

## **ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ СВИНЦОМ-210 (НА ПРИМЕРЕ ЮГО-ВОСТОКА Г. РОСТОВА-НА-ДОНУ)**

**© 2007 г. Л.В. Зорина, В.В. Стасов, Е.А. Бураева  
НИИ Физики при Южном Федеральном Университете**

Радионуклид  $^{210}\text{Pb}$  может быть как естественного происхождения, так и техногенного. Целью настоящей работы на основе достаточно длительных систематических измерений содержания  $^{210}\text{Pb}$  в приземном воздухе попытаться выявить техногенную составляющую, определив особенности влияния метеорологических и климатических условий на его вариации для умеренных широт с континентальным и умеренно-аридным климатом. Среди источников технологически повышенного фона вызываемого огромными и все растущими объемами добычи и переработки минерального сырья ЕРН следует особо выделить добычу и сжигание всех видов органического топлива.

Как подтверждают многочисленные публикации, в районах расположения объектов сжигания органического топлива происходит значимое загрязнение приземного слоя воздуха ЕРН. Наиболее изучен вопрос о влиянии объектов тепловой энергетики на угле [1 и др.]. Радиационная обстановка на подобных объектах Ростовской области изучалась в [2, 3].

В условиях крупного города источниками загрязнения приземного слоя воздуха могут быть продукты сгорания практически всех видов природного органического сырья и продуктов его переработки для целей отопления в зимний период (уголь, природный газ, нефтепродукты), работы автотранспорта (продукты переработки нефть-бензин, солярка), утилизация отходов органической природы (древесные и растительные отходы). В полной мере это относится и к г. Ростову-на-Дону. Для контроля радиоактивности приземного слоя воздуха в 2000 году в НИИ Физики ЮФУ создана и с середины 2001 года непрерывно действует аспирационная станция. В стационарную аспирационную станцию входят: фильтро-вентиляционная установка (ФВУ) и две седиментационные кюветы для сбора атмосферных осадков, площадью по  $0,25\text{ м}^2$  каждая.

ФВУ (рис. 1) используется для отбора проб дисперсной фазы атмосферных аэрозолей. Фильтро-вентиляционная установка разработана на базе электровентилятора производительностью  $600\text{ м}^3/\text{час}$  и давлением  $335\text{ мм р.с.}$  (мощность

эл. двигателя 0,676 квт). На фильтродержателе (цилиндр из металлической сетки) устанавливается фильтр из ткани Петрянова ФПП-15-1.7 общей площадью 0,56 м<sup>2</sup> (в том числе торцевой части площадью 0,028 м<sup>2</sup>). Воздух через заборный патрубок поступает в герметичную камеру с фильтром и через воздухоотводящий патрубок и электровентилятор выбрасывается в атмосферу. Контроль расхода воздуха проводится сразу после установки и перед снятием фильтра.

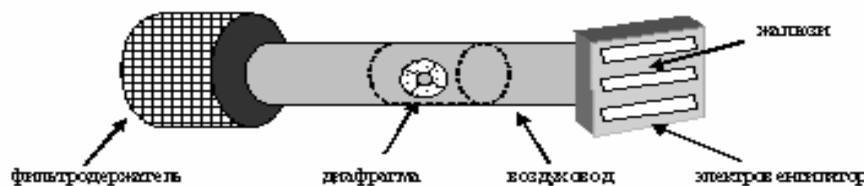
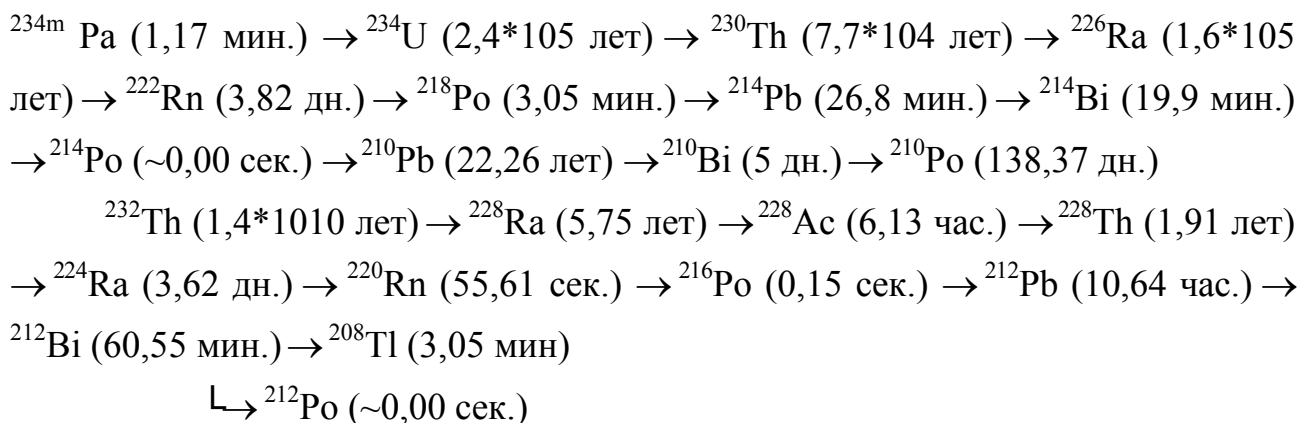


Рис. 1. Схема фильтро-вентиляционной установки

Контроль за расходом воздуха производится с помощью измерительной диафрагмы с определением разницы статических давлений в воздуховоде до и после диафрагмы (расположенной в сечении воздуховода) микроманометром ММН-240. Для оценки содержаний радионуклидов использовалась радиометрическая низкофоновая установка РЭУС-II-15 на основе GeHP детектора с эффективностью 25% в диапазоне 30÷1500кэВ, отношением пик/комpton 51,7:1 (модель 7229N-7500sl-2520, фирмы Canberra). И набор счетных геометрий Дента 0,04л (диск высотой  $h=10$  мм, диаметром  $\varnothing=100$  мм, объемом  $V=0,04$  л) для проб атмосферных осадков (после их выпаривания) и геометрии фильтр (цилиндр, высотой  $h=28$  мм, диаметром  $\varnothing=35$  мм,  $V=0,027$  л) и фильтр 1 (диск  $h=7$  мм, диаметром  $\varnothing=50$  мм,  $V=0,015$  л) для проб атмосферных аэрозолей. Перед измерениями пробы выдерживаются 14 суток. Оборудование и стандартные источники гамма-излучения систематически поверяются органами Госстандарта РФ (в основном, в Центре Метрологии ионизирующих излучений ВНИИФТРИ, п. Менделеево). За время эксплуатации полный анализ на содержание  $\gamma$ -излучающих радионуклидов с  $T_{1/2} \geq 10$  сут. выполнен для более 300 проб аэрозолей и 75 проб атмосферных осадков. В число определяемых искусственных радионуклидов входит  $^{137}\text{Cs}$  (возможно определение и других при возникновении чрезвычайных ситуаций), а также радионуклиды космогенного происхождения  $^7\text{Be}$  и  $^{22}\text{Na}$  и естественных радионуклидов  $^{40}\text{K}$ , радионуклидов ряда  $^{238}\text{U}$  –  $^{226}\text{Ra}$  и ряда  $^{232}\text{Th}$ . Полные цепочки с  $T_{1/2}$ :  $^{238}\text{U}$  (4,5\*10<sup>9</sup> лет) →  $^{234}\text{Th}$  (24,1 дн.) →



Среди этих радионуклидов в летучей золе ТЭС на угле содержится в среднем [1]:  $^{40}\text{K}$  (265 Бк/кг);  $^{210}\text{Pb}$  (200 Бк/кг);  $^{210}\text{Po}$  (1700 Бк/кг);  $^{232}\text{Th}$  (70 Бк/кг);  $^{228}\text{Th}$  (110 Бк/кг);  $^{226}\text{Ra}$  (130 Бк/кг). Например, в золе донецких углей содержится в среднем по данным [1], Бк/кг:  $^{226}\text{Ra}$  – 11,5;  $^{210}\text{Pb}$  – 14,8;  $^{232}\text{Th}$  – 3,7;  $^{40}\text{K}$  – 82,5.

В газоаэрозольных продуктах сжигания органического топлива в соответствие с температурой испарения стабильных аналогов радионуклидов следует ожидать по мере возрастания  $T_{\text{исп.}}$ : Rn, K, Ra, Po, Bi, Pb, Ac, Pa, U, Th. В радионуклидном составе приземного слоя воздуха эти радионуклиды техногенного происхождения присутствуют на фоне их естественного содержания. Это относится и к  $^{210}\text{Pb}$ .

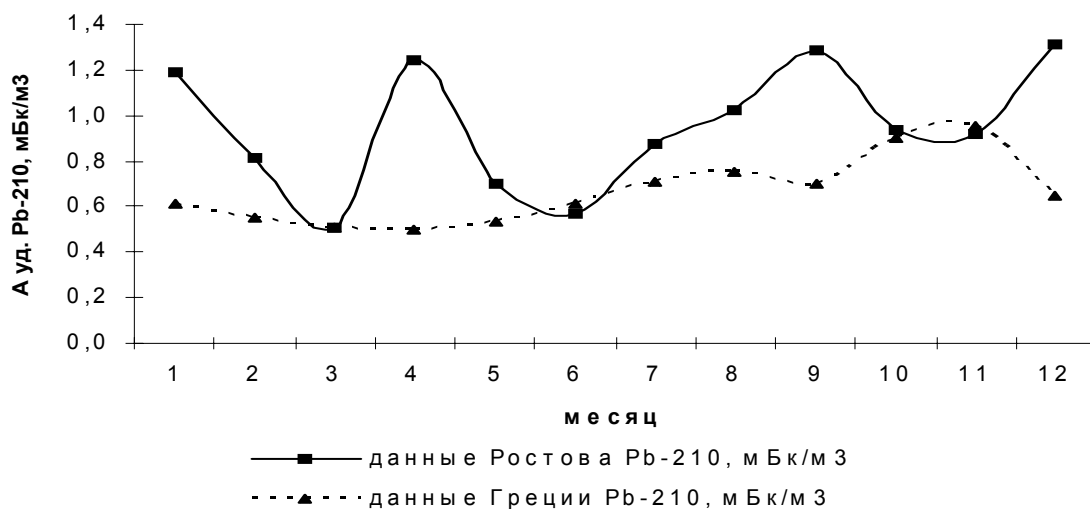


Рис. 2. Зависимость содержаний Рb в аэрозолях по данным Греции и г. Ростова-на-Дону

На Рис. 2 показана сезонная зависимость содержаний  $^{210}\text{Pb}$  в аэрозолях по нашим данным и данным Греции. Как мы видим сезонная зависимость  $^{210}\text{Pb}$  существенно сложнее для Юга России. Более высокие содержания  $^{210}\text{Pb}$  и значительные его вариации могут быть обусловлены частотой условий инверсии при-

поверхностной атмосферы, приводящих к изменениям условий эманации радона и продуктов его распада с земной поверхности в приземном слое воздуха.

Среднемесячное содержание  $^{210}\text{Pb}$  в атмосферных аэрозолях варьирует в широких пределах: от  $0,56 \text{ мБк/м}^3$  до  $4,25 \text{ мБк/м}^3$  при среднегодовом содержании  $1,56 \text{ мБк/м}^3$  (Табл.1). Эти содержания существенно выше содержаний в аэрозолях  $^{226}\text{Ra}$  (от  $0,54 \text{ мкБк/м}^3$  до  $3,2 \text{ мкБк/м}^3$ ) и, следовательно, содержащийся в воздухе  $^{226}\text{Ra}$  никак не может быть основным источником образования в нем  $^{222}\text{Rn}$  и  $^{210}\text{Pb}$ .

Таблица 1

### Сезонный ход $^{210}\text{Pb}$ за 2001–2006 гг.

Год	$\text{Pb-}^{210}$ , ОА, мБк/м <sup>3</sup>				max/min	ОА средняя, мБк/м <sup>3</sup>
	Зима	Весна	Лето	Осень		
2001	2,06	0,66	1,77	1,82	3,13	1,58
2002	1,00	1,15	1,52	2,16	2,17	1,45
2003	1,32	1,39	1,99	1,47	1,52	1,54
2004	1,45	1,00	1,49	1,28	1,49	1,30
2005	1,70	1,07	1,22	1,32	1,58	1,33
2006	3,34	1,49	1,85	1,86	2,24	2,13
2001-2006	1,81	1,13	1,64	1,65	2,02	1,56

По нашим данным в каждом из годовых циклов наблюдений четко проявляется осенне-зимний максимум с ноября по март, весенний максимум в апреле и осенний – в сентябре (Рис. 3).

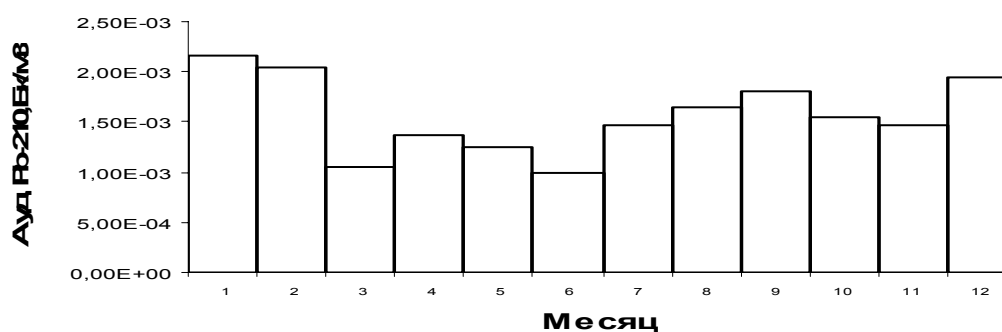


Рис. 3. Распределение  $\text{Pb}$  в аэрозолях усредненное за 2001-2006 гг.

Сезонная зависимость содержания  $^{210}\text{Pb}$  в аэрозолях в естественных условиях должна во многом определяться зависимостью скорости эксгаляции  $^{222}\text{Rn}$  с земной поверхности. В зимний период из-за низких температур, замершей или покрытой снегом почвы эманация радона снижается, следовательно, и содержание свинца должно быть невысоким. Но мы наблюдаем максимум, кото-

рый, скорее всего, связан с отопительным сезоном, когда сжигается большое количество органического топлива. Что подтверждается изучением направления и скорости ветра (Рис. 4). Для Ростова это преимущественно северное, северо-восточное и восточное направление, где расположены частный сектор, Новочеркасская и Нецветаевская ТЭС.

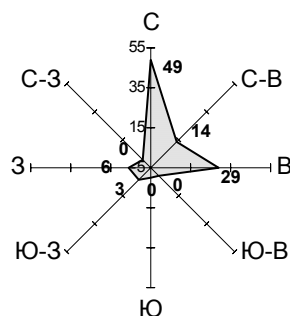


Рис. 4. Направление ветра для г.Ростова-на-Дону за 2001–2006 гг.

Относительно небольшое содержание  $^{210}\text{Pb}$  весной может отражать увлажненность почвы (эманирование радона заметно уменьшается при насыщении почвы влагой). Ожидаемые широкие весенне-летние максимумы содержания  $^{210}\text{Pb}$  в аэрозолях модифицируются за счет значительного количества осадков в этом периоде. При сравнении временного хода среднемесячных содержаний  $^{210}\text{Pb}$  в атмосферных аэрозолях и в осадках (Рис. 3, 5) видно, что в большинстве случаев эти зависимости как бы дополняют друг друга. От весенне-летнего максимума остается ярко выраженный максимум в апреле и в сентябре.

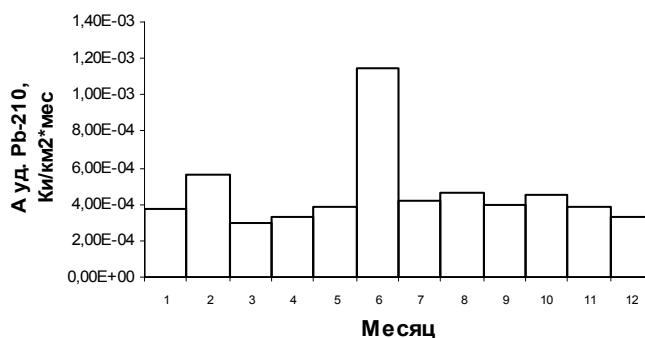


Рис. 5. Плотность распределения Pb в атмосферных осадках, усредненные за 2001–2006 гг.

Совместив среднемесячные распределения температуры и количества осадков (Рис. 6), мы получили кривую, которая приближенно описывает ход Pb естественного происхождения (Рис. 7). Она еще раз доказывает то, что в осен-

не-зимний период повышенное содержание Рb-210 связано со сжиганием органического топлива.

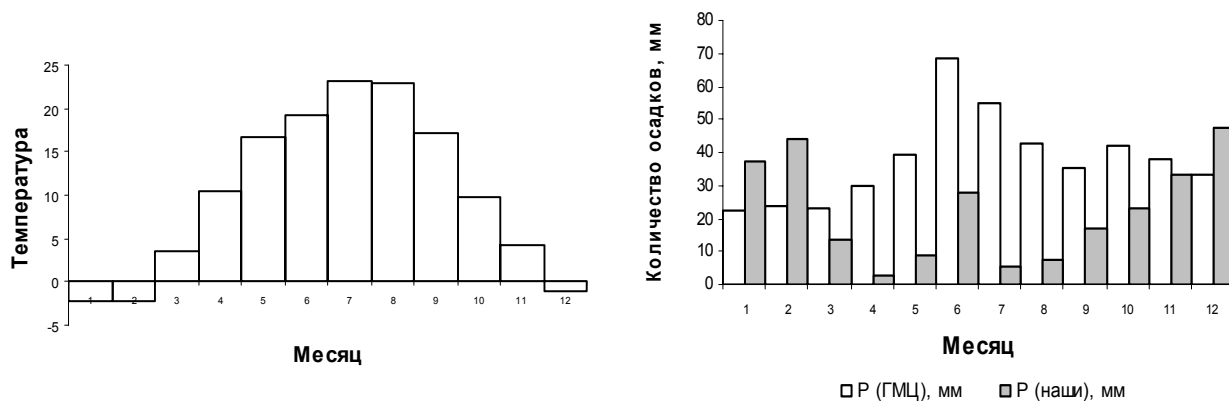


Рис. 6. Распределение температуры и количества осадков, усредненные за 2001–2006 гг.

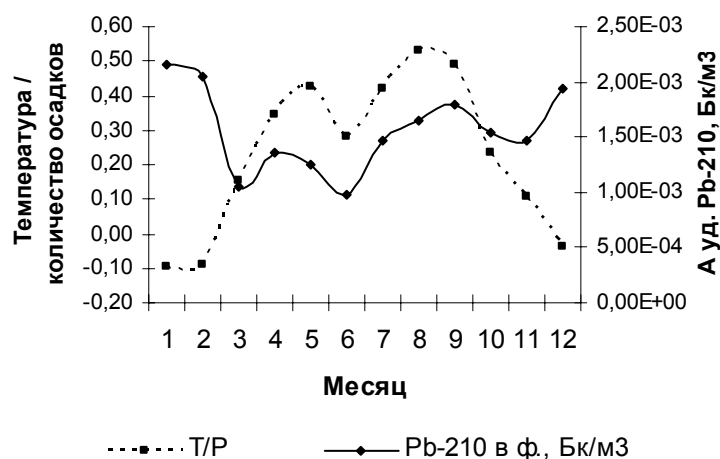


Рис. 7. Сравнение содержания  $^{210}\text{Pb}$  и совмещенной кривой температуры и количества осадков

При сжигании топлива автомобилями так же может поступать  $^{210}\text{Pb}$  в приземный слой воздуха. Первые пробные измерения показали, что в автомобильном топливе и продуктах его сгорания содержатся радионуклиды, в частности  $^{210}\text{Pb}$  (Табл.2). Это дает постоянное повышение содержания свинца в сезонном ходе, которое растет пропорционально увеличению количества автотранспорта.

Таблица 2

	$^{210}\text{Pb}$ , Бк/л (погр., %)	$^{226}\text{Ra}$ , Бк/л (погр., %)
Бензин-92	234,6 (7,3)	23,3 (11,1)
Выхлопы бензина-92	8,8 (8,4)	1,82 (11,6)
Солярка	246,4 (7,1)	21,8 (14,3)
Выхлопы солярки	8,5 (25,5)	9,1 (16,7)

Основные результаты работы докладывались на всероссийской научной конференции студентов-физиков и молодых ученых 20–26 апреля 2007 года в г. Таганроге.

#### Литература

1. *Ильин Л.А., Книжников В.А., Шандала Н.К. и др.* Онкологическая «цена» тепловой и атомной электроэнергии. М.: Медицина, 2001
2. *Давыдов М.Г., Тимонина Ю.А.* Радиоактивные выбросы Новочеркасской и Несветайской ГРЭС. В сб. материалов научно-практической конференции «Проблемы развития атомной энергетики на Дону», Ростов-на-Дону, 29 февраля – 1 марта 2000 г., т. 2, стр. 66–86
3. *Алексахин Р.М.* Ядерная энергия и биосфера. М.: Энергоатомиздат, 1982
4. *Гусев Н.Г., Беляев В.А.* Радиоактивные выбросы в биосфере. Справочник. М. 1987
5. *Моисеев А.А., Иванов В.И.* Справочник по дозиметрии и радиационной гигиене. М.: Энергоатомиздат, 1990
6. *Сердюкова А.С., Капитанов Ю.Т.* Изотопы радона и продукты их распада в природе. М. 1975