

ПЫЛЬНАЯ БУРЯ В ЗОНЕ ОТЧУЖДЕНИЯ ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

© 2011 г. Б. И. Огородников

Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, Чернобыль

Рассмотрена метеорологическая ситуация во время пыльной бури, наблюдавшейся 5 – 7 сентября 1992 г. на территориях Украины и Белоруссии, загрязненных радиоактивными продуктами Чернобыльской аварии. Максимальные средние скорости ветра в Чернобыле и Припяти составляли 10 – 12 м/с, порывы достигали 20 м/с. Установлено, что концентрации радиоактивных аэрозолей в зоне отчуждения Чернобыльской АЭС (ЧАЭС) возрастали на один-два порядка величины. Зарегистрирован перенос радиоактивных пылевых частиц в окрестности Вильнюса.

Ключевые слова: пыльная буря, скорость ветра, радиоактивные аэрозоли, перенос пыли.

Введение

Лесные и луговые пожары, наводнения, пылевые бури относятся к природным явлениям, которые за короткое время могут приводить к территориальному перераспределению радиоактивных веществ, выпавших на землю после аварии 4-го энергоблока ЧАЭС в 1986 г.

Воздействие огня и высоких температур на растительность и верхний слой земли было комплексно представлено на Международной научной конференции «Предупреждение, ликвидация и последствия пожаров на радиоактивно загрязненных землях», состоявшейся летом 2002 г. в Гомеле в Институте леса НАН Беларуси [1]. Смыв радиоактивных веществ при наводнениях, в частности на р. Припять и ее притоках, рассмотрен в [2]. Воздействие сильных ветров на вторичное образование аэрозолей-носителей радиоактивных продуктов Чернобыльской аварии и их перенос на большие расстояния отмечалось в ряде публикаций, например в [3]. Однако пыльные бури оставались за рамками исследований.

В настоящей публикации приведены уникальные данные из фондов ГНЦ РФ «НИФХИ им. Л. Я. Карпова» (Москва) о пыльной буре, захватившей Украину и Белоруссию в сентябре 1992 г. Анализ метеообстановки выполнен И. Н. Кузнецовой – начальником лаборатории оперативного мониторинга радиоактивных загрязнений и спецпрогнозов Гидрометцентра России. Сведения о концентрациях радиоактивных аэрозолей и запыленности атмосферы в августе – сентябре 1992 г. на белорусских метеостанциях любезно предоставили руководители Республиканского центра радиационного контроля и мониторинга природной среды Главгидромета И. И. Матвеевко и О. М. Жукова, а на украинских – руководители Республиканского центра контроля за состоянием природной среды Госкомгидромета В. А. Ситак и В. Е. Вольшев. Пробоотбор в зоне отчуждения и безусловного (обязательного) отселения ЧАЭС (далее – зона отчуждения) и радиометрические измерения аэрозолей выполнили специалисты УДК НПО «Припять».

Понятие о ветровом подъеме пыли и пыльной буре

При сильных ветрах, смерчах, пыльных бурях с земли может подняться большое количество пылевых частиц. Их концентрация, минеральный состав, распределение по размерам зависят от скорости ветра, типа почвы, ее влажности, наличия и вида растительности и других факторов. Перенос и выпадение образовавшихся аэрозолей (часто их называют вторичными) определяется метеообстановкой, высотой подъема в атмосфере, дисперсностью и другими причинами [4].

Согласно [5] пыльные бури возникают при средних скоростях ветра более 8 – 10 м/с. В [6] указано: «Пыльной бурей называется атмосферное явление, когда при сильном ветре в воздух поднимается много пыли, песка, частиц сухой земли, вследствие чего происходит замутнение атмосферы и видимость значительно снижается». В руководстве Росгидромета [7] пыльная буря идентифицируется как стихийное явление с ветровым (скорость 15 м/с и бо-

лее) переносом пыли и песка, сопровождающееся ухудшением видимости до 100 м и менее и приводящее к выдуванию и засыпанию посевов, прекращению движения транспорта.

Выделяют два основных типа пыльных бурь: фронтальные и штормовые [8]. Первые связаны с усилением ветра перед фронтом, на фронте и в тылу фронта; вторые образуются из-за сильных ветров, возникающих в результате взаимодействия двух соседних областей роста и падения давления. Нередко фронтальные пылевые бури переходят в штормовые и наоборот. Ветры свыше 10 м/с не всегда вызывают пыльные бури. Необходима еще значительная сухость почвы. Четыре из пяти пыльных бурь наблюдаются при относительной влажности воздуха ниже 50 %. Дисперсный состав почвенных частиц, поднятых в воздух, характеризуется диаметрами 1 – 100 мкм.

Имеются теоретические и экспериментальные работы по оценке массы пыли, поднятой в воздух и перенесенной ветром [9 – 12]. Как правило, исследователи сходятся на том, что пылеподъем увеличивается в кубе с ростом скорости ветра. Обзор работ по возникновению и ветровому переносу пыли над подстилающей поверхностью опубликован К. П. Махонько [13].

Сведения о пыльных бурях в центральной части Европейской территории СССР

В климатических справочниках [14, 15] обобщены многолетние наблюдения за гидрометеорологическими явлениями на территории СССР. Так, в [14] приведены данные о среднем числе дней с пыльными бурями на метеостанциях «Гомель» и «Василевичи» в юго-восточной части Белоруссии (табл. 1).

Таблица 1. Среднее за год число дней с пыльной бурей в марте – ноябре

Станция	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	За год
Гомель	-	0,3	0,5	0,4	0,4	0,2	0,07	0,05	-	1,9
Василевичи	0,05	0,8	0,6	0,4	0,1	0,05	0,2	0,07	0,07	2,3

В табл. 2 обобщены сведения о наибольшем числе дней с пыльной бурей, зарегистрированных за четверть века на метеостанциях северной части Украины.

Таблица 2. Наибольшее число дней с пыльной бурей в январе – декабре

Станция	Годы	I	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	За год
Чернобыль	1940 - 1965	-	-	-	3	2	-	2	3	-	-	2	6
Семеновка	1936 - 1965	1	-	1	5	6	2	6	1	1	2	1	15
Щорс	1936 - 1965	2	3	3	6	2	4	2	1	1	1	1	14
Чернигов	1936 - 1965	1	1	2	2	2	4	3	2	1	-	1	10

Как следует из табл. 2, по данным метеостанции «Чернобыль» наиболее вероятно, что пыльная буря в зоне отчуждения может возникнуть в мае и сентябре. В юго-восточной части Белоруссии, загрязненной радиоактивными продуктами Чернобыльской аварии, пыльные бури происходят реже, чем в зоне отчуждения и на Черниговщине. Согласно табл. 1, в Гомельской области это явление наблюдается в мае в среднем через год и в сентябре – раз в шесть лет.

В первые годы после Чернобыльской аварии специалисты ряда научно-производственных организации наблюдали несколько раз резкое повышение концентраций аэрозолей в 30-километровой зоне ЧАЭС вследствие сильных ветров.

В публикации [16] сотрудники УДК НПО «Припять» отмечают, что «во время пыльной бури в конце апреля 1987 г. концентрация ^{137}Cs увеличилась на порядок и достигла значения $1,0 \cdot 10^{-11}$ Ки/л», т.е. 370 Бк/м^3 . К сожалению, авторы не сообщают метеоданных, про-

должительности и места отбора пробы. Тем не менее, приведенная концентрация свидетельствует, что содержание радиоактивных веществ в воздухе оказалось очень высокое.

Спустя три недели В. В. Смирнову из НПО «Тайфун» (г. Обнинск) удалось измерить дисперсный состав аэрозолей во время пыльной бури 16 – 19 мая 1987 г. Наблюдения в зоне отчуждения были выполнены на наземных и авиамаршрутах с помощью лазерного анализатора аэрозолей «Дельта». Ветровой унос и образование пылевых облаков происходили при сухой погоде и скоростях ветра, превышавших 10 – 15 м/с. Спектры размеров частиц приземного (1 – 1,5 м) и высотного (150 – 300 м) слоев были близки. В этой работе измерений радиоактивных веществ не проводили.

Еще через два месяца (24 июля 1987 г.) пыльную бурю в зоне отчуждения наблюдала другая группа сотрудников НПО «Припять». В [3] отмечено, что видимость упала до 7 – 10 м, концентрация радиоактивных аэрозолей на пункте контроля ОРУ-750 увеличилась на два порядка величины. Этот пункт находится в полукилометре на юг от объекта «Укрытие». Пробоотборы на других пунктах контроля радиационной обстановки, размещенных в зоне отчуждения, показали, что объемная активность аэрозолей уменьшалась вдвое через каждые 0,4 км по мере удаления от ЧАЭС. На расстоянии 3 км от ЧАЭС повышения концентрации радиоактивных аэрозолей в период бури не наблюдалось, хотя визуально содержание пыли в воздухе было высокое. Авторы публикации [3] не сообщают господствовавшего направления ветра, продолжительности экспонирования фильтров и расположения пунктов пробоотбора относительно участков наибольшего загрязнения местности продуктами аварии. Не исключено, что перенос пыли происходил из восточной или южной частей зоны отчуждения, где плотности выпадения радиоактивных веществ в дни аварии были ниже, чем в западной и северной частях.

В публикации [2] охарактеризована пыльная буря в зоне отчуждения наблюдавшаяся 28 – 29 июля 1988 г. При средней скорости ветра 12 – 15 м/с средняя за сутки концентрация $^{239, 240}\text{Pu}$ достигла в Припяти $1,5 \cdot 10^{-4}$ Бк/м³. Это – в 10 – 15 раз выше, чем средняя величина за 1988 г.

Метеорологическая обстановка в первой декаде сентября 1992 г.

Сведения о температурах и относительной влажности воздуха, скоростях и направлениях ветра в зоне отчуждения были получены с метеостанции «Чернобыль», расположенной на 18 км юго-восточнее ЧАЭС, и метеопункта в Припяти, находящегося в 4 км северо-западнее электростанции. В Чернобыле метеоданные фиксируют через каждые три часа. Направления и скорости ветра измеряют на высоте 10 м. В Припяти эти параметры измеряют на высотах 2 и 12 м, а относительную влажность и температуру на 2 м, и через каждый час записывают на ЭВМ на пульте диспетчера автоматической системы контроля радиационной обстановки (АСКРО). Сопоставление данных, зарегистрированных в Чернобыле и Припяти в первой декаде сентября 1992 г., показало, что они отличаются незначительно. Небольшие различия, очевидно, связаны с орографией пунктов наблюдения, расположением ближайших строений и залесенностью.

Осадки фиксировали только на метеостанции «Чернобыль». С 1 по 5 сентября дождей не было, 6 сентября выпало 3,1 мм, причем половина в виде короткого ливня в 7 ч утра. К этому моменту давление с 1007 ГПа 3 сентября снизилось до 973 ГПа (минимального за декаду). К полудню 6 сентября температура понизилась до 15 °С, а к вечеру – до 9 °С. За двое суток до этого температура в полдень достигала 27 – 28 °С, а накануне – 25 °С. Несмотря на утренний ливень, относительная влажность воздуха 6 сентября в полуденные часы составляла 56 – 62 %, и только после заката солнца повысилась до 92 – 93 %. Такой ход влажности, очевидно, был обусловлен иссушенностью почвы: в предыдущие сентябрьские дни осадков не было, а относительная влажность воздуха днем составляла около 40 % и ночью – 60 – 70 %.

Средние скорости ветра, зарегистрированные в Припяти и Чернобыле в первой половине сентября, приведены на рис. 1 и 2. Как видно, на обеих метеоплощадках с

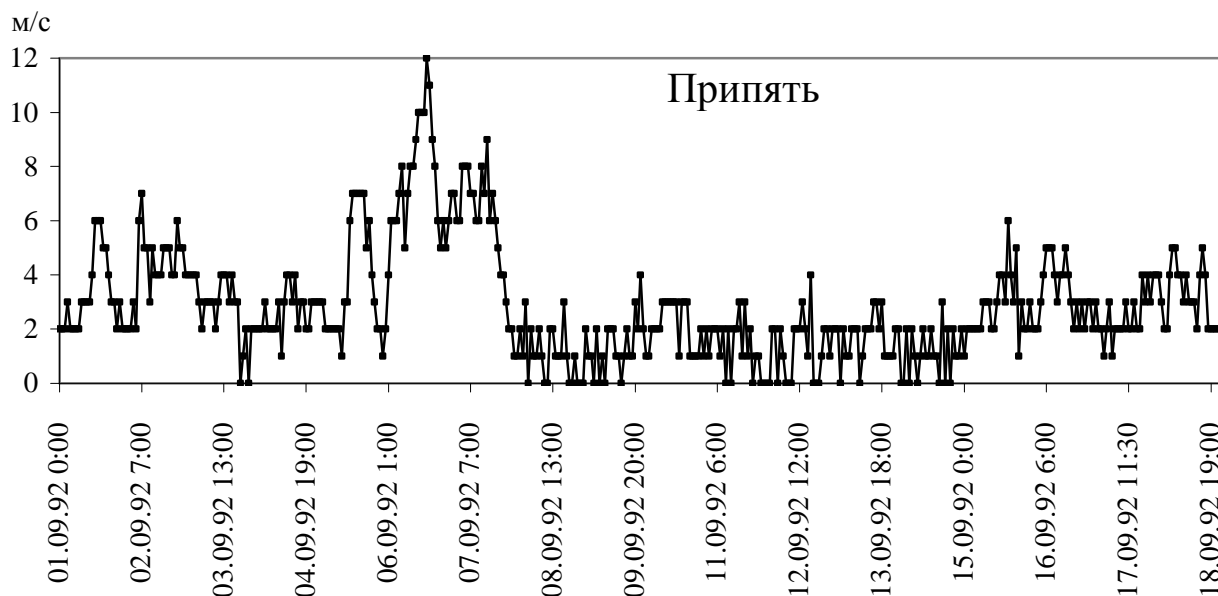


Рис. 1. Средние скорости ветра в Припяти в сентябре 1992 г.

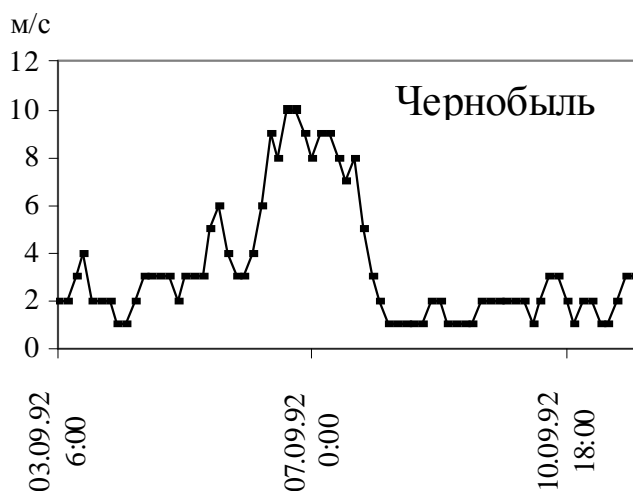


Рис. 2. Средние скорости ветра в Чернобыле в сентябре 1992 г.

5 сентября фиксировали ветры со средней скоростью выше 6 м/с на протяжении 50 ч. При этом с полудня 6 сентября в последующие 30 ч скорости ветра находились в диапазоне 8 – 12 м/с. Порывы ветра, превышавшие 15 м/с, регистрировали в Припяти 6 сентября с 11 до 16 ч, а в Чернобыле – 6 и 7 сентября с 06 до 18 ч. Максимальные порывы 17 – 18 м/с отмечены в Припяти 6 сентября около полудня и на следующий день – около 18 ч. В Чернобыле максимальные порывы 20 – 21 м/с наблюдали 6 сентября между 12 и 18 ч.

На метеостанции «Чернобыль» в дневные часы 6 и 7 сентября в журнале КМ-1 в графе «особые явления» сделаны записи: «Пыльная буря». Начальник метеостанции сообщил, что днем 6 сентября при поездке в поселок Страхолесье в юго-восточной части зоны отчуждения пришлось трижды останавливать машину из-за того, что не было видно дороги. В оба указанных выше дня пыльные бури были отмечены на белорусских метеостанциях в Гомеле и Бобруйске.

Возникновение и развитие пыльной бури было связано с прохождением вблизи зоны отчуждения циклона, зародившегося 4 сентября над Балканами. Анализ синоптических карт приземного уровня, 850 и 700 мбар (т.е. еще на высотах около 1,5 и 3 км) позволил в Гидрометцентре России проследить маршрут оси циклона вплоть до его заполнения 8 сентября над Балтийским морем западнее Риги (рис. 3).

Незадолго до пыльной бури через западные части Украины и Белоруссии 5 сентября проходил холодный атмосферный фронт, в тыл которого с севера до Карпат происходил заток холодного воздуха. В передней части барической депрессии с юга наблюдался вынос

очень теплой воздушной массы. Контраст температуры в зоне атмосферного фронта в нижнем 1 – 3-километровом слое составлял 8 – 9, а у поверхности земли – 14 – 16 °С. Около полудня 5 сентября на "волнящем" участке холодного атмосферного фронта около Черновцов сформировался небольшой по площади циклонический вихрь, который, углубляясь до 981 мбар в центре и расширяясь, стал перемещаться на север. Вместе с ним, подгоняемый обвалом холода, через Западную Украину на северо-восток со скоростью 40 – 50 км/ч перемещался холодный атмосферный фронт. Эти процессы стали причиной повышения в полуденные часы 5 сентября средних скоростей ветра в Чернобыле и Припяти до 6 – 7 м/с (см. рис. 1 и 2). Утром 6 сентября (06 – 09 ч) холодный атмосферный фронт со скоростью 7 – 10 м/с проходил над Киевом, в результате чего температура воздуха у земли стала на 9 °С ниже, чем сутками ранее. Начался дождь. Ливни продолжались до полуночи. Атмосферное давление 6 и 7 сентября в Киеве оставалось стабильным около 991 мбар.

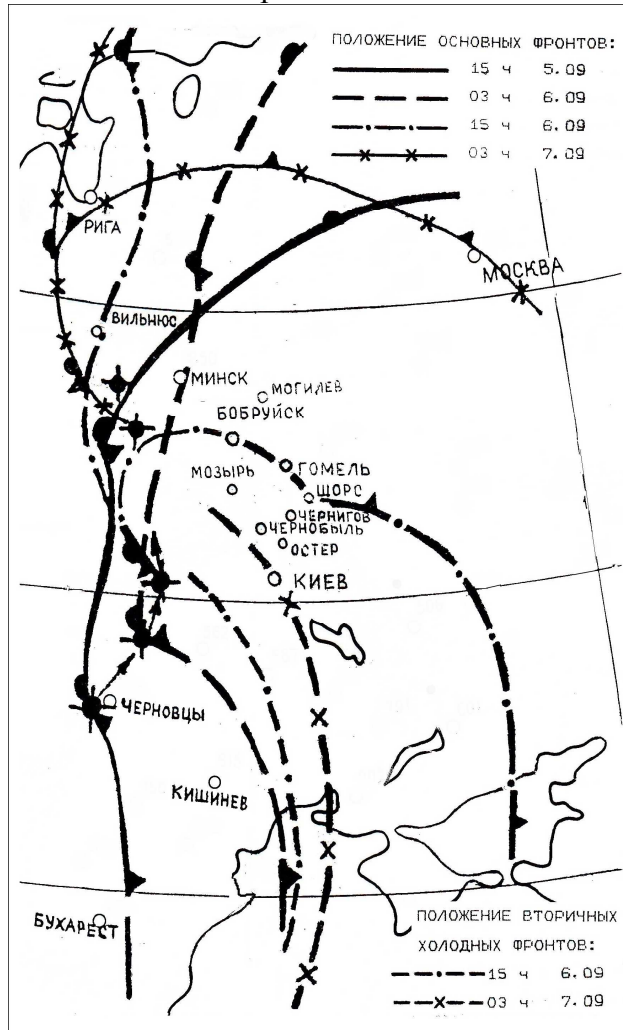


Рис. 3. Перемещение центра циклона (●) и связанных с ним атмосферных фронтов 5 – 7 сентября 1992 г. Время московское.

В 12 ч 6 сентября основной холодный фронт находился на линии Гомель – Бобруйск. Осадков на этом участке фронта не было. Именно в эти часы там первый раз были отмечены пыльные бури. Появление пыльной бури, совпавшее с усилением юго-восточного ветра до 12 м/с, отмечено в Гомеле в 12 ч и в Бобруйске в 15 ч. В табл. 3 приведены данные наблюдений 6 и 7 сентября 1992 г. на метеостанциях в Киеве, Чернигове, Мозыре, Бобруйске и Гомеле.

Пыльная буря в Бобруйске наблюдалась 6 сентября с 15 до 18 ч при юго-восточных ветрах 10 – 12 м/с. К 21 ч ветер ослабел до 5 м/с, начался дождь, продолжавшийся с небольшими перерывами до 09 ч следующих суток.

6 сентября в 18 ч новая волна холода, передний край которой на рис. 3 обозначен линией вторичного холодного фронта, приблизилась с юго-запада к Киеву. В 21 ч этот фронт проходил Гомель и Чернигов. Хотя средняя скорость ветра в Чернигове усилилась до 15 – 17 м/с, дождя и пыльной бури не было. В Гомеле пыльная буря началась около 12 ч и продолжалась до полуночи, пока не прошел короткий ливень и ветер ослабел до 7 м/с.

Ночью 7 сентября циклон начал заполняться. Центр его переместился на юг Белоруссии. Центральная часть циклона стала термически однородной, но по периферии валообразно продолжали перемещаться порции холодного воздуха. К 06 ч новая волна с температурой примерно на 3 °С ниже, чем в предыдущей, в виде вала приблизилась к линии Бобруйск – Гомель – Чернигов. Хотя максимальные скорости (до 12 м/с) по-прежнему наблюдались на наиболее удаленной от центра периферии циклона в районе Чернигова, пыльная буря повторно появилась в Гомеле около 09 ч при южном ветре со средней скоростью 10 м/с. Даже при стихшем до 3 – 5 м/с ветре мгла сохранялась до 18 ч. Очевидно, почва здесь была переувлажнена. Помимо влияния динамического фактора сказалась сильная термическая неустойчи-

вость воздушной массы. В итоге во второй половине дня в районе Гомеля сформировались в тылу циклона ячейки активной конвекции, ставшие дополнительным фактором вертикального перемешивания запыленного и малоподвижного воздуха.

Таблица 3. Температура воздуха, направление и средняя скорость (м/с) ветра, метеорологические явления (д – дождь, пб – пыльная буря) на метеостанциях Украины и Белоруссии

Дата	Час	Киев			Чернигов	Мозырь			Бобруйск		Гомель	
		Т, °С	Ветер	Явл.	Ветер	Ветер	Явл.	Ветер	Явл.	Ветер	Явл.	
6.09.92	00	21	юв 3	д	юв 5	юв 5	-	в 5	-	в 5	-	
	03	17	ю 5	-	в 5	в 7	-	в 7	-	в 7	-	
	06	14	юв 7	-	юв 10-	в 5	-	в 7	-	в 10	-	
	09	13	юв 7	-	юв 15	ю 10	-	в 7	-	юв 10	-	
	12	12	ю 10	д	юв 17	юз 7	-	юв 7	-	юв 12	пб	
	15	10	ю 7	д	юв 17	юв 10	д	юв 10	пб	юв 10	пб	
	18	9	ю 5	д	ю 17	юв 5	д	юв 5	пб	юв 12	пб	
	21	9	ю 7	д	ю 15	юв 5	д	в 5	д	юв 10	пб	
7.09.92	00	12	ю 5	-	ю 15	юв 5	-	юв 5	-	юв 10	д, пб	
	03	11	юв 5	-	ю 15	ю 5	д	юв 5	д	ю 7	-	
	06	11	юв 3	д	ю 10	ю 5	д	юв 5	д	ю 7	-	
	09	14	ю 5	-	ю 12	ю 5	-	юв 5	д	ю 10	пб	
	12	16	ю 5	-	ю 10	юв 5	-	юв 5	-	ю 10	пб	
	15	16	ю 5	-	ю 7	ю 5	-	юв 5	-	ю 5	пб	
	18	13	юз 3	-	юз 3	юв 3	д	юв 5	-	юз 3	пб	
	21	10	слаб.	-	слаб.	юв 5	-	юв 5	-	юв 3	-	

Перенос воздушных масс 6 сентября из района Киев – Гомель происходил в нижнем полуторакилометровом слое со скоростью 20 – 25 м/с на северо-запад (на Белоруссию и Литву). На следующий день воздушные массы приобрели большую северную составляющую и оказались в восточной части Белоруссии, в Латвии и Эстонии. Циклон заполнился 8 сентября над Балтийским морем западнее Риги.

Радиоактивные аэрозоли в зоне отчуждения

Отбор и анализ

В 1992 г., как и на протяжении всех пяти лет, прошедших с момента аварии, наблюдения за радиоактивными аэрозолями осуществляли путем отбора проб на 20 пунктах АСКРО и четырех аспирационных установках (АУ), равномерно размещенных на территории зоны отчуждения. Воздух круглосуточно прокачивали через фильтрующий материал ФПП-15-1,5 с помощью вентилятора 12 ЦС-34 производительностью около 1000 м³/ч. Площадь фильтра на пунктах АСКРО составляла 0,2 м² и на АУ – 0,3 м². Экспозиция фильтров обычно продолжалась 3 – 10 сут. После этого они поступали в лабораторию УДК НПО «Припять» для радиометрических и радиохимических анализов.

Во время пыльной бури в сентябре 1992 г. был проведен расширенный контроль радиационной обстановки. На ряде пунктов АСКРО и на трех АУ были выполнены пробоотборы с короткими экспозициями (3 – 4 ч) или обязательной заменой фильтров через сутки. Для получения экспресс-данных фильтры спрессовывали в брикеты диаметром 50 мм и высотой 10 – 15 мм и направляли на гамма-спектрометрию. Затем выполняли анализы по штатным методикам.

Концентрации

В августе – сентябре 1992 г. аэрозоли-носители ^{137}Cs были определены в пробах, отобранных на пунктах мониторинга ОРУ-750, ОВД-2 и БНС (береговая насосная станция). Последний пункт расположен в 3 км восточнее ЧАЭС на северо-восточном берегу водоема-охладителя. На ОРУ-750 и БНС до и после пыльной бури наблюдались концентрации ^{137}Cs в диапазоне $0,005 - 0,01 \text{ Бк/м}^3$. В Припяти на ОВД-2 концентрации были на порядок величины ниже (рис. 4).

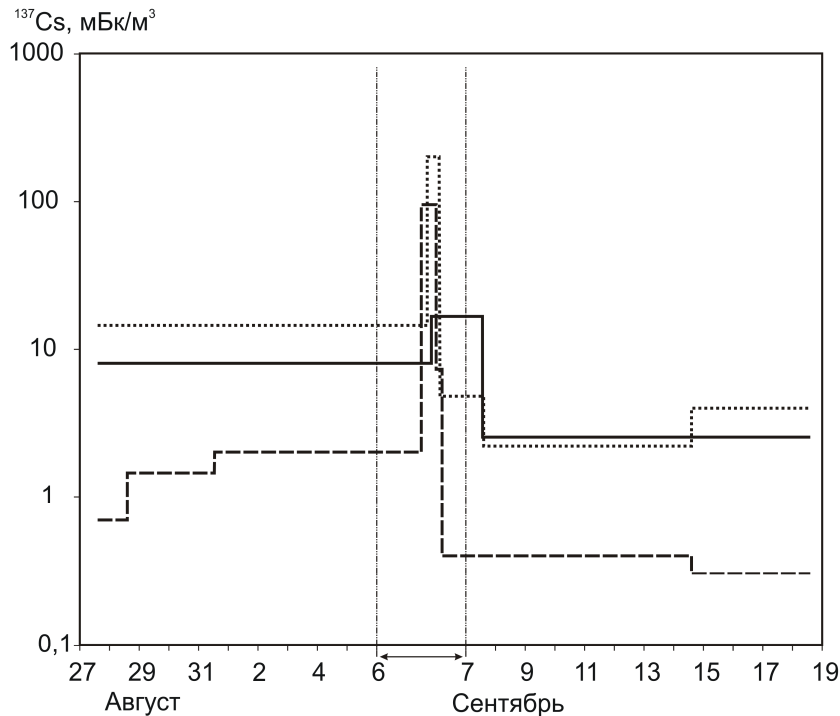


Рис. 4. Концентрации ^{137}Cs на пунктах ОРУ-750 (....), БНС (—) и ОВД-2 (-----) в августе – сентябре 1992 г.

В период пыльной бури содержание аэрозолей на всех трех пунктах резко увеличилось. 6 сентября на ОРУ-750 с 14 до 17 ч средняя концентрация составила около $0,2 \text{ Бк/м}^3$, т.е. возросла примерно в 20 раз. Эта величина оказалась максимальной в 1992 г. среди всех 24 пунктов мониторинга аэрозолей в зоне отчуждения. В тот же день в пробе, отобранной на ОВД-2 с 12 до 16 ч 20 мин, содержание ^{137}Cs оказалось близко к $0,1 \text{ Бк/м}^3$, т.е. возросло примерно в 100 раз. Обе пробы, полученные в полуденные часы, пришлось на период максимальных скоростей ветра (см. рис. 1 и 2). К вечеру ветер несколько стих и, как следствие, уменьшилась объемная активность аэрозолей. Еще в

одной пробе, взятой на ОВД-2 с 16 ч 20 мин до 19 ч 30 мин, концентрация снизилась до $0,007 \text{ Бк/м}^3$. Тем не менее она на порядок величины превосходила «фоновый» уровень.

6 – 7 сентября были отобраны пробы на ОРУ-750 в течение 21 ч (17 – 14 ч) и на БНС в течение 23 ч (14 ч 20 мин – 13 ч 20 мин). Поскольку обе пришлось на период затухания пыльной бури, особенно в ночные часы, то зарегистрированные концентрации ^{137}Cs были не столь высокие, как в полдень 6 сентября. На ОРУ-750 объемная активность ^{137}Cs составила $0,005$ и на БНС – $0,017 \text{ Бк/м}^3$.

7 сентября проба с короткой экспозицией была отобрана на пункте АСКРО в Чернобыле (11 ч – 12 ч 40 мин). На рис. 1 и 2 видно, что в это время здесь и в Припяти вновь были высокие средние скорости ветра, достигавшие $8 - 9 \text{ м/с}$. Как следствие этого, объемная активность ^{137}Cs составила около $0,002 \text{ Бк/м}^3$ и на порядок величины превысила средний уровень, наблюдавшийся в Чернобыле в апреле – октябре 1992 г.

Следует отметить, что концентрации ^{137}Cs (см. рис. 4) перед пыльной бурей были выше, чем после ее окончания. Это связано как с высокими скоростями ветра в конце августа – начале сентября, что следует из рис. 1 и 2, так и увлажнением почвы дождями: 6 сентября выпало $3,6 \text{ мм}$ осадков, 9 – $1,5 \text{ мм}$ и 10 – $0,1 \text{ мм}$.

Во всех пробах помимо ^{137}Cs с помощью радиохимических анализов были определены содержания ^{90}Sr , ^{238}Pu и $^{239, 240}\text{Pu}$ (табл. 4).

Как следует из табл. 4, в отобранных пробах содержание ^{90}Sr синхронно изменялось с содержанием ^{137}Cs . При этом соотношение концентраций $^{137}\text{Cs}/^{90}\text{Sr}$ было близко к 3. Объемные активности изотопов плутония в пробах, отобранных на ОВД-2, ОРУ-750 и в Чернобыле, также были синхронизированы с ^{137}Cs . При этом соотношения концентраций $^{137}\text{Cs}/^{238}\text{Pu}$ составляли в среднем 345, а $^{137}\text{Cs}/^{239,240}\text{Pu}$ – около 190. В пробе, отобранной на

Таблица 4. Концентрации ^{137}Cs , ^{90}Sr , ^{238}Pu и $^{239,240}\text{Pu}$ в аэрозолях и соотношения этих радионуклидов в период пыльной бури в сентябре 1992 г.

Пункт	Отбор пробы		Концентрация, мБк/м ³				$\frac{^{137}\text{Cs}}{^{90}\text{Sr}}$	$\frac{^{137}\text{Cs}}{^{238}\text{Pu}}$	$\frac{^{137}\text{Cs}}{^{239,240}\text{Pu}}$
	начало	период	^{137}Cs	^{90}Sr	^{238}Pu	$^{239,240}\text{Pu}$			
ОВД-2	6.09 12 ⁰⁰	4 ²⁰	96	40	0,28	0,066	2,36	348	147
ОВД-2	6.09 16 ²⁰	3 ¹⁰	7	2	0,024	0,0034	3,58	286	207
ОРУ-750	6.09 14 ⁰⁰	3 ⁰⁰	200	59	0,061	1,1	3,25	313	170
ОРУ-750	6.09 17 ⁰⁰	21 ⁰⁰	4,8	1,7	0,0011	0,0026	2,88	433	185
БНС	6.09 14 ²⁰	23 ⁰⁰	17	4	0,0014	0,0015	4,18	1200	1153
Чернобыль	7.09 11 ⁰⁰	1 ⁴⁰	1,7	0,48	-	0,0006	3,54	-	242

БНС, соотношения этих радионуклидов оказалось существенно больше (1100 – 1200), однако ближе к расчетному содержанию радионуклидов в ядерном топливе реактора к моменту аварии. Низкие значения отношений активностей $^{137}\text{Cs}/^{238}\text{Pu}$ и $^{137}\text{Cs}/^{239,240}\text{Pu}$ в пробах, доставленных с ОВД-2 и ОРУ-750, вероятнее всего связаны с тем, что плутоний выпал преимущественно вблизи разрушенного 4-го блока, а первоначальное радиоактивное облако распространялось в западном направлении.

Радиоактивные аэрозоли за пределами зоны отчуждения

Важные и интересные данные о радиоактивных аэрозолях в августе и сентябре 1992 г. за пределами зоны отчуждения были получены с ряда метеостанций Украины (Остер, Щорс) и Белоруссии (Гомель, Минск, Могилев, Мозырь), а также из Института физики Литвы, находящегося в Вильнюсе.

В этих местах, как и в зоне отчуждения, аэрозоли отбирали с помощью фильтрующего материала ФПП-15-1,5. В Минске круглосуточную прокачку воздуха с расходом 400 м³/ч вели через фильтр площадью 0,3 м². В Мозыре и Могилеве с производительностью в 10 раз выше при площади фильтра 1 м² круглосуточно работали установки «Тайфун-3». В Гомеле использовали подобную установку, но продували воздух 6 ч днем и 6 ч ночью. После окончания экспозиции и выдержки фильтров в течение не менее трех суток (для распада дочерних продуктов радона и торона) измеряли по штатной методике суммарную долгоживущую бета-активность ($\sum\beta$), основной вклад в которую вносили $^{90}\text{Sr} + ^{90}\text{Y}$, ^{106}Ru , $^{134,137}\text{Cs}$, ^{144}Ce , ^{241}Pu . Значения $\sum\beta$ за август и сентябрь представлены в табл. 5. В Гомеле, Могилеве и Мозыре помимо радиоактивных веществ определяли еще массу пыли.

Таблица 5. Концентрации аэрозолей-носителей смеси долгоживущих β -излучающих нуклидов на метеостанциях Белоруссии и Украины в августе – сентябре 1992 г.

Концентрация, мБк/м ³	Пункт наблюдения					
	Остер	Щорс	Мозырь	Гомель	Могилев	Минск
Средняя в августе	0,35	0,5	0,12	0,16	0,19	0,074
Максимальная 1 – 10 сентября	1,23	2,47	0,86	0,25	0,7	0,41

В Остере и Щорсе, расположенных в Черниговской области (см. рис. 3), приближение пыльной бури сказалось уже 5 сентября. В этот день в Остере среднесуточная величина $\sum\beta$ возросла до 1,2 мБк/м³ и в Щорсе – до 0,9 мБк/м³. В последующие двое суток в Щорсе $\sum\beta$ достигла максимального значения 2,5 мБк/м³, а в Остере несколько снизилась (до

0,8 мБк/м³). Очевидно, 5 сентября в районах этих метеостанций сильные ветры, проявились в большей мере, чем в Чернобыле и Припяти, где в полуденные часы средние скорости ветра достигали 6 – 7 м/с (см. рис. 1 и 2). Следует отметить, что в Остере и Щорсе 15 сентября снова наблюдалось повышение концентрации радиоактивных аэрозолей. Очевидно, это произошло вновь из-за сильных ветров, которые отмечались и в Припяти, где 15 и 16 сентября средние скорости ветра в полдень достигали 5 – 6 м/с (см. рис. 1). Однако в эти дни пыльной бури не было зафиксировано. Очевидно, сказались не только меньшие скорости ветра, но и дожди, увлажнившие почву.

Всплеск радиоактивных аэрозолей во время пыльной бури наиболее отчетливо проявился в Минске и Мозыре. Здесь "пиковые" величины оказались в 6 – 7 раз выше средних за август (рис. 5). После пыльной бури (во второй и третьей декадах сентября) значения $\sum\beta$ вновь стали примерно такими, как в августе. В Мозыре в период пыльной бури резко увеличилось еще массовое содержание аэрозолей: со средней "фоновой" величины 0,02 – 0,03 мг/м³ оно выросло до 0,2 мг/м³.

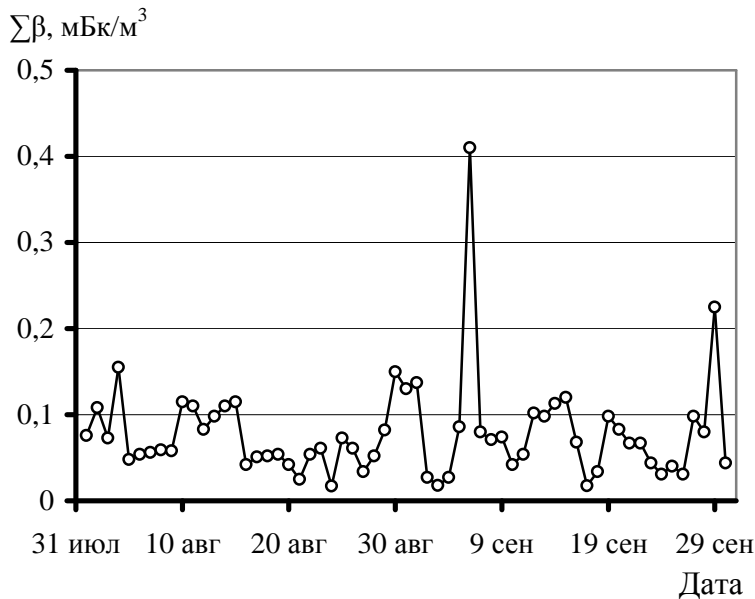


Рис. 5. Концентрации аэрозолей-носителей смеси долгоживущих бета-излучающих нуклидов ($\sum\beta$) в Минске в августе – сентябре 1992 г.

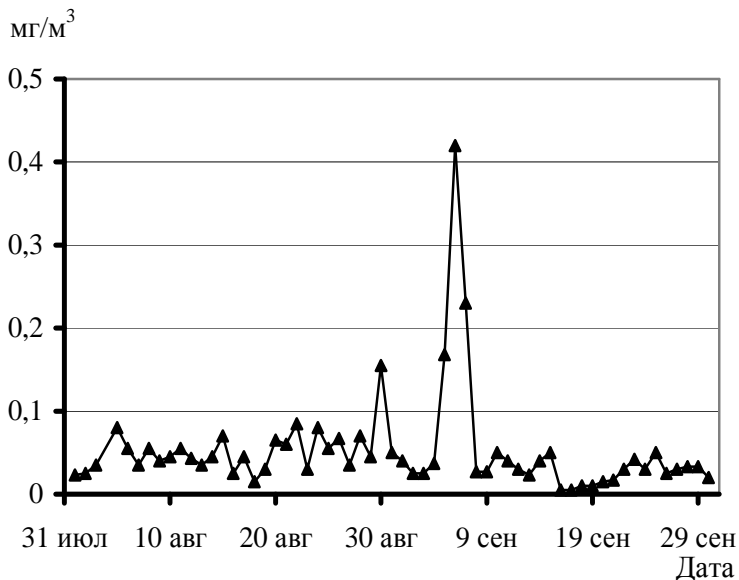


Рис. 6. Массовая концентрация аэрозолей в Гомеле в августе – сентябре 1992 г.

В Могилеве и Гомеле 5 – 7 сентября концентрации радиоактивных веществ в атмосфере увеличились по сравнению со средними за август в 1,5 – 3 раза, т.е. меньше, чем в Минске и Мозыре. Однако повышение массовой концентрации аэрозолей наблюдалось отчетливо. Особенно резко увеличилась запыленность атмосферы в Гомеле: с 0,02 – 0,03 до 0,4 мг/м³ (рис. 6).

Радиационные последствия пыльной бури проявились и на больших удалениях от зоны отчуждения. Интересные результаты были опубликованы сотрудниками Института физики Литвы [17]. При ежесуточном отборе проб аэрозолей на фильтры ФПП-15-1,5 в пригороде Вильнюса в августе и сентябре 1992 г. они зарегистрировали два пика концентрации ¹³⁷Cs. Первый приходился на 1 – 2 сентября и достигал 8 Бк/м³, второй – на 7 – 8 сентября с максимумом 5,2 Бк/м³. О том, что аэрозоли, поступившие в эти дни в окрестности Вильнюса, имели чернобыльский генезис свидетельствовали соотношения ¹³⁴Cs/¹³⁷Cs. Их значения находились в диапазоне 14 – 18 при расчетной величине 15 (с учетом 6,25 лет, прошедших с момента взрыва 4-го блока ЧАЭС). В обоих случаях не наблюдалось повышения концентрации аэрозолей кос-

могеного ^7Be , следовательно, не было поступления стратосферных масс воздуха. Автор публикации [18] предположил, что экстремальные концентрации радиоцезия связаны с лесными пожарами и горением торфяников в Белоруссии на территориях, загрязненных продуктами Чернобыльской аварии. Пробы подвергли всесторонним анализам.

Сопоставляя растворимости аэрозолей, отобранных в Вильнюсе в первых числах сентября и недель позже, авторы работ [17, 19, 20] отметили их существенное различие. Так, в первой пробе в деионизованной воде растворялось 45 % ^{137}Cs , а во второй – только 13 %. Одновременно в обменной форме находилось соответственно 26 и 6 % радиоцезия. В нерастворимом осадке в первой пробе было зарегистрировано 29 % ^{137}Cs , а во второй – 71 %. Таким образом, аэрозольные носители радиоцезия в пробе, полученной 1 – 2 сентября, были существенно водорастворимее, чем в пробе от 7 – 8 сентября. Для объяснения этого различия авторы публикации [17] выдвинули гипотезу о частичном вымывании радиоцезия из атмосферы обильными дождями 6 – 7 сентября.

Однако, по нашему мнению, различия в растворимости свидетельствуют о различных источниках и механизмах образования аэрозолей. В первом случае "пожарные" аэрозоли-носители радиоцезия образовались частично за счет возгонки цезия и двух его окислов при температурах, превышавших $650\text{ }^\circ\text{C}$ в зоне горения. В дальнейшем эти пары охлаждались и конденсировались в дымовом шлейфе на субмикронных частицах. Этот радиоцезий, находясь на поверхности частиц, легко растворялся, попадая в водные субстраты. Некоторая часть радиоцезия и других радионуклидов поступила в конвективную струю дыма за счет недожога горючих материалов: торфа, древесины, коры, травы, опада и др. Эта часть радиоцезия, включенная в некоторые матрицы, выщелачивается с меньшей скоростью.

Плохая растворимость радиоцезия в продуктах аварии 4-го блока, выпавших на землю, и медленное заглубление в почвах зафиксированы на всех территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению весной 1986 г. из первого радиоактивного шлейфа [2].

Проба, отобранная в окрестностях Вильнюса 7 сентября 1992 г., по показателям растворимости, указанным выше, относится к типичным образцам аэрозолей первичного чернобыльского генезиса. Это было зафиксировано, в частности, в работах [19, 21] при отборе проб аэрозолей в 1989 – 1990 гг. в средней тропосфере над районами Баренцевогорья. Растворимость $^{134, 137}\text{Cs}$ в воде составляла 9 – 25 %.

Анализируя вышеизложенное (пиковая концентрация ^{137}Cs и его плохая растворимость в воде), а также траектории перемещения воздушных масс в период пыльной бури, можно прийти к выводу, что резкое повышение в Вильнюсе концентрации радиоцезия 7 сентября было связано не с пожарами, а с поступлением пылевых аэрозолей с территорий Северной Украины и Восточной Белоруссии, загрязненных продуктами Чернобыльской аварии. Исходя из скоростей ветра 25 – 30 м/с, наблюдавшихся на периферии циклона, и расстояния около 500 км между зоной отчуждения и столицей Литвы, следует, что поступление высоких концентраций радиоактивных аэрозолей в окрестности Вильнюса могло начаться через 4 – 5 ч после их пылеподъема.

Радиационная опасность при пыльной буре

При пыльных бурях на территориях, загрязненных продуктами Чернобыльской аварии, возникает радиационная опасность, связанная в первую очередь с увеличением концентрации радиоактивных аэрозолей в приземном слое воздуха.

Оценим объемную активность ^{137}Cs , которая может возникнуть при развитии пыльной бури над эрозируемой территорией, если содержание пыли в воздухе будет несколько выше, чем при пробоотборе 6 сентября 1992 г. на метеостанции в Гомеле (см. рис. 6). Поскольку заглубление ^{137}Cs , выпавшего на землю в 1986 г., происходит медленно [22], примем, что он находился в верхнем слое почвы толщиной 1 см и был полностью поднят в воздух. При плотности 2 г/см^3 и загрязненности почвы $3,7 \cdot 10^6\text{ Бк/м}^2$ (100 Ки/км^2) при содержании пыли в воздухе 1 мг/м^3 объемная активность ^{137}Cs составит около $0,2\text{ Бк/м}^3$. Это близко к значениям, зафиксированным 6 сентября 1992 г. на ОРУ-750 и на ОВД-2 в Припяти (см. рис. 4).

Из приведенной оценки следует, что даже на территориях с высокой плотностью загрязнения, например на промплощадке ЧАЭС, вряд ли пыльные бури могут создать объемные активности ^{137}Cs , превышающие предельно допустимый уровень для населения. Однако для плутония такие превышения возможны, поскольку для него нормативы более жесткие. Так, 6 сентября 1992 г. на ОРУ-750 концентрация $^{239, 240}\text{Pu}$ составила $1,1 \text{ мБк/м}^3$, т.е. практически совпала с предельно допустимой для населения.

Исследования, проведенные в начале 1990-х годов в зоне отчуждения, показали, что интенсивность ветрового подъема пыли над полем при скорости ветра $2,5 \text{ м/с}$ на высоте 1 м составляет 10^{-9} с^{-1} [22]. Тогда поток аэрозолей-носителей ^{137}Cs с поверхности, имеющей плотность загрязнения этим радионуклидом $3,7 \cdot 10^6 \text{ Бк/м}^2$ составит $3,7 \text{ мБк/(м}^2\text{с)}$. Поскольку интенсивность ветрового подъема зависит от скорости ветра, то в условиях пыльной бури, наблюдавшихся 6 – 7 сентября, поток мог возрасти в $300 – 400$ раз. Выше было указано, что средние скорости ветра $8 – 12 \text{ м/с}$ наблюдались в Чернобыле и Припяти на протяжении около 30 ч (см. рис. 1 и 2). За это время с территорий с плотностью загрязнения $3,7 \cdot 10^6 \text{ Бк/м}^2$ могло подняться в атмосферу примерно 150 МБк радиоцезия. Это в четыре раза превышает месячный допустимый выброс ^{137}Cs на АЭС с тепловой мощностью 6 ГВт [23].

Если рассматривать поднятые в воздух частицы как неоседающую примесь, а источник – в центре зоны отчуждения, то при скорости ветра 10 м/с радиоактивные аэрозоли менее чем через час будут вынесены за пределы зоны. Пыльную бурю на территориях, загрязненных радиоактивными веществами, следует рассматривать как атмосферное явление, приводящее к их мезомасштабному перераспределению в окружающей среде.

Целесообразно оценить, как влияют радиоактивные аэрозоли, поднятые в воздух под воздействием сильных ветров, на мощность экспозиционной дозы (МЭД) по маршруту движения облака. В качестве источника рассмотрим полубесконечное пространство с концентрацией A_v . В соответствии с [23] мощность эквивалентной дозы $H = A_v V_a$, где V_a – дозовый коэффициент внешнего облучения фотонами. В рассматриваемый период пыльной бури 95% дозы внешнего фотонного облучения формировалось за счет ^{137}Cs . В последующие десятилетия эта ситуация практически не изменится. Величина V_a для ^{137}Cs составляет $3,82 \cdot 10^{-14} \text{ (Зв/с)/(Бк/м}^3\text{)}$.

На территориях, не загрязненных искусственными радиоактивными веществами, величина МЭД составляет около 10 мкР/ч , что соответствует мощности эквивалентной дозы $3 \cdot 10^{-11} \text{ Зв/с}$. Чтобы такая доза возникла за счет появления в воздухе ^{137}Cs , его объемная активность должна составить 800 Бк/м^3 . Как следует из рис. 4, в 1992 г. даже при сильных ветрах вблизи ЧАЭС концентрации радиоцезия были намного ниже. Таким образом, даже на ОРУ-750, где в период пыльной бури наблюдались наивысшие для зоны отчуждения концентрации ^{137}Cs , величина МЭД не могла превысить наблюдаемый фоновый уровень. Следовательно, ни стационарные приборы на пунктах АСКРО, ни более чувствительные мобильные не могли зафиксировать пыльную бурю по увеличению МЭД.

Изменение радиационной обстановки при пыльных бурях на территориях, загрязненных продуктами Чернобыльской аварии, связано в первую очередь с повышением содержания в воздухе радиоактивных аэрозолей. Увеличение радиационной опасности при пыльных бурях определяется не дополнительным внешним облучением, а поступлением радионуклидов в органы дыхания человека, находящегося в районе этого атмосферного явления или на трассе переноса пылевого облака.

Заключение

По данным метеостанции «Чернобыль» (просмотрены книги КМ-1 за 1993 – 2010 гг.) пыльных бурь в зоне отчуждения после 1992 г. не было. Очевидно, это связано не только с изменением климата, но и с постепенным залесением зоны. Невелико и количество дней, в которые были зафиксированы порывы ветра более 15 м/с . Как следует из табл. 6, за период 2006 – 2009 гг. такие ситуации наблюдали лишь девять раз.

Таблица 6. Количество дней с порывами ветра более 10 и 15 м/с по данным метеостанции «Чернобыль» за 2006 – 2009 гг.

Год	2006		2007		2008		2009	
	>10	>15	>10	>15	>10	>15	>10	>15
Январь	4	0	13	0	5	0	5	0
Февраль	2	0	4	0	10	1	2	0
Март	7	0	9	0	8	0	8	0
Апрель	3	0	8	0	11	0	9	0
Май	10	0	10	1	5	1	5	0
Июнь	3	0	3	0	4	0	2	0
Июль	1	0	11	4	2	0	4	0
Август	2	0	0	0	6	0	1	0
Сентябрь	4	0	6	1	2	0	1	0
Октябрь	2	0	2	0	4	0	8	0
Ноябрь	1	1	7	0	6	0	4	0
Декабрь	6	0	3	0	5	0	5	0

На промплощадке ЧАЭС, где в апреле 1986 г. произошло наибольшее выпадение аварийных радионуклидов, коренное улучшение радиационной обстановки произошло за счет частичного снятия грунта, подсыпки гравия и песка, а также бетонирования поверхностей. Таким образом, заглубленные радиоактивные вещества уже не могут быть подняты ветром. В зоне отчуждения прекращено сельскохозяйственное возделывание земель. Исчезают условия для пылеподъема и вследствие залесения местности. Если перед аварией лес занимал ~40 % территории, то к 2010 г. – уже ~80 %. Оставшиеся открытые пространства (в том числе бывшие пахотные площади) заросли травой. Небольшие песчаные участки сохранились лишь по берегам рек. За пределами промплощадки ЧАЭС продолжается, хотя и медленное, но непрерывное заглубление в почву радионуклидов, выпавших на подстилающую поверхность в 1986 г. Таким образом, если пыльная буря все же возникнет, она будет менее радиационно опасной, чем в первые годы после аварии, и не приведет к существенному перераспределению радиоактивных веществ Чернобыльского генезиса.

Естественно, сильные ветры влияют не только на пылеподъем с подстилающей поверхности зоны отчуждения, но и на объект «Укрытие», в котором находятся значительные количества радиоактивных материалов, оставшихся после взрыва 4-го энергоблока ЧАЭС. Результаты исследований по выносу радиоактивных веществ из объекта «Укрытие» при сильных ветрах рассмотрены в публикациях [24 – 27].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Предупреждение, ликвидация и последствия пожаров на радиоактивно загрязненных землях*: Сб. науч. тр. – Вып. 54. – Гомель: Ин-т леса НАН Беларуси, 2002. – 190 с.
2. *Чернобыль: радиоактивное загрязнение природных сред* / Под ред. Ю. А. Израэля. – Л.: Гидрометеоиздат, 1990.
3. *Мешалкин Г.С., Архипов Н.П., Архипов А.Н. и др.* Водная и ветровая миграция радионуклидов на территории зоны отчуждения Чернобыльской АЭС // Докл. 3-го Всесоюз. науч.-тех. совещ. по итогам ликвидации последствий аварии на Чернобыльской АЭС. – Чернобыль. 1992. – Т. 2. – С. 225 – 235.
4. *Nicholson K.W.* A review of particle resuspension // *Atmospheric Environment*. – 1988. – Vol. 22, No 12. – P. 2639 – 2651.
5. *Захаров П.С.* Пыльные бури. – Л.: Гидрометеоиздат, 1965.
6. *Наставление* гидрометеорологическим станциям и постам. – Л.: Гидрометеоиздат, 1958. – Ч. 1, вып. 3, § 252. – С. 139.
7. *Положение* о порядке действий организаций Росгидромета при возникновении стихийных гидрометеорологических явлений, обнаружении экстремально высокого загрязнения окружающей среды

- и ликвидации последствий аварий, катастроф и стихийных бедствий. Руководящий документ № 52.88.340-93. – М.: Гидрометеиздат, 1993.
8. *Руководство* по краткосрочным прогнозам погоды. – Л.: Гидрометеиздат, 1954. – Ч. 2.
 9. *Bagnold R.A.* после 1992 г. The physics of blown sand and desert dunes. – London, 1954.
 10. *Gillette D.A.* A wind tunnel simulation of the erosion of soil: effect of soil texture, sandblasting, wind speed, and soil consolidation on dust production // *Atmospheric Environment*. – 1978. – Vol. 12. – P. 1735 – 1743.
 11. *Kalma J.D., Speight J.G., Wasson R.J.* Potential wind erosion in Australia: a continental perspective // *J. Climatol.* – 1988. – Vol. 8. – P. 411 – 428.
 12. *Gillette D.A., Blifford I.H.* The influence of wind velocity on the size distributions of aerosols generated by the wind erosion of soil // *J. Geophys. Res.* – 1974. – Vol. 79, No. 27. – P. 4068 – 4075.
 13. *Махонько К.П.* Возникновение ветрового переноса пыли над подстилающей поверхностью (обзор). – Обнинск: Гидрометцентр ГУГМС, 1968. – С. 29 – 59.
 14. *Научно-прикладной справочник по климату СССР. Сер. 3. Многолетние данные. Ч. 1 – 6.* Белорусская ССР. – Л.: Гидрометеиздат, 1987. – 205 с.
 15. *Справочник по климату СССР. Вып. 10. Облачность и атмосферные явления.* – Л.: Гидрометеиздат, 1969.
 16. *Деревец В.В., Иванов Ю.П., Казаков С.В., Сухоручкин А.К.* Радиационное состояние окружающей среды в Зоне отчуждения ЧАЭС // IV Междунар. науч.-техн. конф. «Чернобыль-94»: Сб. докл. – Чернобыль, 1996. – Т. 1. – С. 4 – 20.
 17. *Lujanans V., Grenda S., Lujaniene G.* Secondary component of radioactive nuclides // *Atmospheric physics*. – 1994. – No 16. – P. 19 – 21.
 18. *Луянас В.* Космогенные радионуклиды и их применение в исследованиях атмосферных процессов // Габилитационная работа. Институт физики Литвы. – Вильнюс, 1994. – 139 с.
 19. *Lujaniene G., Ogorodnikov B., Skitovich V., Lujanans V.* Size distributions and solubility of aerosols-radionuclide carriers // *Annual report. Institute of physics*. – Vilnius, – 1993. – P. 79 – 81.
 20. *Lujaniene G., Lujanans V., Spirkauskaitė N. et al.* Physicochemical properties of artificial and cosmogenic radionuclides in the environment // *J. Ecol. Chem.* – 1993. – No. 2 – 3. – P. 139 – 144.
 21. *Lujaniene G., Ogorodnikov B., Skitovich V., Lujanans V.* Investigation of properties of the ground level and middle troposphere of aerosols-radionuclide carriers // *Atmospheric physics*. – 1994. – No 16. – P. 13 – 17.
 22. *Гаргер Е.К., Жуков Г.П., Седунов Ю.С.* К оценке параметров ветрового подъема радионуклидов в зоне Чернобыльской атомной электростанции // *Метеорология и гидрология*. – 1990. – № 3. – С. 5 – 10.
 23. *Гусев Н.Г., Беляев В.А.* Радиоактивные выбросы в биосфере: Справочник. Изд. 2-е. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – С. 21.
 24. *Огородников Б.И., Будыка А.К., Павлюченко Н.И.* Выброс радиоактивных аэрозолей из объекта «Укрытие» при сильных ветрах // *Радиационная биология. Радиоэкология*. – 2005. – Т. 45, – № 2. – С. 234 – 242.
 25. *Огородников Б.И., Павлюченко Н.И., Хан В.Е., Краснов В.А.* Связь концентраций радиоактивных аэрозолей в «Байпасе» объекта «Укрытие» с погодными условиями // *Проблемы Чернобиля*. – 2004. – Вып. 15. – С. 14 – 23.
 26. *Огородников Б.И., Скорбун А.Д.* Связь выбросов радиоактивных аэрозолей из объекта «Укрытие» с метеорологической ситуацией. Влияние скорости ветра // *Проблемы безопасности атомных электростанций і Чернобиля*. – 2007. – Вып. 7. – С. 103 – 124.
 27. *Скорбун А.Д., Огородников Б.И.* Связь долговременных характеристик скорости ветра во внешней среде и концентраций радиоактивных аэрозолей в объекте «Укрытие» // *Метеорология и гидрология*. – 2010. – № 8. – С. 49 – 60.

ПИЛОВА БУРЯ В ЗОНІ ВІДЧУЖЕННЯ ЧОРНОБИЛЬСЬКОЇ АЕС

Б. І. Огородников

Розглянуто метеорологічну ситуацію під час пилової бурі, яка спостерігалася 5 - 7 вересня 1992 р. на територіях України та Білорусії, забруднених радіоактивними продуктами Чернобыльської аварії. Максимальні середні швидкості вітру в Чернобилі та Прип'яті становили 10 - 12 м/с, пориви

сягали 20 м/с. Установлено, що концентрації радіоактивних аерозолів у зоні відчуження Чорнобильської АЕС збільшувалися на один-два порядки величини. Зареєстровано перенесення радіоактивних пилових часток в околиці Вільнюса.

Ключові слова: пилова буря, швидкість вітру, радіоактивні аерозолі, перенесення пилу.

THE DUST STORM IN THE CHERNOBYL EXCLUSION ZONE

B. I. Ogorodnikov

The meteorological situation at the dust storm during 5 – 7 September 1992 on the territory of Ukraine and Belarus polluted after the Chernobyl accident in 1986 was examined. Maximal middle wind speed in Chernobyl and in Pripjat was 10 – 12 m/s. Concentrations of radioactive aerosols in the Chernobyl Exclusion zone increased in 10 – 100 times. Transfer of radioactive aerosols in vicinity of Vilnius was registered.

Keywords: dust storm, wind speed, radioactive aerosols, transfer of dust.

Поступила в редакцію 05.10.10