

## **Восьмые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича, 2015 г.**

УДК 550.31; 550.8.08

### **СЕТЬ ПОДЗЕМНО-ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ И НЕКОТОРЫЕ ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ**

*B.C. Бобровский<sup>1</sup>, С.А. Шопин<sup>2</sup>, Vad.Bobrovskiy@cosmetecor.org*

*1 –Дистанчная Школа «Космо-Метео-Тектоника», г.Петропавловск-Камчатский, Россия,*

*2 – ФБГОУ ВО Тульский государственный университет, г. Тула, Россия*

Рассмотрены технические вопросы исследования нестационарных подземно-электрических процессов с помощью многоэлектродных систем: конструкция измерительного шурфа, набор измеряемых параметров и способы измерений. Показана структура существующей сети измерений, состоящей из 9 станций. Приведены графики нестационарных подземно-электрических сигналов, зарегистрированных перед камчатскими сильнейшими землетрясениями (2013г.). Сделан вывод о необходимости продолжения исследований и организации подземно-электрических измерений как в сейсмоопасных, так и в асейсмических районах Земли.

### **SUBTERRANEAN-ELECTRIC MEASUREMENTS NETWORK AND SOME OBTAINED RESULTS**

*V.S. Bobrovskiy<sup>1</sup>, S.A. Shopin<sup>2</sup>, Vad.Bobrovskiy@cosmetecor.org, sshopin@mail.ru*

*1 –Distant School “Cosmic-Meteo-Tectonics”, Petropavlovsk-Kamchatski, Russia,*

*2 – Tula State University, Tula, Russia*

We investigate non-stationary subterranean electric processes with the help of multi-electrode systems. Technical aspects of such measurements organization including construction of measurement pit, set of measured parameters and the method of measurement, are described. Structure of present time network, containing 9 stations, is shown. Several non-stationary subterranean electric signals recorded before Kamchatka's strongest earthquakes are presented. The report sums recent activities and propose the necessity to continue research and install subterranean electric instrumentation in seismic and aseismic regions of the Earth.

С конца XIX века исследование нестационарных электрических процессов в недрах выполняется с использованием длинных (от сотен метров до километров) измерительных линий, на концах которых расположены электроды, размещаемые в шурфах на глубине первых метров. Классической схемой измерений для распознавания глобальных вариаций земных токов является пара измерительных линий, протянутых вдоль магнитных меридиана и параллели. С помощью подобных «крестов» теллурические измерения проводятся в сейсмоопасных районах.

С 1989 г. на Камчатке под руководством к.ф.-м.н. Д.А. Кузнецова разработана и исследуется многоэлектродная система, заглубленная на границе литосфера(тектоносфера)-атмосфера. Измерения нестационарных подземно-электрических процессов (ПЭ), предшествующих сильным землетрясениям позволил распознать оперативные ПЭ-предвестники нескольких землетрясений и «аннулировать» нескольких панических сейсмопрогнозов в 1990/91 гг. в Петропавловске-Камчатском. Эпизодические измерения, проводимые в Лаборатории ПЭ-измерений кафедры физики КамГУ после Всесоюзной школы-семинара «Проблемы прогноза землетрясений», были организованы на постоянной основе с декабря 1991 по ноябрь 1994 г. в Камчатском прогностическом центре (КПЦ) при областном Штабе по делам ГО, ЧС и ЛПСБ. Некоторые результаты работы КПЦ были рассмотрены на заседании Экспертной группы по прогнозу землетрясений НИКС Центра РАН 23 апреля 1993г. (председатель член-корр. РАН Г.А. Соболев), среди рекомендаций которой было расширение сети станций измерений, формализация метода и передача для освоения в независимую организацию – Камчатский центр мониторинга сейсмической и вулканической активности (КЦМСиВА, д.геол.-мин.н. С.Т.Балеста). Несмотря на передачу специальной аппаратуры ИМПУЛЬС регистрации ПЭ-параметров на станции «Центральная» Штаба ГОиЧС была прекращена и не

## **Восьмые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича, 2015 г.**

добавлены новые пункты наблюдения. Формализация метода также не была осуществлена в связи с непривлечением в состав КЦМСиВА группы разработчиков метода (Д.А.Кузнецова и коллег). В результате, в декабре 1997 г. после пропуска сильного Кроноцкого ЗТ силой 5 баллов в Петропавловске-Камчатском (05.12.1997М7.8) КЦМСиВА был ликвидирован. С конца 1994 г. работы по оперативному прогнозированию сильных ЗТ вблизи Петропавловска-Камчатского выполняются на общественных началах. С 2001 г. Дистантная школа «КосмоМетеоТектоника» проводит формализацию метода и расширение сети станций ПЭ-измерений.

Методология сети электрических токов является частью концепции Космо-Метео-Тектоника и позволяет интерпретировать импульсные вариации ПЭ-сигналов и их ассоциированность с комплексом нестационарных явлений, наблюдавшихся в Солнечной системе, в замкнутом электрическом контуре Солнце-ядро Земли. Активные электрические процессы в приповерхностных грунтах предполагаются имеющими протонную (зарядовую) природу и описываемыми моделью протонного тектогенеза, согласно которой все тектонические процессы в земной коре обязаны потокам протонов (ядра атомов водорода), дейtronов и гидроксид-ионов в тектоногенах [2–4].

Следствием модели протонного тектогенеза является гипотеза об электрической природе ЗТ. На глобальность процессов подготовки ЗТ (глобальный сейсмоэффект Бота) впервые отчетливо указал сейсмолог М.Бот при анализе сильнейших ЗТ на Алеутских островах и Аляске [5], согласно которому в эпохи двух указанных гигантских ЗТ вне зон их афтершоков сейсмическая активность в остальных частях земного шара затихала (см. рис. 3 в [5]). Это позволило сформулировать понятие глобального сейсмического ресурса, кумуляция которого в зоне гигантского ЗТ и его афтершоков приводит к уменьшению сейсмического ресурса в остальных частях земных недр. Согласно гипотезе ЭС природы ЗТ быстрые глобальные связи между очагами ЗТ имеют электрическую природу и не могут объяснены механистическим и флюидными процессами. Подтверждение электросетевой природы ЗТ было получено в ходе продолжительных электроимпульсных экспериментов в Средней Азии и Казахстане, см. например [6-8]. В проводившихся там экспериментах искусственные ЗТ возникали после однократных импульсов подземного тока (ИПТ), подававшихся в недра от магнито-газо-динамических (МГД) генераторов через подземные электроды, закопанные в противоположные борта разломов. При этом были установлены следующие фундаментальные факты:

1. искусственные ЗТ «избегали» любого разлома, в который подавали однократный МГД-ИПТ, т.е. причиной пусков искусственных ЗТ являются не механические движения бортов разлома друг относительно друга;
2. искусственные ЗТ возникали вокруг МГД-центра, причём распределение очагов напоминало тороид, т.е. в недрах, по крайней мере, вблизи разлома, существуют электросетевые(ЭС)-структуры;
3. искусственные ЗТ возникали через 2...12 суток после подачи в разлом однократного МГД-ИПТ, т.е. после подачи однократного ИПТ происходили процессы самоорганизации, требующие определенного времени.

Указанные факты позволили сформулировать представление о сейсмическом очаге, как об узле электросети, самоорганизующейся в недрах. Учитывая модель протонного тектогенеза, в этой электросети носителями заряда могли быть только «положительные» ядра атомов водорода. Основой для анализа нестационарных процессов в открытой системе планеты, включенной в электрический контур Солнечной системы является электросетевая модель [9-13]. На рис.2 показана расширенная модель солнечно-земных связей научной программы «Solar-Terrestrial Energy Program» (STEP-1990/95), в которой замкнутый электрический контур простирается от солнечного керна до земного ядра и описывает взаимодействие солнечного ветра, земной магнетосферы-ионосферы и др. геоболочек.

Таким образом, процесс подготовки ЗТ связывается с нестационарными процессами, протекающими как в недральных, так и в глобальных электрических сетях (ЭС). Тогда для

## Восьмые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича, 2015 г.

регистрации предвестников, отображающих указанный процесс и позволяющих контролировать его развитие необходима аппаратура, обеспечивающая регистрацию локальных процессов зарядовой миграции вблизи границы «земная кора-атмосфера» (тектоносфера-атмосфера) с учетом того, что основным носителем зарядов являются протоны.

Соответствующий метод был разработан к.физ.-мат.н. Кузнецовым Д.А. и предполагает установку многоэлектродных систем, заглубленных в грунте (конденсированной среде) в неглубоких шурфах [14].

Организация измерений осуществляется следующим образом. На каждом измерительном пункте выполняется три измерительных шурфа: юго-западный (ЮЗ), центральный (Ц) и северо-восточный (СВ), разнесенных на расстояния 3–5 м друг от друга и имеющих глубину 1,5–2 м.(рис.2а). В шурфе горизонтально располагают электроды размерами около 250x250x3 мм. Друг от друга электроды отделяют слоем утрамбованного грунта мощностью ~300-500мм. В качестве материала электродов используется нержавеющая сталь, т. к. железо в сравнении с другими металлами, наиболее сильно «распухает» в атмосфере водорода [15], что возможно только при наибольшем «сродстве» протонов к атомам железа. К каждому электроду подсоединяют электрический кабель, выведенный из шурфа на поверхность земли. Соединение кабеля с электродом защищается от коррозии специальным покрытием.

Типовой шурф имеет 4 измерительных электрода. Однако число электродов может быть и увеличено. Наиболее информативные для распознавания нестационарных ПЭ-процессов являются шурфы, заложенные вблизи уреза морской (океанской) воды. Если измерительная станция расположена на суше, то измерительный шурф располагается как можно ближе к урезу проточной воды в наименее прочных породах.

Измеряемой величиной является разность потенциалов между электродами в каждом шурфе, между электродами в различных шурфах и между каждым электродом и локальной землей. Общая схема измерений показана на рис.3б. Стрелками обозначены измеряемые разности потенциалов. Для схемы на рис.3б измеряемыми величинами являются 12 разностей потенциалов между каждым электродом и землей (стрелки со сплошной линией), 9 разностей потенциалов между электродами шурфа (3 для каждого шурфа, стрелки с точками) и 8 разностей потенциалов между вторым электродом центрального шурфа и каждым из электродов в северо-восточном и юго-западном шурфе (стрелки с пунктиром). Таким образом, измеряемыми являются 29 разностей потенциалов или, другими словами, 29 ПЭ ЭДС.

Измеряемыми величинами являются постоянная и переменная составляющая ПЭ ЭДС. Измерения выполняются в частотном диапазоне 0–4 кГц с использованием стандартных измерительных модулей.

В обозначениях измеряемых ЭДС указывается шурфы и номера электродов, между которыми проводятся измерения. Так, обозначение СВ2Ц3 означает разность потенциалов между электродом 2 северо-восточного шурфа и электродом 3 центрального шурфа.

К настоящему времени развернута сеть ПЭ-измерений (табл. 1, где ПК означает Петропавловск-Камчатский). Основная часть станций развернута на территории полуострова Камчатка. Еще две станции развернуты в предгорной части Алтая и на севере Крымского полуострова. Одна станция – в Италии.



Рис. 2 – Электрический контур на основе STEP-1990/95

## Восьмые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича, 2015 г.

Каждый пункт сети имеет в своем составе измерительный шурф и электронную регистрирующую систему, выполняющую измерения ПЭ ЭДС, персональный компьютер со специализированным ПО, выполняющим цифровую обработку сигналов и накопление результатов измерений в локальном архиве, а также 3G-роутер, обеспечивающий выход в сеть Интернет. Все станции сети работают в автономном режиме и осуществляют передачу данных на центральный сервер, доступный в Интернет по адресу <http://www.cosmetecor.org>.

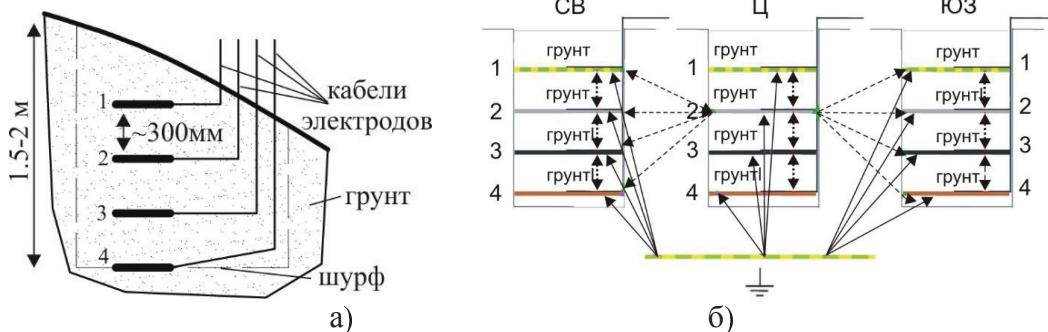


Рис.3 а) Измерительный шурф: 1,2,3,4 – электроды, б) измеряемые разности потенциалов  
Табл. 1 – Пункты сети ПЭ-измерений

Имя станции	Местоположение	Долгота, град. в.д.	Широта, град. с.ш.	Число ЭДС
S1-DESP_PK	ПК	158° 39' 10.86"	53° 03' 10.43"	16
S1-DESP_UZ	ПК	158° 39' 10.86"	53° 03' 10.43"	13
S1-IMFSET	ПК	158° 26'	53° 15'	16
S2-IMFSET	ПК	158° 38' 08.73"	53° 03' 12.54"	14
S3-IMFSET	ПК	158° 40' 12.13"	52° 59' 14.05"	16
S7-IMFSET	ПК	158° 40' 27.46"	52° 59' 3.43"	16
S4-IMFSET	Эссо, Камчатка	158° 42' 12.05"	55° 55' 15.65"	14
S5-IMFSET	Горно-Алтайск	85° 58'	51° 58'	16
S6-IMFSET	Кьети, Италия	14° 08' 50.66"	42° 22' 05.59"	16
S8-IMFSET	Крым	33.481°	45.768°	16

На рис. 3-4 показаны примеры нестационарных ПЭ-сигналов, предваряющие сильные землетрясения. Стрелкой показан момент землетрясения.



Рис.3. – Данные станции «Центральная» В Петропавловске-Камчатском по протонной миграции, сейсмическая и вулканическая обстановка в 1993/1994гг

Дистантная школа «Космо-Метео-Тектоника» проводит непрерывный систематический анализ ПЭ-процессов на сети ПЭ-станций.

Анализ нестационарных ПЭ-сигналов, зарегистрированные перед сильными землетрясениями на Камчатке, позволяет сделать вывод о необходимости продолжения исследования и организации сети ПЭ-измерений с достаточным количеством территориально разнесенных измерительных станций, расположенных как в сейсмоопасных

Из донесения, отправленного Д.А. Кузнецовым 30 мая 1994 года факсом в адрес заместителя начальника Управления научно-технических программ МЧС РФ д.физ-мат.н.  
Шахраманьяна М.А.

## Восьмые научные чтения памяти Ю.П. Булашевича, 2015 г.

районах, так и в асейсмических. При этом интерпретация данных, получаемых сетью, возможна с помощью электросетевых моделей (рис.2). Для территории РФ значительный интерес представляет установка станций в районе о.Байкал, на Кавказе, на Урале, в ЦФО. Дальнейшее развитие сети направлено на разработку экономичных малопотребляющих измерительных модулей, содержащих современные высокоскоростные процессоры цифровой обработки сигналов

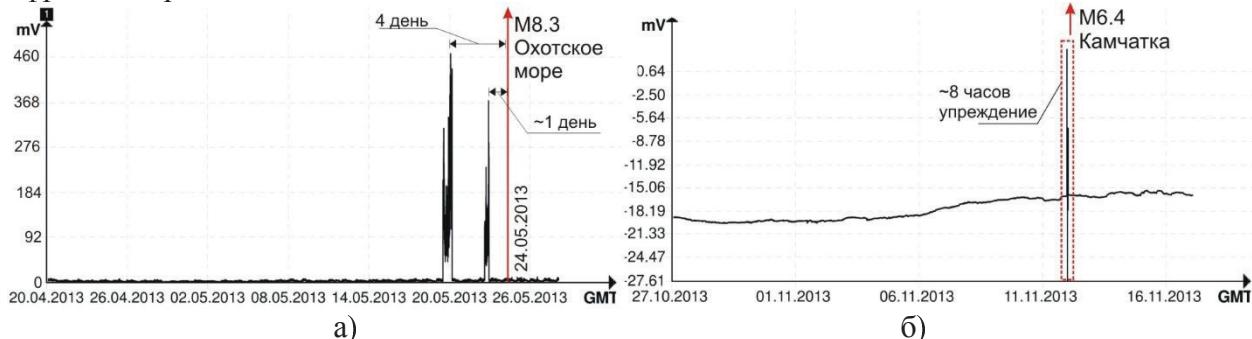


Рис. 4 – а) Сигнал S1-IFSET~Ю323 перед ЗТ в Охотском море 24.05.2014г. с M8.3;  
б) сигнал S3-IMFSET=CB12 перед ЗТ на Камчатке 12.11.2013г. с M6.4

### Литература:

1. Бобровский В.С., Кузнецов Д.А. Космометеотектоника. Главы 01-10.– ПК: Дистанц. шк. "КосмоМетеоТектоника", 2011.–294с.–Деп. в ВИНИТИ 24.02.2011, № 82-В2011.
2. Bobrovskiy V.S. The results of subterranean electric measurements on Kamchatka as global effects of proton tectogenesis: damaging earthquakes in Indonesia and China / Ed. P.Guarnieri.–Recent Progress on Earthquake Geology.– 2011.– 257 р.– pp.189-248.
3. Кузнецов Д.А. Об отсутствии физических оснований для гипотезы термо-оптического способа передачи энергии в земных недрах. ПК: Институт вулканологии Дальневосточного Отделения Российской Академии Наук, 1992.– 5с.– Деп. в ВИНИТИ 12.10.92. №2954-B92.
4. Кузнецов Д.А. Комментарий к статье Ф.Ш. Кутыева «К энергетике геологических процессов-энерговоды»:Отсутствие физических оснований для гипотезы термооптического способа передачи энергии в земных недрах // Вулканология и сейсмология, 1993.–№4.–С.105-106.
5. Бот М. Прогноз землетрясений // Предсказание землетрясений. –М.: Мир, 1968. С. 9
6. Зейгарник В.А., Авагимов А.А., Тарасов Н.Т. Можно ли управлять землетрясениями? // Наука в России. – 1999. – №2. –С. 16-21
7. Николаев А.В. Как управлять землетрясениями? // Земля и Вселенная.–1999.–№3.– С. 18-25
8. Тарасов Н.Т., Тарасова Н.В., Авагимов А.А., В.А. Зейгарник Воздействие мощных электромагнитных импульсов на сейсмичность Средней Азии и Казахстана // Вулканология и сейсмология. – 1999. – №4-5. –С. 152-160
9. Васильева Г.Я. К вопросу о природе солнечной активности / Г.Я. Васильева, Д.А. Кузнецов, А.А. Шпитальная // Солнечные данные. –1971. –№8. –С. 96-106.
10. Васильева Г.Я. К вопросу о влиянии галактических факторов на солнечную активность / Г.Я. Васильева, Д.А. Кузнецов, А.А. Шпитальная // Солнечные данные.–1972.– №2.–С. 99-106
11. Васильева Г.Я. Движение планет и солнечная активность/ Г.Я. Васильева, Д.А. Кузнецов, Н.С. Петрова, А.А. Шпитальная // Солнечные данные. –№8. – С. 106-115
12. Васильева Г.Я. К вопросу о годичных вариациях солнечной активности / Г.Я. Васильева, Д.А. Кузнецов, Н.С. Петрова, А.А. Шпитальная // Солнечные данные.– 1974.– №4.– С. 96-109.
13. Васильева Г.Я. К вопросу о физической природе солнечной активности / Г.Я. Васильева, Д.А. Кузнецов, Н.С. Петрова, А.А. Шпитальная // Сб. статей: Некоторые вопросы физики космоса. – М.: Наука, 1974. –С. 45-54.
14. 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.– Петропавловск-Камчатский: КГПИ, 1991. –9 с. – Деп. в ВИНИТИ 30.07.91. –№3256-B91
15. Водород в металлах/Пер с англ. Под ред. Г.Алефельда и И.Фелькля. В 2-х томах.–М.: Мир, 1981.