

ОСОБЕННОСТИ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ ПРИЗЕМНОЙ АТМОСФЕРЫ ТУНКИНСКОЙ ДОЛИНЫ (РАЙОН БАЙКАЛЬСКОЙ РИФТОВОЙ ЗОНЫ)

Д.Н. Локтев, С.П. Соловьев

Представлены материалы, полученные в результате комплексной геофизической экспедиции в районе Тункинской впадины (Юго-западное крыло Байкальской рифтовой зоны) в 2009–2010 годах. Проведен анализ вариаций электрического поля приземной атмосферы и эманации радона на стационарных пунктах регистраций. Представлены результаты профильных наблюдений.

Введение

В летние месяцы 2009 и 2010 гг. были организованы комплексные геофизические экспедиции в район Тункинской рифтовой впадины. Тункинская группа рифтовых впадин, входящая в систему Байкальской рифтовой зоны юга Восточной Сибири, протягивается на 200 км в субширотном направлении от юго-западного окончания Байкала. Днище Тункинской рифтовой впадины находится на высотах 700–900 м над уровнем моря, горное обрамление впадины достигает высот 1700 м над уровнем моря на южных склонах и 2400 м на северных склонах.

Электрические параметры нижнего слоя атмосферы определяются совокупностью многих факторов, как глобального, так и местного характера (турбулентный обмен в приземном слое, топография местности, образование и развитие облаков, содержание в почве и воздухе радиоактивных веществ, содержание в воздухе аэрозольных примесей и т.д.). Известно, что атмосферно-электрические характеристики вблизи поверхности земли тесно связаны с метеорологическими явлениями, которые в свою очередь определяются процессами взаимодействия между атмосферой и верхним слоем земной коры. Одной из проблем, обуславливающей противоречивость результатов экспериментальных исследований в приземном слое, является наложение возмущений локального происхождения на глобальные вариации электрического поля. Как правило, выделение изменений электрического поля, обусловленных местными причинами, производится путем сравнения суточного хода в условиях хорошей погоды с суточными изменениями поля над океанами, где местные возмущения считаются минимальными. Так в работе [Макухин и др., 2009] было показано, что при безоблачной погоде суточный ход электрического поля над акваторией озера Байкал похож на глобальную вариацию, то есть с максимумом в вечерние и минимумом в утренние часы по гринвичскому време-

ни. Проявление унитарной вариации над озером Байкал авторы объясняют малым вкладом локальной компоненты поля из-за незначительного суточного хода метеорологических величин и условий конвективного обмена в приводном слое атмосферы. С другой стороны, результаты измерений напряженности электрического поля, проведенные в условиях хорошей погоды вблизи от береговой линии озера Байкал, показали иной характер изменений поля в течение суток [Кречетов и др., 2007] – максимум наблюдается в дневные часы по местному времени, минимум – в ночные. Среднесуточное значение напряженности электрического поля составляло приблизительно 400 В/м. В периоды «нарушенной» погоды (сильный ветер, облачность, осадки) наблюдалось изменение знака электрического поля, а вариации напряженности поля с характерным периодом 3–5 часов достигали 1000 В/м.

В данной работе рассматриваются результаты наблюдений за вариациями атмосферного электрического поля и эманациями подпочвенного радона в атмосфере в нескольких пунктах, расположенных в Тункинской долине.

Методика наблюдений

Стационарные геофизические наблюдения проводились в центральной части Тункинской впадины на территории геофизической обсерватории ИСЗФ СО РАН «Торы» (TORY) и в районе п. Аршан (SUBARGA) [Локтев, Соловьев, 2010]. Наблюдения за напряженностью электрического поля в приземной атмосфере велись с помощью электростатического флюксметра ИНЭП. Регистрация объемной активности природного радона в подпочвенной атмосфере велась с помощью автоматических радиометров РРА-01М-03 и СРА-05.

Определялись фоновые характеристики и вариации электрического поля в условиях хорошей погоды, а также корреляционные связи между напряженностью электрического поля в атмосфере и объемной активностью радона.

Профильные наблюдения для определения пространственных неоднородностей электрического поля и эманаций радона в районе Тункинской впадины были организованы поперек (С-Ю) ее простираения. Расстояние между точками составляло от 3 до 10 км в зависимости от рельефа местности; длительность регистрации на одной точке от 40 до 60 минут.

Результаты наблюдений

Результаты наблюдений за электрическим полем в приземной атмосфере представлены на рис. 1. Метеобстановка во время наблюдений характеризуется днями с «хорошей» погодой, чередующимися с дождями. Причем из-за особенности расположения пунктов наблюдений (TORY – находится в широкой долине р. Иркут, а SUBARGA – в предгорье Тункинских Гольцов; расстояние между пунктами 50 км) погодные условия (осадки, влажность, локальная облачность) могли отличаться или изменяться с некоторым запаздыванием относительно друг друга.

Как видно, за весь период наблюдений за вариациями электрического поля в приземном слое отмечается несколько характерных максимумов (12, 19 и 20 июля) с амплитудой от 700 до 2000 В/м. В отличие от измерений в 2009 году [Локтев, Соловьев, 2010] эти максимумы можно отнести к возмущениям, вызванным приближающимися атмосферными фронтами (атмосферными возмущениями). Характерный пример таких возмущений представлен на рис. 2, где в течение 12 июля

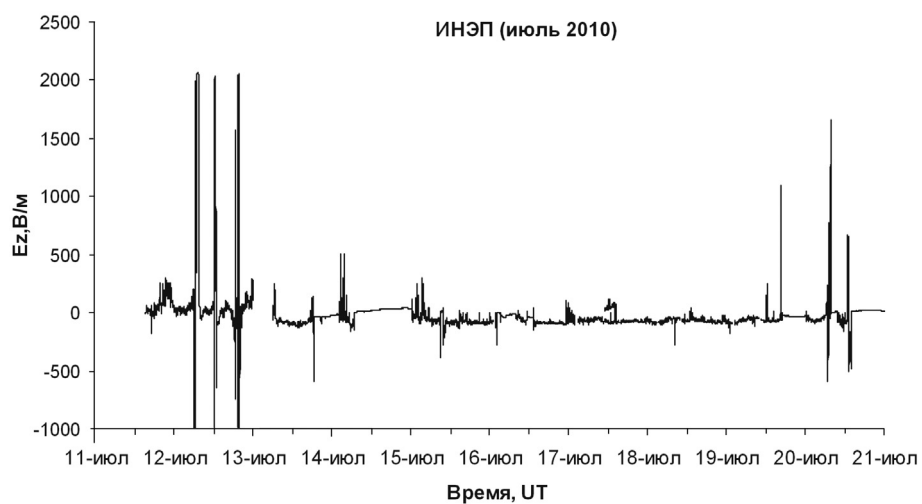


Рис. 1. Вариации электрического поля в приземной атмосфере за период 11–22 июля 2010 г. (пункт TORY).

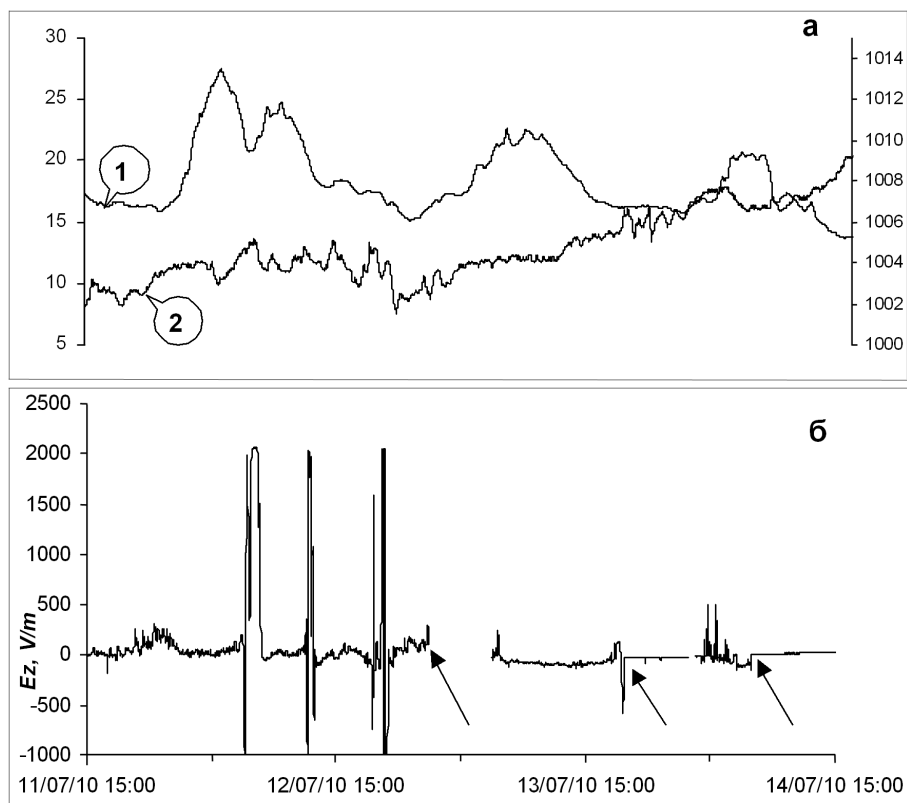


Рис. 2. Возмущения электрического поля 12 июля 2010 г. (б) и метеоданные (а): изменения температуры – 1 и атмосферного давления – 2.
Стрелками показано начало дождя – аппаратура была выключена.

2010 года отмечается аномальный рост напряженности электрического поля до 2000 В/м: с 6 до 8, с 12 до 13 и с 18 до 20 часов (GTM). Связь роста напряженности электрического поля с атмосферными процессами подтверждается зарегистрированными нашей метостанцией возмущениями атмосферного давления (с 6 до 20 часов), а также спутниковыми снимками облачного покрова в инфракрасном диапазоне (10,5–11,5 мкм) над Прибайкальем и Восточным Саяном (рис. 3). Видно, что в часы возмущения электрического поля район наблюдений «накрыт» густой облачностью (рис. 3, а, в), а в период спокойного уровня поля в атмосфере отмечаются «просветы» (рис. 3, б, г).

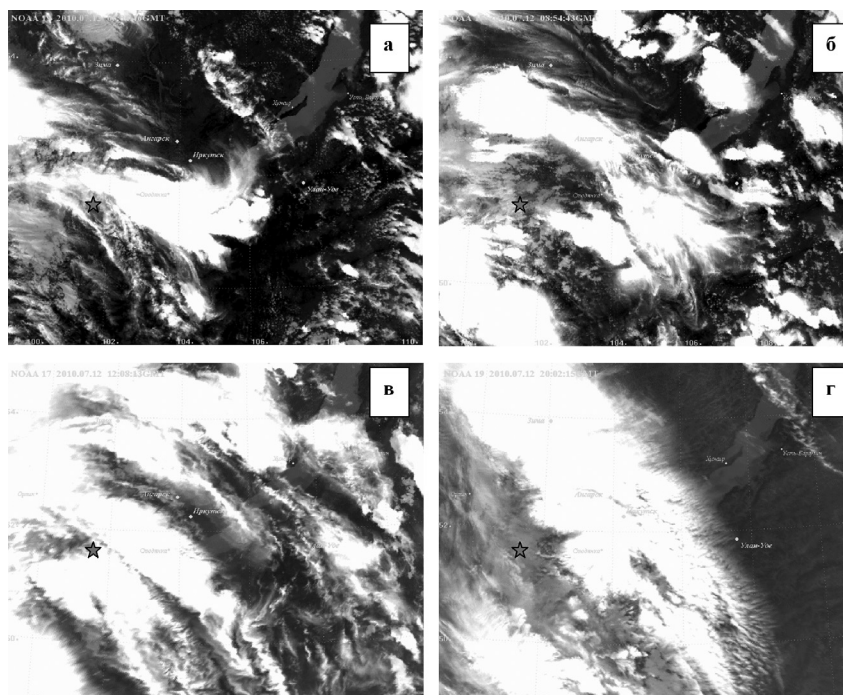


Рис. 3. Снимки облачного покрова в инфракрасном диапазоне (10,5–11,5 мкм) над Прибайкальем и Восточным Саяном 12 июля 2010 г. Время снимка (GTM): а – 06:04:46; б – 08:54:43; в – 12:08:13; г – 20:02:15. ★ – район наблюдений.

Небольшие по амплитуде аномалии в поведении электрического поля в пункте SUBARGA связаны с низкой облачностью (высота точки порядка 800 м). Других аномалий электрического поля, не связанных с атмосферными процессами, зарегистрировано не было. Не было выявлено и прямой взаимосвязи во временных вариациях напряженности электрического поля и изменениях объемной активности радона.

В вариациях объемной активности радона отмечается влияние атмосферного давления и земного прилива, причем влияние этих факторов в пунктах SUBARGA и TORY не одинаковое. В частности, на SUBARGA в вариациях радона влияние прилива и изменений давления имеют более выраженный характер по сравнению с TORY, что можно объяснить местоположением точек регистрации. Если SUBARGA расположена вблизи узла тектонических разломов, то TORY находится в центре долины и с достаточно мощным слоем осадочных пород.

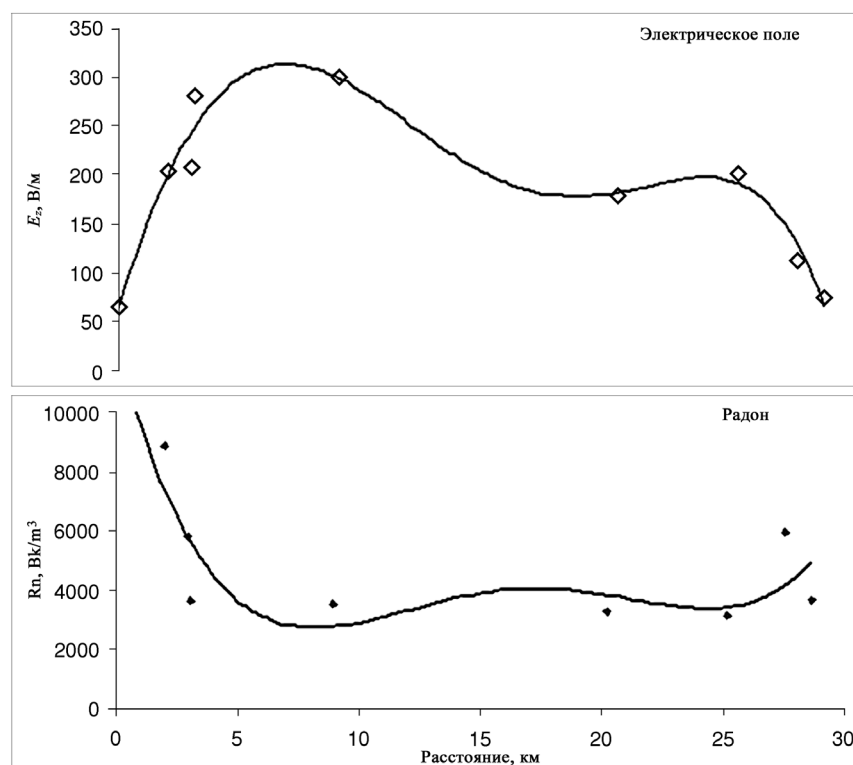


Рис. 4. Изменения средних значений напряженности электрического поля и объемной активности радона в зависимости от расстояния по профилю С-Ю (поперек Тункинской долины).

Результаты профильных наблюдений за напряженностью электрического поля и эманациями радона представлены на рис. 4, где приведены изменения средних значений напряженности электрического поля и радона в зависимости от расстояния по профилю. Расстояния отсчитывались от крайней северной точки профиля – точка SUBARGA. Как видно, при определении пространственных неоднородностей в поведении электрического поля одну из определяющих ролей играют эманации радона. Причем, при приближении к краям Тункинской впадины, объемная активность радона возрастает, что соответственно приводит к уменьшению напряженности электрического поля.

Заключение

Получен обширный экспериментальный материал, включающий в себя наблюдения за электрическим полем в приземном слое атмосферы и наблюдения за эманациями радона. Анализ этого материала позволяет сделать несколько заключений о характере вариаций наблюдавшихся полей в районе Тункинской рифтовой впадины.

Вариации электрического поля в приземной атмосфере обусловлены в основном сложной орографией района и, как следствие, быстроменяющимися местными метеоусловиями: грозовой активностью и другими атмосферными явлениями мезометеорологического масштаба (с размерами в десятки километров и продол-

жительностью несколько часов) в прилегающих горных массивах, которые зачастую вносят определяющий фактор в вариации электрических полей в долине.

Как показали профильные наблюдения, пространственные вариации электрического поля в периоды «хорошей» погоды обусловлены в основном изменением объемной активности радона. Установлено, что концентрация радона в подпочвенной атмосфере увеличивается при приближении к разломным зонам, ограничивающим с севера и юга Тункинскую долину.

Работа выполнена при поддержке гранта Президента Российской Федерации по поддержке ведущих научных школ Российской Федерации (НШ-4304.2010.5) и РФФИ (проект № 09-05-00614-а, № 10-05-10048-к).

Литература

Адушкин В.В., Спивак А.А. Геофизические процессы и межгеосферные взаимодействия в приповерхностной зоне Земли // Геофизика межгеосферных взаимодействий / Под ред. академика В.В. Адушкина – М.: ГЕОС, 2008. С. 9–19.

Коваль П.В., Удодов Ю.Н., Саньков В.А., Ясеновский А.А., Андрулайтис Л.Д. Геохимическая активность разломов Байкальской рифтовой зоны (ртуть, радон и торон) // Докл. РАН, 2006, т. 409, № 3, с. 389–393.

Кречетов А.А., Зайганов В.А., Оболкин В.А., Шаманский Ю.В. Некоторые результаты совместных наблюдений за изменчивостью электрического поля атмосферы и концентрации аэрозоля на юге Байкала // Оптика атмосферы и океана. 2007. Т. 20, № 3. С. 243–246.

Локтев Д.Н., Соловьев С.П. Комплексные геофизические наблюдения на границе литосфера-атмосфера в районе Байкальской рифтовой зоны // Динамические процессы в геосферах: сб. научн. тр. ИДГ РАН. М.: ГЕОС, 2010. С. 250–258.

Макухин В.Л., Оболкин В.А., Потемкин В.Л., Шаманский Ю.В. Газовые примеси и вариации электрического поля атмосферы в приводном слое оз. Байкал // Известия Иркутского гос. университета. Серия «Науки о Земле». 2009. Т. 1, № 1. С. 107–112.