

УДК 630\*43(571.621)

## МОДИФИКАЦИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ ШКАЛЫ КЛАССОВ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ ДЛЯ ТЕРРИТОРИИ СРЕДНЕГО ПРИАМУРЬЯ (НА ПРИМЕРЕ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ)

В.А. Глаголев, Р.М. Коган

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН, г. Биробиджан

*На основе анализа особенностей возникновения пожаров растительности на примере территории Еврейской автономной области проведен выбор показателей и разработана трехпериодная шкала классов пожарной опасности для Среднего Приамурья.*

Пожары растительности в настоящее время относятся к категории общемировых рисков, затрагивающих значительные регионы и имеющих тенденцию к возрастанию вероятности их проявления как под действием природных, так и антропогенных факторов, поэтому в последнее время значительно возрастает количество исследований, направленных на создание теоретических и практических основ оценки и прогнозирования пирологических характеристик территории для совершенствования противопожарного мониторинга.

Системы оценки пожарной опасности основаны на моделировании показателей или систем показателей по метеорологическим данным. Они разрабатывались с учетом конкретных природных условий различных континентов, стран или районов (например, США [10], Канады [21], России [7], Южного и Среднего Сихотэ-Алиня [12], Красноярского края [6], Томской области [1] и др.) и поэтому не могут быть автоматически перенесены на другие территории.

При анализе пожарной опасности (ПО) растительности следует учитывать, что в пределах ограниченной территории такие факторы, как класс пирологической устойчивости растительных формаций, запас, состав и свойства растительных горючих материалов (ГМ) в течение одного сезона можно считать условно постоянными. Динамика возникновения пожаров определяется в основном климатическими и погодными условиями, поскольку они влияют на процессы высыхания проводников горения, поэтому ежедневная оценка пожарной опасности по метеорологическим условиям (метеорологическая пожарная опасность) положена в основу определения классов ПО и оценки горимости территории [17].

Оценку предрасположенности растительности к возникновению пожаров можно совершенствовать как за счет использования новых методов, так и при тщательном учете природных и пирологических особенностей территории. Это особенно важно при создании региональных шкал классов пожарной опасности (КПО), по которым регламентируют организацию противопожарного мониторинга и которые в настоящее время пересматриваются для многих районов [3, 5]. Например, юг Дальнего Востока России, где ежегодно возникает боль-

шое количество пожаров, находится в зоне муссонного климата средних широт, отличается взаимным распределением температур и осадков [14], а следовательно, и пирологическими характеристиками [4]. Для данного региона большое значение имеет создание системы оценки горимости растительности, в которой будут учтены особенности метеорологических условий.

Целью работы является анализ региональной шкалы, используемой для определения классов пожарной опасности для территории Среднего Приамурья (на примере Еврейской автономной области) и ее модификация. Для этого необходимо исследовать особенности горимости растительности и влияние на них климатических характеристик; с использованием различных показателей, рассчитать ежедневные классы пожарной опасности (КПО); провести анализ их распределения в течение пожароопасных сезонов, сопоставить полученные данные с количеством лесных пожаров, которые при этом возникли, с «нормальным» (т.е. соответствующим методике Н. Курбацкого [11]), выбрать на этой основе методику расчета показателей и разработать региональную шкалу классов пожарной опасности.

Материалами послужили метеорологические данные ГМС «Биробиджан», сведения о лесных пожарах на территории шести филиалов ОГБУ «Лесничество ЕАО»: Биробиджанского, Облученского, Октябрьского, Ленинского, Бирского, Кульдурского с 1999 по 2009 гг.

### Методики

В настоящее время в России разработан ряд методик оценки ПО текущего (i) дня по условиям погоды, основанные на расчете двух показателей засухи: лесопожарного (ЛПЗ) и комплексного (КП). КП используется для определения класса пожарной опасности (КПО) по общероссийской или региональным шкалам и регламентации работ противопожарных служб [17].

Основой для вычисления ЛПЗ на текущий (i) день служит оценка факторов, определяющих влагосодержание эталонных видов ГМ. Все виды расчетных ЛПЗ являются функцией (f) различных сочетаний метеорологических данных (1):

$$ЛПЗ=f(\text{метеоданные}).$$

Функции (f) и поправочные коэффициенты (K) для расчета комплексного показателя (КП)

Показатель		Функция ( f )	Поправочный коэффициент $K(x_i)$
название	обозначение		
1. «Метеорологический показатель горимости леса» [9]	ПН	$t(t - \tau)$	Если $x > 3$ мм/сут., то $K(x_i) = 1$ , если $x > 3$ мм/сут., то $K(x_i) = 0$ .
2. «Показатель влажности лесной подстилки» [2]	ПВ-1	$t(t - \tau)$	Если $x > 0,5$ мм/сут., то $K(x_i) = 1$ , если $x > 0,5$ мм/сут., то $K(x_i)$ зависит от показателя влажности.
3. «Показатель влажности напочвенного покрова» [2]	ПВ-2	$t(t - \tau)$	
4. «Показатель влажности с учетом гигроскопичности» [17]	ПВГ-5	$(t + 10^0)(t - \tau - 5^0)$	Если $x > 3$ мм/сут., то $K(x_i) = 1$ , если $x > 3$ мм/сут., то $K(x_i)$ зависит от изменения влажности.
5. «Показатель влажности с учетом гигроскопичности» [17]	ПВГ-3	$(t + 10^0)(t - \tau - 3^0)$	
6. «Комплексный показатель текущего дня» [15]	ПС	$K_v * t(t - \tau)$	$K(x_i) = 0$ или $K(x_i) = 1$ в зависимости от ПЗ и количества осадков за предыдущие сутки.
7. Методика «Сиб НИГМИ» [8]	ПЗ	$E_t - E_\tau$	Если $x > 3$ мм/сут., то $K(x_i) = 1$ , если $x > 3$ мм/сут., то $K(x_i) = 0$ .
8. «Модифицированный метеорологический показатель горимости» В. Жданко	ПЖ	$t(t - \tau)$	Значения $K(x_i)$ выбираются из поправочной таблицы осадков.
9. «Комплексный показатель» Г. Телицына [19]	ПТ	$\lg(t - \tau)$	Если $x > 3$ мм/сут., то $K(x_i) = 1$ , если $x > 3$ мм/сут., то $K(x_i) = 0$ .
10. «Метеорологический показатель горимости» М. Шешукова [20]	ПШ	$t(t - \tau) - 400 * K$	$K = x_i$ , мм/сут.

**Примечание:**  $t$  – температура, °С;  $x_i$  – количество осадков, мм;  $\tau$  – температура точки росы, °С;  $K_v$  – коэффициент учета скорости ветра;  $E_t$  – упругость насыщенных паров (мм. рт. ст.) при температуре  $t$ , °С;  $E_\tau$  – упругость насыщенных паров (мм. рт. ст.) при температуре точки росы

(1)

Для расчета КЗ используется соотношение:

$$КП_i = f(\text{метеоданные}) + K(x_i) КП_{i-1},$$

(2)

где  $K(x_i)$  – поправочный коэффициент, зависящий от суточного объема осадков  $\tilde{\alpha}_i$  мм/сут.,  $КП_i$  – показатель текущего дня,  $КП_{i-1}$  – показатель предыдущего дня.

Функции, поправочные коэффициенты и обозначение КП приведены в табл. 1. Базовым принят наиболее широко используемый показатель В. Нестерова (ПН) [9].

Классы пожарной опасности (КПО) выбраны по шкале, которая в настоящее время используется для южных районов Хабаровского края и Еврейской АО (табл. 2).

Для уточнения региональной шкалы для Среднего Приамурья использован метод, разработанный Н. Курбацким [11], согласно которому в период с первым КПО должно происходить не более 5 %, со вторым КПО – не более 15 %, с третьим – не более 25 %, с четвертым – не более 25 %, а в пятом КПО – оставшиеся 30–35 % от всего

количества пожаров в данном пожароопасном сезоне [12].

### Результаты

Проведен анализ распределения пожаров в течение каждого месяца пожароопасного сезона, который продолжается с 1 апреля по 31 октября (табл. 3). Незначительное их количество возникает вне сезона (март и ноябрь). Максимумы горимости приходятся на конец апреля – начало мая, а также на конец сентября – начало октября, минимум наблюдается в летние месяцы.

Для более подробного анализа особенностей распределения пожаров, сезон был разделен на 43 пятидневки, в каждой вычислено количество дней повышенной опасности (III, IV и V КПО по шкале (табл. 2)) и количество возникших в эти дни пожаров (рис. 1). Как видно из данных, приведенных на рис. 1, максимальное количество пожаров происходит в период с 1 по 5 мая и с 20 по 27 октября, а минимальное – с 20 июля по 28 сентября, причем весной максимум горимости совпадает с максимумом

Таблица 2

Региональная шкала определения степени пожарной опасности в лесах юга Дальнего Востока [16]

Класс пожарной опасности		I	II	III	IV	V
Комплексный показатель (КП) для центральной и южной части Дальнего Востока	весна и осень	до 180	181–400	401–1200	1201–3200	более 3200
	лето	до 400	401–800	801–2400	2401–5000	более 5000

**Примечание:** комплексный показатель рассчитан по методике В. Нестерова [9]

**Таблица 3**  
Лесные пожары на территории филиалов ОГБУ  
«Лесничество ЕАО» с 1999 по 2009 гг.

Филиалы ОГБУ «Лесничество ЕАО»	Месяц									
	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	
	Количество пожаров									
Биробиджанский	1	88	90	3	1	0	2	105	13	
Бирский	1	74	114	25	8	0	3	79	7	
Кульдурский	0	35	77	23	11	0	3	22	0	
Ленинский	1	146	91	3	4	0	1	106	33	
Облученский	0	18	82	10	5	0	0	12	0	
Октябрьский	1	19	13	0	0	0	0	8	3	
Всего по области	4	380	467	64	29	0	9	332	56	

мом пожарной опасности по условиям погоды, а летом и осенью совпадение отсутствует.

Возникновение трех периодов различной горимости обусловлено пирологическими особенностями климата, в первую очередь, совместным распределением температуры и осадков. Так, для всего сезона характерны положительные температуры, но в целом весна прохладнее, чем осень: средние многолетние температуры в 13–15 ч. в апреле и мае ниже, чем в сентябре и октябре, максимальные среднемесячные температуры в это же время дня зафиксированы в июле. Минимальное количество осадков выпадает в весенние месяцы (апрель, май), затем они достигают максимума в июле–августе и постепенно снижаются к октябрю [14]. Таким образом, возникновение периодов горимости связано с различными сочетаниями температурно-влажностных характеристик: сухой, но прохладный весенний период; теплый, но со средней влажностью осенний, между которыми находится летний с высокими температурами и значительными осадками.

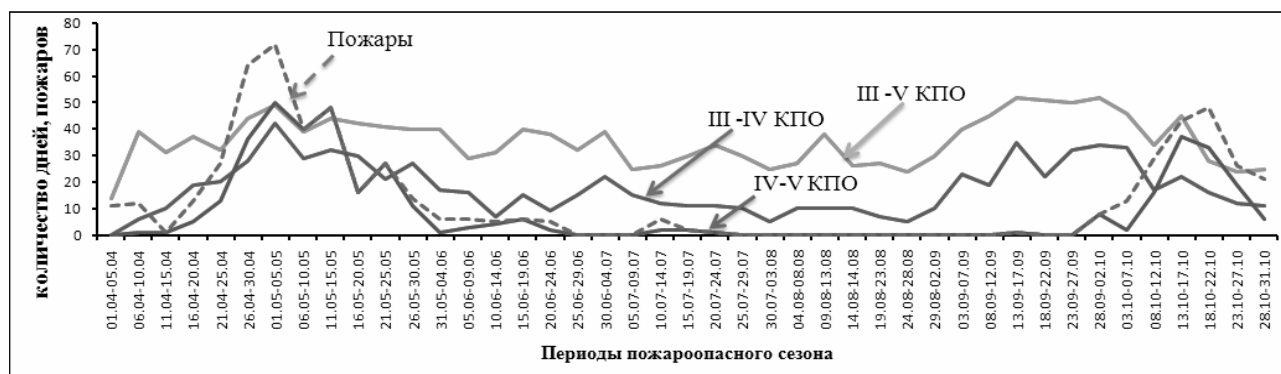
Региональные шкалы КПО должны соответствовать условиям формирования метеорологической пожарной опасности, они должны быть основаны на ранжировании комплексных показателей, рассчитанных по методике, оптимальной для конкретного региона. Например, для Дальнего Востока России рекомендован показатель

**Таблица 4**  
Количество дней с определенным классом пожарной  
опасности в течение пожароопасных сезонов  
с 1999 по 2009 гг.

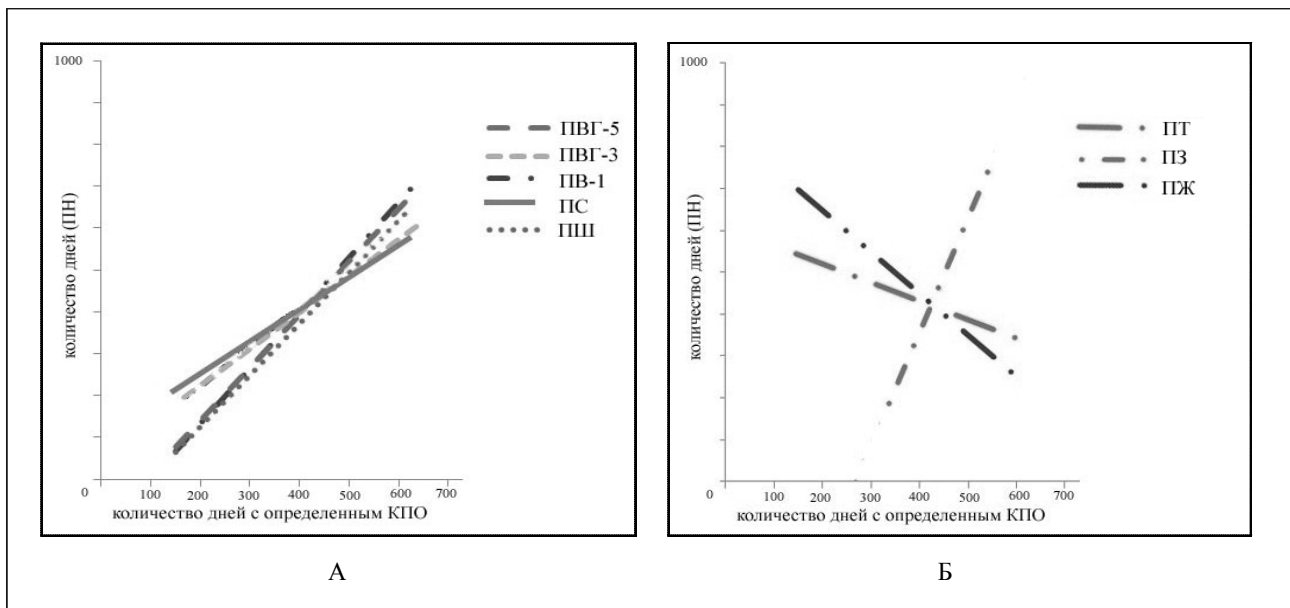
Показатели для определения класса пожарной опасности	Класс пожарной опасности				
	I	II	III	IV	V
	Количество дней				
ПН	622	350	581	418	151
ПВГ-3	556	314	601	473	178
ПВГ-5	753	306	577	371	115
ПЗ	2010	107	5	0	0
ПС	636	270	497	416	251
ПВ-1	725	373	616	357	51
ПТ	677	279	224	156	768
ПШ	815	256	456	345	117
ПЖ	243	152	414	431	882

В. Нестерова [9], но не обоснована возможность его использования или необходимость применения других показателей. Поэтому нами рассчитаны показатели по методикам, приведенным в табл. 1, полученные результаты переведены в КПО по шкале (табл. 2), исследовано распределение дней с одинаковым значением КПО в течение сезонов 1999–2009 гг. Как видно из данных, приведенных в табл. 4, при применении ПЗ практически не различаются периоды с III, IV и V КПО, это может быть следствием того, что его либо невозможно использовать для оценки пожарной опасности в условиях муссонного климата, либо для его применения необходима разработка специальной шкалы. Все остальные методики совпадают по максимальному количеству дней с I и III классом КПО; у показателей ПН, ПВГ-3, ПВГ-5, ПВ-1 количество дней со II КПО также практически совпадает, но незначительно уменьшается при применении ПЖ. Наибольшие различия получены для дней с высокой пожарной опасностью (IV и V КПО).

Следующим этапом выбора показателей является проверка их соответствия базовому ПН. Как видно из рис. 2, лучшие результаты получены при определении



**Рис. 1.** Распределение пожаров и дней с определенным классом пожарной опасности по пятидневным периодам в течение пожароопасных сезонов по данным Биробиджанского и Бирского филиалов ОГБУ «Лесничество ЕАО» с 1999 по 2009 гг.



**Рис. 2. Соответствие количества дней с одинаковыми классами пожарной опасности, определенными с использованием различных показателей: А – тренды с коэффициентом детерминации  $\geq 0,7$ ; Б – тренды с коэффициентом детерминации  $< 0,7$**

КПО с использованием ПВ-1 и ПВГ-3, несколько хуже – с ПВГ-5 и ПШ. Коэффициенты детерминации равны 0,97

**Таблица 5**  
Соответствие показателей пожарной опасности базовому (ПН)

Комплексный показатель	ПВ-1	ПВГ-3	ПВГ-5	ПШ	ПС	ПЖ	ПЗ	ПТ
Коэффициент детерминации	0,97	0,97	0,94	0,93	0,84	0,44	0,33	0,08

и 0,94 соответственно (табл. 5).

**Таблица 6**  
Распределение лесных пожаров по дням с определенным классом пожарной опасности в весенне-осенний период с 1999 по 2009 гг.

Комплексный показатель	Класс пожарной опасности				
	I	II	III	IV	V
	Количество пожаров (% от общего количества)				
ПН	51 (4)	59 (5)	246 (21)	542 (46)	290 (24)
ПВ-1	102 (9)	92 (8)	302 (25)	553 (47)	139 (12)
ПВГ-3	42 (4)	20 (2)	143 (12)	486 (41)	497 (42)
ПВГ-5	46 (4)	33 (3)	181 (15)	575 (48)	353 (30)
ПВ	964 (81)	212 (18)	12 (1)	0 (0)	0 (0)
ПС	72 (6)	55 (5)	204 (17)	490 (41)	367 (31)
ПВ-1	102 (9)	92 (8)	302 (25)	553 (47)	139 (11)
ПШ	144 (12)	71 (6)	265 (23)	517 (44)	177 (15)
ПЖ	41 (3)	23 (2)	102 (9)	303 (26)	719 (60)

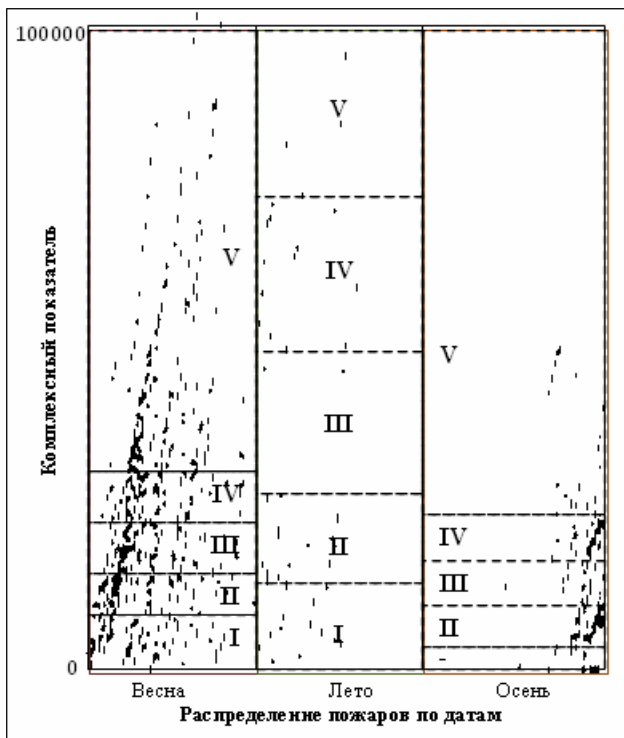
**Примечание:** совпадение с распределением Н. Курбацкого выделено курсивом

Таким образом, при ежедневной оценке пожарной опасности наряду с ПН аналогичные результаты могут быть получены при использовании показателей ПВ-1, ПВГ-3, ПВГ-5, ПШ, поскольку все они рассчитаны по модифицированному уравнению В. Нестерова [9] и отличаются только коэффициентами (К) и периодами учета метеорологических параметров. При последующем определении КПО текущего дня по достаточно грубой региональной шкале (табл. 2), различие в значениях показателей становится незначимыми. При использовании ПВГ-5 и ПШ будет получена другая оценка дней пожароопасного сезона, чем при применении перечислен-

**Таблица 7**  
Распределение пожаров растительности по дням с определенным КПО в летний период с 1999 по 2009 гг.

Комплексный показатель	КПО				
	I	II	III	IV	V
	Количество пожаров, (% от общего количества)				
ПН	5 (5)	7 (8)	40 (43)	15 (16)	26 (28)
ПВ-1	8 (9)	6 (6)	53 (57)	18 (19)	8 (9)
ПВГ-3	2 (2)	5 (5)	37 (40)	29 (31)	20 (22)
ПВГ-5	4 (4)	6 (6)	43 (46)	29 (31)	11 (12)
ПВ	87 (92)	6 (8)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
ПС	5 (6)	2 (2)	28 (33)	18 (21)	33 (38)
ПВ-1	8 (9)	6 (8)	53 (57)	18 (17)	8 (9)
ПШ	12 (13)	6 (6)	41 (44)	17 (18)	17 (18)
ПЖ	0 (0)	0 (0)	8 (9)	7 (8)	78 (85)

**Примечание:** совпадение с распределением Н. Курбацкого выделено курсивом



**Рис. 3. Распределение пожаров по дням с определенным значение КП в течение весеннего, летнего и осеннего периодов с 1999 по 2009 гг.**

ных выше показателей, но в любом случае региональная шкала будет считаться правильной, если распределение пожаров по дням с определенным КПО соответствует методике Н. Курбацкого [11].

Анализ этого условия по двухпериодной шкале для юга Дальнего Востока проведен отдельно для весенне-осеннего и летнего периодов, однако ни один из используемых показателей не позволил получить «нормальное» распределение пожаров: в дни с I КПО должно происходить не более 5 %, со II КПО – не более 15 %, с III – не более 25 %, с IV – не более 25 %, с V – оставшиеся пожары от всего количества в данном пожароопасном сезоне (табл. 6, 7).

Следовательно, для данной территории необходима разработка специальной региональной трехпериодной шкалы определения КПО в соответствии с тремя периодами внутри пожароопасного сезона (рис. 1).

Шкала построена на основе соотношения между ежедневной величиной комплексного показателя (использован ПН) и количеством возникающих пожаров (рис. 3), затем произведен поиск нижней и верхней границ комп-

**Таблица 9**  
Распределение пожаров по дням с определенным классом пожарной опасности по модифицированной региональной шкале

Год	Период пожароопасного сезона	Класс пожарной опасности				
		I	II	III	IV	V
		Количество пожаров (процент от общего количества)				
1998	Весенний	9	23	<b>20</b>	8	40
1999	Весенний	7	<b>11</b>	<b>23</b>	<b>38</b>	<b>21</b>
2006	Весенний	<b>0</b>	<b>10</b>	27	22	41
2000	Летний	10	<b>18</b>	<b>23</b>	<b>18</b>	<b>31</b>
2000	Осенний	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>16</b>	36	42
1999–2009 (средние данные)	Весенний	<b>6</b>	<b>14</b>	<b>26</b>	<b>28</b>	<b>25</b>
	Летний	<b>2</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>30</b>
	Осенний	<b>9</b>	<b>21</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>18</b>

**Примечание:** совпадение с распределением Н. Курбацкого выделено курсивом

лексного показателя, удовлетворяющего заданным условиям [13].

Таким образом получена модифицированная трехпериодная шкала (табл. 8), применимость которой проверена по сезонам 1997–2009 гг. Выборочные данные приведены в табл. 9.

Сравнение данных, приведенных в табл. 6, 7 и 9, показывает, что трехпериодная шкала более адаптирована к оценке пожарной опасности, определяемой пирологическими характеристиками климата Среднего Приамурья, при типичных условиях погоды. Для периодов аномально высокой горимости, например для 1998 г. [16], отклонения становятся заметными. Кроме того, весной и осенью состояние растительности во многом зависит от ее фенологического состояния. Это два обстоятельства тоже необходимо учитывать при составлении региональных шкал.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Барановский Н.В., Гришин А.М., Лоскутникова Т.П. Информационно-прогностическая система определения вероятности возникновения лесных пожаров // Вычислительные технологии. 2003. Т. 8, № 2. С. 16–26.

**Таблица 8**  
Модифицированная региональная шкала определения степени пожарной опасности растительности на территории Еврейской автономной области

Класс пожарной опасности		I	II	III	IV	V
Комплексный показатель	весна	до 400	401–1040	1041–2040	2041–3200	более 3200
	лето	до 400	401–1270	1271–1990	1991–4650	более 4651
	осень	до 260	261–760	761–1520	1521–2470	более 2470

2. Вонский С.М., Жданко В.А. Методические указания по оценке степени засушливости пожароопасных сезонов и оценке вероятности их поступления. Л.: ЛенНИИЛХ, 1976. 21 с.
3. Горев Г.В. Оценка климатической предрасположенности территории к возникновению лесных пожаров: дис. ... канд. геогр. наук. Томск, 2003. 129 с.
4. Григорьева Е.А., Коган Р.М. Пирологические характеристики климата на юге Дальнего Востока России // Региональные проблемы. 2010. Т. 13, № 2. С. 78–82.
5. Гриценко М.В. О новой шкале горимости // Метеорология и гидрология. 1962. № 3. С. 28–34.
6. Доррер Г.А., Якимов С.П. Определение пожарной опасности в лесу методами дистанционного зондирования // Лесной журнал. 2000. №3. С. 67–70.
7. Ершов Д.В., Коровин Г.Н., Лупян Е.А., Мазуров А.А., Тащилин С.А. Российская система спутникового мониторинга лесных пожаров // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2004. Вып. 1. Т. 1. С. 47–57.
8. Здерева М.Я., Виноградова М.В. Среднесрочный прогноз пожарной опасности в лесах по метеорологическим условиям // Метеорология и гидрология. 2009. № 1. С. 16–27.
9. Кац А.Л., Гусев В.Л., Шабунина Т.А. Методические указания по прогнозированию пожарной опасности в лесах по условиям погоды. М.: Гидрометеиздат, 1975. 16 с.
10. Курбатский Н.П., Костырина Т.В. Национальная система расчета пожарной опасности США // Обнаружение и анализ лесных пожаров. Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1977. С. 38–90.
11. Курбатский Н.П. Пожарная опасность в лесу и ее измерение по местным шкалам // Лесные пожары и борьба с ними. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 5–30.
12. Марченко Н.А. Оценка текущей пожарной опасности лесов на основе анализа состояний природно-территориальных комплексов: автореф. дис. ... канд. геогр. наук. М., 1992. 17 с.
13. Матвеев П.М., Матвеев А.М. Лесная пирология. Красноярск: СибГТУ, 2002. 316 с.
14. Петров Е.С., Новороцкий П.Н., Леншин В.Т. Климат Хабаровского края и Еврейской автономной области. Владивосток–Хабаровск: Дальнаука, 2000. 174 с.
15. Сверлова Л.И. Метод оценки пожарной опасности в лесах по условиям погоды. Хабаровск: ОПП краев. ком. гос. статистики, 1998. 32 с.
16. Соколова Г.В., Коган Р.М., Глаголев В.А. Пожарная опасность территории Среднего Приамурья: оценка, прогноз, параметры мониторинга. Хабаровск: ДВО РАН, 2009. 265 с.
17. Софронов М.А., Волокитина А.В. Пирологическое районирование в таежной зоне. Новосибирск: Наука, 1990. 203 с.
18. Софронова Т.М. Разработка мер по совершенствованию оценки пожарной опасности по условиям погоды в горных лесах Южного Прибайкалья: дис. ... канд. с.-х. наук. Красноярск, 2006. 252 с.
19. Телицин Г.П. Лесные пожары, их предупреждение и тушение в Хабаровском крае. Хабаровск: ДальНИИЛХ, 1988. 93 с.
20. Шешуков М.А., Громько С.А., Шведов А.Г. К оценке комплексного показателя пожарной опасности в лесу по условиям погоды // Охрана лесов от пожаров в современных условиях: мат-лы международной научно-практической конференции. Хабаровск, 2002. С. 122–126.
21. Stocks B.J., Lawson B.D., Alexander M.E., Van Wagner C.E., McAlpine R.S., Lynham T.J., and Dube D.E. The Canadian Forest Fire Danger Rating System: an overview // For. Chron. 1989. Vol. 65, № 6. PP. 450–457.

*Based on the analysis of fire vegetation features, a choice of indicators has been made, and it has been developed a modified three periods scale of fire risk classes for the Middle Priamurie (in particular, for the Jewish Autonomous Region).*