

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫХ АНОМАЛИЙ КВАЗИСТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В ПРИЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЕ И АКТИВНОСТЬ ВУЛКАНА ШИВЕЛУЧ

С.Э. Смирнов

*Институт космических исследований и распространения радиоволн ДВО РАН, с.
Паратунка Камчатский край, e-mail: sergey@ikir.ru*

На напряженность электрического поля Земли в приземной атмосфере влияют многие факторы глобального и локального характера. В условиях хорошей погоды по всему земному шару при минимальном воздействии локальных факторов одновременно наблюдается характерная кривая, называемая унитарной вариацией. На унитарную вариацию накладывается возмущения, вызванные локальными конвективными генераторами, которые изменяются в зависимости от сезона. Аномалии, воспринимаемые как резкое изменение напряженности электрического поля в условиях хорошей погоды при невозмущенном термодинамическом состоянии воздуха требует тщательного исследования. Отрицательные аномалии были рассмотрены автором за период с 1997 по 2002 гг. и связывались с действием естественных ионизаторов [1]. Положительные аномалии методически сложнее выделяются и слабо изучены. Такая положительная аномалия в напряженности электрического поля в условиях хорошей погоды наблюдалась 6 декабря 2006г. на обсерватории «Паратунка» (рис. 1а).

Обсерватория «Паратунка» ($52^{\circ}58.33'$ с.ш., $158^{\circ}15.02'$ в.д.) расположена на юге Камчатского полуострова к западу от Авачинской бухты. Измерения проводилось датчиками «Поле-2» и «Электропроводность-2», разработанными в филиале Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейково – научно-исследовательским центром дистанционного зондирования атмосферы. «Поле-2» является измерительным преобразователем и в комплекте с показывающими или регистрирующими приборами предназначен для измерения напряженности электрического поля атмосферы, он зарегистрирован в ГОССТАНДАРТЕ (сертификат RU.E.34.001.A № 7136 от 10.03.2004 г.) и занесен в Госреестр 13.09.2005г. № 2941-2005. Прибор «Электропроводность-2» предназначен для измерений полярной электропроводности в воздухе.

В условиях хорошей погоды через атмосферу течет ток проводимости $j=\lambda E$, где λ – электропроводность воздуха, E – напряженность электрического поля. Отсюда связь напряженности поля и электропроводности представляется как:

$$E \sim 1/\lambda \quad (1)$$

Электропроводность связана с подвижностью (u) и концентрацией легких ионов (n) формулой:

$$\lambda = e(n \cdot u + n_+ \cdot u_+) \quad (2)$$

Ионизационно-рекомбинационное уравнение для легких частиц имеет вид [2]:

$$dn_+/dt = I - \alpha n_+ n_- - \beta n_+ N - \gamma n_+ N_0 \quad (3)$$

где N – концентрация отрицательно заряженных тяжелых ионов, N_0 – концентрация нейтральных частиц, α, β, γ – соответствующие коэффициенты рекомбинации, I – интенсивность ионизации. Аналогичные уравнения могут быть написаны для n_-, N_-, N_+ , и N_0 . В стационарном состоянии и в неподвижном воздухе

$dn_+/dt = 0$. Таким образом:

$$n_+ = I / (\alpha n_+ + \beta N_- + \gamma N_0) \quad (4)$$

Можно учесть, что $\beta N_- + \gamma N_0 \gg \alpha n_+$ и $\beta \approx \gamma$. Обозначим $N_- + N_0 = N$. Исходя из того, что приблизительно $n_+ = n$ и $u_+ = u$, зависимость электропроводности от концентрации тяжелых примесей оценивается как:

$$\lambda \sim 1/N \quad (5)$$

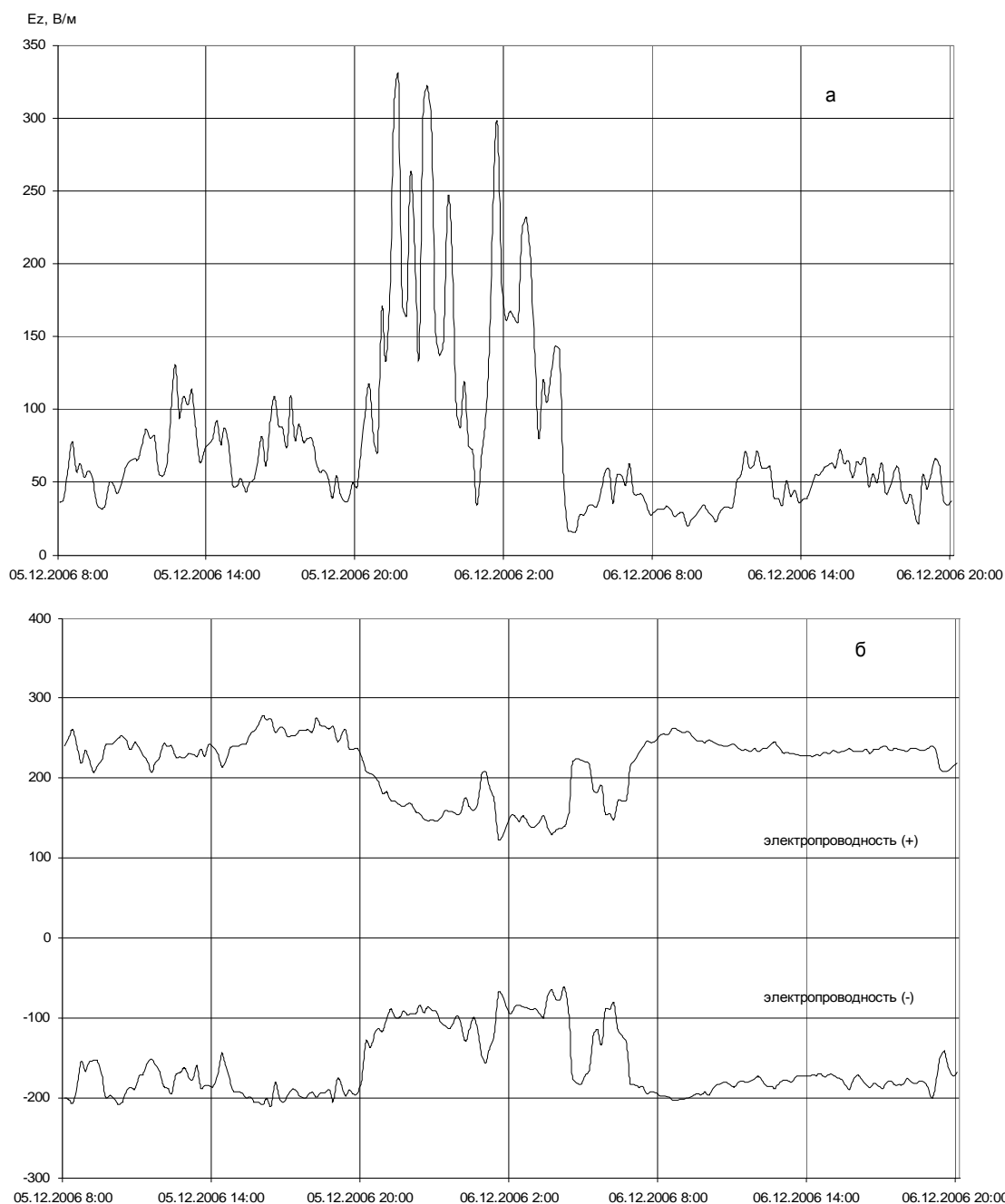


Рис. 1. График градиента потенциала напряженности электрического поля (а) и электропроводности воздуха, вызванной положительными и отрицательными ионами (б) в приземной атмосфере в условных единицах

Поведение электропроводности, вызванной положительными и отрицательными ионами, во время аномалии представлена на рис. 16. Развитие положительной аномалии исходя из формул (1) и (5) можно представить так: в воздухе появляются тяжелые примеси, это приводит к падению модуля электропроводности, а падение модуля электропроводности приводит к увеличению напряженности поля, что иллюстрируется рис. 1.

Падение величины модуля электропроводности воздуха можно было бы объяснить уменьшением эманации радиоактивных веществ в связи с уменьшением атмосферного давления. Однако атмосферное давление за этот период не сопровождалось значительными вариациями (рис. 2). Никакого эффекта «запирающего» эманацию радиоактивных газов в это время не происходило.

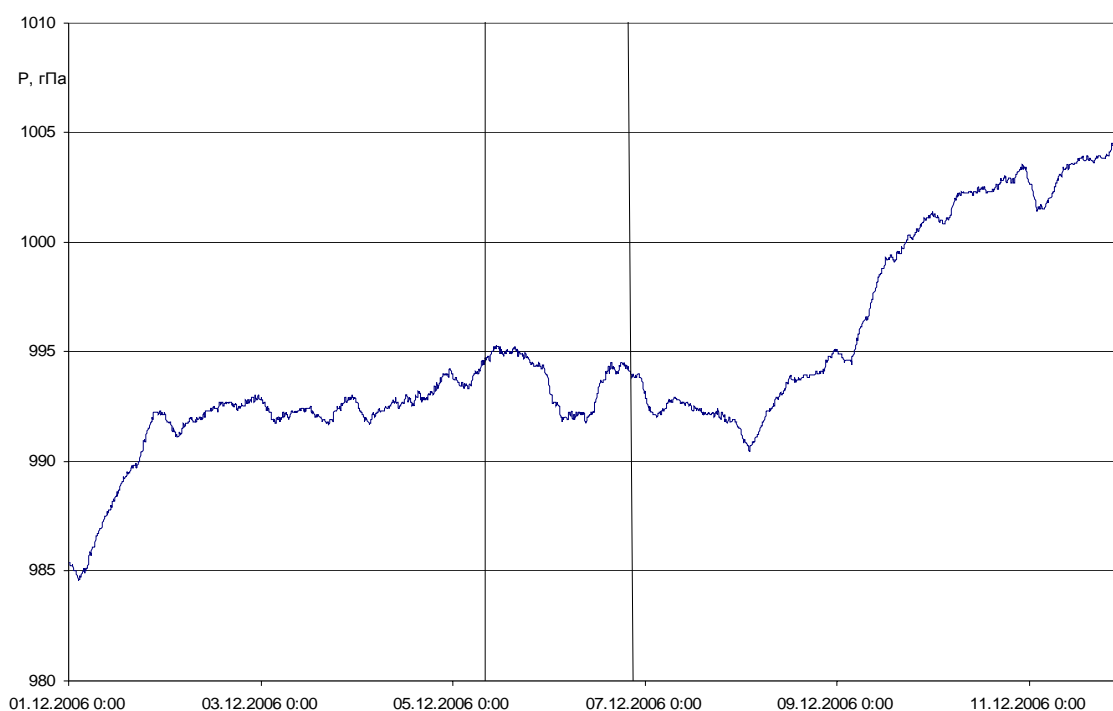


Рис. 2. График атмосферного давления. Вертикальными линиями обозначен интервал времени рисунка 1

Можно предположить, что атмосферные примеси могли появиться в связи с извержением вулкана Шивелуч ($56^{\circ}39'$ с.ш., $161^{\circ}21'$ в.д.), который активизировал свою деятельность в это время. Подобная аномалия с теми же признаками наблюдалась и 3 декабря 2007 г. [рис. 3]. По данным KVERT [3] в это время происходило экструзивно-эксплозивное извержение вулкана Шивелуч. По сейсмическим данным, на куполе происходили газопепловые выбросы и обрушения раскаленных лавин с подъемом пепла до высоты 5.3 км над уровнем моря, а также слабые раскаленные лавины. Аэрозоли этого извержения могли достигнуть района геофизической обсерватории Паратунка и вызвать положительную аномалию напряженности электрического поля в приземном слое воздуха.

Используемая методика позволяет выделять аномалии длительностью 6-16 часов. Аномалии по длительности большего интервала на фоне суточного хода выявить сложнее. Кроме того, аномалии от более сильных выбросов могли маскироваться действием метеофакторов.

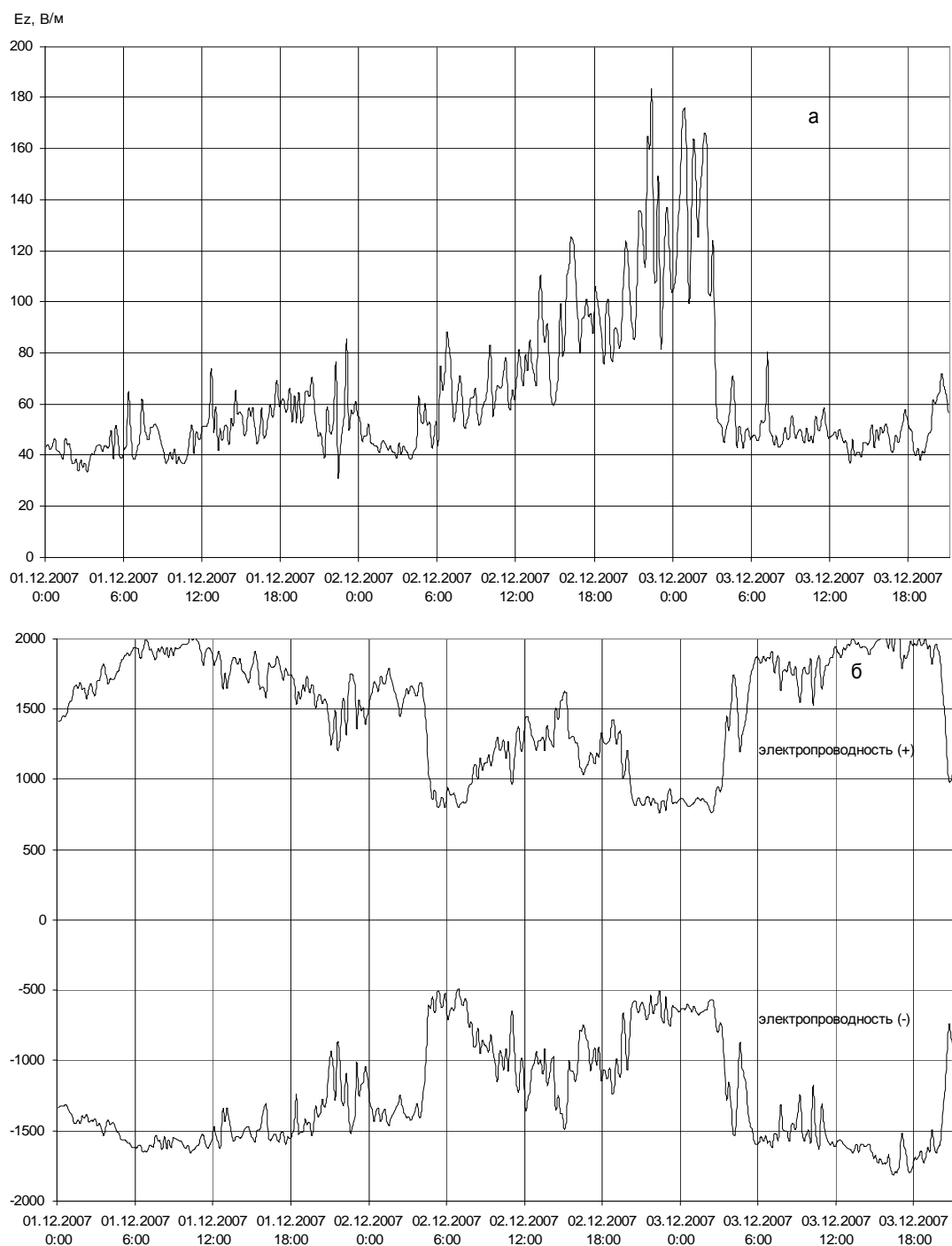


Рис. 3 График градиента потенциала напряженности электрического поля (а) и электропроводности воздуха, вызванной положительными и отрицательными ионами (б) в приземной атмосфере в условных единицах.

Метод выявления примесей в приземном воздухе, используя регулярные наблюдения напряженности квазистатического электрического поля может быть использован в качестве мониторинга экологического состояния атмосферы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Смирнов С.Э. Особенности отрицательных аномалий квазистатического электрического поля в приземной атмосфере на Камчатке // Геомagnetизм и аэрономия. 2005. Т. 45. № 2. С. 282-287.
2. Имянитов И.М., Шифрин К.С. // УФН. 1962. Т. 76. Вып. 4. С. 593-642.

3. *Гирина О.А., Малик Н.А., Маневич А.Г. и др.* Действующие вулканы Камчатки и Северных Курил в январе-июне 2007 г. // Тез. докл. научно-технической конференции Проблемы комплексного геофизического мониторинга Дальнего Востока России 12-16 ноября 2007 г. Петропавловск-Камчатский. С. 10

RESEARCH OF POSITIVE ANOMALIES OF QUASISTATIC ELECTRIC FIELD IN THE NEAR-EARTH ATMOSPHERE AND ACTIVITY OF SHIVELUCH VOLCANO.

S.Ed. Smirnov

Institute of Cosmophysical Research and Radio Wave Propagation of the Far-Eastern Branch of Russian Accademy of Science, Paratunka, Kamchatka region, 684034, Russia

Positive anomaly of the diurnal dependence gradient of the electric field intensity of the atmosphere bottom layer is found at Paratunka observatory. This anomaly can be interpreted as dirt appearance in the air. It can be connected with ashfall of Shiveluch volcano.