектонических катастроф. Сборник статей. Выпуск первый. – ПК., ИМФ «ПЭТ», 2002. - 62 с. - Деп. в ВИНТИ 01.11.2002 №1887-B2002. С.9.

24. Бобровский В.С. / О модели самоорганизующегося очага естественного землетрясения: измерения поверхностных ЭДС на Камчатке // Экология человека: защита населения Камчатки от враждебных нападений окружающей среды: об основах разработки экспертной системы для оперативного прогнозирования тектонических катастроф. Сборник статей. Выпуск первый. – ПК., ИМФ «ПЭТ», 2002. - 62 с. - Деп. в ВИНТИ 01.11.2002 №1887-B2002. С.20

25. Бобровский В.С. / Модель водородной генерации цунами // Экология человека: защита населения Камчатки от враждебных нападений окружающей среды: об основах разработки экспертной системы для оперативного прогнозирования тектонических катастроф. Сборник статей. Выпуск первый. – ПК., ИМФ «ПЭТ», 2002. - 62 с. - Деп. в ВИНТИ 01.11.2002 №1887-B2002. С.27.

26. Анисимов Д.С., Бобровский В.С., Скобец Д.Ю. / О местной и глобальной сейсмопрогностической информативности подземных ЭДС на частотах минимума прохождения в волноводе Земля-ионосфера // Экология человека: защита населения Камчатки от враждебных нападений окружающей среды: об основах разработки экспертной системы для оперативного прогнозирования тектонических катастроф. Сборник статей. Выпуск первый. – ПК., ИМФ «ПЭТ», 2002. - 62 с. - Деп. в ВИНТИ 01.11.2002 №1887-B2002. С.33.

27. Анисимов Д.С., Астафуров И.В., Бобровский В.С., Околычишин Е.В. / О методе ситуационных аналогий и тектоно-спорадических ситуациях // Экология человека: защита населения Камчатки от враждебных нападений окружающей среды: об основах разработки экспертной системы для оперативного прогнозирования тектонических катастроф. Сборник статей. Выпуск первый. – ПК., ИМФ «ПЭТ», 2002. - 62 с. - Деп. в ВИНТИ 01.11.2002 №1887-B2002. С.45.

28. Бобровский В.С. Экология человека: защита населения Камчатки от нападений окружающей среды: о необходимости «преодоления теплового кризиса» при разработке экспертной системы для оперативного прогнозирования тектонических катастроф. – ПК., ИМФ «ПЭТ», 2002. - 9 с. - Деп. в ВИНТИ 10.11.2002 №1931-B2002.

29. Бобровский В.С. Модель Декарта-Менделеева-Вернадского-Ларина-АЛАН ГОА: вскипание водорода из очага тектонического события: «полиморфно

- рассыпающееся» вещество «железистой» ловушки протонов как разномодульная среда. – ПК., ИМФ «ПЭТ», 2002. - 14с. - Деп. в ВИНТИ 26.11.02 №2032-B2002.
30. Бобровский В.С. О моделировании скачкообразного перехода из состояния криптодефектности в разномодульное при полиморфном вскипании водорода: «саморассыпание железа» без приложения макроскопических сил к наводороженному и термоциклируемому образцу. - ПК., ИМФ «ПЭТ», 2002. - 26с. - Деп. в ВИНТИ 18.12.02 №2211-B2002.
31. Бобровский В.С. Экология человека: защита населения Камчатки от нападений окружающей среды: о необходимости «преодоления геомагнитного кризиса» при разработке экспертной системы для оперативного прогнозирования тектонических катастроф. - ПК., ИМФ «ПЭТ», 2002. - 12 с. - Деп. в ВИНТИ 18.12.02 №2212-B2002.
32. Бобровский В.С. «Полиморфно рассыпающееся» вещество ловушки протонов как разномодульная среда: оседание зёрен железа в присутствии водорода: стряхивание железа при землетрясениях как причина образования шлейфа в мантии под разломом. ПК: ИМФ «ПЭТ», 2002. 22с. Деп. в ВИНТИ 18.12.02 №2213-B2002.
33. Бобровский В.С. О формулировании прогностических контекстов в рамках моделей планетогелиогактофон и Декарта-Менделеева-Вернадского-Ларина-АЛАНГОА при разработке экспертной системы для оперативного прогнозирования тектонических катастроф. ПК: ИМФ «ПЭТ», 2003. 100 с. Деп. в ВИНТИ 20.12.02 №2226-B2002.
34. Бобровский В.С., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д. Основы водородно-электрической разведки углеводородов. ПК: ИМФ «ПЭТ», 2003. 19с. Деп. в ВИНТИ 06.02.03 №235-B2003.
35. Бобровский В.С. О формулировании прогностических контекстов в рамках объединённой модели ПГГФ-ДЕКАРТМВЛАГ при разработке и обучении ЭСОПТК: А. О принципах сейсмо-пеленгации и сейсмо-тестирования. ПК: ИМФ «ПЭТ», 2003. 30 с. Деп. в ВИНТИ 03.02.03 №210-B2003.
36. Бобровский В.С. О формулировании прогностических контекстов в рамках объединённой модели ПГГФ-ДЕКАРТМВЛАГ при разработке и обучении ЭСОПТК: Б. Подземно-галактический раздел «8<M<8» глобально-тектонических эпох на спаде солнечного цикла №23. ПК: ИМФ «ПЭТ», 2003. 42с. Деп. в ВИНТИ 13.02.2003 №291-B2003.
37. Бобровский В.С. О правилах формулирования прогностических контекстов при разработке экспертной системы для оперативного прогнозирования тектонических катастроф: В.Подземно-электрические периоды Меркурия на фазе спада солнечного цикла №23. ПК: ИМФ «ПЭТ», 2003. 43с. Деп. в ВИНТИ 13.02.2003 №292-B2003.
38. Бобровский В.С. О формулировании прогностических контекстов при разработке ЭСОПТК: Г. Иерархия предвестников сильного землетрясения в Охотоморье, прогнозируемого на февраль-май 2003. ПК: ИМФ «ПЭТ», 2003. 35с. Деп. в ВИНТИ 17.02.2003 №306-B2003.
39. Бобровский В.С. О формулировании прогностических контекстов при разработке ЭСОПТК: Д. Сопровождение до 2003.02.11 подготовки сильного землетрясения в Охотоморье, прогнозируемого на февраль-май 2003. ПК: ИМФ «ПЭТ», 2003. 44 с. Деп. в ВИНТИ 27.02.2003 №382-B2003.
40. Бобровский В.С. Об интерпретации данных и формулировании прогностических контекстов при разработке ЭСОПТК: Е. Сопровождение до 2003.02.18 подготовки сильного землетрясения в Охотоморье, прогнозируемого на февраль-май 2003. ПК: ИМФ «ПЭТ», 2003. 33 с. Деп. в ВИНТИ 28.02.2003 №391-B2003.
41. Бобровский В.С. Об интерпретации данных при разработке ЭСОПТК: Ж. Сопровождение до 2003.02.27 подготовки сильного землетрясения в Охотоморье, прогнозируемого на февраль-май 2003. ИМФ «ПЭТ», 2003. 42с. Деп. в ВИНТИ 07.03.2003 №418-B2003.



42. Бобровский В.С., Околычишин Е.Г., Пятигорец Р.С. Об интерпретации данных при разработке ЭСОПТК: З. Сопровождение до 2003.03.06 подготовки сильного землетрясения в Охотоморье, прогнозируемого на февраль-май 2003. ИМФ «ПЭТ», 2003. 91с. Деп. в ВИНТИ 20.03.2003 №498-B2003.
43. Бобровский В.С., Околычишин Е.Г., Пятигорец Р.С. Об интерпретации данных при разработке ЭСОПТК: И. Сопровождение до 2003.03.11 подготовки сильного землетрясения в Охотоморье, прогнозируемого на февраль-май 2003. ИМФ «ПЭТ», 2003. 112с. Деп. в ВИНТИ 26.03.2003 №539-B2003.
44. Бобровский В.С., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д., Околычишин Е.Г., Пятигорец Р.С. Об интерпретации данных при разработке ЭСОПТК: К. Сопровождение до 2003.03.18 подготовки сильного землетрясения в Охотоморье, прогнозируемого на февраль-май 2003. ИМФ «ПЭТ», 2003. 122с. Деп. в ВИНТИ 03.04.2003 №608-B2003.
45. Бобровский В.С., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д., Околычишин Е.Г., Пятигорец Р.С. Об электросетевом моделировании подготовки и запуска сильных землетрясений при разработке ЭСОПТК: компаунд-сети и мультикомпаунд-тензоры: ждущий блокинг-генератор и одновибратор. ИМФ «ПЭТ», 2003. 36с. Деп. в ВИНТИ 07.04.2003 №626-B2003.
46. Бобровский В.С., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д., Околычишин Е.Г., Пятигорец Р.С. Об интерпретации данных при разработке ЭСОПТК: Л. Сопровождение до 2003/04/01 подготовки сильного землетрясения в Охотоморье, прогнозируемого на февраль-май 2003. ИМФ «ПЭТ», 2003. 117с. Деп. в ВИНТИ 14.04.2003 №698-B2003.
47. Бобровский В.С., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д. Об электросетевом моделировании при разработке и обучении экспертной системы для оперативного прогнозирования тектонических катастроф: масштабирование и компарирование. ИМФ «ПЭТ», 2003. 73с. Деп. в ВИНТИ 18.04.2003 №747-B2003.
48. Бобровский В.С., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д. Об электросетевом моделировании при разработке и обучении экспертной системы для оперативного прогнозирования тектонических катастроф: гармонический и пилообразный модуляторы. ИМФ «ПЭТ», 2003. 54с. Деп. в ВИНТИ 30.04.2003 №849-B2003.
49. Бобровский В.С., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д. Об интерпретации данных при разработке и обучении ЭСОПТК: М. Сопровождение до 2003/04/22 подготовки сильного землетрясения в Охотоморье, прогнозируемого на февраль-май 2003. ИМФ «ПЭТ», 2003. 69с. Деп. в ВИНТИ 12.05.2003 №905-B2003.
50. Бобровский В.С., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д. Об электросетевом моделировании при разработке и обучении экспертной системы для оперативного прогнозирования тектонических катастроф: эквивалентный градегратор. ИМФ «ПЭТ», 2003. 70с. Деп. в ВИНТИ 12.05.2003 №906-B2003.
51. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. Прогностический контент ПК-ШЭП-С1: сопровождение текущей глобально-краткосрочной тектоно-спорадической ситуации до 2003/05/06. ПК: ИМФ «ПЭТ», 2003. 174с. Деп. в ВИНТИ 29.05.2003 №1055-B2003.
52. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. Прогностический контент ПК-ШЭП-С1. Сопровождение текущей глобально-краткосрочной тектоно-спорадической ситуации до 2003/05/13. ПК: ИМФ «ПЭТ», 2003. 94с. Деп. в ВИНТИ 29.05.2003 №1056-B2003.
53. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. Прогностический контент ПК-ШЭП-С1: сопровождение текущей глобально-краткосрочной тектоно-спорадической ситуации до 2003/05/20. ИМФ «ПЭТ», 2003. 62с. Деп. в ВИНТИ 19.06.2003 №1191-B2003.
54. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. Промежуточный результат сопровождения текущей глобально-краткосрочной тектоно-спорадической ситуации до 2003/05/27. ИМФ «ПЭТ», 2003. 30с. Деп. в ВИНТИ 19.06.2003 №1192-B2003.

55. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. Феноменологические основы прогностического контентирования. Сопровождение текущей глобально-краткосрочной тектоно-спорадической ситуации до 2003/06/03. ИМФ «ПЭТ», 2003. 59с. Деп. в ВИНТИ 19.06.2003 №1193-B2003.
56. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. Оперативный предвестник камчатско-кроноцкого глубокофокусного (200 км) землетрясения (2003/06/17) с магнитудой М6.6. ИМФ «ПЭТ», 2003. 20с. Деп. в ВИНТИ 07.07.2003 №1270-B2003.
57. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. Об электросетевой модели связей тектонической активности Земли с её положением на орбите. ИМФ «ПЭТ», 2003. 8с. Деп. в ВИНТИ 07.07.2003 №1271-B2003.
58. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. Оценки параметров оперативных предвестников камчатско-кроноцкого глубокофокусного (200 км) землетрясения (2003/06/17) с магнитудой М6.6. ИМФ «ПЭТ», 2003. 55с. Деп. в ВИНТИ 15.07.2003 №1388-B2003.
59. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. Феноменологические основы прогностического контентирования: промежуточные результаты сопровождение текущей глобально-краткосрочной тектоно-спорадической ситуации между эпохами перигелия и афелия 2003 г. ИМФ «ПЭТ», 2003. 68с. Деп. в ВИНТИ 07.08.2003 №1543-B2003.
60. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. Феноменологические основы оперативно-прогностического контентирования. О фазовых соотношениях между составляющими глобального тектоно-спорадического процесса после ПК-галатектон-2003/05/05. Петропавловск-Камчатский: Инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2003. 64с. Деп. в ВИНТИ 07.08.2003 №1544-B2003.
61. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. Феноменологические основы оперативно-прогностического контентирования. Сопоставление эпох`2003 перигелия и афелия в рамках электро-сетевой модели глобально-краткосрочного тектоно-спорадического процесса. Петропавловск-Камчатский: Инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2003. 100с. Деп. в ВИНТИ 22.08.2003 №1618-B2003.
62. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. Сопровождение глобально-краткосрочной тектоно-спорадической ситуации от эпохи перигелия`2003. предвестники разрушительного (М5.5) землетрясения в Японии (2003/07/25). Петропавловск-Камчатский: Инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2003. 80с. Деп. в ВИНТИ 12.09.2003 №1674-B2003.
63. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. О стабильных признаках в задаче распознавания образов оперативных предвестников землетрясений. Петропавловск-Камчатский: Инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2003. 10с. Деп. в ВИНТИ 12.09.2003 №1675-B2003.
64. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. О структуре экспертной системы для оперативного прогнозирования тектоно-спорадических катастроф и распознавании предвестников при сопровождении глобально-краткосрочной ситуации до завершения эпохи ПК-ортектон-2003/08/05. Петропавловск-Камчатский: Инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2003. 92с. Деп. в ВИНТИ 30.09.2003 №1748-B2003.
65. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. О формально-эволюционной технологии оперативного прогнозирования тектоно-спорадических катастроф. Переходные процессы в подземно-электрических двухполюсниках на С1-ШЭП-ПК в эпоху осеннего`2003 равноденствия. Петропавловск-Камчатский: Инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2003. 86с. Деп. в ВИНТИ 06.11.2003 №1929-B2003.

66. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. Структура экспертной системы оперативного прогнозирования тектоно-спорадических катастроф и распознавания предвестников при сопровождении глобально-краткосрочной ситуации между эпохами перигелия`2003 и ПК-октектон-2003/09/20. Петропавловск-Камчатский: Инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2003. 80с. Деп. в ВИНТИ 06.11.2003 №1930-B2003.
67. В.С.Бобровский, Д.А.Кузнецов. Редукционизм и тектология. Репликации сингулярности в рамках планквантэйн-модели. Петропавловск-Камчатский: Инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2003. 5с. Деп. в ВИНТИ 06.11.2003 №1931-B2003.
68. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. Сопровождение глобально-краткосрочной тектоно-спорадической ситуации от эпохи перигелия`2003. Камчатские предвестники равноденственного землетрясения на Алтае (М7.5-2003/09/27). Петропавловск-Камчатский: Инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2003. 103с. Деп. в ВИНТИ 21.11.2003 №2010-B2003.
69. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. О сопровождении глобально-краткосрочной тектоно-спорадической ситуации от эпохи перигелия`2003. Камчатские предвестники равноденственного землетрясения на Хоккайдо (М8.3-2003/09/25). Петропавловск-Камчатский: Инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2003. 102с. Деп. в ВИНТИ 21.11.2003 №2011-B2003.
70. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. Об электросетевом моделировании при разработке средств управления локальным сейсмическим процессом. Провистор – протонный элемент с отрицательной резистивностью. Петропавловск-Камчатский: Инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2003. 7с. Деп. в ВИНТИ 21.11.2003 №2012-B2003.
71. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. О формально-эволюционной технологии оперативного прогнозирования тектоно-спорадических катастроф. Среднесрочная ретроспектива от эпохи осеннего равноденствия 2003 г. Вариации режимов ЭПЭДП-С1-ШЭП-ПК. Петропавловск-Камчатский: Инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2003. 88с. Деп. в ВИНТИ 21.11.2003 №2013-B2003.
72. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. О формально-эволюционной технологии оперативного прогнозирования тектоно-спорадических катастроф. Переходные процессы между эпохами ПК-октектон-2003/09/20 и ПК-галатектон-2003/11/05. Петропавловск-Камчатский: Инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2003. 118с. Деп. в ВИНТИ 21.11.2003 №2014-B2003.
73. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. О формально-эволюционной технологии оперативного прогнозирования тектоно-спорадических катастроф. Среднесрочная ретроспектива от эпохи осеннего равноденствия 2003 г. Вариации режимов ОЭПЭДП-С1-ШЭП-ПК. Петропавловск-Камчатский: Инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2003. 89с. Деп. в ВИНТИ 21.11.2003 №2015-B2003.
74. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. О сопровождении тектоно-спорадических ситуаций. Сравнение эпох ПК-октектон-2003/09/20 и ПК-галатектон-2003/11/05. Камчатские предвестники землетрясения М7.8-2003/11/17 на Алеутах. Петропавловск-Камчатский: Инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2003. 168с. Деп. в ВИНТИ 29.12.2003 №2298-B2003.
75. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. О стабильности признаков в задаче распознавания образов оперативных предвестников землетрясений и взрывных извержений вулканов на краткосрочных интервалах. Петропавловск-Камчатский:

- инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2004. 16с. Деп. в ВИНТИ 06.01.2004 №17-B2004.
76. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. О нестабильности признаков в задаче распознавания образов оперативных предвестников тектоно-спорадических явлений на среднесрочной ретроспективе. Петропавловск-Камчатский: Инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2003. 23с. Деп. в ВИНТИ 12.01.2004 №40-B2004.
77. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. О связи космических факторов с тектоно-спорадической активностью Земли. Петропавловск-Камчатский: Инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2004. 5с. Деп. в ВИНТИ 29.01.2004 №156-B2004.
78. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. О нестабильности форм вариаций в задаче распознавания образов оперативных предвестников тектоно-спорадических явлений. Петропавловск-Камчатский: Инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2004. 15с. Деп. в ВИНТИ 29.01.2004 №157-B2004.
79. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. Об электросетевом моделировании космо-метео-сейсмических связей и глобального сейсмического процесса. Индекс Вольфа-Гутенберга и астросейсмические циклы. Петропавловск-Камчатский: Инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2004. 14с. Деп. в ВИНТИ 10.02.2004 №239-B2004.
80. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. О сопровождении тектоно-спорадических ситуаций. Переход из эпохи ПК-галатектон-2003/11/05 в эпоху зимнего солнцеворота (ПК-октектон-2003/12/20). Камчатские предвестники землетрясения М6.7-2003/12/05 на Командорах. Петропавловск-Камчатский: Инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2004. 174с. Деп. в ВИНТИ 16.02.2004 №259-B2004.
81. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. Формально-эволюционная технология оперативного прогнозирования землетрясений. Распознавание образов предвестников. Неслучайность совпадений экстремальных подземно-электрических и сейсмических проявлений скрытого процесса в недрах Земли. Петропавловск-Камчатский: Дистанционная школа экспертов «ПОЛИГОН», 2004. 36с. Деп. в ВИНТИ 26.02.2004 №341-B2004.
82. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. Активизация камчатских вулканов в эпоху перигелия`2004 - индикатор повышения сейсмического риска на Камчатке. Петропавловск-Камчатский: Дистанционная школа экспертов «ПОЛИГОН», 2004. 33с. Деп. в ВИНТИ 25.03.2004 №485-B2004.
83. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. Оперативные подземно-электрические предвестники весенне-равноденственного`2004 землетрясения силой до пяти баллов в Петропавловске-Камчатском. Петропавловск-Камчатский: Дистанционная школа экспертов «ПОЛИГОН», 2004. 31с. Деп. в ВИНТИ 13.04.2004 №616-B2004.
84. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. Предвестниковые вариации подземных ЭДС постоянного тока перед землетрясением на Камчатке в весеннее равноденствие 2004 г. Петропавловск-Камчатский: Дистанционная школа экспертов «ПОЛИГОН», 2004. 25с. Деп. в ВИНТИ 13.04.2004 №617-B2004.
85. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. О сопровождении астротектонических орбитонов. Зимний 2003 солнцеворот и оперативные предвестники активизации вулканов Камчатки вблизи перигелия`2004. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа экспертов «ПОЛИГОН», 2004. 174с. Деп. в ВИНТИ 15.04.2004 №632-B2004.
86. В.С.Бобровский, Д.А.Кузнецов. Комментарий к статье Л.Н.Макаровой и др. «Оценка воздействия электрического тока, связанного с энергией солнечного ветра, на

тепловое состояние средней стратосферы (20-30 км)». Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа экспертов «ПОЛИГОН», 2004. 5с. Деп. в ВИНТИ 11.05.2004 №777-B2004.

87. Бобровский В.С., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д. О предвестниковых уменьшениях подземно-электрических сигналов переменного тока перед камчатскими землетрясениями. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа экспертов «ПОЛИГОН», 2004. 11с. Деп. в ВИНТИ 20.05.2004 №863-B2004.

88. Бобровский В.С., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д. Сопровождение астротектонических орбитонов. ПК-Октектон-2004/03/20. Весенне-равноденственное землетрясение силой до пяти баллов в Петропавловске-Камчатском. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа экспертов «ПОЛИГОН», 2004. 61с. Деп. в ВИНТИ 20.05.2004 №864-B2004.

89. Бобровский В.С., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д. О вариациях подземно-электрических параметров, наблюдавшихся перед камчатским землетрясением, произошедшим около солнечного полудня 2004/04/14. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа экспертов «ПОЛИГОН», 2004. 53с. Деп. в ВИНТИ 31.05.2004 №920-B2004.

90. Бобровский В.С., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д. Формально-эволюционная технология оперативного прогнозирования. Экстремация индексов и параметров. Распознавание электросетевых связей подземно-электрических двухполюсников с протонно-тектоническими плюмами Камчатки. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа экспертов «ПОЛИГОН», 2004. 52с. Деп. в ВИНТИ 10.06.2004 №994-B2004.

91. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Технология космо-метео-тектонических корреляций (КОСМЕТЕКОР) и распознавание нестационарных процессов в «недрально-надземно-неземных» (ННН) электросетях. Астротектонический орбитон ПК-галатектон 2004/05/05. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2004. 59с. Деп. в ВИНТИ 24.06.2004 №1082-B2004.

92. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Концепции Гутенберга, Альвена и земных токов в технологии «КОСМЕТЕКОР». Переход между тектоно-спорадическими ситуациями на Камчатке. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2004. 60с. Деп. в ВИНТИ 24.06.2004 №1083-B2004.

93. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Концепции Гутенберга, Альвена и земных токов в технологии «КОСМЕТЕКОР». Переход между астротектоническими орбитонами ПК-галатектон-2004/05/05 и ПК-октектон-2004/06/20. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2004. 60с. Деп. в ВИНТИ 28.06.2004 №1116-B2004.

94. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. О применении концепции Гутенберга-Альвена в технологии «КОСМЕТЕКОР». О распознавании подземно-электрических предвестников сильного глубоководного землетрясения на Камчатке (2004/06/10). Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2004. 115с. Деп. в ВИНТИ 15.07.2004 №1228-B2004.

95. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Концепция Гутенберга-Альвена в технологии «КОСМЕТЕКОР». О распознавании подземно-электрических предвестников извержения вулкана Безымянный на Камчатке (2004/06/18). Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2004. 135с. Деп. в ВИНТИ 24.08.2004 №1422-B2004.

96. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Концепция Гутенберга-Альвена в технологии «КОСМЕТЕКОР». О подземно-электрических предвестниках сейсмоимпульса-2004/06/26 на Камчатке и цикличности тектоно-спорадических импульсов в орбитоне ПК-ОКТЕКТОН-2004/06/20. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2004. 144с. Деп. в ВИНТИ 24.08.2004 №1423-B2004.

97. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Концепция Гуттенберга-Альвена в технологии «КОСМЕТЕКОР». Особенности нестационарных процессов в эпоху афелия астротектонического орбитона ПК-ортектон-2004/06/20. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2004. 88с. Деп. в ВИНТИ 24.08.2004 №1424-B2004.
98. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Концепция Гуттенберга-Альвена в технологии «КОСМЕТЕКОР». О соотношениях между тектоно-спорадическими процессами на Камчатке и земном шаре. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2004. 100с. Деп. в ВИНТИ 31.08.2004 №1436-B2004.
99. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Концепция Гуттенберга-Альвена в технологии «КОСМЕТЕКОР». Камчатские подземно-электрические предвестники сильного тропического срединномантийного землетрясения (2004/07/15) на Фиджи после эпохи афелия. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2004. 50с. Деп. в ВИНТИ 13.09.2004 №1463-B2004.
100. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Концепция Гуттенберга-Альвена-Бота. Подземно-электрические предвестники на Камчатке сильного срединномантийного землетрясения (2004/07/25) в Индонезии. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2004. 75с. Деп. в ВИНТИ 23.09.2004 №1505-B2004.
101. В.С.Бобровский «Космометеосейсмо-коррелизм» Гуттенберга. «Астрокосмогео-электросетевизм» Альвена. «Сейсмо-глобализм» Бота. Подземно-электрические предвестники тектонического всплеска на Камчатке в эпоху ПК-ортектон-2004/08/05. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2004. 87с. Деп. в ВИНТИ 07.10.2004 №1576-B2004.
102. В.С.Бобровский «Космометеосейсмо-коррелизм» Гуттенберга. «Астрокосмогео-электросетевизм» Альвена. «Сейсмо-глобализм» Бота. Астротектонический орбитон ПК-ортектон-2004/08/05. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2004. 75с. Деп. в ВИНТИ 04.11.2004 №1739-B2004.
103. В.С.Бобровский «Космометеосейсмо-коррелизм» Гуттенберга. «Астрокосмогео-электросетевизм» Альвена. «Сейсмо-глобализм» Бота. «Перелёт» между орбитами ПК-ортектон-2004/08/05 и осенне-равноденственным ПК-ортектон-2004/09/20. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2004. 86с. Деп. в ВИНТИ 04.11.2004 №1740-B2004.
104. В.С.Бобровский «Космометеосейсмо-коррелизм» Гуттенберга. «Астрокосмогео-электросетевизм» Альвена. «Сейсмо-глобализм» Бота. Камчатские подземно-электрические предвестники сильного землетрясения в Японии (2004/09/05) Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2004. 58с. Деп. в ВИНТИ 22.11.2004 №1837-B2004.
105. В.С.Бобровский Концепция Гуттенберга-Альфвена-Бота. Нестационарности в земных токах Камчатки и в сейсмическом процессе Калифорнии в эпоху осеннего равноденствия 2004 г. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 87 с. Деп. в ВИНТИ 20.01.2005 №73-B2005.
106. В.С.Бобровский Концепция Гуттенберга-Альфвена-Бота. Нестационарные процессы в земных токах Камчатки и в сейсмичности островов Тайвань-Хонсю-Ванкувер на подлете Земли к орбитальной точке 2004/11/05. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 97 с. Деп. в ВИНТИ 20.01.2005 №74-B2005.
107. В.С.Бобровский Концепция Гуттенберга-Альфвена-Бота. Нестационарные процессы в земных токах Камчатки и глобальная сейсмичность на интервале 2004/10/14.../11/28. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 120 с. Деп. в ВИНТИ 20.01.2005 №75-B2005.
108. В.С.Бобровский Концепция Гуттенберга-Альфвена-Бота. Нестационарные процессы в земных токах. Подземно-электрические связи между измерительными

шурфами на Камчатке и очагом сильного землетрясения Хоккайдо-2004/12/06. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 69с. Деп. в ВИНТИ 20.01.2005 №72-B2005.

109. В.С.Бобровский Нестационарность подземных токов Камчатки перед полнолунием зимнего`2004 солнцеворота и цунамигенным землетрясением. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 99 с. Деп. в ВИНТИ 07.02.2005 №179-B2005.

110. В.С.Бобровский Подземные токи Камчатки в астротектоническом орбитоне ПК-октектон-2004/12/20. Комплексирование недрально-надземно-неземных процессов в рамках электросетевой концепции. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 103 с. Деп. в ВИНТИ 17.03.2005 №358-B2005.

111. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова Комплексация нестационарных недрально-надземно-неземных процессов. Афтершоки цунамигенного землетрясения 2004/12/26, подземные токи и вулканизм Камчатки в эпоху перигелия`2005 между полнолуниями. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 123 с. Деп. в ВИНТИ 17.03.2005 №359-B2005.

112. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова Комплексация нестационарных недрально-надземно-неземных процессов. Подземные токи Камчатки, ново- и полнолуние землетрясения в орбитоне ПК-ортектон-2005/02/05. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 98 с. Деп. в ВИНТИ 18.04.2005 №520-B2005.

113. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова Распознавание нестационарных процессов в подземных токах Камчатки. Экваториальные и полярные землетрясения между орбитами ПК-ортектон-2005/02/05 и ПК-октектон-2005/03/20. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 88 с. Деп. в ВИНТИ 18.04.2005 №521-B2005.

114. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова О способе подземно-электрических измерений оперативных предвестников моретрясений. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 68 с. Деп. в ВИНТИ 18.04.2005 №522-B2005.

115. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова Распознавание нестационарных процессов в подземных токах Камчатки. Протонно-электрическая эпоха экваториального цунами. Весенне-равноденственное землетрясение в Японии (2005/03/20 М6.6) с катастрофическими последствиями. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 108 с. Деп. в ВИНТИ 21.04.2005 №583-B2005.

116. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова Катастрофическое землетрясение (М8.7-2005/03/28-Суматра) в эпоху полнолуния весеннего равноденствия. Протонно-электрическая эпоха экваториального цунами. Нестационарные процессы в подземных токах Камчатки. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 95 с. Деп. в ВИНТИ 28.04.2005 №632-B2005.

117. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова Сильное землетрясение в эпоху новолуния (М6.7-2005/04/10-Индонезия). Протонно-электрическая эпоха экваториального цунами. Нестационарные процессы в подземных токах Камчатки. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 104 с. Деп. в ВИНТИ 06.05.2005 №668-B2005.

118. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова Разрушительное землетрясение в Японии (М5.5-2005/04/19-Кюсю). Продолжение протонно-электрической эпохи экваториального цунами. Нестационарные процессы в подземных токах Камчатки. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 104 с. Деп. в ВИНТИ 12.05.2005 №680-B2005.

119. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова О способе оперативного прогнозирования моретрясений с помощью подземно-электрических измерений на урезе

воды. О первом сейсмоэффекте Бота в эпоху гигантского цунами (2004/12/26). Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 141 с. Деп. в ВИНТИ 12.07.2005 №1003-B2005.

120. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова Об экваториально-цунамигенном русле и джокерах после моретрясения (2004/12/26) и до завершения астротектонического орбитона ПК-галатектон-2005/05/05. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 158 с. Деп. в ВИНТИ 23.08.2005 №1175-B2005.

121. В.С.Бобровский, Д.А.Кузнецов Сейсмоглобальная концепция М.Бота (М.Вåth). Антисимметрия Земли. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 4 с. Деп. в ВИНТИ 05.09.2005 №1206-B2005.

122. В.С.Бобровский Сейсмоглобальная концепция М.Бота (М.Вåth). Антисимметрия Земли. Глобальный сейсмопроцесс- $M \geq 7.7$ - $H \geq 500$ км. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 10 с. Деп. в ВИНТИ 05.09.2005 №1207-B2005.

123. В.С.Бобровский, Д.А. Кузнецов Спад солнечно-пятенного цикла №23. Антикорреляция чисел Вольфа и режимов подземно-электрических двухполюсников в Петропавловске-Камчатском. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 26 с. Деп. в ВИНТИ 12.12.2005 №1644-B2005.

124. В.С.Бобровский, Д.А. Кузнецов Модель Декарта-Менделеева-Вернадского-Ларина-АЛАНГОА. Концепция Гутенберга-Альвена-Бота. Антисимметрия Земли. Глобальный сейсмопроцесс-1900...2005- $M \geq 7$ - $H \geq 500$ км. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 17 с. Деп. в ВИНТИ 12.12.2005 №1645-B2005.

125. В.С.Бобровский Космо-метео-сейсмическая концепция Гутенберга. О целесообразности продления на зиму-весну 2006 г. срока действия прогноза сильного камчатского землетрясения. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 09 с. Деп. в ВИНТИ 14.12.2005 №1681-B2005.

126. В.С.Бобровский Модель Декарта-Менделеева-Вернадского-Ларина-АЛАНГОА. Концепция Гутенберга-Альвена-Бота. Антисимметрия Земли. Глобальный сейсмопроцесс-1900...2005- $M \geq 7$ - $H \geq 300$ км. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 16 с. Деп. в ВИНТИ 26.12.2005 №1739-B2005.

127. В.С.Бобровский Модель Декарта-Менделеева-Вернадского-Ларина-АЛАНГОА. Концепция Гутенберга-Альвена-Бота. Антисимметрия Земли. Глобальный сейсмопроцесс-1973...2005- $M \geq 6$ - $H \geq 300$ км. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 23 с. Деп. в ВИНТИ 26.12.2005 №1740-B2005.

128. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова Модель Декарта-Менделеева-Вернадского-Ларина-Алангоа. Концепция Гутенберга-Альвена-Бота. Антисимметрия Земли. Оперативные предвестники Индокеанского землетрясения-М7.7-2005/09/09. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КОСМЕТЕКОР», 2005. 184 с. Деп. в ВИНТИ 26.12.2005 №1741-B2005.

129. В.С.Бобровский Модель Декарта-Менделеева-Вернадского-Ларина-АЛАНГОА. Концепция Гутенберга-Альвена-Бота. Антисимметрия Земли. Глобальный сейсмопроцесс-1973...2005- $M \geq 5$ - $H \geq 300$ км. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 31 с. Деп. в ВИНТИ 17.01.2006 №43-B2006.

130. В.С.Бобровский Модель Декарта-Менделеева-Вернадского-Ларина-АЛАНГОА. Концепция Гутенберга-Альвена-Бота. Антисимметрия Земли. Глобальный сейсмопроцесс-1973...2005- $M \geq 4$ - $H \geq 300$ км. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 38 с. Деп. в ВИНТИ 24.01.2006 №57-B2006.

131. В.С.Бобровский, Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова Модель Декарта-Менделеева-Вернадского-Ларина-АЛАНГОА. Концепция Гутенберга-Альвена-Бота. Антисимметрия Земли. О вырождении экваториально-цунамигенной эпохи между зимним



- солнцестоянием'2004 и перигелием'2006. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 125с. Деп. в ВИНТИ 31.01.2006 №102-B2006.
132. В.С.Бобровский, Д.А. Кузнецов. М.Бот: Сейсмоглобальная концепция: Цунамигенное землетрясение в Индоокеанике и понижение уровня воды в камчатской скважине. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 6с. Деп. в ВИНТИ 02.03.2006 №211-B2006.
133. В.С.Бобровский М.Бот: Сейсмоглобальная концепция: Цунамигенное землетрясение в Индоокеанике и понижение уровня воды в камчатской скважине: Об электрической природе глобального сейсмопроцесса. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 18с. Деп. в ВИНТИ 02.03.2006 №212-B2006.
134. В.С.Бобровский М.Бот: Сейсмоглобальная концепция: Об электрической природе глобального сейсмопроцесса: Об инициации МГД-импульсами локального сейсмопроцесса. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 19с. Деп. в ВИНТИ 14.03.2006 №256-B2006.
135. В.С.Бобровский Об электросетевой природе сейсмического процесса. О локальной активизации недр МГД-импульсами и узкополосными ВЧ-токами. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 30с. Деп. в ВИНТИ 28.03.2006 №328-B2006.
136. В.С.Бобровский, Д.А.Кузнецов Об импульсном заполнении протонами геомагнитосферного пояса протонных токов в полнолуние весеннего'2006 равноденствия. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 19с. Деп. в ВИНТИ 04.05.2006 №601-B2006.
137. Бобровский В.С., Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. Гео-космо-астрофизические импульсы в эпоху весеннего'2006 равноденствия. Оперативные предвестники глобального сейсмического импульса- $M \geq 6$ . Катастрофическое землетрясение в Иране. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 78с. Деп. в ВИНТИ 11.05.2006 №633-B2006.
138. Бобровский В.С., Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. Электросетевая космо-метео-тектон-глобальная концепция Гутенберга-Альвена-Бота. Модель Декарта-Менделеева-Вернадского-Ларина-АЛАНГОА. Оперативные предвестники корякского землетрясения 2006/04/20. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 87с. Деп. в ВИНТИ 16.05.2006 №662-B2006.
139. Бобровский В.С., Д.А.Кузнецов Электросетевая космо-метео-тектоническая концепция Гутенберга-Альвена-Бота. Импульсный обмен зарядами между геосферами. «Домовые, духи, призраки, феи, эльфы». Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 20с. Деп. в ВИНТИ 01.06.2006 №737-B2006.
140. Бобровский В.С., Е.В.Кузнецова, М.Д.Кузнецова. Электросетевая космо-метео-тектон-глобальная концепция Гутенберга-Альвена-Бота. Модель Декарта-Менделеева-Вернадского-Ларина-АЛАНГОА. О краткосрочном прогнозе сильного землетрясения на Камчатке. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 20с. Деп. в ВИНТИ 05.06.2006 №747-B2006.
141. Бобровский В.С., Д.А.Кузнецов. Концепция Гутенберга-Альвена-Бота. Модель Декарта-Менделеева-Вернадского-Ларина-АЛАНГОА. «Недральная чувствительность» к «пролётам» Землёй орбитальных точек 2006/02/05, 2006/03/20, 2006/05/05. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 31с. Деп. в ВИНТИ 19.06.2006 №817-B2006.
142. В.С.Бобровский, И.Н.Матюшонок. Планета Земля, не опутанная проводами // Интеллект и лидерство: Альманах. М.: Альфа-М, 2006.-Вып.1. С.123-129.
143. Бобровский В.С., Д.А.Кузнецов. Электросетевая модель космометеотектоники. Водородная модель тектонического очага. Надводные молнии.

- Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 66с. Деп. в ВИНТИ 06.07.2006 №898-B2006.
144. Бобровский В.С., Д.А.Кузнецов. Электросетевая модель космометеотектоники. Водородная модель тектонического очага. Рентгеновское излучение гроз. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 70с. Деп. в ВИНТИ 06.07.2006 №899-B2006.
145. Бобровский В.С., Д.А.Кузнецов. Электросетевая модель космометеотектоники. Водородная модель тектонического очага. Сейсмическая активность и глобальное потепление. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 79 с. Деп. в ВИНТИ 17.07.2006 №953-B2006.
146. Бобровский В.С., Д.А.Кузнецов. Электросетевая модель космометеотектоники. Водородная модель тектонического очага. Гамма-излучение гроз. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 71с. Деп. в ВИНТИ 17.07.2006 №954-B2006.
147. Бобровский В.С., Д.А.Кузнецов. Космо-метео-тектоническая электросетевая глобальная модель. Протон-дейтон-гидроксид-ионная модель тектонического очага. Подземно-электрические импульсы. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 63с. Деп. в ВИНТИ 17.07.2006 №955-B2006.
148. Бобровский В.С., Д.А.Кузнецов. Электросетевая модель космометеотектоники. Водородная модель тектонического очага. Водородный метеотектонический ресурс. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 90 с. Деп. в ВИНТИ 11.09.2006 №1132-B2006.
149. Бобровский В.С., Д.А.Кузнецов. Электросетевая модель космометеотектоники. Водородная модель тектонического очага. Сейсмическая активность и облачность. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 97 с. Деп. в ВИНТИ 11.09.2006 №1133-B2006.
150. Бобровский В.С., Д.А.Кузнецов. «Что происходит в недрах Земли?» Космометеотектоника. Сейсмические корреляции в эпохи сильнейших землетрясений, возникших в 2006 году на Камчатке и в Индонезии. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 204 с. Деп. в ВИНТИ 19.09.2006 №1161-B2006.
151. Бобровский В.С., Д.А.Кузнецов. «Что происходит в недрах Земли?» Космометеотектоника. Вариации подземно-электрических параметров в эпоху всплеска магнитосферных протонов 2006/07/17. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 162 с. Деп. в ВИНТИ 29.09.2006 №1185-B2006.
152. Бобровский В.С., Д.А.Кузнецов. «Что происходит в недрах Земли?» Космометеотектоника. Синхронность сильнейшего землетрясения с магнитудой 7.7 и всплеска магнитосферных протонов 2006/07/17. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 32 с. Деп. в ВИНТИ 09.11.2006 №1354-B2006.
153. Бобровский В.С., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д. Глобальный и камчатский сейсмические процессы между всплесками магнитосферных протонов с энергией более 10 МэВ, наблюдавшимися 2006/07/17 и 2006/09/15. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 202 с. Деп. в ВИНТИ 21.11.2006 №1433-B2006.
154. Бобровский В.С., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д. Глобальный сейсмический процесс в эпоху гигантского импульса протонов с энергией более 10 МэВ, наблюдавшегося 2006/09/15 в земной магнитосфере. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 214 с. Деп. в ВИНТИ 21.11.2006 №1434-B2006.
155. Бобровский В.С., Д.А.Кузнецов. Курило-камчатский сейсмический процесс`2006 как индикатор особенностей формирования гигантского сейсмического очага между севером Камчатки и островом Симушир. Петропавловск-Камчатский:

Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 13 с. Деп. в ВИНТИ 04.12.2006 №1500-B2006.

156. Бобровский В.С., Д.А.Кузнецов. Зимняя засуха вокруг Авачинской губы и нули чисел Вольфа указывают ли на завершение в 2007 г. формирования цунамигенного сейсмического очага «Корякия-Симушир»? Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2006. 14 с. Деп. в ВИНТИ 04.12.2006 №1501-B2006.

157. Бобровский В.С. Возможно ли возникновение в 2007-08 годах Курило-Камчатского землетрясения, чей очаг формируется между Корякией и островом Симушир? Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2007. 6 с. Деп. в ВИНТИ 22.01.2007 №64-B2007.

158. Бобровский В.С. О сотрясениях в Петропавловске-Камчатском после мощнейших землетрясений, возникших в окрестностях Курильского острова Симушир в ноябре'2006 и январе'2007. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2007. 20 с. Деп. в ВИНТИ 23.01.2007 №67-B2007.

159. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Гипотеза электросетевой природы землетрясений. Индикаторы глобального сейсмического процесса в полнолуние эпохи зимнего солнцестояния'2004. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2007. 13 с. Деп. в ВИНТИ 16.02.2007 №144-B2007.

160. Бобровский В.С., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д. Космометеотектоника. Сейсмический процесс на Курилах в эпоху осеннего равноденствия 2006 года. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2007. 99 с. Деп. в ВИНТИ 19.02.2007 №151-B2007.

161. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Космометеотектоника. Электрическая природа землетрясений. Частота и мощность событий как индикаторы интенсивности сейсмического процесса. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2007. 42 с. Деп. в ВИНТИ 21.02.2007 №162-B2007.

162. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. «Что происходит в недрах Земли?». Вариации глобального сейсмического ресурса и «тонкая структура» подземно-электрических процессов вблизи минимума чисел Вольфа в цикле №23 Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2007. 97 с. Деп. в ВИНТИ 19.03.2007 №264-B2007.

163. Бобровский В.С. Курило-камчатские снегопады в эпоху весеннего'2007 равноденствия как индикатор сдвига максимума вероятности пуска сейсмического события «Корякия-Симушир». Петропавловск-Камчатский: Инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2007. 15 с. Деп. в ВИНТИ 03.04.2007 №363-B2007.

164. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Аномалии астро-, космо-, геофизических факторов и вариации подземно-электрических параметров на завершении цикла чисел Вольфа №23. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2007. 76 с. Деп. в ВИНТИ 03.04.2007 №364-B2007.

165. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Гигантские импульсы геомагнитосферных протонов в эпоху весеннего'2007 равноденствия и вариации астро-космо-геофизических параметров. «Тонкая структура» подземно-электрического процесса. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2007. 81 с. Деп. в ВИНТИ 18.04.2007 №432-B2007.

166. Бобровский В.С. Об аналогии краткосрочных подземно-электрических предвестников сейсмической катастрофы 2006/04/20 в Корякии и актуальных предвестников 2007/04/16. Петропавловск-Камчатский: Инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2007. 21 с. Деп. в ВИНТИ 25.04.2007 №471-B2007.

167. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Об оперативной подготовке цунамигенного землетрясения в тропиках южной Пасифики в эпоху весеннего'2007 равноденствия на

- завершении цикла солнечных пятен №23. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2007. 107 с. Деп. в ВИНТИ 07.05.2007 №506-B2007.
168. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Особенности отклика подземно-электрических процессов на подготовку цунамигенного землетрясения. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2007. 56 с. Деп. в ВИНТИ 24.05.2007 №569-B2007.
169. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А., Кузнецова Е.В., Кузнецова М.Д. Экология человека. Протонные удары по биосфере в апреле'2007. Гео-Гелио-Галактические факторы летальности. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «ГалактоГелиоГеоника», 2007. 70 с. Деп. в ВИНТИ 28.05.2007 №577-B2007.
170. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Орбитон ПК-Галатектон-2007/05/05. Пятичасовая синхронность гигантского импульса протонов геомагнитосферы и сейсмоимпульса в нижней мантии тропической Пасифики. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2007. 102 с. Деп. в ВИНТИ 29.06.2007 №689-B2007.
171. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Синхронность сейсмоимпульса в нижней мантии. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2007. 77 с. Деп. в ВИНТИ 29.06.2007 №688-B2007.
172. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Орбитон ПК-Октектон-2007/06/20. Подготовка сильного землетрясения в Курило-Камчатском регионе. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2007. 61 с. Деп. в ВИНТИ 10.07.2007 №711-B2007.
173. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Вариации скорости вращения Земли в рамках протон-дейтон-гидроксид-ионной модели Декарта-Менделеева-Вернадского-Ларина-АЛАНГОА. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2007. 57 с. Деп. в ВИНТИ 09.08.2007 №808-B2007.
174. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Первая половина астротектонического орбитона ПК-ортектон-2007/08/05. Глобальный и Курило-Камчатский сейсмические процессы. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2007. 67 с. Деп. в ВИНТИ 31.08.2007 №855-B2007.
175. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Глобальный и Курило-Камчатский сейсмические процессы в астротектоническом орбитоне ПК-Ортектон-2007/08/05. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2007. 67 с. Деп. в ВИНТИ 14.09.2007 №868-B2007.
176. Бобровский В.С. Вариации подземно-электрических параметров по измерениям на станции №2 Инновационного молодежного фонда «Подземные электрические технологии» на интервале 2007/07/23.../09/15. Петропавловск-Камчатский: Инновационный молодежный фонд «Подземные электрические технологии», 2007. 21 с. Деп. в ВИНТИ 05.10.2007 №948-B2007.
177. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Глобальный и Курило-Камчатский сейсмические процессы в астротектоническом орбитоне ПК-Октектон-2007/09/20. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2007. 70 с. Деп. в ВИНТИ 31.10.2007 №1014-B2007.
178. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Глобальный и Курило-Камчатский сейсмические процессы в астротектоническом орбитоне ПК-Галатектон-2007/11/05. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2007. 127 с. Деп. в ВИНТИ 20.12.2007 №1196-B2007.
179. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Подземно-электрические измерения на Камчатке и завершение цикла солнечных пятен №23. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 131 с. Деп. в ВИНТИ 10.01.2008 №12-B2008.

180. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Глобальный и Курило-Камчатский сейсмические процессы в астротектоническом орбитоне ПК-Октектон-2007/12/20. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 90 с. Деп. в ВИНТИ 29.01.2008 №60-B2008.
181. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Подземно-электрические предвестники умеренного землетрясения 2008/01/17(18) вблизи Петропавловска-Камчатского. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 85 с. Деп. в ВИНТИ 31.01.2008 №69-B2008.
182. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Синхронизация Галакто-Солнечного импульса, подземно-электрических вариаций на Камчатке и сильного землетрясения под Срединно-Атлантическим хребтом. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 78 с. Деп. в ВИНТИ 04.03.2008 №199-B2008.
183. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические предвестники сильного землетрясения с магнитудой 7.4, возникшего в Индонезии 2008/02/20. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 55 с. Деп. в ВИНТИ 13.03.2008 №214-B2008.
184. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Глобальный и Курило-Камчатский сейсмические процессы в астротектоническом орбитоне 2008/02/05. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 138 с. Деп. в ВИНТИ 17.03.2008 №233-B2008.
185. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические предвестники землетрясения с магнитудой 5.5, возникшего 2008/03/06 на юге Камчатки. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 69 с. Деп. в ВИНТИ 31.03.2008 №268-B2008.
186. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические предвестники сильного землетрясения в Китае, возникшего в весеннее равноденствие 2008/03/20. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 84 с. Деп. в ВИНТИ 07.04.2008 №291-B2008.
187. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические предвестники сильного землетрясения в Океании, возникшего 2008/04/09. Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 83 с. Деп. в ВИНТИ 05.05.2008 №392-B2008.
188. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Глобальный и Курило-Камчатский сейсмические процессы в астротектоническом орбитоне 2008/03/20/ Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 89 с. Деп. в ВИНТИ 12.05.2008 №410-B2008.
189. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические предвестники катастрофического землетрясения в Китае, возникшего 2008/05/12/ Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 83 с. Деп. в ВИНТИ 21.05.2008 №441-B2008.
190. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Глобальный и Курило-Камчатский сейсмические процессы в астротектоническом орбитоне 2008/05/05 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 136 с. Деп. в ВИНТИ 16.06.2008 №504-B2008.
191. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические предвестники роя землетрясений, возникшего на юге Камчатки 2008/05/31.../06/01 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 72 с. Деп. в ВИНТИ 10.07.2008 №598-B2008.
192. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические предвестники землетрясения, произошедшего 2008/06/13 на острове Хонсю / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 09 с. Деп. в ВИНТИ 10.07.2008 №599-B2008.

193. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические предвестники землетрясения, произошедшего 2008/06/27 вблизи Андаманских островов / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 26 с. Деп. в ВИНТИ 15.07.2008 №616-B2008.
194. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические предвестники сильного глубокофокусного землетрясения, произошедшего 2008/07/05 под Охотским морем / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 13 с. Деп. в ВИНТИ 15.07.2008 №617-B2008.
195. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Глобальный и Курило-Камчатский сейсмические процессы в астротектоническом орбитоне 2008/06/20 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 139 с. Деп. в ВИНТИ 13.08.2008 №707-B2008.
196. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические предвестники сильного землетрясения, произошедшего 2008/07/19 вблизи острова Хонсю / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 19 с. Деп. в ВИНТИ 13.08.2008 №708-B2008.
197. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические предвестники землетрясений, произошедших 2008/07/23 в Японии вблизи острова Хонсю и 2008/07/24 вблизи Курильского острова Шумшу / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 08 с. Деп. в ВИНТИ 13.08.2008 №709-B2008.
198. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические предвестники роя землетрясений, произошедших 2008/08/07 на Алеутских островах / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 27 с. Деп. в ВИНТИ 27.08.2008 №731-B2008.
199. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические предвестники землетрясения с магнитудой М6.2, произошедшего на Байкале 2008/08/27 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 17 с. Деп. в ВИНТИ 26.09.2008 №751-B2008.
200. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Глобальный и Курило-Камчатский сейсмические процессы в астротектоническом орбитоне 2008/08/05 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 138 с. Деп. в ВИНТИ 30.09.2008 №771-B2008.
201. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические предвестники землетрясения с магнитудами М5.9, произошедших на Командорах 2008/09/12 и на Южной Камчатке 2008/09/18 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 16 с. Деп. в ВИНТИ 30.09.2008 №784-B2008.
202. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Глобальный и Курило-Камчатский сейсмические процессы в астротектоническом орбитоне 2008/09/20 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 138 с. Деп. в ВИНТИ 29.10.2008 №836-B2008.
203. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7.3, произошедшего в Индонезии 2008/11/16 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 17 с. Деп. в ВИНТИ 28.11.2008 №912-B2008.
204. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7.3, произошедшего вблизи Камчатки 2008/11/24 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 12 с. Деп. в ВИНТИ 28.11.2008 №927-B2008.
205. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Глобальный и Курило-Камчатский сейсмические процессы в астротектоническом орбитоне 2008/11/05 / Петропавловск-

- Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 140 с. Деп. в ВИНТИ 16.12.2008 №949-B2008.
206. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М5.2, произошедшего вблизи Петропавловска-Камчатского 2008/12/03 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2008. 17 с. Деп. в ВИНТИ 16.12.2008 №951-B2008.
207. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Глобальный и Курило-Камчатский сейсмические процессы в астротектоническом орбитоне 2008/12/20 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2009. 139 с. Деп. в ВИНТИ 28.01.2009 №36-B2009.
208. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7.4, произошедшего 2009/01/15 вблизи Курильского острова Симушир / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2009. 31 с. Деп. в ВИНТИ 16.02.2009 №78-B2009.
209. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7.2, произошедшего 2009/02/11 в Индонезии / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2009. 24 с. Деп. в ВИНТИ 26.02.2009 №101-B2009.
210. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Глобальный и Курило-Камчатский сейсмические процессы в астротектоническом орбитоне 2009/02/05 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2009. 139 с. Деп. в ВИНТИ 18.03.2009 №145-B2009.
211. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7.6, произошедшего 2009/03/19 вблизи островов Тонга / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2009. 25 с. Деп. в ВИНТИ 01.04.2009 №188-B2009.
212. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники катастрофического землетрясения, произошедшего в Италии 2009/04/06 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2009. 22 с. Деп. в ВИНТИ 27.04.2009 №261-B2009.
213. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Глобальный и Курило-Камчатский сейсмические процессы в астротектоническом орбитоне 2009/03/20 Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2009. 139 с. Деп. в ВИНТИ 04.05.2009 №278-B2009.
214. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники сильного землетрясения, произошедшего вблизи Гондураса 2009/05/28 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2009. 27 с. Деп. в ВИНТИ 23.06.2009 №399-B2009.
215. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Глобальный и Курило-Камчатский сейсмические процессы в астротектоническом орбитоне 2009/05/05 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2009. 133 с. Деп. в ВИНТИ 16.07.2009 №484-B2009.
216. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники сильного землетрясения, произошедшего вблизи Новой Зеландии 2009/07/15 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2009. 13 с. Деп. в ВИНТИ 03.08.2009 №510-B2009.
217. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Глобальный и Курило-Камчатский сейсмические процессы в астротектоническом орбитоне 2009/06/20 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2009. 133 с. Деп. в ВИНТИ 04.08.2009 №516-B2009.
218. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники сильных землетрясений, произошедших в Индоокеанике и

Пасифике 2009/08/09.../10 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2009. 33 с. Деп. в ВИНТИ 26.08.2009 №533-B2009.

219. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Глобальный и Курило-Камчатский сейсмические процессы в астротектоническом орбитоне 2009/08/05 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2009. 147 с. Деп. в ВИНТИ 21.09.2009 №566-B2009.

220. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники сильного землетрясения, произошедшего в Индонезии 2009/09/02 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2009. 40 с. Деп. в ВИНТИ 30.09.2009 №582-B2009.

221. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Солнечное вещество земного ядра контролирует сейсмический процесс / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2009. 63 с. Деп. в ВИНТИ 15.10.2009 №621-B2009.

222. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники катастрофических землетрясений, произошедших около осеннего равноденствия вблизи островов Самоа 2009/09/29 и Суматра в Индонезии 2009/09/30 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2009. 34с. Деп. в ВИНТИ 15.10.2009 №622-B2009.

223. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники катастрофических землетрясений, произошедших около полнолуния осеннего равноденствия в Пасифике вблизи островов Вануату и Санта Круз 2009/10/07 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2009. 28 с. Деп. в ВИНТИ 20.10.2009 №641-B2009.

224. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники глубокофокусного землетрясения, произошедшего вблизи островов Фиджи 2009/11/09 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2009. 31 с. Деп. в ВИНТИ 04.12.2009 №766-B2009.

225. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения, произошедшего под Гаити 2010/01/12 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2010. 34 с. Деп. в ВИНТИ 22.02.2010 №95-B2010.

226. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники катастрофического М8.8 землетрясения, произошедшего вблизи Чили 2010/02/27 Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2010. 15 с. Деп. в ВИНТИ 26.02.2010 №119-B2010.

227. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники глубокофокусного землетрясения, произошедшего под Приморьем 2010/02/18 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2010. 20 с. Деп. в ВИНТИ 26.02.2010 №120-B2010.

228. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М5.2, произошедшего 2010/03/13(14) и создавшего сотрясения силой до двух-трёх баллов в Петропавловске-Камчатском / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2010. 16 с. Деп. в ВИНТИ 12.04.2010 №206-B2010.

229. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. К вопросу о причинах возникновения катастрофического землетрясения, произошедшего в Чили 2010/02/27 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2010. 34 с. Деп. в ВИНТИ 27.04.2010 №226-B2010.

230. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясений с магнитудой М7.2 (2010/04/04, Мексика) и М7.7 (2010/04/06, Индонезия) / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2010. 22 с. Деп. в ВИНТИ 27.04.2010 №227-B2010.



231. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Солнечный рентгеновский указатель времени катастрофического землетрясения, произошедшего вблизи Чили 2010/02/27 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2010. 48 с. Деп. в ВИНТИ 06.05.2010 №247-B2010.
232. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7.2, произошедшего в Индонезии 2010/05/09/ Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2010. 36 с. Деп. в ВИНТИ 01.07.2010 №403-B2010.
233. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7.2, произошедшего вблизи островов Вануату 2010/05/27 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2010. 27 с. Деп. в ВИНТИ 01.07.2010 №404-B2010.
234. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7.5, произошедшего вблизи Никобарских островов 2010/06/12 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2010. 24 с. Деп. в ВИНТИ 01.07.2010 №405-B2010.
235. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7.3, произошедшего вблизи Новой Гвинеи 2010/07/18 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2010. 38 с. Деп. в ВИНТИ 13.08.2010 №486-B2010.
236. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники импульса землетрясений с магнитудами до М7.6, произошедшего вблизи Филиппин 2010/07/23 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2010. 27 с. Деп. в ВИНТИ 13.08.2010 №487-B2010.
237. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М6.3, произошедшего 2010/07/30 в Авачинском заливе Камчатки / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2010. 21 с. Деп. в ВИНТИ 24.08.2010 №496-B2010.
238. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7, произошедшего вблизи Новой Гвинеи 2010/08/04 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2010. 44 с. Деп. в ВИНТИ 24.08.2010 №495-B2010.
239. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7.3, произошедшего 2010/08/10 вблизи островов Вануату / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2010. 27 с. Деп. в ВИНТИ 30.08.2010 №504-B2010.
240. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Связь землетрясения с магнитудой М8.8, возникшего 2010/02/27 вблизи Чили, с отрицательным импульсом жесткого рентгеновского излучения Солнца / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2010. 17 с. Деп. в ВИНТИ 30.08.2010 №508-B2010.
241. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Вариации частоты землетрясений с магнитудой  $M \geq 7$ , произошедших с 1950 года по 2010 год / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2010. 7 с. Деп. в ВИНТИ 30.08.2010 №509-B2010.
242. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7, произошедшего 2010/09/03 вблизи Новой Зеландии / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2010. 47 с. Деп. в ВИНТИ 30.09.2010 №569-B2010.
243. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Сравнение камчатских подземно-электрических оперативных предвестников землетрясений с магнитудами М8.8 и М7, произошедших вблизи Чили (2010/02/27) и Новой Зеландии (2010/09/03)/ Петропавловск-

Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2010. 56 с. Деп. в ВИНТИ 30.11.2010 №671-B2010.

244. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой  $M7.2$ , произошедшего в Индонезии 2010/09/29 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2010. 35 с. Деп. в ВИНТИ 18.10.2010 №599-B2010.

245. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой  $M7.7$ , произошедшего в Индонезии 2010/10/25 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2010. 33 с. Деп. в ВИНТИ 30.11.2010 №672-B2010.

246. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Глобальное увеличение частоты землетрясений с магнитудой  $M \geq 8$ , произошедших на спаде активности солнечных пятен в цикле №23 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2010. 14 с. Деп. в ВИНТИ 30.11.2010 №673-B2010.

247. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой  $M7.4$ , произошедшего вблизи японских островов Бонин 2010/12/21 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2011. 46 с. Деп. в ВИНТИ 13.01.2011 №08-B2011.

248. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники сейсмической активизации с  $M \geq 7$ , возникшей в эпоху перигелия 2011/01/03 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2011. 39 с. Деп. в ВИНТИ 17.01.2011 №11-B2011.

249. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Обоснованность выбора орбитально-галатектонной системы координат / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2011. 225 с. Деп. в ВИНТИ 17.01.2011 №12-B2011.

250. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Результаты подземно-электрических измерений на Камчатке на завершении цикла солнечной активности №23 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2011. 20 с. Деп. в ВИНТИ 17.01.2011 №13-B2011.

251. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с  $M7$ , возникшего вблизи островов Лояли 2011/01/13 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2011. 33 с. Деп. в ВИНТИ 09.02.2010 №59-B2011.

252. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с  $M7.2$ , возникшего в Пакистане 2011/01/18 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2011. 25 с. Деп. в ВИНТИ 09.02.2011 №60-B2011.

253. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Солнечная активность, высыпания электронов из земной магнитосферы и глубокофокусные землетрясения / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2011. 50 с. Деп. в ВИНТИ 24.02.2011 №81-B2011.

254. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. «КосмоМетеоТектоника». Главы 01-10 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2011. 294 с. Деп. в ВИНТИ 24.02.2011 №82-B2011.

255. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. «КосмоМетеоТектоника». Главы 11-15 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2011. 303 с. Деп. в ВИНТИ 11.03.2011 №116-B2011.

256. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. «КосмоМетеоТектоника». Главы 16-22 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2011. 299 с. Деп. в ВИНТИ 16.03.2011 №124-B2011.

257. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники катастрофического землетрясения с  $M9$ , возникшего вблизи

- острова Хонсю 2011/03/11 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2011. 51 с. Деп. в ВИНТИ 31.03.2011 №160-B2011.
258. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с  $M_{7.1}$ , возникшего вблизи острова Хонсю 2011/04/07 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2011. 29 с. Деп. в ВИНТИ 12.05.2011 №225-B2011.
259. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. «КосмоМетеоТектоника». Главы 23-24 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2011. 129 с. Деп. в ВИНТИ 30.05.2011 №258-B2011.
260. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники трёх землетрясений с  $M \geq 7$ , возникших вблизи Алеутских островов 2011/06/24, островов Кермадек 2011/07/06 и Хонсю 2011/07/10 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2011. 9 с. Деп. в ВИНТИ 12.09.2011 №384-B2011.
261. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Флуктуации протонов в земном ядре и неравномерность вращения Земли / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2011. 12 с. Деп. в ВИНТИ 22.09.2011 №390-B2011.
262. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники трёх землетрясений с  $M \geq 7$ , возникших вблизи островов Вануату 2011/08/20 и Перу 2011/08/24 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2011. 24 с. Деп. в ВИНТИ 31.08.2011 №402-B2011.
263. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с  $M \geq 7$ , возникшего вблизи островов Вануату 2011/09/03 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2011. 35 с. Деп. в ВИНТИ 23.09.2011 №415-B2011.
264. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с  $M \geq 7$ , возникшего вблизи островов Фиджи 2011/09/15 на глубине более 600 км / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2011. 44 с. Деп. в ВИНТИ 29.09.2011 №432-B2011.
265. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясений с  $M > 7$ , возникших вблизи островов Кермадек 2011/10/21 и в Турции 2011/10/23 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2011. 54 с. Деп. в ВИНТИ 19.10.2011 №459-B2011.
266. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения  $M_{7.1}$ , возникшего вблизи Папуа-Новой Гвинеи 2011/12/14 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2011. 52 с. Деп. в ВИНТИ 19.12.2011 №542-B2011.
267. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Графическое представление глобального сейсмического процесса / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2012. 5 с. Деп. в ВИНТИ 16.01.2012 №6-B2012.
268. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Графическое представление глобального сейсмического процесса и глобальные предвестники сильного землетрясения с магнитудой 7.1, произошедшего вблизи Папуа-Новой Гвинеи 2011/12/14 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2012. 5 с. Деп. в ВИНТИ 16.01.2012 №7-B2012.
269. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Графическое представление глобального сейсмического процесса: различия процессов с магнитудами  $M_4$  и  $M_5$  / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2012. 8 с. Деп. в ВИНТИ 20.01.2012 №11-B2012.
270. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения  $M_{7.3}$ , возникшего в Индонезии 2012/01/10 /

Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2012. 56 с. Деп. в ВИНТИ 24.01.2012 №16-B2012.

271. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Графическое представление глобального сейсмического процесса: различия процессов с магнитудами  $M_4$  и  $M_5$  перед землетрясениями с магнитудами  $M \geq 7$ , возникшими на интервале с сентября 2011 по февраль 2012 г.г. / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2012. 11 с. Деп. в ВИНТИ 14.02.2012 №70-B2012.

272. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с  $M_{7.1}$ , возникшего вблизи островов Вануату / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2012. 62 с. Деп. в ВИНТИ 14.02.2012 №71-B2012.

273. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Графическое представление глобального сейсмического процесса: глобальный краткосрочный предвестник сильного весенне-равноденственного землетрясения с магнитудой  $M_{7.4}$ , возникшего в Мексике 2012/03/20 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2012. 8 с. Деп. в ВИНТИ 10.04.2012 №151-B2012.

274. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники сильного весенне-равноденственного землетрясения с магнитудой  $M_{7.4}$ , возникшего в Мексике 2012/03/20 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2012. 38 с. Деп. в ВИНТИ 27.04.2012 №190-B2012.

275. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники сильных землетрясений с магнитудами  $M_{8+}$ , возникших в Индонезии 2012/04/11 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2012. 56 с. Деп. в ВИНТИ 27.04.2012 №191-B2012.

276. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Графическое представление глобального сейсмического процесса: глобальный оперативный предвестник катастрофического землетрясения с магнитудой  $M_{6.0}$ , возникшего в Северной Италии 2012/05/20 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2012. 5 с. Деп. в ВИНТИ 12.07.2012 №301-B2012.

277. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой  $M_{6.1}$ , возникшего на Камчатке 2012/06/24 в эпоху летнего солнцестояния / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2012. 73 с. Деп. в ВИНТИ 20.07.2012 №314-B2012.

278. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой  $M_{7.7}$  возникшего вблизи Сахалина 2012/08/14/ Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2012. 43 с. Деп. в ВИНТИ 10.08.2012 №337-B2012.

279. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники сейсмоимпульса с магнитудами  $M_{7.3} \dots M_{7.6}$ , возникшего вблизи Сальвадора 2012/08/27, Филиппин 2012/08/31 и Коста Рика 2012/09/05 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2012. 36 с. Деп. в ВИНТИ 20.08.2012 №345-B2012.

280. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой  $M_{7.3}$ , возникшего вблизи Колумбии 2012/09/30/ Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2012. 56 с. Деп. в ВИНТИ 10.09.2012 №368-B2012.

281. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники камчатского сейсмоимпульса с магнитудами  $M_{4.8} \dots M_{5.6}$ , возникшего 2012/10/14.../15/ Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2012. 77 с. Деп. в ВИНТИ 19.09.2012 №378-B2012.

282. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7.7, возникшего 2012/10/28 в Тихом Океане вблизи Канадских островов Королевы Шарлотты / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2012. 102 с. Деп. в ВИНТИ 15.10.2012 №400-B2012.
283. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7.4, возникшего 2012/11/07 вблизи Гватемалы / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2012. 98 с. Деп. в ВИНТИ 05.11.2012 №408-B2012.
284. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. К вопросу о распределении вдоль латерали камчатских подземно-электрических оперативных предвестников перед возникшим 2012/11/16 курильским землетрясением с магнитудой М6.4/ Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2012. 98 с. Деп. в ВИНТИ 14.11.2012 №419-B2012.
285. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Редчайшее событие – молния с громом, возникшая над Авачинской губой 2012/11/19, и сопутствующие камчатские подземно-электрические явления / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2012. 30 с. Деп. в ВИНТИ 19.11.2012 №425-B2012.
286. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники сейсмического импульса с магнитудами М7.3 и М7.1, возникшего 2012/12/07 вблизи Японии и 2012/12/10 в море Банда / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2012. 108 с. Деп. в ВИНТИ 22.12.2012 №459-B2012.
287. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М6.8, возникшего 2012/12/21 под островами Вануату на глубине 208 км / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2012. 90 с. Деп. в ВИНТИ 25.12.2012 №466-B2012.
288. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники всплеска вулканической активизации на Камчатке в эпоху зимнего солнцестояния 2012 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2012. 66 с. Деп. в ВИНТИ 25.12.2012 №467-B2012.
289. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7.5, возникшего вблизи Аляски 2013/01/05 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 146 с. Деп. в ВИНТИ 14.01.2013 №7-B2013.
290. Бобровский В.С., Iezzi G., Шитов А.В. Синхронность подземно-электрических вариаций, наблюдавшихся на станциях в городах Горно-Алтайске и Кьетти (Италия) / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 8 с. Деп. в ВИНТИ 11.02.2013 №39-B2013.
291. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М8, возникшего вблизи островов Санта-Круз 2013/02/06 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 141 с. Деп. в ВИНТИ 11.02.2013 №40-B2013.
292. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М6.9, возникшего на юге Камчатки 2013/02/28 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 53 с. Деп. в ВИНТИ 11.03.2013 №65-B2013.
293. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7, возникшего в Индонезии 2013/04/06 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 168 с. Деп. в ВИНТИ 22.04.2013 №117-B2013.

294. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники сейсмоимпульса с магнитудой М7.8, возникшего вблизи границы Иран-Пакистан 2013/04/16 и на Курилах с М7.2 2013/04/19 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 90 с. Деп. в ВИНТИ 07.05.2013 №123-B2013.
295. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Тёмные молнии между тектоносферой и ионосферой в протонных квазимолниевых структурах Власова / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 22 с. Деп. в ВИНТИ 16.05.2013 №139-B2013.
296. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники глубокофокусного землетрясения с магнитудой М8.3, возникшего под Охотским морем 2013/05/24 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 156 с. Деп. в ВИНТИ 20.06.2013 №176-B2013.
297. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники сейсмического роя, произошедшего в Авачинском заливе 2013/05/18-23 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 155 с. Деп. в ВИНТИ 27.06.2013 №184-B2013.
298. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники глубокофокусного землетрясения с магнитудой М7.3, возникшего в Индонезии 2013/07/07 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 149 с. Деп. в ВИНТИ 07.08.2013 №222-B2013.
299. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7.3, возникшего вблизи Сандвичевых островов 2013/07/15 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 127 с. Деп. в ВИНТИ 08.08.2013 №237-B2013.
300. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Зависимость последовательности сильных землетрясений от фазы солнечнопятенных циклов / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 4 с. Деп. в ВИНТИ 12.08.2013 №240-B2013.
301. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Глобальная синхронность форм подземно-электрических вариаций и глобальный тектонический импульс / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 15 с. Деп. в ВИНТИ 21.08.2013 №244-B2013.
302. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Аномальные формы камчатских подземно-электрических вариаций вблизи пролёта Землёй особой орбитальной точки 2013/08/05 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 55 с. Деп. в ВИНТИ 27.08.2013 №247-B2013.
303. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Аномальные формы камчатских подземно-электрических вариаций вблизи пролёта Землёй особой орбитальной точки 2013/06/20 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 100 с. Деп. в ВИНТИ 09.09.2013 №253-B2013.
304. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7, возникшего вблизи Алеутских островов 2013/08/30 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 206 с. Деп. в ВИНТИ 16.09.2013 №260-B2013.
305. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Аномальные формы камчатских подземно-электрических вариаций вблизи пролёта Землёй особой орбитальной точки 2013/05/05 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 98 с. Деп. в ВИНТИ 20.09.2013 №264-B2013.
306. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Аномальные формы камчатских подземно-электрических вариаций вблизи пролёта Землёй особой орбитальной точки 2013/03/20 /

Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 23 с. Деп. в ВИНТИ 27.09.2013 №276-B2013.

307. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические оперативные предвестники осенне-равноденственного сильного сейсмического импульса с магнитудой  $M \geq 7$ , возникшего в Пакистане и Перу 2013/09/24-25 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 173 с. Деп. в ВИНТИ 18.10.2013 №291-B2013.

308. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские и Итальянские подземно-электрические оперативные предвестники сильного землетрясения с магнитудой  $M7.1$ , возникшего около Филиппин 2013/10/15 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 173 с. Деп. в ВИНТИ 28.10.2013 №301-B2013.

309. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские и Итальянские подземно-электрические оперативные предвестники сильного землетрясения с магнитудой  $M7.1$ , возникшего около острова Хонсю 2013/10/25/ Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 254 с. Деп. в ВИНТИ 14.11.2013 №320-B2013.

310. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские и Итальянские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой  $M7.6$ , возникшего Южной Атлантике 2013/11/17/ Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 192 с. Деп. в ВИНТИ 03.12.2013 №347-B2013.

311. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские и Итальянские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой  $M6.6$ , возникшего около Камчатки 2013/11/12 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 185 с. Деп. в ВИНТИ 03.12.2013 №348-B2013.

312. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские и Итальянские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой  $M7.0$ , возникшего вблизи Фолклендских островов 2013/11/25 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 139 с. Деп. в ВИНТИ 10.12.2013 №359-B2013.

313. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Проявление сатурнианского периода в сейсмичности Южных Шетландских островов и Камчатки / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2013. 06 с. Деп. в ВИНТИ 10.12.2013 №360-B2013.

314. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские и Итальянские подземно-электрические оперативные вариации 2012-2014 г.г. в эпоху сильнейшего глубокого землетрясения с  $M8.3$  в Охотоморье / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2014. 75 с. Деп. в ВИНТИ 14.04.2014 №94-B2014.

315. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские и Итальянские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой  $M8.2$ , возникшего вблизи Чили 2014/04/01 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2014. 199 с. Деп. в ВИНТИ 21.04.2014 №105-B2014.

316. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Долгосрочные вариации импульсов энергичных частиц и чисел Вольфа на интервале 2004-2014 г.г. / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2014. 15 с. Деп. в ВИНТИ 21.04.2014 №106-B2014.

317. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские и Итальянские подземно-электрические оперативные предвестники серии землетрясений с магнитудой  $M > 7$ , возникших 2014/04/11...13 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2014. 124 с. Деп. в ВИНТИ 05.05.2014 №120-B2014.

318. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские и Итальянские подземно-электрические оперативные предвестники серии землетрясений с магнитудой

- М>7, возникших 2014/04/18...19 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2014. 114 с. Деп. в ВИНТИ 09.06.2014 №167-B2014.
319. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские и Итальянские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М6.9, возникшего в Эгейском море 2014/05/24 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2014. 190 с. Деп. в ВИНТИ 16.06.2014 №170-B2014.
320. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские и Итальянские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7.9, возникшего на Алеутах 2014/06/23 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2014. 212 с. Деп. в ВИНТИ 11.08.2014 №226-B2014.
321. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские и Итальянские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясений с магнитудой М7.1-2014/10/09-ЮВ-Тихоокеанское поднятие и М7.3-2014/10/14-Никарагуа / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2014. 203 с. Деп. в ВИНТИ 27.10.2014 №295-B2014.
322. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Орбитоны и фазы Луны. Камчатские, Алтайские и Итальянские подземно-электрические всплески в эпохи ПК-Ортектон 2014/08/05, ПК-Октектон-2014/09/20 и ПК-Галактектон-2014/11/05 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2014. 69 с. Деп. в ВИНТИ 17.11.2014 №311-B2014.
323. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские и Итальянские подземно-электрические оперативные предвестники глубокофокусного землетрясения с магнитудой М7.1-2014/11/01-Фиджи / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2014. 144 с. Деп. в ВИНТИ 17.11.2014 №312-B2014.
324. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские и Итальянские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7.1, возникшего в море Молукка 2014/11/15 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2014. 214 с. Деп. в ВИНТИ 20.11.2014 №318-B2014.
325. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Крымские и Итальянские подземно-электрические всплески в эпоху полнолуния астротектонического орбитона ПК-Октектон-2014/12/20 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2014. 39 с. Деп. в ВИНТИ 22.12.2014 №345-B2014.
326. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские, Крымские и Итальянские подземно-электрические оперативные предвестники сейсмоимпульса  $6 \leq M < 7$ , возникшего в Пасифике 2014/12/06...08 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2014. 126 с. Деп. в ВИНТИ 30.12.2014 №345-B2014.
327. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские, Крымские и Итальянские подземно-электрические указатели в эпоху зимнего солнцестояния и новолуния астротектонического орбитона ПК-Октектон-2014/12/20 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2015. 66 с. Деп. в ВИНТИ 12.01.2015 №2-B2015.
328. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Крымские и Итальянские подземно-электрические указатели в эпоху зимнего перигелия и полнолуния астротектонического орбитона ПК-Октектон-2014/12/20 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2015. 63 с. Деп. в ВИНТИ 12.02.2015 №31-B2015.
329. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские, Крымские и Итальянские подземно-электрические указатели в эпоху астротектонического орбитона ПК-Ортектон-2015/02/05 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2015. 105 с. Деп. в ВИНТИ 25.02.2015 №35-B2015.
330. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские, Крымские и Итальянские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с



магнитудой М7.1, возникшего на Северо-Атлантическом рифте 2015/02/13 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2015. 186 с. Деп. в ВИНТИ 27.02.2015 №42-B2015.

331. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Синхронность нестационарных процессов в электрической цепи Солнце ядро Земли в эпоху астротектонического орбитона ПК-Ортектон-2015/02/05 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2015. 13 с. Деп. в ВИНТИ 16.03.2015 №54-B2015.

332. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские, Крымские и Итальянские подземно-электрические оперативные предвестники глубоководного землетрясения с магнитудой М7, возникшего в Индонезии 2015/02/27 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2015. 168 с. Деп. в ВИНТИ 16.03.2015 №55-B2015.

333. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские, Крымские и Итальянские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7.5, возникшего в Папуа Новая Гвинея 2015/03/29 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2015. 170 с. Деп. в ВИНТИ 06.04.2015 №74-B2015.

334. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские, Крымские и Итальянские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7.8, возникшего в Непале 2015/04/25 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2015. 196 с. Деп. в ВИНТИ 12.05.2015 №85-B2015.

335. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Наблюдения нестационарных явлений на границе тектоносфера-атмосфера в замкнутом электрическом контуре Солнце-Земля. Подземно-электрические измерения. Электросетевая модель / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2015. 44 с. Деп. в ВИНТИ 12.05.2015 №84-B2015.

336. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские, Крымские и Итальянские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7.8 на глубине 678 км, возникшего в Японии 2015/05/30 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2015. 142 с. Деп. в ВИНТИ 22.06.2015 №101-B2015.

337. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Сравнение эпох ПК-Галактектон-2014 и ПК-Галактектон-2015. Сейсмическая активизация. / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2015. 7 с. Деп. в ВИНТИ 22.06.2015 №100-B2015.

338. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские, Крымские и Итальянские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7 в Южной Атлантике 2015/06/17 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2015. 212 с. Деп. в ВИНТИ 24.07.2015 №120-B2015.

339. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские, Алтайские, Крымские и Итальянские подземно-электрические оперативные предвестники землетрясения с магнитудой М7, возникшего вблизи Соломоновых островов 2015/07/18 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2015. 209 с. Деп. в ВИНТИ 24.07.2015 №121-B2015.

340. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Камчатские подземно-электрические всплески, предвещающие молниевые разряды на территории Авачинской Губы 2015/07/21 / Петропавловск-Камчатский: Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника», 2015. 14 с. Деп. в ВИНТИ 24.07.2015 №122-B2015.

341. Lyubushin A.A., Bobrovskiy V.S., Shopin S.A. Experience of complexation of global geophysical observations. *Geodynamics & Tectonophysics* 2016. 7 (1), p.1-21. doi: 10.5800/GT-2016-7-1-0194.

Глава в книге.

*Bobrovskiy V.S.* The results of subterranean electric measurements on Kamchatka as global effects of proton tectogenesis: Damaging earthquakes in Indonesia and China in Recent Progress on Earthquake Geology // in Recent Progress on Earthquake Geology / Под ред. P. Guarnieri. Nova Science Publishers. 2011. с.189-248.

Монография

*Бобровский В.С., Кузнецов Д.А.* Сейсмоглобальная концепция на примере сильнейших землетрясений с магнитудой  $M \geq 8$ , произошедших в 2001-2015 г.г. М.: Научный мир, 2016. - 272 с.