

## ОЦЕНКА ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ПО УСЛОВИЯМ ПОГОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТЕОПРОГНОЗОВ

М. А. СОФРОНОВ, Т. М. СОФРОНОВА, А. В. ВОЛОКИТИНА  
(Институт леса СО РАН)

Лесные и другие природные пожары под влиянием метеорологических и иных факторов распределяются по территории и во времени очень неравномерно. Воздействие этих факторов выражается оценкой пожарной опасности. Успешность деятельности лесопожарной охраны зависит не только от точности оценок пожарной опасности, но и от эффективности прогнозирования их.

При обнаружении пожаров и для ежедневного регламентирования работы лесопожарных служб используется оценка пожарной опасности, называемая «оценкой пожарной опасности по условиям погоды». Она делается с помощью одного из метеорологических показателей, выражающих уровень лесопожарной засухи (лесопожарный показатель засухи — ЛПЗ). По величине показателя определяется класс пожарной опасности (КПО) для района на данный день с помощью местных шкал, которые должны составляться для каждого района по периодам сезона. В процессе составления этих шкал по методике Н. П. Курбатского [4] учитываются косвенным образом кроме погодных и другие факторы (характер растительного покрова, его фенологическое состояние, источники загорания и др.), поэтому КПО отражает реальную пожарную опасность в целом.

Расчет показателя выполняется как баланс влияния иссушающих и увлажняющих метеорологических факторов на влагосодержание эталонного растительного горючего материала. В качестве иссушающих факторов учитываются температура воздуха ( $t$ ) в 15–16 ч и недостаток насыщения в виде разности между температурой воздуха и температурой точки росы ( $t-t_d$ ) в одно и то же время, в качестве увлажняющего фактора — осадки в виде их суммы за 24 ч,

в качестве эталонного растительного горючего материала в России (как и в Канаде) принят слой из зеленых мхов на дренированной почве в сосновом лесу [2].

Показатель состоит из основания, включающего иссушающие факторы, и поправок на осадки. Величина первого (в отвлеченных единицах) изо дня в день суммируется. Эта сумма и является показателем данного дня. При выпадении осадков она с помощью поправок постепенно уменьшается.

С 1967 г. в нашей стране стал использоваться так называемый метеорологический показатель горимости леса В. Г. Нестерова с основанием в виде произведения  $t(t-t_d)$  и с грубыми поправками на осадки (сумма осадков менее 3 мм не учитывается, а при 3 мм и более расчет показателя начинается заново) [3]. С 1976 г. внедрен «показатель влажности» ПВ-1 ЛенНИИЛХа с тем же основанием, но с дифференцированными поправками на осадки [2], которые уменьшают ошибки в определении КПО для районов при выпадении местных осадков.

Надо сказать, что основание у показателей ПВ-1 и В. Г. Нестерова отражает условия испарения со свободной водной поверхности, протекающего до полного испарения влаги. Однако испарение из гигроскопичных тел (мхов, лишайников, опада и др.) происходит не полностью, а лишь до уровня равновесной влажности, зависящей от температуры и относительной влажности воздуха. По этой причине кустистые лишайники не высыхают до горимого состояния при относительной влажности воздуха свыше 85 %, а мох Шребера — свыше 60 %. Длительное повышение относительной влажности воздуха может без дождя приводить к увлажнению мхов, лишайников и опада до негоримого состояния, хотя показатель будет увеличиваться.

Для устранения этого недостатка в основание показателя введе-

Таблица 1

Прогнозирование основания  $t(t-t_d)$  для расчета ПВ-1 по прогнозируемой температуре воздуха  $t$ 

t, °C	Май			Июнь			Июль			Август			Сентябрь		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
5	65	56	47	37	—	—	—	—	—	—	—	18	26	34	42
6	82	70	60	48	—	—	—	—	—	—	—	24	34	44	56
7	95	83	70	57	—	—	—	—	—	—	—	30	41	53	64
8	111	97	86	68	—	—	—	—	—	—	—	38	50	63	75
9	128	114	100	85	100	—	—	—	—	—	30	45	60	75	87
10	146	132	118	104	90	76	65	52	48	44	40	55	68	83	98
11	180	160	140	120	102	89	78	65	61	58	55	68	82	96	108
12	206	183	162	138	118	103	90	76	73	71	68	82	95	108	122
13	232	208	182	158	134	117	102	86	84	82	80	94	107	121	135
14	254	230	202	175	150	132	115	100	97	96	95	107	122	136	148
15	279	251	223	195	167	148	129	111	110	109	108	122	137	152	167
16	302	277	244	213	183	165	145	128	125	123	122	137	152	166	182
17	333	302	270	235	203	184	163	144	142	140	138	153	167	183	197
18	360	328	294	257	222	205	185	163	161	160	158	174	188	204	226
19	387	352	318	280	246	226	204	186	184	182	180	184	218	222	237
20	416	379	342	305	269	248	227	206	204	202	200	215	230	246	262
21	448	412	370	330	293	272	251	230	228	225	223	238	253	268	290
22	483	448	405	361	319	298	275	255	254	252	250	264	278	294	307
23	—	483	437	390	346	326	302	282	280	278	277	292	305	320	335
24	—	—	475	425	374	356	332	312	310	308	306	320	335	350	365
25	—	—	490	460	405	384	363	342	340	338	335	348	363	378	392
26	—	—	—	495	430	411	392	372	370	369	368	381	396	410	425
27	—	—	—	530	460	441	423	406	404	402	400	412	426	440	455
28	—	—	—	565	492	475	458	442	440	438	436	448	460	475	—
29	—	—	—	—	528	512	495	480	478	476	475	483	495	—	—
30	—	—	—	—	568	552	535	520	519	517	515	523	435	—	—

Соответствие метеопрогноза среднесуточному количеству осадков и величине коэффициента осадков ( $K_{ос}$ )

	Показатели	Осадки, мм	$K_{ос}$
I	Слабые дожди (небольшие, слабые моросящие, кратковременные, временами слабые или небольшие, включая слова «местами», «в отдельных районах»)	До 2	0,8
II	Умеренные дожди (дожди, моросящие, включая слова «местами», «в отдельных районах»)	2—5	0,4
III	Дождливая погода (ливневые дожди)	5—12	0,2
IV	Сильные дожди (сильные ливневые и очень сильные)	Более 12	0,1

о влажности воздуха на основании имеющихся многолетних наблюдений по каждой метеостанции для каждого месяца сезона [3].

Такая эмпирическая связь между температурой воздуха и температурой точки росы рассчитана нами для 24 метеостанций Красноярского края [7], которые находятся на территории между 56° и 60° с. ш. и 89° и 100° в. д., отличающейся природным разнообразием. Ее западная часть расположена в Западной Сибири, восточная — в Средней Сибири. В зональном плане территория включает лесостепь, подтайгу, южную и среднюю тайгу, в климатическом — пять агроклиматических и два синоптических районов. Каких-либо закономерностей в эмпирической связи между температурой воздуха и температурой точки росы, обусловленных природным разнообразием, не выявлено.

В настоящее время определена эмпирическая зависимость между температурой воздуха и основанием ПВ-1, т. е. произведением  $t(t-t_d)$ , чтобы по прогнозируемой температуре воздуха сразу рассчитывать сам показатель. Оказалось, зависимость в каждом календарном месяце практически одинакова для всех метеостанций, причем она закономерно изменяется в пределах пожароопасного сезона (табл. 1). Видно, что при одинаковой температуре воздуха соответствующее ей основание  $t(t-t_d)$  имеет наибольшую величину в мае, затем она уменьшается, остается минимальной в период от середины июля до середины августа и затем снова начинает возрастать, достигая в сентябре июньского уровня. Эту динамику можно объяснить сезонными изменениями в суммарной транспирации влаги растительным покровом. Средняя точность оценки основания ПВ-1 по температуре воздуха для любой метеостанции составляет в среднем 10 %.

В метеопрогнозах обычно дается интервал дневной температуры (от и до). При прогнозировании ПВ-1 на день следует ориентироваться на наибольшую температуру этого интервала, которая больше соответствует послеполюденной температуре воздуха.

Что касается осадков, то в метеопрогнозах указывается не их величина, а только словесная характеристика. Поэтому при прогнозировании показателя ПВ-1 необходимо использовать таблицу, где дан перевод стандартных словесных характеристик метеопрогноза в приближительную величину суточной суммы осадков или сразу — в коэффициент влияния осадков  $K_{ос}$  (табл. 2).

Итак, из вышеизложенного видно, что до настоящего времени метеопрогнозы практически не используются при расчетах лесопожарных показателей по причине отсутствия в метеопрогнозах сведений о влажности воздуха. Рекомендованное Гидрометеоцентром определение эмпирических зависимостей между температурой и влажностью воздуха по каждой метеостанции для каждого месяца в сезоне является слишком трудоемкой, а сейчас — и чрезвычайно дорогой операцией в связи с появлением в России монопольных цен на метеорологическую информацию. Выявленные закономерности у эмпирической связи между дневной температурой воздуха и основанием лесопожарного показателя засухи ПВ-1, и прежде всего установление идентичности этой связи для метеостанций лесной и лесостепной зон, позволяют широко использовать метеопрогнозы для оценки и прогнозирования пожарной опасности по условиям погоды в лесах.

#### Список литературы

1. Дмитриев А. А., Исаев А. А. Оценка возможности распространения результатов наблюдений на реперной станции над суточными суммами осадков на окружающую территорию // Метеорология и гидрология. 1970. № 9. С. 46–53.
2. Вонский С. М., Жданко В. А. Принципы разработки метеорологических показателей пожарной опасности в лесу (методические рекомендации). Л., 1976. 47 с.
3. Кац А. Л., Гусев В. А., Шабунина Т. А. Методические указания по прогнозированию пожарной опасности в лесах по условиям погоды. М., 1975. 18 с.
4. Курбатский Н. П. Пожарная опасность в лесу и ее измерение по местным шкалам // Лесные пожары и борьба с ними. М., 1963. С. 5–30.
5. Нестеров В. Г., Гриценко М. В., Шабунина Т. А. Использование температуры точки росы при расчете показателя горимости леса // Метеорология и гидрология. 1968. № 9. С. 102–105.
6. Софронов М. А., Волокитина А. В. Пирологическое районирование в таежной зоне. Новосибирск, 1990. 204 с.
7. Софронов М. А., Волокитина А. В., Фомина О. А., Тартаковская Т. М. Оценка и прогнозирование пожарной опасности на основе карт растительных горючих материалов и метеопрогнозов // Лесное хозяйство. 1994. № 2. С. 36–38.

на поправка на гигроскопичность горючих материалов, а именно: к разности  $(t-t_d)$  добавлено  $-5^\circ$ , поэтому при величине разности  $(t-t_d)$  меньше  $5^\circ$ , т. е. при относительной влажности воздуха днем выше 85 %, основание становится отрицательным и показатель начинает уменьшаться даже при отсутствии дождя. К первому множителю добавлено  $+10^\circ$ , чтобы величина нового основания оказалась в среднем на уровне прежнего. Это позволяет пользоваться одними и теми же шкалами [6]. Новое основание принимает вид  $(t+10^\circ)(t-t_d-5^\circ)$ . Необходимо обратить внимание на еще одну полезную особенность нового основания: его можно рассчитывать даже при отрицательной температуре воздуха (до  $-10^\circ \text{C}$ ). Ведь известно, что весение и осенние пожары в Забайкалье и на Дальнем Востоке могут возникать и распространяться при минусовых температурах.

Проверка оснований по тесноте их связи с равновесной влажностью древесины показала, что корреляционное отношение у старого основания  $t(t-t_d)$  равно 0,91, у нового  $(t+10^\circ)(t-t_d-5^\circ)$  — 0,99. Показатель с новым основанием обозначается, как ПВГ, т. е. показатель влажности зеленых мхов с учетом их гигроскопичности. ПВГ по своей величине весной немного выше, чем ПВ-1, а летом — немного ниже.

Показатели В. Г. Нестерова (ПН), ПВ-1 ЛенНИИЛХа и ПВГ рассчитываются по следующим формулам:

$$\begin{aligned} \text{ПН}_n &= \text{ПН}_{n-1} K_{ос} + [t(t-t_d)]_n; \\ (\text{ПВ}-1)_n &= [(\text{ПВ}-1)_{n-1} + t(t-t_d)]_{n-1} K_{ос}; \\ (\text{ПВГ})_n &= [(\text{ПВГ})_{n-1} + (t+10^\circ)_n(t-t_d-5^\circ)_n] K_{ос}, \end{aligned}$$

где  $t$  — температура воздуха в 15–16 ч,  $^\circ \text{C}$ ;  $t_d$  — температура точки росы в 15–16 ч,  $^\circ \text{C}$ ;  $n$  — день, для которого рассчитывается показатель;  $n-1$  — предыдущий день;  $K_{ос}$  — коэффициент поправок на осадки (учитывается сумма осадков за предыдущие 24 ч).

Если при расчете показателя В. Г. Нестерова сумма осадков менее 3 мм, то  $K_{ос}=1$ , если 3 мм и более, то  $K_{ос}=0$ . При расчете ПВ-1 учитывается сумма осадков более 0,5 мм за предыдущие 24 ч. Коэффициент  $K_{ос}$  зависит от суммы осадков и от величины ПВ-1 предыдущего дня, причем используется специальная таблица, где приводятся не  $K_{ос}$ , а сразу исправленная величина ПВ-1 с учетом влияния этих факторов [2]. Таблица обеспечивает соответствие между величиной, показателем и влагосодержанием «эталонного» зеленого мха. Поскольку мох высыхает полностью примерно за 10 дней, то после достижения ПВ-1 величины 1900 ед. все поправки в процессе дальнейшего нарастания засухи принимаются одинаковыми для любых дождей. Но в районе продолжают высыхать моховой покров и подстилка на сырых и заболоченных участках, поэтому сумма осадков, компенсирующая полное высыхание мохового покрова за 10-дневную засуху в сосняках брусничниковых, недостаточна для компенсации более длительного высыхания влажных типов леса изучаемого района.

На основании анализа существующих поправок на осадки нами предложен следующий усовершенствованный коэффициент осадков  $K_{ос}$ :

$$K_{ос} = 1,8/(R+1),$$

где  $R$  — сумма осадков за 24 ч, мм; при  $R < 0,6$  мм  $K_{ос}$  принимается равным 1.

По данным анализа продолжительности и величин осадков на Обнинском дождемерном полигоне [1] установлено, что 1 мм осадков выпадает в среднем за 1,3 ч (т. е. за час выпадает в среднем 0,8 мм осадков), поэтому возможен второй вариант коэффициента осадков

$$K'_{ос} = 1,8/(1,3T+1),$$

где  $T$  — суточная продолжительность выпадения осадков, ч; при  $T < 0,5$  ч  $K'_{ос}$  принимается равным 1.

Второй вариант — с учетом продолжительности выпадения осадков (так учитывают осадки в США) — более подходит для оценки увлажнения целых районов, так как продолжительность осадков связана с площадью дождевых облаков и, следовательно, с размером увлажненной территории [6].

Показатель В. Г. Нестерова рассчитывался на 15 ч, что было неудобно, поскольку планировать обнаружение пожаров и другие лесопожарные работы необходимо с утра. Расчет ПВ-1 в отличие от показателя Нестерова делается утром (в 8–9 ч), сумма осадков за сутки берется со вчерашнего и до сегодняшнего утра, а данные о температуре воздуха и точки росы на 15–16 ч — за вчерашний день. Рассчитанный таким способом показатель является показателем наступающего дня [2].

Итак, показатель ПВ-1 для наступающего дня рассчитывается утром, но по метеоданным прошедшего дня, т. е. по сути рассчитывается показатель вчерашнего дня, который условно считается показателем сегодняшнего дня. Это не совсем корректно, поскольку погода наступающего дня может значительно отличаться от погоды прошедшего дня (например, быть дождливой) и тогда ПВ-1 окажется ошибочным.

Положение можно исправить при условии, если показатель, рассчитанный утром по вчерашним метеоданным, считать истинным показателем именно вчерашнего дня. Тогда на основании его и метеопрогноза прогнозируется показатель наступающего дня. Таким образом, показатель на каждый день должен рассчитываться дважды: сначала как прогнозируемый, затем как истинный. Такой порядок расчетов предусматривается для ПВГ, хотя его можно использовать и при расчете ПВ-1.

При использовании метеопрогноза для расчета ПВ-1 возникает ряд сложностей. Например, в метеопрогнозе отсутствуют сведения о влажности воздуха, в том числе и о температуре точки росы. Для решения этой проблемы Гидрометеоцентр предложил устанавливать эмпирическую связь между температурой воздуха и данными