

12 - Геофизика: земная кора, океан, атмосфера

Веселова Елизавета Юрьевна, 2 курс
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический
Оценка роли аэрозолей в формировании вариаций электрического поля приземной атмосферы по результатам экспедиционных измерений
Петрова Галина Григорьевна, к.ф.-м.н.
e-mail: georgpu@rambler.ru стр. 182

Кондратьева Элина Романовна, 2 курс
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический
Влияние влажности воздуха на размерный спектр аэрозолей субмикронного диапазона по результатам экспедиционных измерений
Панчишкина Ирина Николаевна, к.ф.-м.н.
e-mail: ekond@sfedu.ru стр. 184

Корытников Антон Александрович, м.н.с.
Октябрьский, ООО НПФ АМК Горизонт, -
Алгоритм внесения поправок в результаты обработки метода нейтронного каротажа
Ахмадеев Айгиз Ахатович
e-mail: Anton.Korytnikovv@yandex.ru стр. 185

Курпитко Екатерина Евгеньевна, 2 курс
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический
Экспериментальные исследования факторов, определяющих перенос зарядов под действием механически сил в приземной атмосфере
Панчишкина Ирина Николаевна, к.ф.-м.н.
e-mail: kurpitko@sfedu.ru стр. 187

Лисовицкий Артем Сергеевич, 1 курс
Владивосток, Дальневосточный федеральный университет, Институт Мирового океана
Фрактальный анализ данных о микродеформациях земной коры в период подготовки землетрясения
Московченко Лариса Григорьевна, к.ф.-м.н.
e-mail: lisoviteckii.as@students.dvfu.ru стр. 188

Милованова Анжелика Александровна, 2 курс
Ростов-на-Дону, Южный федеральный университет, физический
Анализ результатов измерений электропроводности приземной атмосферы с учетом влияния радона-222 и аэрозолей
Петрова Галина Григорьевна, к.ф.-м.н.
e-mail: georgpu@rambler.ru стр. 191

Сабирова Аделина Рустамовна, 4 курс
Уфа, Уфимский университет науки и технологий, физико-технический институт
Построение минералогической модели геологического разреза на основе данных ИНГК-С
Вахитова Гузель Ринатовна, к.т.н.
e-mail: adelina.sabirova2018@yandex.ru стр. 192

Шаяхметова Фируза Фариховна, 4 курс
Уфа, Уфимский университет науки и технологий, физико-технический институт
Сравнительный анализ сланцевых толщ
Привалова Ольга Разимовна, к.ф.-м.н.
e-mail: shayakhmetova2002@yandex.ru стр. 193

Оценка роли аэрозолей в формировании вариаций электрического поля приземной атмосферы по результатам экспедиционных измерений

Веселова Елизавета Юрьевна
Милованова Анжелика Александровна
Южный федеральный университет
Петрова Галина Григорьевна
georgpu@rambler.ru

На сегодняшний день не вызывает сомнений, что одним из основных факторов, определяющих электрическое состояние приземного слоя атмосферы, является содержание в атмосфере аэрозольных частиц. Электризация аэрозолей приводит к процессам образования объемных зарядов, которые в свою очередь играют немаловажную роль в формировании вариаций электрического поля в приземном слое атмосферы. Исследование влияния аэрозольных частиц на вариации электрического поля является на данный момент актуальным в анализе данных, которые получены в научных экспедициях лаборатории геофизических исследований Физического факультета Южного федерального университета (ЮФУ). Использование аэрозольных спектрометров, включенных в измерительный комплекс, позволяет на основе большого объема данных получать количественные оценки корреляционной зависимости электрического поля приземной атмосферы от скопления в ней аэрозольных частиц.

В данной работе анализируются результаты измерений в летней экспедиции в августе 2022 года на территории хутора Чернигово-Песчаный Кашарского района Ростовской области, расположенного в засушливой зоне донских степей. Измерения в период экспедиции производились круглосуточно на обширной ровной площадке со скошенным травостоем. Градиент потенциала на уровне земли измерялся с помощью флюксметра «Поле-2» системы ГГО им. А.И.Воейкова. Регистрация концентрации аэрозолей осуществлялась лазерным аэрозольным спектрометром ЛАС-П системы НИФХИ им. Л.Я.Карпова в шести диапазонах: 0,1-0,2; 0,2-0,3; 0,3-0,4; 0,4-0,5; 0,5-0,7; >0,7 мкм. Забор воздуха осуществлялся на высоте 1 метр. Для анализа в этой работе использовались результаты 10-минутных и среднечасовых осреднений всех величин.

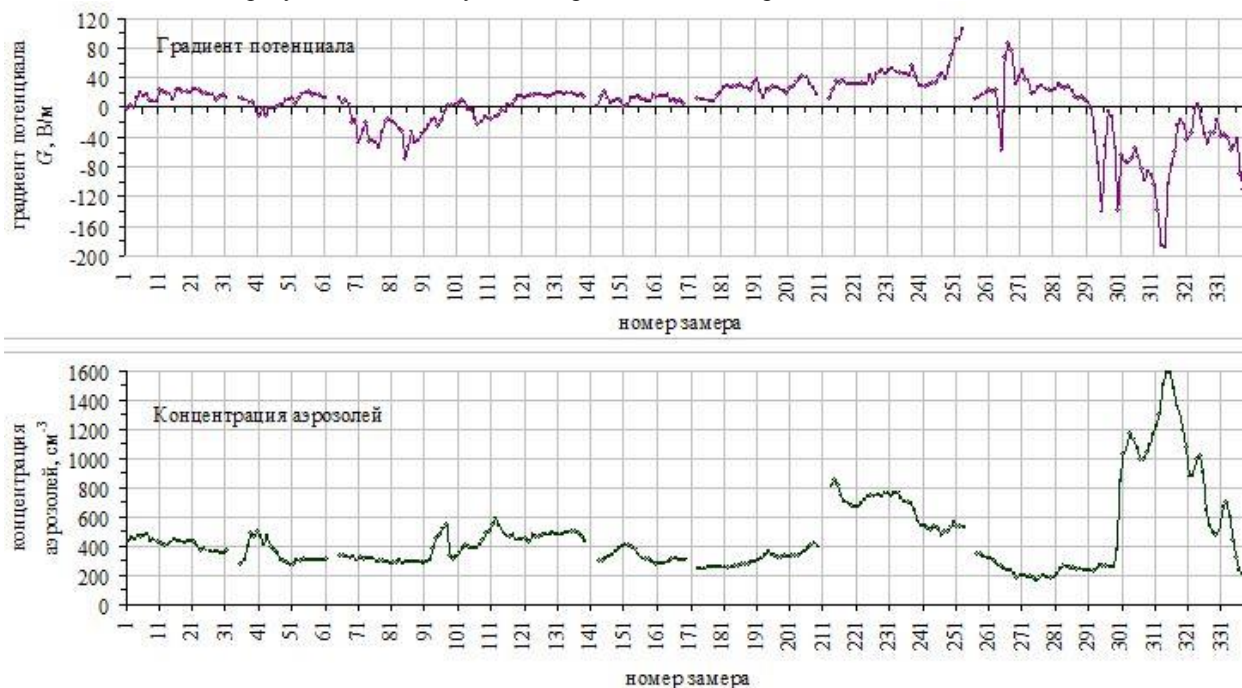


рис. 1. Ряды временной динамики значений градиента электрического потенциала G и концентрации аэрозолей N ($d > 0,1$ мкм) по 10-минутным осреднениям (Ч.-Песчаный, август 2023, объем выборки 321)

Период измерений характеризовался большим количеством часов жаркой погоды с сильным ветром, способным вызвать поземку, засухой и сухими грозами. В последние дни измерений в регионе наблюдалась пыльная буря, которая в экспедиции отмечалась как наблюдателями визуально, так и фиксировалась приборами. На рисунке 1 пыльная буря хорошо заметна по исключительно высоким концентрациям аэрозолей и отрицательным значениям градиента потенциала в конце периода измерений (точки графиков от 301 до 325). Таким образом, условия в данной экспедиции с точки зрения атмосферного электричества нередко были

возмущенными, что проявлялось в переходах поля через ноль, к появлению низких и отрицательных значений его вблизи земной поверхности.

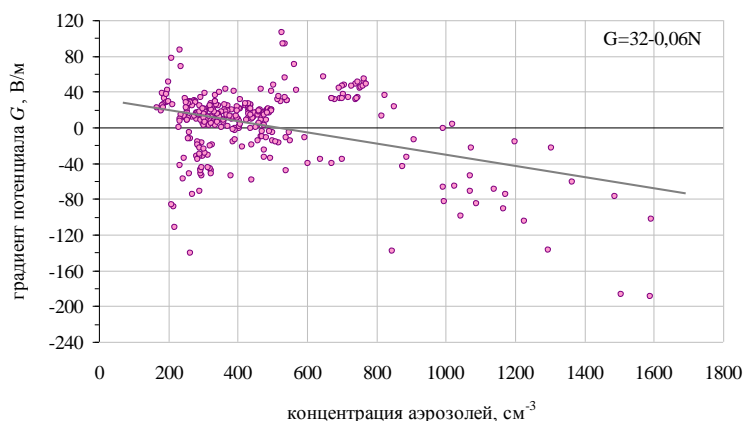


рис.2. Регрессия значений градиента электрического потенциала G по концентрации аэрозолей N ($d > 0,1$ мкм) по 10-минутным осреднениям (Ч.-Песчаный, август 2023, объем выборки 321)

Одной из причин формирования таких вариаций градиента электрического потенциала в засушливый летний период, как показывают исследования, является образование в нижней атмосфере отрицательных объемных зарядов, локализованных на аэрозолях. На это косвенно указывает отрицательная корреляция значений градиента потенциала с концентрацией аэрозолей. В соответствии с уравнением Пуассона для горизонтально – однородной атмосферы при наличии отрицательного объемного заряда градиент потенциала будет уменьшаться с уменьшением высоты, и поле на уровне земли будет пониженным или даже отрицательным:

$$\rho = -\varepsilon_0 \frac{dG_z}{dz}$$

Подтверждением снижения поля с ростом концентрации аэрозолей служит результат корреляционного анализа. Рассчитанное по 10-минутным осреднениям исследуемых величин значение коэффициента корреляции r для всех аэрозолей с размером частиц более 0,1 мкм составило -0,40 (при критическом значении $|r|=0,11$ для $\alpha=5\%$ и объеме выборки более 300). Особенно тесно по результатам полевых измерений значения поля коррелируют с концентрацией самых мелких частиц с диаметром 0,1-0,2 мкм ($r=-0,50$) и наиболее крупных ($r=-0,57$ для 0,7-1,0 мкм и $r=-0,70$ для частиц с диаметром более 1,0 мкм). Концентрация последних возрастает по наблюдениям при сильном ветре, срывающем частицы с поверхности иссушенной почвы. На рисунке 2 представлен эмпирический ряд регрессии значений градиента электрического потенциала вблизи земной поверхности по концентрации аэрозолей всех размерных диапазонов с диаметром частиц более 0,1 мкм. Уравнение линейной регрессии имеет вид $G = 32 - 0,06 \cdot N$. Полученный результат находится в согласии с данными более ранних исследований: в аналогичных условиях в Цимлянске в 2017 году получена зависимость $G = 56 - 0,04 \cdot N$.

Список публикаций:

[1] Petrova G.G., Panchishkina I.N., Petrov A.I., Chkhetiani O.G. // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. Nalchik, Russian Federation. 2021. V.840 <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/840/1/012012>

Влияние влажности воздуха на размерный спектр аэрозолей субмикронного диапазона по результатам экспедиционных измерений

Кондратьева Элина Романовна

Курпитко Екатерина Евгеньевна

Южный федеральный университет

Панчишкина Ирина Николаевна, к.ф.-м.н.

georgpu@rambler.ru

Присутствующие в атмосфере аэрозольные частицы как естественного, так и антропогенного происхождения оказывают существенное влияние на свойства атмосферного воздуха. Изучение условий образования аэрозолей и закономерностей их распространения в приземном слое позволяют лучше понимать природу многих явлений в атмосфере. Аэрозольные частицы влияют на радиосвязь, оптические и электрические свойства атмосферного воздуха [1,2]. Изменение прозрачности атмосферы определяет радиационный баланс и, тем самым, обуславливает процессы формирования климата нашей планеты. Учитывая влияние аэрозолей на здоровье человека, мониторинг аэрозольного состояния приземной атмосферы является одной из приоритетных экологических задач.

Многообразие видов аэрозолей пространственно-временная изменчивость их характеристик обусловлена сложным комплексом физико-химических процессов, происходящих в атмосфере. В рамках настоящей работы исследовались вариации счетной концентрации аэрозолей субмикронного диапазона и распределение аэрозольных частиц по размерам по результатам измерений в летних экспедициях в степных засушливых районах Ростовской области и на плато Шаджатмаз на Кисловодской высокогорной научной станции ИФА им. А.М. Обухова РАН (КВНС).

Получены вариационные ряды счетной концентрации аэрозолей и размерные спектры аэрозольных частиц для рассматриваемых периодов измерений. Для оценки возможных причин вариаций концентрации аэрозолей одновременно с измерением концентрации аэрозолей регистрировались метеорологические параметры атмосферного воздуха. В качестве исходных массивов для анализа выбраны ряды ежеминутных значений счетной концентрации аэрозолей субмикронного диапазона (0,1-0,2мкм; 0,2-0,3мкм; 0,3-0,4мкм; 0,4-0,5мкм; 0,5-0,7мкм; 0,7-1,0мкм, >1мкм), полученные с помощью лазерного аэрозольного спектрометра ЛАС-П системы НИФХИ им. Л.Я. Карпова и относительной влажности воздуха, измеренной автоматической метеостанцией М49. Из общего массива данных, полученных в каждом пункте наблюдений, были исключены часы, когда наблюдатели отмечали запах дыма.

Физико-статистический анализ счетной концентрации аэрозолей в пунктах Ростовской области и на плато Шаджатмаз показал, что концентрация аэрозольных частиц всех измеряемых размеров в Цимлянске, на плато Шаджатмаз и в х. Чернигово-Песчаный обнаруживает значительную изменчивость (таблица 1): коэффициенты вариации, рассчитанные для каждого пункта, принимают значения более 30%.

Таблица 1 Статистические характеристики массивов счетной концентрации аэрозоля за период измерений

Пункты наблюдений	Цимлянск	КВНС	х. Чернигово-Песчаный,
	Ростовская обл. 2017 г.	Плато Шаджатмаз 2018г.	Ростовская область 2023 г.
Среднее, см ⁻³	228	432	413
Стандартное отклонение, см ⁻³	103	133	150
Коэффициент вариации, %	45	31	36
Эксцесс	3.0	-0,81	-0,06
Асимметричность	1.3	0,36	0,78
Минимум, см ⁻³	62	97	159
Максимум, см ⁻³	776	828	874
Количество минутных серий измерений	3789	2428	4004

Ранее проведенные исследования показали, что в атмосфере в отсутствие помутняющих факторов, размерные спектры аэрозольных частиц соответствует фоновым значениям с малым содержанием аэрозольных частиц в приземном слое атмосферы [3,4]. С целью изучения влияния содержания водяного пара на численную концентрацию аэрозольных частиц, по результатам измерений построены размерные спектры аэрозолей для различных интервалов относительной влажности воздуха. Характерной особенностью размерного спектра, полученного при высоких значениях влажности, является повышение в 1,5 – 2 раза доли самых мелких аэрозолей (0,1-0,2мкм и 0,2-0,3мкм), по сравнению с измерениями в условиях с низкой влажностью (рис.1). В те

часы, когда наблюдалась влажность более 60 %, концентрация более крупных аэрозолей (более 0,3 мкм) оказалась выше в 3 – 4 раза, чем при влажности менее 30 %.

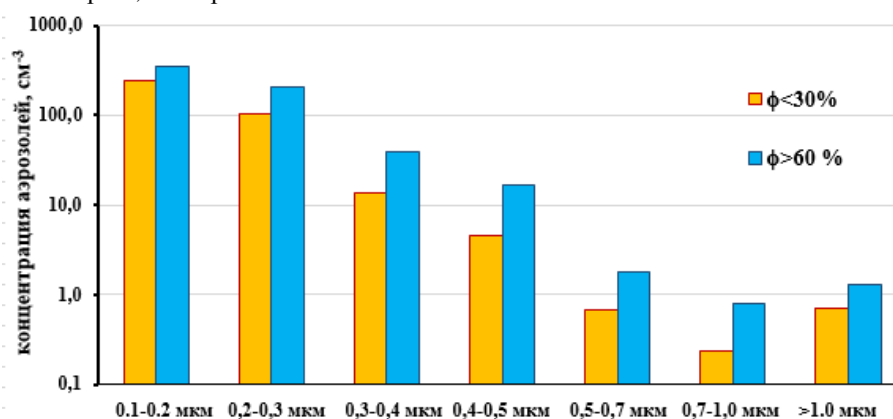


рис.1. Распределение аэрозольных частиц по размерам при различной относительной влажности воздуха х. Чернигово-Песчаный, Ростовская область, август 2023 г.

Таким образом, согласно результатам измерений, изменение относительной влажности воздуха приводит к трансформации спектра аэрозолей субмикронного размера в сторону увеличения счетной концентрации во всех исследуемых диапазонах. Регрессионная связь счетной концентрации аэрозолей с относительной влажностью воздуха аппроксимируется линейной функцией с высокой степенью достоверности аппроксимации. Полученные закономерности могут быть использованы для разработки более точных модельных представлений о влиянии аэрозоля на свойства атмосферного воздуха.

Список публикаций:

- [1] Petrova G.G. et al. // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2021. V.840 012012
- [2] Малиновская Е.А. и др. // Доклады Российской академии наук. Науки о Земле. 2022. Т. 502. № 2. С. 115-124.
- [3] Panchishkina I.N. et al. // IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 2021. V.840 012011
- [4] Смирнов В.В. Ионизация тропосферы. // С.-Петербург: Гидрометеоиздат. – 1992. 310 с.

Алгоритм внесения поправок в результаты обработки метода нейтронного каротажа

Корытников Антон Александрович

Ахмадеев Айгиз Ахатович

ООО НПФ «АМК Горизонт»

Ахмадеев Айгиз Ахатович

anton.korytnikovv@yandex.ru

На основе широко применяемых при обработке метода 2ННКт методических указаний по аппаратуре СРК [1], и экспериментальных исследований, выполненных на метрологических моделях ООО АМК «Горизонт», ПАО НПФ «ВНИИГИС» (г. Октябрьский), и ГУП ЦМИ «Урал-Гео» (г. Уфа), модулем «Горизонт-ННК-90» были разработан настоящий алгоритм, с помощью которого вводится поправка, для уменьшения погрешности показаний прибора в скважине. Основными мешающими геолого-техническими факторами при оценке пористости (водородосодержания) коллекторов в открытом стволе горизонтальных скважин являются: неконтролируемое отклонение зондового устройства модуля 2ННКт от стенки скважины, минерализация и плотность промывочной жидкости (бурового раствора), диаметр скважины.

Учёт влияния этих мешающих факторов на оценку истинных значений пористости, основанный на применении новых алгоритмов обработки показаний большого и малого зондов приведены в данной статье.

$$F(K_p) = \frac{M3}{B3} * \frac{B3_B}{M3_B} = \alpha \quad (1)$$

$$F(K_p)_{нов.} = \alpha - \frac{M3_B}{M3} * tg_{cp} \quad (2)$$

Где: K_p - коэффициент пористости, МЗ- малый зонд, БЗ- большой зонд, МЗв и БЗв- показания малого и большого зонда в воде, tg_{cp} - средний тангенс отклонения показаний прибора ННКт, которое появляется с отклонением прибора от стенки скважины и изменением плотности скважинного флюида.

Пример обработки скважинного материала с помощью алгоритма:

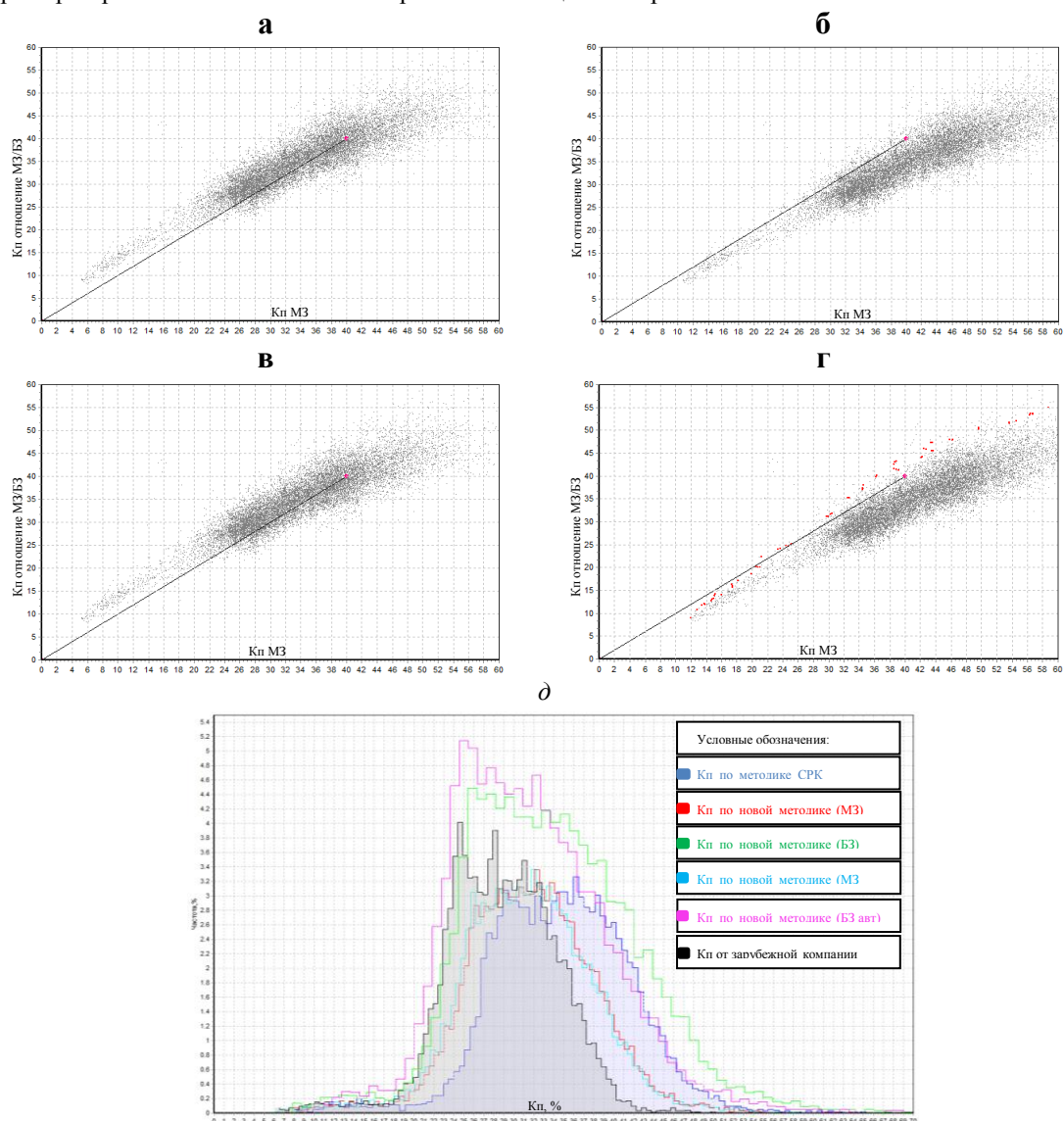


рис.1. – Исходное кросс-плотное распределение по скважине (а, в-МЗ). Кросс-плотное распределение после корректировки за влияние мешающих геолого-технических факторов (б-МЗ ручная обработка; в-МЗ автоматизированный модуль); Вероятностное распределение коэффициента пористости, вычисленные по методике СРК и новым методикам (д)

Результат работы алгоритма сопоставим с результатом зарубежной сервисной компании, который брался как эталон в следствии его близости к истинным значениям пористости.

Список публикаций:

- [1] Балапанов М. Х., Куватов З.Х., Корытников А.А // The dielectric constant of the mixture is compensated cholesteric liquid crystals // Актуальные проблемы микро- и нанoeлектроники. г.2018, С. 237.
- [2] Корытников А.А. // Использование СНГК в нефтяных и газовых скважинах с целью улучшения качества скважинного материала // Фундаментальная математика и ее приложения в естествознании: спутник Международной научной конференции «Уфимская осенняя математическая школа-2021» // Тезисы докладов XII Международной школы-конференции студентов, аспирантов и молодых ученых, посвященной 100-летию профессора БашГУ Фарзтдинова Миркашира Минигалиевича (г. Уфа, 6 – 9 октября 2021 г.)
- [3] Корытников А.А., Кашапов А.И. // Спектрометрия в нефтегазовых скважинах на примере СГК и СНГК // VI всероссийская молодежная научно- практическая конференция // Уфа, г.2021
- [4] Корытников А.А. // Влияние положения автономных приборов в скважине на показания нейтронных методов // ВНКФ-26.2 // Екатеринбург 2022г.

Экспериментальные исследования факторов, определяющих перенос зарядов под действием механически сил в приземной атмосфере

Курнитко Екатерина Евгеньевна

Кондратьева Элина Романовна

Южный федеральный университет

Панчишкина Ирина Николаевна, к.ф.-м.н.

georgpu@rambler.ru

Приземный слой атмосферы представляет собой участок Глобальной электрической цепи, характеризующийся значительной электродинамической вариабельностью даже в невозмущенных условиях. Существенное влияние на электрические процессы в приземной атмосфере оказывает состояние подстилающей поверхности, температурная стратификация и динамический режим. В пунктах Ростовской области в летний период в результате конвективной неустойчивости днем наблюдается интенсивная турбулентность, а для большей части ночных условий характерна устойчивая стратификация, препятствующая вертикальному смещению воздушных масс [1].

При экспедиционных исследованиях атмосферного электричества условия никогда не бывают дважды одними и теми же в связи с изменчивостью факторов, влияющих на атмосферно-электрические характеристики. Для получения закономерностей поведения атмосферно-электрических элементов, которые могут найти применение, необходимо выполнить большое количество измерений в разнообразных состояниях приземного слоя и дать оценку средних значений параметров, характерных для наблюдающихся типичных условий.

Многолетние измерения плотности вертикального тока механического переноса в Ростовской области позволяют сделать некоторые выводы о закономерностях изменения его компонент в различных метеорологических условиях. Вертикальная неоднородность плотности объемного заряда, образующаяся в результате изменения плотности атмосферного вертикального электрического тока проводимости по высоте, приводит к появлению диффузионной и конвективной составляющих вертикального механического переноса заряда в атмосфере и на границе атмосфера-земля.

Настоящая работа является продолжением исследований вариаций плотности тока механического переноса с учетом влияния счетной концентрации аэрозолей субмикронного диапазона и метеорологических условий в пункте наблюдений. Для выявления закономерностей процесса переноса зарядов под действием механических сил необходимо понимание механизмов образования и зарядки аэрозолей. В частности, по мере увеличения относительной влажности воздуха наблюдается рост концентрации аэрозолей [2]. Тот факт, что относительная влажность воздуха влияет на знак заряда, поступающего на земную поверхность в результате механического переноса, согласуется с результатами лабораторных экспериментов Смирнова В.В. [3], которые свидетельствуют о том, что при адсорбции легких ионов аэрозольными частицами по мере увеличения относительной влажности воздуха наблюдается изменение избирательности аэрозолей по отношению к легким ионам разных знаков. Эти процессы приводят к изменению величины и знака объемного заряда в атмосфере и, таким образом, определяют вариации плотности тока механического переноса из атмосферы на землю.

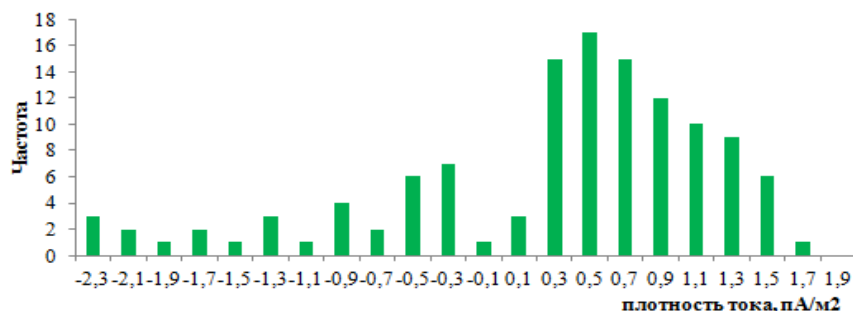


рис.1. Эмпирический ряд распределения плотности тока механического переноса
Цимлянск, август 2017 г.

Так, например, по результатам измерений плотности тока механического переноса в Цимлянске обнаружено, что в часы, когда были зарегистрированы отрицательные значения плотности тока механического переноса относительная влажность воздуха в среднем оказалась равной 24%. Положительный заряд ток механического переноса приносил на землю при средней относительной влажности 41%.

Рассчитаны различные показатели вариации для тока механического переноса из атмосферы на землю. Для количественной оценки изменчивости плотности тока механического переноса на рисунке 1 представлен эмпирический ряд распределения, который обнаруживает положительный эксцесс и левостороннюю

(отрицательную) асимметрию. Причина эксцесса и асимметрии заключается в неоднородности выборки, обусловленной многофакторностью природных процессов.

Таблица 1. Описательная статистика массивов плотность тока механического переноса атмосфера-земля

Пункт наблюдений	Среднее значение, пА/м ²	Стандартное отклонение, пА/м ²	Коэффициент вариации, %	Эксцесс	Асимметрия	Число часовых серий
Цимлянск, 2017 г.	0,20	0,94	470	0,78	-1,13	121

Учитывая многофакторность взаимосвязей между метеорологическими и атмосферно-электрическими процессами, продолжение исследований будет ориентировано на выявление наиболее существенных метеорологических факторов, влияющих на процессы формирования распределения.

Список публикаций:

- [1] Анисимов С. В. и др. // *Фундаментальная и прикладная гидрофизика*, 2016. т. 9, № 4
 [2] Петрова Г.Г. и др. // *Вестник КРАУНЦ. Физ.-мат. науки*. 2018. № 5(25). С. 42-54.
 [3] Смирнов В.В. // *Известия РАН. ФАО*, 2010, том 46, №3, с.321-331

Фрактальный анализ данных о микродеформациях земной коры в период подготовки землетрясения

Лисовицкий Артем Сергеевич

Дальневосточный федеральный университет

Московченко Лариса Григорьевна, к.ф.-м.н.

Lisovitchii.as@students.dvfu.ru

В работе проводится анализ фрактальной размерности временных рядов микродеформаций земной коры, зарегистрированных лазерными деформографами в сейсмически спокойный и сейсмически активный периоды. Данные лазерного деформографа изучаются для выявления долгосрочных эффектов, связанных с изменениями в земной коре в период подготовки тектонического землетрясения. Для анализа используется один из методов фрактального анализа – метод Хигучи.

Земной коре присуще свойство самоорганизованной критичности (СОК), то есть она в своем развитии приходит к такому устойчивому состоянию, для которого характерна фрактальность, когда части объекта подобны целому [3]. Временные ряды микросмещений земной коры отражают это характерное свойство земной коры, что и обуславливает важность исследования их фрактальных характеристик.

Данные брались с трех деформографов Тихоокеанского океанологического института им. В.И Ильичева, расположенных на полигоне «М. Шульца». Принцип работы таких лазерных деформографов основан на методе интерферометрии. Оптическая схема всех лазерных деформографов построена на основе интерферометра Майкельсона [2]. Расположение деформографов выглядит следующим образом: первый из них ориентирован в направлении север-юг и находится на песчаном основании; второй - в направлении запад-восток и находится также на песчаном основании; третий аналогичен первому, но расположен на скальном основании. Для анализа выбраны данные, полученные в спокойный в сейсмическом отношении период 01.11.2020 - 31.01.2021 и активный период 01.01.2022 - 14.03.2022, сразу после которого произошло землетрясение магнитудой 7.3 балла (глубина 41 км, эпицентр в 59 км от Намие, Япония). Полученные данные были обработаны процедурой децимации, а затем подвергнуты специальной фильтрации для удаления сбросов напряжения устройств.

Метод фрактальных длин Хигучи относится к группе методов фрактального анализа, основанных на измерении длины фрактальной кривой. Метод Хигучи подразумевает, что при рассмотрении ряда $Y(j)$, $j=1,2, \dots, N$ для каждого $L(n)$ вычисление выполняется n раз. Длина кривой рассчитывается по точкам, относящимся к моментам $m, m+n, m+2n, \dots$, где $m=1, 2, \dots, n$ — начальное смещение:

$$L_m(n) = \left(\sum_{i=1}^{[(N-m)/n]} Y(m+in) - Y(m+(i-1)n) \right) \frac{N-1}{\left[\frac{N-m}{n} \right] n} \quad \#(1)$$

Где $\frac{N-1}{[(N-m)/n]n}$ – нормализующий множитель; $[(N-m)/n]$ – наибольшее целое значение, не превышающее $(N-m)/n$ [1].

Окончательно определяем длину кривой как арифметическое среднее по n значений, каждое из которых есть $L_m(n)$. Затем аппроксимируем эту зависимость прямой линией с помощью метода наименьших квадратов.

Эта прямая описывается уравнением $y = -Dx + b$, где D – искомая фрактальная размерность. Тангенс угла наклона дает нам значение фрактальной размерности по методу Хигучи.

В результате обработки были получены таблицы данных фрактальной размерности, по которым построена серия графиков, описывающих поведение фрактальной размерности временных рядов каждого деформографа в спокойный и активный периоды. На графиках эволюции фрактальной размерности в активный период добавлены даты и энергии произошедших землетрясений. Энергия данных землетрясений была рассчитана по формуле:

$$E = 10^{\frac{3}{2}M+4.8} \quad \#(2)$$

Где E – энергия землетрясения, Дж; M – магнитуда землетрясений.

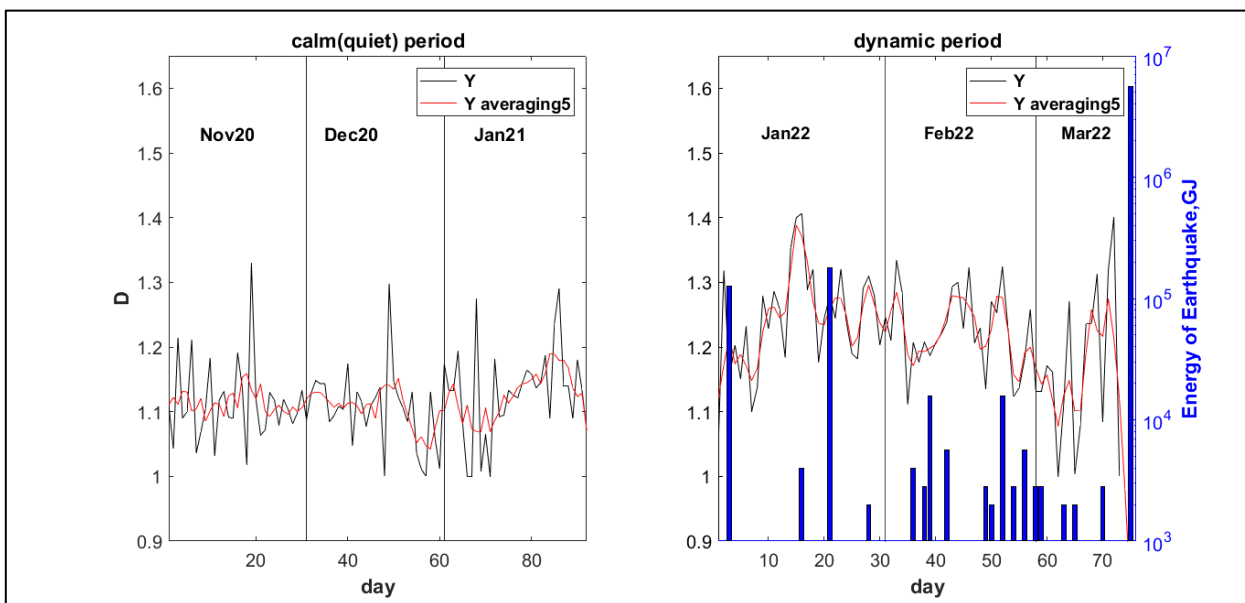


рис 1. Эволюция фрактальной размерности временного ряда первого деформографа в спокойный и активный период

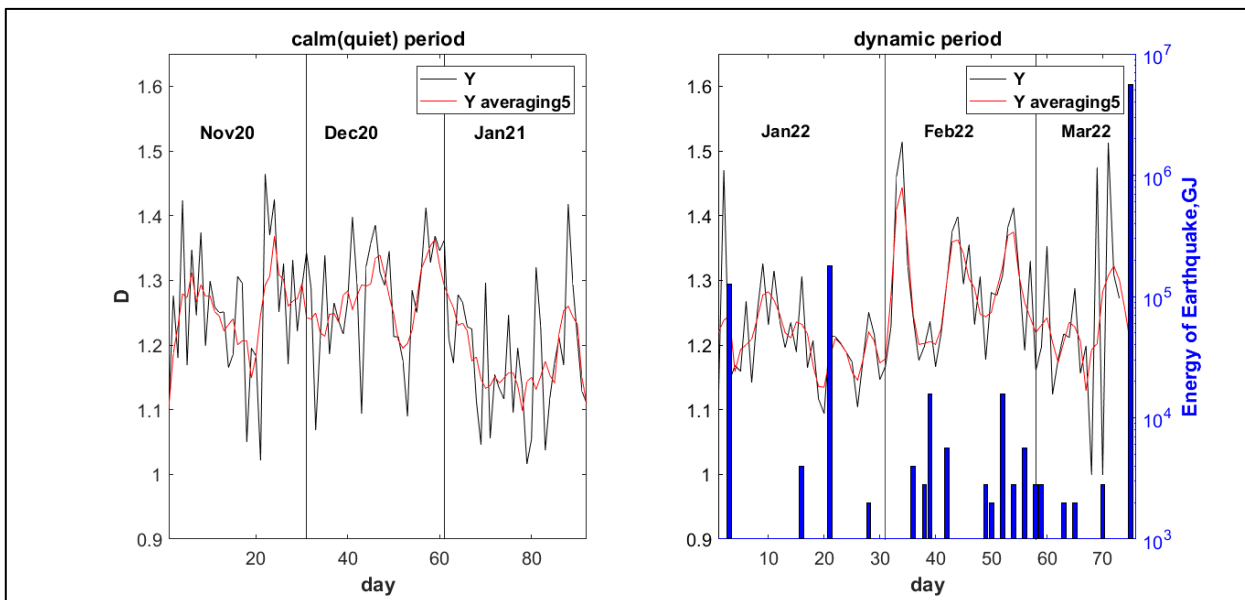


рис 2. Эволюция фрактальной размерности временного ряда второго деформографа в спокойный и активный период

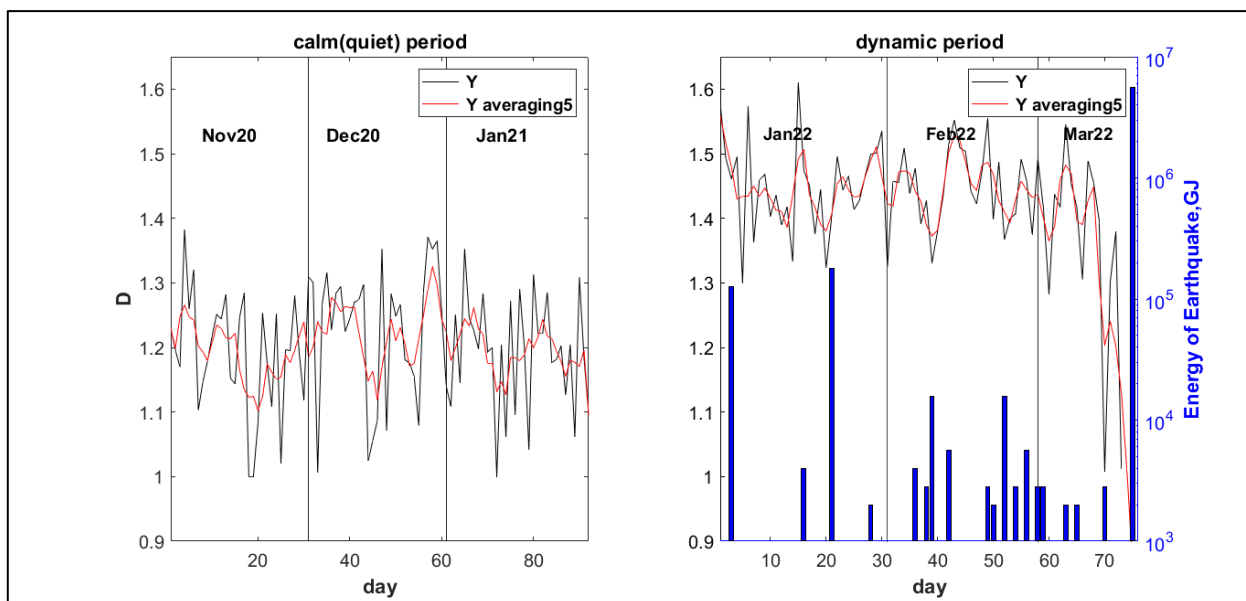


рис 3. Эволюция фрактальной размерности временного ряда третьего деформографа в спокойный и активный период

По результатам исследования были сделаны следующие выводы:

Перед землетрясением магнитудой более 6.0 баллов наблюдаются пики, которые указывают на подготовку системы к переходу в новое состояние ($D \approx 1.5$ и выше). Близкое же к единице значение фрактальной размерности указывает на скорое окончание действующего тренда (рис. 1, 2, 3). Можно заключить, что эволюцию фрактальной характеристики возможно использовать для предварительного прогноза землетрясения с высокой магнитудой.

Сравнительный анализ поведения фрактальной размерности временных рядов первого и третьего деформографа позволяет сделать предположение об усиленной чувствительности скальных пород к распространяющимся микродеформациям земной коры в сравнении с песком. Данный факт наглядно проявляется в сильной изменчивости фрактальной характеристики в активном периоде у третьего деформографа (рис. 3).

Отмечается необычное поведение фрактальной размерности временного ряда второго деформографа (рис.2) в сравнении с первым и третьим. А именно - не наблюдается заметного отличия среднего значения и разброса значений фрактальной размерности в активный и в спокойный периоды.

На данной работе получены данные о поведении фрактальной размерности временных рядов в период предшествующий одному крупному землетрясению магнитудой ≥ 7.0 баллов. Выводы, сделанные на основе этих данных, нуждаются в уточнении, для чего необходимо провести расчеты для больших промежутков времени и изучить большее количество землетрясений. Результаты исследования возможно использовать для увеличения прогностической информации о надвигающихся землетрясениях.

Список публикаций:

- [1] Крылов С. С., Бобров Н.Ю. Фракталы в геофизике // СПб.: Изд-во С.-Петербургского университета, 2004. – 132 с.
- [2] Долгих Г.И, Привалов В. Е. Лазерная физика // Фундаментальные и прикладные исследования. Владивосток: ООО «Рея», 2016. – 352с.
- [3] Bak P., Tang C., Wiesenfeld K. Self-organized criticality // Phys. Rev. B. 1988. –P. 364–374

Анализ результатов измерений электропроводности приземной атмосферы с учетом влияния радона-222 и аэрозолей

Милованова Анжелика Александровна

Веселова Елизавета Юрьевна

Южный федеральный университет

Петрова Галина Григорьевна

georgpu@rambler.ru

Экспериментальные исследования приземной атмосферы осложняются пространственно-временной изменчивостью ее параметров и многофакторностью физических процессов вблизи границы двух сред. Среди факторов, наиболее значимых для формирования вариаций электропроводности атмосферы вблизи земной поверхности, важными являются объемная активность (ОА) радона-222 и концентрация аэрозолей субмикронного диапазона. Именно эти параметры, главным образом, характеризуют интенсивность ионизационно-рекомбинационных процессов, и определяют вариации электропроводности нижней атмосферы.

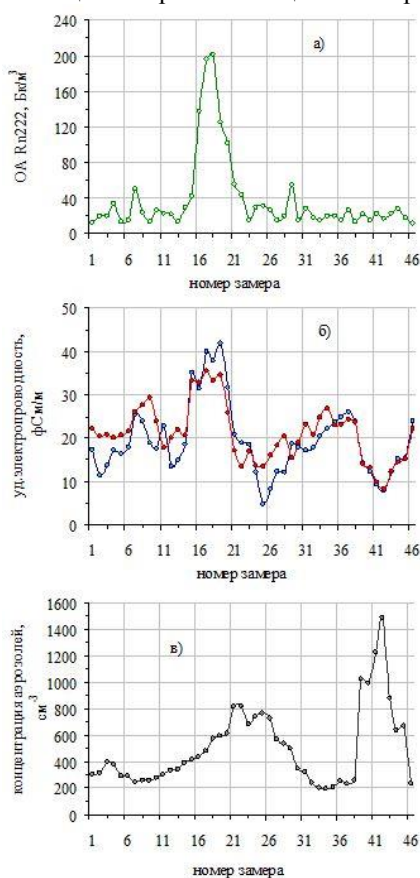


рис.1. Ряды динамики среднечасовых значений:

а) ОА радона-222; б)

положительной (красный) и отрицательной (синий) удельных электропроводностей атмосферы;

в) концентрации аэрозольных частиц $d > 0,1$ мкм

Таким образом, оба фактора, отвечающих за ионообразование и пропадание атмосферных ионов, в совокупности формируют вариации электропроводности атмосферы. Для расчета эмпирического уравнения регрессии удельных электропроводностей по концентрации аэрозолей из массива данных были удалены замеры с ОА радона более 50 Бк/м^3 .

На рисунке 2 представлены эмпирические ряды регрессии полярных электропроводностей атмосферы по значениям концентрации субмикронных аэрозолей с размером частиц более $0,1$ мкм. Экспериментальные данные хорошо аппроксимируются экспоненциальной зависимостью: $\lambda_+ = 24 \cdot e^{-0,0008N}$ ($R^2=0,52$),

Данная работа является продолжением исследований лаборатории геофизических исследований Физического факультета Южного федерального университета (ЮФУ), направленных на установление количественных соотношений между исследуемыми величинами. В научных экспедициях лаборатории удельные полярные электропроводности атмосферы определяются датчиком «Электропроводность-2» ГГО им.А.И.Воейкова. Регистрация концентрации аэрозолей осуществляется лазерным аэрозольным спектрометром ЛАС-П НИФХИ им. Л.Я.Карпова в диапазонах $0,1-0,2$; $0,2-0,3$; $0,3-0,4$; $0,4-0,5$; $0,5-0,7$; $>0,7$ мкм. Для измерения ОА радона-222 используется радон-монитор «AlphaGUARD PQ2000 PRO». Летом 2022 года экспедиция была проведена на территории Кашарского района Ростовской области вблизи хутора Чернигово-Песчаный. Измерения производились в августе в течение недели многочасовыми периодами, круглосуточно, с перерывами на профилактику аппаратуры, по погодным условиям и т.д. Для анализа использовались среднечасовые и 10-минутные осреднения характеристик атмосферы. Обширная измерительная площадка, практически лишенная растительности, покрытая стерней, располагалась на степном целинном поле. Забор исследуемого воздуха производился датчиками с уровня 1 метр.

На рисунке 1 представлены ряды динамики исследуемых величин, иллюстрирующие согласованность их синхронных вариаций. Экспедиционный период в этом сезоне характеризовался большим числом часов с очень сильным ветром, как в дневные, так и в ночные часы. Лишь одна ночь оказалась безветренной. В этих условиях поступающий из грунта радон накапливается вблизи земной поверхности, из-за чего такие периоды характеризуются очень высоким содержанием в приземном воздухе α -радиоактивного радона-222, являющегося мощным ионизатором атмосферы (рис.1а, точки 16 - 21). На рисунке видно, что полярные удельные электропроводности в этих условиях существенно возросли (рис.1б). Рост концентрации аэрозолей, адсорбирующих легкие атмосферные ионы, сопровождается, как видно при рассмотрении рисунков 1б и 1в, существенным снижением полярных электропроводностей (точки 22-27 и 39-45).

$\lambda_+ = 28 \cdot e^{-0.0008N}$ ($R^2=0,83$). Расчет выполнен для полярных электропроводностей λ_+ и λ_- , измеряемых в фСм/м, и концентрации аэрозолей N в 10^6 м^{-3} .

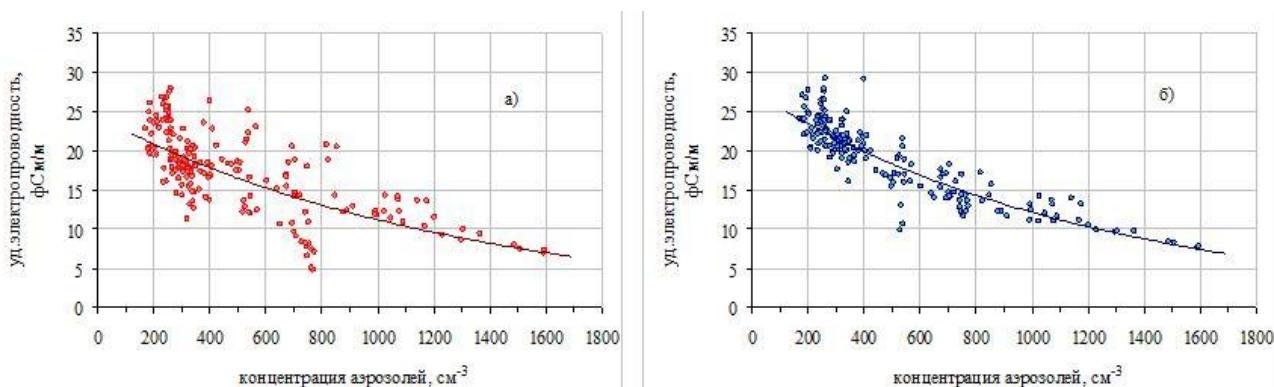


рис.2. Ряды регрессии положительной (а) и отрицательной (б) полярных электропроводностей атмосферы по значениям концентрации аэрозолей с диаметром более 0,1 мкм (10-минутные осреднения, 188 замеров) Ч.-Песчаный, август 2022, высота расположения датчиков 1 метр

В таблице представлены значения коэффициентов корреляции полярных электропроводностей с концентрацией аэрозольных частиц разного размера, рассчитанные на основании результатов измерений экспедиции 2022 года.

Таблица 1. Значения коэффициентов корреляции полярных электропроводностей с концентрацией аэрозольных частиц разного размера

d , мкм	>0.1 (все)	0,1-0,2	0,2-0,3	0,3-0,4	0,4-0,5	0,5-0,7	0,7-1,0	>1.0
λ_+	-0,71	-0,68	-0,70	-0,49	-0,45	-0,44	-0,35	-0,28
λ_-	-0,88	-0,85	-0,84	-0,58	-0,64	-0,73	-0,66	-0,54

Обращает на себя внимание тот факт, что электропроводность сильнее зависит от концентрации более мелких частиц, а отрицательная электропроводность в большей степени реагирует на аэрозоли, чем положительная.

Построение минералогической модели геологического разреза на основе данных ИНГК-С

Сабирова Аделина Рустамовна

Уфимский университет науки и технологий

Вахитова Гузель Ринатовна, к.т.н.

adelina.sabirova2018@yandex.ru

Задача оценки литологии горных пород сложного строения и полиминерального состава на основе интерпретации стандартного комплекса геофизических данных, зарегистрированных в скважинах, является трудной и актуальной. Поэтому в настоящее время для её решения в комплекс ГИС включают специальный метод – импульсный нейтронный гамма-картаж спектрометрический (ИНГК-С). Он позволяет зарегистрировать гамма-спектры отдельных минералов в составе породы после её облучения потоком быстрых нейтронов и в результате интерпретации получить детальную минеральную модель геологического разреза.

Цель данной работы заключается в построении детальной минералогической модели горных пород на основе скважинных данных.

Усовершенствована методика пересчёта зарегистрированных гамма-спектров в весовые доли химических элементов горных пород, увеличена статистика обработанных данных, выполнены соответствующие расчёты и получена объёмная минеральная модель для двух геологических разрезов. Обработка данных ИНГК-С и расчёты выполнялись в системе ПРАЙМ, разработчиком является кафедра геофизики УУНиТ.

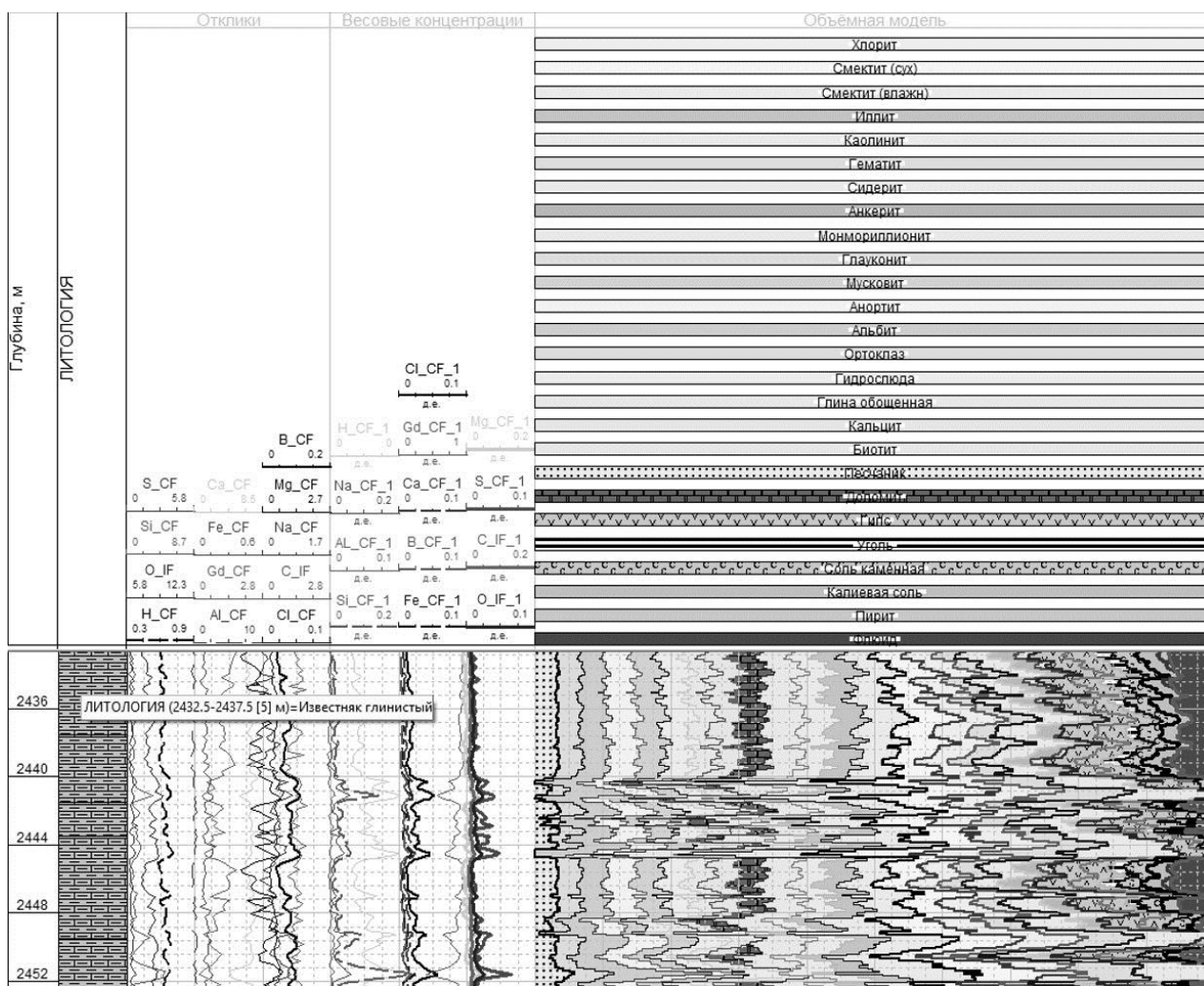


рис.1. Результаты интерпретации ИНГК-С и определения минералогического состава

Полученные результаты имеют важное значение для дальнейшей интерпретации комплекса ГИС. Построенная минеральная модель является основой для внесения поправок при расчёте пористости коллекторов за литологию и детального описания коллекторов.

Список публикаций:

[1] Велижанин В.А. Инструкция по проведению импульсного спектрометрического нейтронного гамма картожа аппаратурой серии АИМС и обработке результатов / В.А. Велижанин, В.С. Бортасевич, Д.Р. Лобода, Т.Е. Меженская, С.Н. Саранцев, В.М. Теленков, Р.Т. Хаматдинов, В.Г. Черменский ("Нефтегазгеофизика"), Н.К. Глебова (СНГФ), 2004. – 81 с.

[2] Вахитова Г.Р., Шарафудинов Р.Ф., Бикметова А.Р. Определение минералогического состава сложных коллекторов по результатам интерпретации данных импульсного нейтронного гамма-каротажа спектрометрического // Нефтяное хозяйство. 2021. №8 (выпуск 1174). С. 27-30

Сравнительный анализ сланцевых толщ

Шаяхметова Фируза Фариховна

Уфимский университет науки и технологий

Привалова Ольга Разимовна, ст. преподаватель УУНУТ, ст. эксперт РН-БашНИПИнефть

Shayakhmetova2002@yandex.ru

На фоне прогнозов об истощении традиционных углеводородов все чаще обращают внимание на нетрадиционные. Уже несколько десятков лет Россия изучает и оценивает их. Наиболее перспективным представляется переход к разработке низко- и сверхнизкопроницаемых пород, включая и сланцевые УВ. Этот термин происходит от слова «сланец»-пелитоморфная тонкослоистая терригенная порода, содержащая чешуйки глинистых минералов, а также кварц, кальцит и др. минералы глинисто-алевритовой размерности в

различных соотношениях. Основным признаком является сланцеватость-способность расслаиваться[1]. При содержании органического вещества (ОВ) 3-50% породу называют горючим или нефтяным сланцем, который в определенных условиях способен отдавать нефть. Такими перспективными нефтеносными толщами в России являются следующие свиты: куонамская на Восточно-Сибирской платформе, баженовская в Западной Сибири; хадумская Восточного Предкавказья; менилитовая Предкарпатского прогиба и пиленгская острова Сахалин. В связи с этим, целью работы являлось изучение литологии и коллекторских свойств перечисленных ранее толщ.

В приведенной ниже таблице приведена часть характеристик сланцевых толщ по литологии и ФЕС[2, 3].

Объект	Горизонт	Слои	Литология	Описание	Пористость	Проницаемость	Сорг	Дебит, м ³ /сут	Особенности
Куонамская свита Восточной Сибири	Еркетский	Малокуонамские		Глинистые, серые, волнисто-слоистые известняки, кремнистые сланцы Глинистые, зеленато-серые известняки	Общая-5-30%	0,001-1 мД	0,1-19,5 %	250	Высокое содержание органических веществ, наличие трилобитов, брахоподов, мелкоравнинных фаун
	Оленекский	Маспакыйские							
Пиленгская свита острова Сахалин	Уранайский	Пиленгско-хузинские		Кремнистые аргиллиты и силшиты, песчаники Кремнистые аргиллиты и силшиты Углистые породы, силшиты, аргиллиты	Общая- 1,7-36% Открытая- 1,5-35% Трещинная- 0025-2,96%	0,14-202 мД	3,97 %	195-250	Трещино-поровый тип коллектора в кремнистых отложениях, отрицательный скин-эффект(66,4 %)
	Борский	Пиленгско-Нижнеборские							
	Люкоминский	Люкоминско-пиленгская							
Баженовская свита	Верхнеюрские	Волжский		Аргиллиты темносерые, почти черные, часто литовидные, битуминозные, с прослоями слабо алевролитистых аргиллитов и органогенно-глинисто-карбонатных пород	Общая 2-5%	Более 0,01мД	Более 20%	200	Высокая радиоактивность пород. Отмечаются остаткифауны-онихиты, равнины двусторок. Присутствуют конкреции, содержащие кальцит или доломит. Текстура слоистая, горизонтальная.

Условные обозначения:



Анализ этих данных в таблице показывает, что наиболее перспективным среди этих сланцевых толщ является баженовская свита. Продуктивные участки характеризуются низкими ФЕС: проницаемость не более 0,01 мкм², пористость 2-3%, иногда встречается 5-8%. Основным отличием является повышенное содержание ОВ, которое составляет более 20%. Добыча нефти характеризуется высокой продуктивностью до 300-500 Т/сут, а иногда до 700 Т/сут.

Хадумская свита существенно менее продуктивна, чем Бажен. Породы, слагающие данную свиту имеют среднюю проницаемость 5 мкм², а пористость варьируется от 0,1 % до 5%, содержание органического вещества более 3%. Если Бажен находится сейчас в промышленном освоении, то для Хадума технологий освоения пока не существует вовсе. Это – практически не тронутый потенциал.

Куонамская свита в восточной части Сибирской платформы близка к баженовской и обладает высоким ресурсным потенциалом. Характеризуется такими коллекторскими свойствами, как пористостью 3-5%, проницаемостью 0,001-1 мкм², содержанием ОВ 4-5% и дебитом до 250 Т/сут. [2]

Таким образом, ближайшие перспективы освоения сланцевой нефти в России больше связаны с колоссальными запасами баженовской свитой Западной Сибири и с куонамской свитой Восточной Сибири, а также интерес представляют и другие рассмотренные толщи.

Список публикаций:

- [1] Калмыков Г.А., Ступакова А.В. // Вестник Московского Университета, сер. 4, Геология, 2015, №3, С. 24
 [2] Яндарбиев Н.Ш., Фадеева Н.П. //Георесурсы. 2017. Спецвыпуск. Ч. 2. С. 208-226
 [3] Конторович А.Э., Меленевский В.Н.//Геология и геофизика. 1998. Т. 39, № 11. С. 1477-149