

**ОТРИЦАТЕЛЬНЫЕ АНОМАЛИИ АТМОСФЕРНОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ
У ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ НА СТАНЦИИ «КАРЫМШИНА» В АВГУСТЕ 2009 Г.
И ИХ СВЯЗЬ С АКТИВИЗАЦИЕЙ ПЛАНЕТАРНОЙ СЕЙСМИЧНОСТИ**
**NEAR-SURFACE NEGATIVE ANOMALIES IN THE ATMOSPHERIC ELECTRIC FIELD
AT REGISTERED AT THE KARYMISHINA STATION IN AUGUST 2009
AND THEIR RELATIONS TO INCREASE OF GLOBAL SEISMICITY**

О.П. Руленко¹, В.А. Широков², Ю.В. Марапулец³, М.А. Мищенко³, С.Э. Смирнов³

¹Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, rulenko@kscnet.ru

²Камчатский филиал Геофизической службы РАН, shirokov@emsd.ru

³Институт космофизических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, ikir@ikir.ru

Potential gradient of the atmospheric electric field was simultaneously measured from July through October 2009 at the Karymshina station (Kamchatka) at a height of 7 cm and 3.6 m above the ground. Under quiet weather conditions and when it was no rain at nights and mornings only on August 8, 12, and 14 (local time) we registered reduce of potential gradient at a height of 7 cm which then returned to the nearly previous level. Their minimum values were negative. These anomalies coincided in time with an increase in global seismicity and the velocity of seismic-tectonic movement for the whole Earth, and coincided with increase in volcanic and seismic activity of Koryaksky Volcano, Kamchatka.

В различных сейсмоактивных регионах перед землетрясениями зарегистрированы уменьшения градиента потенциала V' атмосферного электрического поля, часто до отрицательных значений, с последующим возвратом через некоторое время примерно до прежнего уровня. Такие отрицательные аномалии наблюдаются обычно ночью и утром по местному времени при спокойной погоде [1, 2]. Как и многие другие предвестники, они имеют деформационную природу и вызваны усилением деформирования приповерхностных пород в зоне подготовки землетрясений [2, 3]. Физика и условия образования этих аномалий изучены слабо. Для обнаружения предсейсмических отрицательных аномалий градиента потенциала V' используются измерения его на некоторой (обычно 1 - 4 м) высоте от поверхности земли. С 1 июля по 18 октября 2009 г. на станции «Карымшина», находящейся в 41 км юго-западнее г. Петропавловска-Камчатского, проводились измерения V' одновременно на двух высотах (0.07 и 3.6 м). Горизонтальное расстояние между датчиками было 28 м, а частота измерений - 1 Гц. В это же время 1 раз в 10 мин на высоте 7 м измерялись скорость ветра, атмосферное давление и относительная влажность воздуха. По техническим причинам 3, 27, 28 июля и 9-17 сентября атмосферно-электрические наблюдения не проводились.

8, 12, 14 августа ночью и утром по местному времени при отсутствии дождя, невозмущенном поведении измеряемых метеовеличин и электрического поля на высоте 0.07 м зарегистрированы отрицательные аномалии градиента потенциала V' с изменением знака. На высоте 3.6 м они отсутствовали или было очень слабое уменьшение V' без изменения знака (рис. 1). При отсутствии дождя и спокойной погоде такие отрицательные аномалии V' больше не наблюдались. 9 августа шел дождь и электрическое поле было возмущенным на обеих высотах. Как известно авторам, появление отрицательных аномалий атмосферного электрического поля у земли и отсутствие или очень слабое проявление их на большей высоте обнаружено впервые.

При "хорошей погоде", несмотря на действие электродного эффекта, у земли регистрируется иногда отрицательный объемный заряд. Он возникает в слое воздуха толщиной от десятых долей метра до первых метров ночью и утром по местному времени. Это явление отмечалось многими исследователями [2, 4, 5 (обзоры)] и известно в атмосферном электричестве как реверс электродного эффекта. По данным [6] плотность такого заряда может достигать -3200 пКл/м³, а при отсутствии ветра, одновременно с появлением значительного отрицательного заряда, наблюдалось уменьшение градиента потенциала V' . Характерно, что все эти измерения проводились в асейсмичных регионах. На Камчатке отрицательный объемный заряд с плотностью до -120 пКл/м³ зарегистрирован при спокойной погоде с раннего утра или с ночи до полудня по местному времени в течение трех суток перед землетрясением 30 августа 2004 г. с магнитудой $M = 6.0$. Он измерялся на высоте ~ 3 м [7]. Учитывая вышесказанное, зарегистрированные нами аномалии электрического поля (рис.1) связаны, вероятно, с появлением в некотором слое воздуха значительного отрицательного заряда. При нахождении нижней границы этого слоя над нижним датчиком а верхней - на высоте, не превышающей высоту верхнего датчика, возникновение, динамика и диссипация такого слоя вызовут появление наблюдавшихся аномалий.

По существующим представлениям [4, 5, 8], возникновение отрицательного объемного заряда связано с усилением ионизации воздуха в результате увеличения концентрации радона.

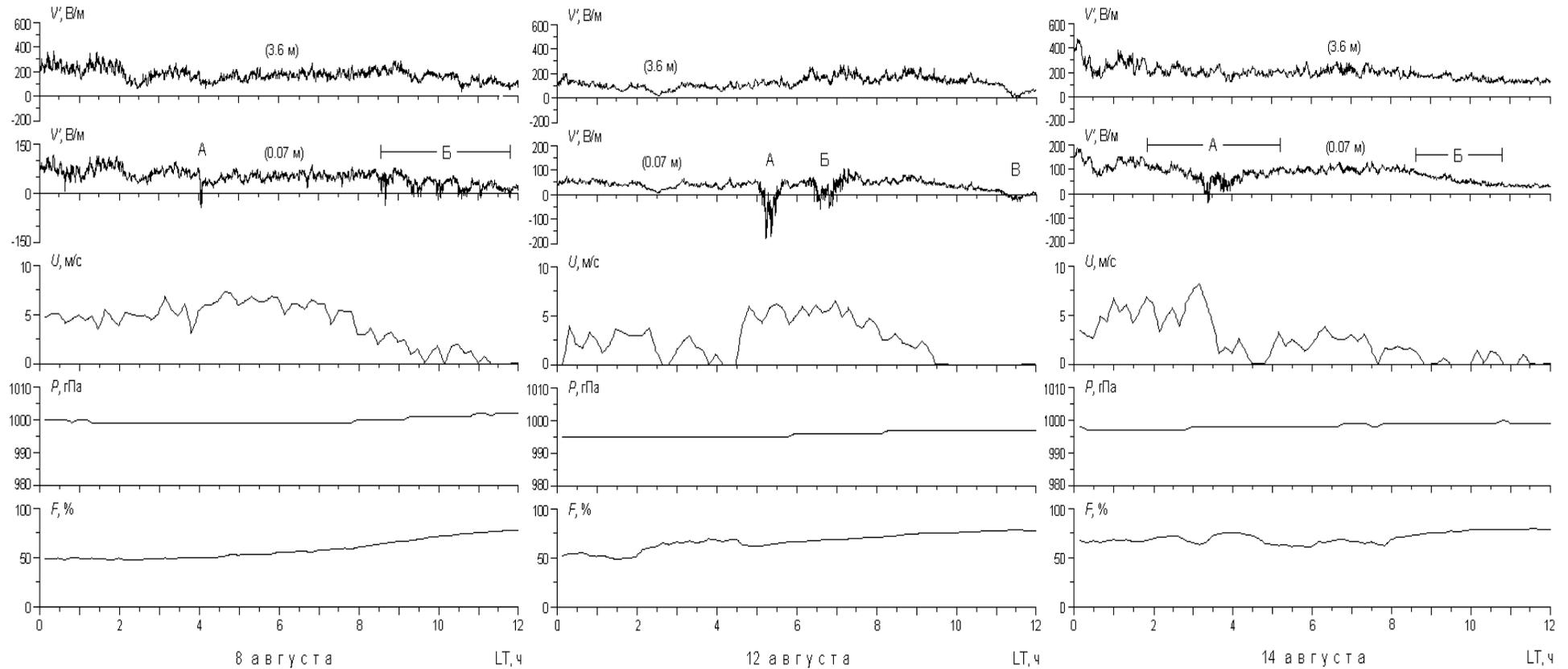


Рис. 1. Запись градиента потенциала V' атмосферного электрического поля на высоте 0.07 и 3.6 м, скорости ветра U , атмосферного давления P и относительной влажности воздуха F на высоте 7 м. А, Б, В - отрицательные аномалии V' у поверхности земли.

Благоприятными по времени являются ночные и утренние часы, когда вертикальное турбулентное перемешивание минимально и при отсутствии или слабом ветре происходит накопление поступающего из земли этого газа. Согласно измерениям [9], электрическое поле в приземном воздухе было отрицательным при большой концентрации в нем радона и стало положительным при его фоновой концентрации. Поэтому появление отрицательного объемного заряда на станции «Карымшина» может быть вызвано увеличением содержания в воздухе радона, который непрерывно генерируется в горных породах и повсеместно выделяется в атмосферу. В динамике подпочвенного радона отражаются изменения напряженно-деформированного состояния пород под действием региональных и глобальных факторов, а аномальные выбросы его в воздух при геодинамических событиях могут в десятки раз превышать фоновый уровень [10, 11].

С 1 по 20 августа 2009 г. на расстоянии $R \leq 250$ км от станции «Карымшина» произошли только два землетрясения с $M \geq 3.0$. Они были 17 августа ($M = 4.6$ и 4.7 , $R = 190$ и 220 км; здесь и далее используется каталог землетрясений NEIC, время UT). Поэтому зарегистрированные нами отрицательные аномалии градиента потенциала V' не связаны с сейсмичностью Южной Камчатки. Они не связаны и с активностью Солнца, так как в августе пятна на нем были только 23 числа. Однако с позиции планетарно-региональной модели подготовки тектонических землетрясений, предложенной и разрабатываемой В.А. Широковым [12-14 и др.], данные аномалии могут быть вызваны тектоническими процессами планетарного масштаба. Согласно этой модели, региональные геофизические процессы зависят существенным образом от планетарных тектонических процессов, причем на заключительной (длительностью меньше одной недели) стадии подготовки землетрясений предвестниковые аномалии в различных геофизических полях могут появляться на любых расстояниях от очага готовящегося события [13, 14].

20 июля - 10 сентября в мире произошло 9 землетрясений с моментной магнитудой $M_w \geq 6.6$ (рис. 2а). Шесть из них образуют 9-17 августа кластер, самое сильное событие которого с $M_w = 7.5$ было 10 августа в Индонезии. Эта активизация планетарной сейсмичности может рассматриваться как индикатор усиления тектонических напряжений для Земли в целом. Первая отрицательная аномалия электрического поля зарегистрирована нами 7 августа. В этот же день началась сейсмическая активизация расположенного в 67 км от станции «Карымшина» вулкана Корякский [14], которая длилась по 28 августа (рис. 2б, данные Камчатского филиала ГС РАН). 8 августа началась пепло-газовая деятельность этого вулкана.

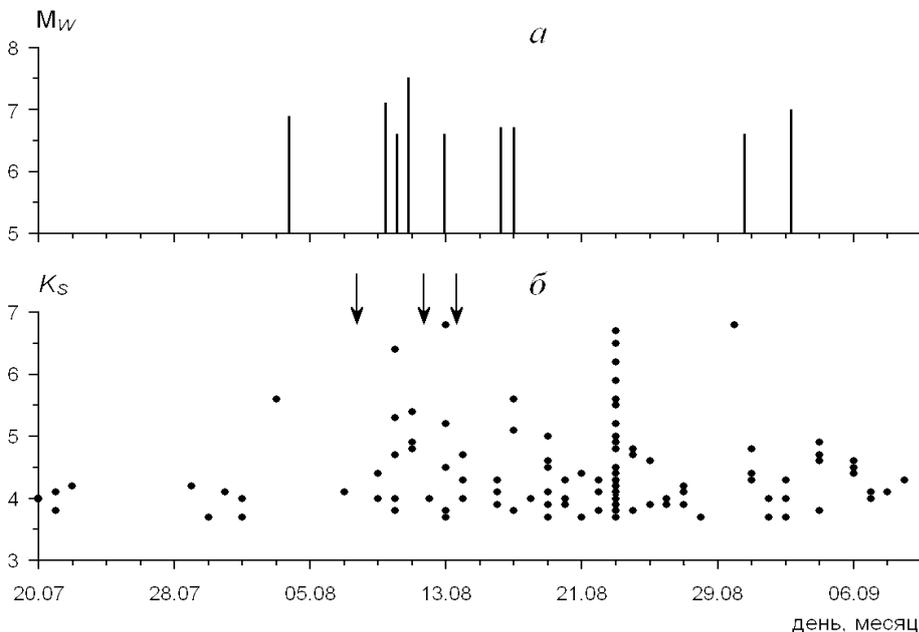


Рис. 2. Мировые землетрясения с $M_w \geq 6.6$ (а) и энергетические классы $K_s \geq 3.7$ вулканических землетрясений вулкана Корякский (б) 20 июля - 10 сентября 2009 г. Стрелками отмечено время регистрации отрицательных аномалий атмосферного электрического поля на станции «Карымшина».

Рассмотренные данные хорошо согласуются с поведением в 2009 г. скорости сеймотектонического движения S (по определению Ю.В. Ризниченко [15]), рассчитанной для Земли в целом с учетом солнечно-суточной компоненты сейсмичности [16] с $M \geq 6.3$ (рис. 3). Согласно рис. 3, наибольшие значения S были в начале августа, когда активизировались отмеченные выше процессы и наблюдались отрицательные аномалии электрического поля.

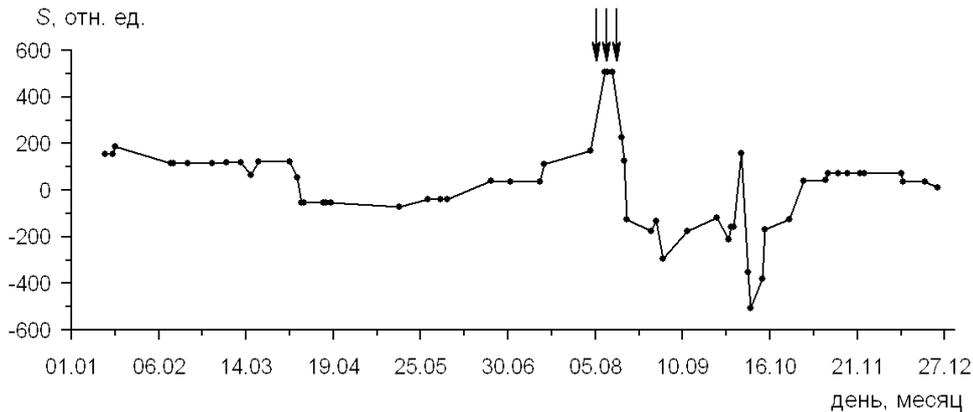


Рис. 3. Скорость сейсмостектонического движения S в 2009 г. Обозначение стрелок см. в подписи к рис. 2.

Таким образом, представленные выше геофизические данные регионального и планетарного масштабов хорошо согласуются между собой и подтверждают обоснованность использования планетарно-региональной модели подготовки тектонических землетрясений. Они свидетельствуют о том, что отрицательные аномалии электрического поля на станции «Карымшина» совпали по времени с активизацией мировой сейсмичности и вулкана Корякский. По мнению авторов, эти аномалии можно рассматривать как отклик на перестройку тектонических напряжений планетарного масштаба до и после сильного землетрясения в Индонезии с $M_w = 7.5$.

Литература

1. *Jian-Guo H., Tian-Ming T., De-Rui L.* A kind of information on short-term and imminent earthquake precursors - research on atmospheric electric field anomalies before earthquakes // *Acta Seismol. Sin.* 1998. V. 11. № 1. P. 121-131.
2. *Руленко О.П.* Оперативные предвестники землетрясений в электричестве приземной атмосферы // *Вулканология и сейсмология.* 2000. № 4. С. 57-68.
3. *Руленко О.П.* Тензочувствительность предсейсмических отрицательных аномалий электрического поля в приземном воздухе // *Сб. научных трудов Пятой Российской конференции по атмосферному электричеству.* Т. II. Владимир: Транзит ИКС, 2003. С. 82-85.
4. *Куповых Г.В., Морозов В.Н., Шварц Я.М.* Теория электродного эффекта в атмосфере. Таганрог: Изд-во ТРТУ, 1998. 123 с.
5. *Kulkarni M., Kamra A.K.* Vertical profiles of atmospheric electric parameters close to ground // *J. Geophys. Res.* 2001. V. 106. P. 28209-28221.
6. *Kamra A.K.* Fair weather space charge distribution in the lowest 2m of the atmosphere *J. Geophys. Res.* 1982. V. 87. P. 4257-4263.
7. *Руленко О.П.* Новая методика выявления и изучения предвестника землетрясений в электричестве приземной атмосферы // *Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле.* 2008, № 2. Вып. № 12. С. 14-19.
8. *Куповых Г.В.* Возникновение отрицательного объемного заряда вблизи поверхности земли в высокогорных условиях // *Труды ВГИ.* СПб.: Гидрометеоздат, 1996. Вып. 89. С. 73-80.
9. *Адушкин В.В., Соловьев С.П., Спивак А.А.* Электрические и радиационные характеристики приземного слоя атмосферы на территории ПО «Маяк» // *Вопросы радиационной безопасности.* 1998. № 3. С. 3-9.
10. *Рудаков В.П.* Геодинамические процессы и их предвестники в вариациях полей радиоактивных эманаций // *Геохимия.* 2002. № 1. С. 56-62.
11. *Рудаков В.П.* Эманионный мониторинг геосред и процессов. М.: Научный мир, 2009. 176 с.
12. *Широков В.А.* Влияние космических факторов на геодинамическую обстановку и ее долгосрочный прогноз для северо-западного участка Тихоокеанской тектонической зоны // *Вулканизм и геодинамика.* М.: Наука, 1977. С. 103-115.
13. *Широков В.А.* Опыт краткосрочного прогноза времени, места и силы камчатских землетрясений 1996-2000 гг. с магнитудой $M=6-7.8$ по комплексу сейсмологических данных // *Геодинамика и вулканизм Курило-Камчатской островодужной системы, г. Петропавловск-Камчатский.* 2001. С. 95-116.
14. *Широков В.А., Степанов И.И., Дубровская И.К.* Изучение сейсмического отклика действующих вулканов Корякского и Ключевского (Камчатка) на заключительной стадии подготовки сильных мировых тектонических землетрясений по данным наблюдений 2008-2009 гг. // *Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле.* 2009. № 2. Выпуск 14. С. 118-129.
15. *Ризниченко Ю.В.* Избранные труды. Проблемы сейсмологии. М.: Наука, 1985. 408 с.
16. *Широков В.А., Руленко О.П.* Новая методика исследования и сопоставления вариаций скорости сейсмостектонического движения и динамики электрического поля в приземном воздухе. // *Сборник докладов IV международной конференции «Солнечно-земные связи и предвестники землетрясений».* 14-17 августа 2007 г., с. Паратунка Камчатской обл. Петропавловск-Камчатский. 2007. С. 211-217.