1. Козловская Л.В. // Вестн. Белорус.ун-та. Сер.2. №2. 1997. С.62.
2. Марцинкевич Г.И., Клицунова Н.К., Мотузко А.Н. Основы ландшафтоведения. Мн., 1986.
3. Анненская Г.Н., Мамай И.И., Цесельчук Ю.Н. Ландшафты Рязанской Мещеры и возможности их освоения. М., 1983.
4. Чистякова С.Б. Охрана окружающей среды. М., 1988.

Поступила в редакцию 09.11.98.

УДК 551.55

В.А.МЫСЛИЦКИЙ, Н.П.ХОМИЦКИЙ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ПРИЗЕМНОГО ВЕТРА ДЛЯ ОЦЕНКИ ОБСТАНОВКИ ПРИ АВАРИЯХ С ВЫБРОСОМ СИЛЬНОДЕЙСТВУЮЩИХ ЯДОВИТЫХ ВЕЩЕСТВ

Unsteadiness of speed and direction of low wind on the territory of the Republic of Belarus is investigated. Recomendations on the account of the wind parameters at the moment of the accidents with emission of strong active poisonous substances are given.

Одной из самых сложных проблем в оценке обстановки при авариях с выбросом сильнодействующих ядовитых веществ (СДЯВ) является достоверное и оперативное определение скорости и направления приземного ветра (в дальнейшем – ветра) в районе возникновения чрезвычайной ситуации (ЧС). Основная причина возникающих сложностей – низкая степень обеспеченности химически опасных объектов (ХОО) приборами для оценки параметров ветра. Что же касается аварий при транспортировке СДЯВ, то здесь данный вопрос не решен даже в принципе. Среди работников системы гражданской обороны Республики Беларусь прочно бытует мнение, что ветер очень изменчив и приборы для определения его параметров должны находиться непосредственно в точке возникновения ЧС. Более того, в ряде случаев, например в г.Могилеве на ПО "Химволокно", предпринимаются попытки установки на территории предприятия сразу нескольких приборов с целью повышения точности в определении скорости и направления ветра.

В сложившейся ситуации необходимо найти оптимальный выход, который позволил бы без существенных материальных затрат и с достаточной четкостью решить возникшую проблему. Авторами данной статьи была выдвинута гипотеза о том, что в конкретный момент времени скорость и направление ветра могут изменяться по мере удаления от места измерения, но эти изменения не являются столь существенными в пределах нескольких десятков километров.

Для доказательства данного утверждения были использованы статистические данные Главгидромета Беларуси по скорости и направлению ветра на территории всей республики в наиболее характерные сезонные месяцы 1996 г. (январь, март, июль, сентябрь). Замеры параметров ветра велись ежедневно с интервалом в три часа на всех 47 метеостанциях, расположенных на территории республики. Для исследований была разработана компьютерная программа, с помощью которой проанализировано более миллиона комбинаций, когда сравнивались расхождения в скорости и направлении ветра, отнесенные к расстоянию между метеостанциями.

Из результатов исследований, представленных в табл.1 и 2, видно, что практически все значения относительного изменения скорости ветра находятся в пределах 0–0,1 м/сек/км, а направления ветра – в пределах 0–2 град/км. Также было установлено, что максимальные значения относительного изменения скорости и направления наблюдаются при значениях скорости ветра в точке измерения более 6 и от 1 до 2 м/сек соответственно.

Полученные зависимости подтверждают теоретические постулаты, изложенные в ряде изданий. В [1] приводятся данные по изменчивости направления ($\zeta_н$) и скорости (ζ_c м/с) среднего ветра в зависимости от расстояния для средней полосы Европейкой территории бывшего СССР (табл.3).

Данные приведены для двух слоев атмосферного воздуха: 0–12 и 0–16 км. Известно, что с уменьшением толщины слоя изменчивость увеличивается. Наибольшая изменчивость в нижних слоях объясняется значительной изменчивостью барического поля и воздушных течений в приземном слое атмосферы [1]. Таким образом, для приземного слоя воздуха экспериментальные данные не противоречат теоретическим. Справедливость выдвинутого предположения подтверждается также результатами работы [2].

Таблица 1

Значения градиентов скорости приземного ветра в зависимости от его скорости

Скорость, м/с	Градиенты скорости ветра, м/с/км									
	0–0,1	0,1–0,15	0,15–0,2	0,2–0,25	0,25–0,4	0–0,1	0,1–0,15	0,15–0,2	0,2–0,25	0,25–0,4
	Январь					Март				
1	18637	0	0	0	0	15200	0	0	0	0
2	61008	0	0	0	0	54264	0	0	0	0
3	54268	0	4	0	0	58407	0	9	0	0
4	40102	7	2	1	0	45115	6	8	1	0
5	26721	4	0	0	0	31488	2	2	4	0
6	14098	7	2	0	0	17283	12	1	2	1
>6	12512	50	2	0	0	18731	67	4	0	0
Итого:	227346	68	10	1	0	240488	87	24	7	1
	Июль					Сентябрь				
1	18516	0	0	0	0	16450	0	0	0	0
2	61061	0	0	0	0	48453	0	0	0	0
3	57492	0	4	0	0	49334	0	5	0	0
4	41487	5	6	0	0	44289	0	5	0	0
5	25994	6	6	1	0	30170	4	5	1	0
6	14357	3	4	0	3	18431	2	0	0	2
>6	10509	27	4	0	0	16420	51	2	0	0
Итого:	229416	41	24	1	3	223547	57	17	1	2

Скорость, м/с	Градиенты скорости ветра, м/с/км									
	0–0,02	0,02–0,04	0,04–0,06	0,06–0,08	0,08–0,1	0–0,02	0,02–0,04	0,04–0,06	0,06–0,08	0,08–0,1
	Январь					Март				
1	18637	0	0	0	0	15200	0	0	0	0
2	60659	325	0	24	0	53947	280	0	37	0
3	52318	1819	89	42	0	56507	1762	91	47	0
4	37480	2304	281	37	0	42336	2403	302	74	0
5	23976	2275	375	85	10	28536	2481	349	112	10
6	11893	1790	325	74	16	14801	2003	343	104	32
>6	8522	3128	570	200	92	13610	3921	828	257	115
Итого:	213485	11641	1640	462	118	224937	12850	1913	631	157
	Июль					Сентябрь				
1	18516	0	0	0	0	16450	0	0	0	0
2	60664	356	0	41	0	48182	229	0	42	0
3	55499	1838	102	53	0	47812	1420	63	39	0
4	38555	2562	327	43	0	41665	2303	250	71	0
5	22893	2572	428	97	4	27015	2684	372	91	8
6	11670	2176	352	136	23	15471	2388	390	159	23
>6	6867	2810	562	193	77	11323	3906	811	295	85
Итого:	214664	12314	1771	563	104	207918	12930	1886	697	116

По [3], в нижних слоях атмосферы скорость ветра испытывает беспорядочные, быстро меняющиеся во времени изменения, которые накладываются на основную (среднюю) скорость переноса воздушных масс. Это явление имеет в метеорологии специальное название – порывистость ветра и наряду со скоростью и направлением ветра является предметом тщательного изучения. В условиях инверсии возникающие возмущения быстро затухают, а структура порывов отличается сравнительной однородностью, средняя амплитуда и период пульсаций невелики. Совершенно иной вид имеет запись скорости в конвективных условиях: однородность структуры нарушена, наряду с мелкими порывами существуют возмущения больших масштабов [3].

Таблица 2

Значения градиентов направления приземного ветра в зависимости от его скорости

Скорость, м/с	Градиенты направления ветра, град./км									
	0-1	1-2	2-3	3-4	>4	0-1	1-2	2-3	3-4	>4
	Январь					Март				
1	17743	792	85	15	2	14371	677	115	28	9
2	59856	1026	107	17	2	52804	1278	141	30	11
3	53793	437	37	5	0	57634	691	71	14	6
4	39913	185	10	4	0	44770	307	38	13	2
5	26624	97	4	0	0	31290	172	24	7	3
6	14062	41	4	0	0	17162	126	9	2	0
>6	12516	42	5	1	0	18730	67	3	1	1
Итого:	224507	2620	252	42	4	236761	3318	401	95	32
	Июль					Сентябрь				
1	17465	872	136	24	19	15585	742	92	17	14
2	58893	1832	253	67	16	47074	1167	153	40	19
3	56287	1039	123	36	11	48486	744	80	27	2
4	40914	522	48	11	3	43833	403	46	7	5
5	25625	323	46	13	0	29913	237	24	6	0
6	14182	162	19	2	2	18298	132	5	0	0
>6	10420	105	12	2	1	16393	75	4	1	0
Итого:	223786	4855	637	155	52	219582	3500	404	98	40

Скорость, м/с	Градиенты направления ветра, град./км									
	0–0,4	0,4–0,8	0,8–1,2	1,2–1,6	1,6–2	0–0,4	0,4–0,8	0,8–1,2	1,2–1,6	1,6–2
	Январь					Март				
1	13363	3794	917	324	137	10963	2887	800	289	109
2	50801	8074	1488	381	138	44313	7442	1638	497	192
3	48766	4594	642	176	52	51479	5474	1020	257	95
4	37515	2197	297	65	24	41314	3129	481	127	26
5	25396	1117	157	37	14	29317	1789	267	66	23
6	13518	495	68	19	3	16052	1015	160	42	19
>6	11988	492	57	14	7	17674	947	145	22	9
Итого:	201347	20763	3626	1016	375	211112	22683	4511	1300	473
	Июль					Сентябрь				
1	12899	3847	1089	364	138	11747	3279	883	300	118
2	46859	10459	2354	751	302	38614	7429	1578	443	177
3	47826	7509	1422	399	170	42477	5362	1017	267	107
4	36028	4370	763	181	94	39943	3529	541	172	51
5	22823	2511	423	134	57	27406	2296	344	78	26
6	12757	1297	207	64	19	16918	1275	171	52	14
>6	9438	890	136	42	19	15357	923	150	28	10
Итого:	188630	30883	6394	1935	799	192462	24093	4684	1340	503

Таблица 3

Изменчивость среднего ветра в летнем сезоне в зависимости от расстояния

Слой, км	Расстояние, км											
	100		200		300		600		900		1200	
	$\zeta_н$	$\zeta_с$	$\zeta_н$	$\zeta_с$	$\zeta_н$	$\zeta_с$	$\zeta_н$	$\zeta_с$	$\zeta_н$	$\zeta_с$	$\zeta_н$	$\zeta_с$
0-12	13,0	2,3	23,0	3,4	30,9	4,1	49,0	5,1	64,0	5,7	76,2	5,8
0-16	7,5	1,9	15,8	2,8	24,0	3,4	44,5	4,4	55,5	5,0	57,0	6,6

При существующих подходах к оценке обстановки в случае возникновения аварий с выбросом СДЯВ именно эта особенность или не учитывается, или учитывается не в полном объеме. Во-первых, понятно, что при порывистом ветре практически невозможно в течение нескольких секунд с помощью флюгера установить хотя бы приблизительно точное направление среднего ветра. Хотя до второй половины 60-х гг. на метеостанциях именно флюгеры являлись основными приборами для замера скорости и направления ветра [4], в условиях возникновения быстротечных ЧС их использование ни в коей мере не устраивает штабы ГО ни по оперативности проведения замеров, ни по их точности. Однако именно с помощью флюгеров предусматривается определение направления ветра на большинстве ХОО. Во-вторых, при использовании автоматических приборов необходимо брать

значения скорости и направление не мгновенного, а среднего ветра. Интервал осреднения должен быть порядка одной, а лучше – двух или трех минут. Приборы серийного производства учитывают эту особенность.

По [5], физической основой ветра являются действующие на единичный объем воздуха сила барического градиента, отклоняющая сила вращения Земли (сила Кориолиса), результирующая всех напряжений трения и сила тяжести. Ветер направлен вдоль изобар (изогипс) так, что низкое давление остается слева. В связи с гладкостью поля давления, т.е. с отсутствием мелкомасштабных возмущений, возмущения масштаба 1–10 км ликвидируются весьма быстро. Это еще раз подтверждают полученные экспериментальные результаты. В то же время необходимо особо разобрать два аспекта рассматриваемой проблемы: поведение приземного ветра в условиях города и во фронтальных зонах.

По мнению специалистов ГО, сложнее всего осуществить прогноз распространения зараженного облака в случае аварии с выбросом СДЯВ в условиях города. Бытует мнение, что в условиях города ветер имеет непредсказуемые скорость и направление, что усложняет процесс определения формы зараженного облака и глубины его распространения. Очевидно, что в данной ситуации необходимо найти рациональное решение. В принципе решений может быть три: при авариях в условиях города в любом случае зоной возможного заражения считать территорию, очерченную кругом с радиусом, равным максимальной глубине распространения зараженного воздуха; расчеты производить как обычно по показаниям ближайшего метеоприбора; выявить определенные закономерности поведения ветра в городе и внести на основании этого коррективы в действующую методику оценки обстановки.

Первый из предложенных путей самый надежный в плане стопроцентного определения субъектов хозяйствования, городских районов и населения, попадающих в зону возможного заражения. Однако при относительно больших глубинах зон возможного заражения (более 500 м) это может существенно усложнить проведение всего комплекса защитных мероприятий. Второй путь можно считать самым простым, но при этом не исключены существенные неточности при проведении прогнозирования обстановки. Видимо, самым рациональным является третий путь.

В [6] утверждается, что на любой местности погодные условия регулируются крупномасштабными атмосферными явлениями. В то же время в условиях города меняются локальные условия приграничного слоя атмосферы. В случае развитых синоптических процессов, характеризуемых сильным ветром, облачностью и осадками, влиянием локальных условий можно пренебречь. В тех случаях, когда скорость ветра мала, небо безоблачно, влияние локальных условий города превалирует над синоптическими процессами и ими пренебрегать нельзя.

Основной результат влияния города на ветровой режим сводится к уменьшению скорости ветра и увеличению его порывистости. При этом обнаруживаемое изменение скорости ветра зависит от его направления: когда метеостанция оказывается на подветренной стороне города, его влияние существенно, на наветренной – оно может не обнаруживаться. Это подтверждают данные сравнения с ближайшими станциями. При разности средних за год скоростей между Воложином и Минском в 0,3–0,4 м/с, между Марьиной Горкой и Минском – 0,5–0,7 м/с разность скоростей ветра западного направления равна 0,7–1,2 м/с и 1,1–1,4 м/с соответственно [4]. Средняя скорость ветра в городе меньше, чем на открытой местности, и в 65% случаев коэффициент уменьшения составляет менее 0,7 [6].

Горизонтальная протяженность фронтальных зон измеряется тысячами километров, ширина их вблизи поверхности Земли составляет несколько десятков километров [5]. При переходе через фронтальную поверхность резко изменяет свое значение горизонтальный градиент давления и ветер. Отклонение вектора ветра от изогипс обычно находится в допустимых пре-

делах. На приземных картах погоды, когда фронт проходит по оси *U*- или *V*-образной ложбины, вектор ветра перед фронтом составляет с ним угол меньший, чем за фронтом, где вектор зачастую почти перпендикулярен к фронту [5]. Иными словами, даже при наиболее неблагоприятных обстоятельствах, в условиях резкой смены погодных условий на протяжении нескольких десятков километров в полосе атмосферного фронта изменение направления ветра не может превысить 90 град. Так, при ширине полосы фронта 20 км это значение составит 4,5 град/км.

Таким образом, по результатам проведенных исследований можно сделать несколько принципиальных выводов, позволяющих разрешить стоящие перед органами управления и силами ГО проблемы по оценке обстановки, принятию решения и проведению первоочередных защитных мероприятий в случае аварии с выбросом СДЯВ.

1. При отсутствии автоматического прибора дистанционного замера скорости и направления приземного ветра в точке возникновения аварии для прогнозирования возможной обстановки с достаточной степенью точности можно использовать показания другого такого прибора, установленного в пределах города или административного района, на территории которых возникла ЧС. Обязательным условием является наличие надежной системы, обеспечивающей передачу сведений о параметрах ветра в сжатые сроки. От использования флюгеров необходимо отказаться, так как они не обеспечивают должной оперативности и объективности замеров.

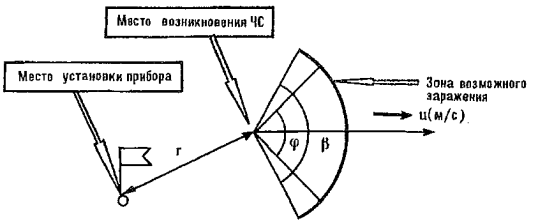
2. Максимальные градиенты скорости и направления ветра зависят от значения самой скорости ветра. Чем больше скорость, тем больше градиент скорости и меньше градиент направления. На основании анализа статистических данных, представленных в табл.1 и 2, с вероятностью более 99% установлены максимально возможные значения $\zeta_н$ и $\zeta_с$ для приземного ветра в зависимости от скорости ветра. При $u \geq 3$ м/с $\zeta_н$ =1,6 град/км и при $u<3$ м/с $\zeta_н$ = 2 град/км. Зависимость $\zeta_с$ от *u* представлена в табл.4.

Таблица 4

Зависимость максимально возможного градиента скорости ветра от его скорости

u, м/с	1	2	3	4	5	6	>6
$\zeta_с$, м/с/км	0,02	0,04	0,06	0,06	0,08	0,1	0,11

3. По мере удаления от точки проведения имерения необходимо угол сектора зоны возможного заражения через каждый километр вдоль линии, совпадающей с направлением ветра, увеличивать на удвоенный максимально возможный градиент изменения направления ветра $\zeta_н$ (рисунок). Выражение для определения угла сектора зоны возможного заражения (β) в точке возникновения ЧС будет иметь вид: $\beta = \varphi + 2\zeta_н r$, где φ – угол сектора зоны возможного заражения в соответствии с действующей методикой; *r* – расстояние между точкой замера параметров ветра и местом возникновения ЧС, км.



Зона возможного заражения СДЯВ с учетом градиента направления ветра

4. При определении скорости ветра в крупном населенном пункте необходимо вводить поправочный коэффициент для имеющихся показаний приборов. Значения этого коэффициента должны находиться в интервале от 0,7 до 1,3 в зависимости от направления ветра.

5. Одновременно с замерами параметров ветра необходимо предусматривать возможность установления вероятности нахождения конкретной территории в зоне атмо-

сферного фронта или его приближения. В условиях атмосферного фронта градиент направления следует принимать равным 4,5 град/км.

1. Брендаков В.Ф., Волков А.С., Горощиков Е.А. и др. Гражданская оборона и гидрометеорологическая служба. Л., 1974.
2. Дюков А.Н. // Проблемы повышения готовности органов внутренних дел к деятельности в чрезвычайных ситуациях: Сб.науч. тр. М., 1994. С.48.
3. Тверской П.Н. Курс метеорологии. Л., 1962.
4. Климат Беларуси / Под ред. В.Ф.Логинова. Мн., 1996.
5. Воробьев В.И. Синоптическая метеорология. Л., 1991.
6. Владимиров В.А., Дружинин А.А., Онойко В.Я. и др. Сильнодействующие ядовитые вещества и защита от них. М., 1989.

Поступила в редакцию 27.11.98.

УДК [631.6 + 561.24](476)

В.Н. КИСЕЛЁВ, Е.В. КИСЕЛЁВА

ДЕНДРОКЛИМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА ХВОЙНЫХ ДРЕВОСТОЕВ НА ПЛАКОРЕ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ БЕЛАРУСИ

Cycles of a radial increase of a fur-tree is synchronous of the insecular solar activity; the extremums are after one year after its maximum and minimum. The sharp depression of growth and drying of fur-trees is an outcome of a share operation of a drought and drop of solar activity.

При широком обсуждении многочисленных экологических и ресурсных проблем Беларуси основное внимание уделяется двум антропогенным факторам – водно-земельным мелиорациям (особенно в Припятском Полесье) и загрязнению окружающей среды (в первую очередь радионуклидами). Не вызывает никакого сомнения, что именно эти два важнейших фактора оказывают наибольшее влияние как на экологическую, так и на социально-экономическую ситуацию не только в республике, но и в сопредельных государствах. Об этом свидетельствуют многочисленные научные публикации, подводящие итог многолетнего изучения белорусских географических и экологических реалий.

Государственная политика, а также проектные решения в области природопользования и охраны природы основываются на признании, прямо или косвенно, преобладания этих двух важнейших факторов над естественной динамикой природной среды. Исследования этой динамики отошли на второй план в сфере интересов научных коллективов, которые выполняют заказ государства именно на изучение экологических последствий функционирования народно-хозяйственного комплекса. В этом плане наибольшее внимание уделяется господствующей на лесопокрытой площади трансзональной формации сосны обыкновенной (Pinus silvestris). Интерес к ели (Picea abies) возрос только в последние годы в связи с ее массовым усыханием. Дендроклиматический анализ радиального роста сосны проводился одновременно с изучением влияния антропогенного фактора на лесные экосистемы [1, 2] и рельефа на прирост деревьев [3].

В настоящее время неблагоприятная климатическая обстановка для сосны и других древесных пород (ели, дуба, березы и ольхи черной), привела к снижению их устойчивости [4]. Это значительно осложняет изучение динамики лесных биогеоценозов и выделение в ней антропогенной и естественной составляющих.

Как представляется, исследование плакорных формаций, соответствующих зональному типу растительности, позволило бы получить ответ на многие вопросы. На плакорах растительность меньше зависит от локального перераспределения осадков и микроклимата.

Для изучения были выбраны хвойные древостои (Pinus silvestris L. и Picea abies L.), совместно произрастающие на локальной платообразной