

УДК 630\*43(571.6)

## ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЖАРООПАСНЫХ СЕЗОНОВ НА ТЕРРИТОРИИ ХАБАРОВСКОГО КРАЯ И ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИ

Р.М. Коган, В.А. Глаголев

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,  
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 6790000,  
e-mail: koganrm@mail.ru, glagolev-jar@yandex.ru

*В статье рассматривается изменение основных показателей, характеризующих напряженность пожароопасных сезонов на территории Хабаровского края и Еврейской автономной области во второй половине XX – начале XXI вв. Показано, что изменение напряженности сезонов зависит от количества дней с IV и V классами метеорологической пожарной опасности и плотности населения как антропогенного источника огня. Определены районы аномально повышающейся опасности.*

**Ключевые слова:** пожар, растительность, сезон, напряженность, показатели, критерии, Дальний Восток России.

Пожары растительности являются одним из основных факторов, оказывающих двойное воздействие на лесные территории: с одной стороны они определяют состав, структуру и динамику лесов, а с другой – вызывают процессы деградации растительности, органического слоя почв, фауны, изменение гидрологического режима, загрязнение атмосферы продуктами пожарной эмиссии; негативно воздействуют на здоровье населения.

Пожарная опасность растительности определяется комплексом достаточно хорошо изученных факторов [5, 18], системы прогноза возникновения пожаров разработаны во многих странах [9]. Значительно меньшее количество работ посвящено исследованию характеристик пожароопасных сезонов [4], необходимость знания о которых возникает при сравнительной оценке территорий для оптимизации распределения средств пожаротушения, для ежегодной оценки деятельности оперативных отделений и участковых лесничеств по борьбе с лесными пожарами, а также при долгосрочном прогнозировании пожарной опасности растительности вследствие изменения климатических и экономических условий.

Состояние и динамика лесов имеют большое значение для Дальнего Востока России (ДВР) в связи с их значительным вкладом в экономику и экологию региона, необходимостью сохранения биоразнообразия и продуктивности лесных экосистем. Территории ДВР отличаются высокой пожарной опасностью и горимостью лесов [12]. Наличие периодически повторяющихся засушливых периодов, обилие растительных горючих

материалов с высокими пирологических свойствами, горный рельеф, низкая доступность некоторых территорий и климатические особенности определяют высокую расположенность данной территории к возникновению пожаров, значительную скорость их распространения и трудность ликвидации и подчеркивают значимость анализа условий формирования пожароопасных сезонов и их динамики.

На территории ДВР для исследования пожароопасных сезонов использовались метеорологические показатели: гидротермический коэффициент (ГТК), комплексный показатель и класс метеорологической пожарной опасности, атмосферные осадки в зимние и весенне-летние периоды [2, 8, 13, 15], а также учитывались свойства растительных горючих материалов [17], в то время как значительный вклад в возникновение пожаров вносят антропогенные факторы. Поэтому целью работы является анализ изменения напряженности пожароопасных сезонов в Хабаровском крае и Еврейской автономной области в период 1976–2012 гг. на основе системы показателей, учитывающих природные условия и освоенность территории [6].

**Материалы и методы**

Сформированы четыре ежедневных базы данных 1976–2012 гг. Первая содержит фактические и прогнозные метеоданные: дневная температура воздуха и точки росы в 13–15 ч местного времени, суточный объем осадков с 9 ч утра предыдущего дня до 9 ч утра текущего дня с сайтов ГУ Гидрометцентра России [<http://meteoinfo.ru>] и ИКИ РАН [<http://meteo.infospace.ru>]. Во второй

представлены сведения о пожарах растительности по материалам КГУ «ДВ авиабаза» (1970–2009 гг.), ОГАУ «Лесничество ЕАО» (1997–2009 гг.) и по космоснимкам с сайтов NASA [http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov] и ФАЛХ «Авиалесоохрана» [http://aviales.ru], которые включают даты обнаружения и ликвидации пожара, название субъектов РФ, административных районов, номера кварталов лесничеств, тип пожара (лесной/не лесной), а также относительное число (пожар/100 тыс. га.) и относительную площадь пожаров растительности (га/100 тыс. га). В третьей помещаются сведения о возможных антропогенных источниках возгораний: ежегодные или по переписям данные о плотности населения в муниципальных районах Хабаровского края и в ЕАО (чел./км<sup>2</sup>), плотность дорожной сети (км/км<sup>2</sup>). В следующей базе характеристики территории представлены картами: физическая, расположение гидрометеостанций (ГМС), их зоны ответственности и репрезентативности, квартальная сеть лесхозов, населенные пункты, плотность населения.

Комплексный показатель напряженности сезона ( $D$ ) рассчитан как функция желательности частных показателей [1]:

$$d_{z,j} = \frac{2X_{z,j} \cdot X'_{z,j}}{X_{z,j}^2 + X'_{z,j}{}^2}, \quad (1)$$

$$D_j = \sqrt[n]{\prod_{z=1}^n d_{z,j}} = \sqrt[n]{\prod_{z=1}^n (2X_{z,j} \cdot X'_{z,j})(X_{z,j}^2 + X'_{z,j}{}^2)}, \quad (2)$$

где  $d_{z,j}$  – частная функция желательности  $z$ -го показателя;  $z$  – номер показателя;  $j$  – номер операционно-территориальной единицы (ОТЕ);  $X_{z,j}$  – значение  $z$ -го показателя;  $X'_{z,j}$  – максимальное значение  $z$ -го показателя;  $D_j$  – обобщенная функция желательности,  $n$  – количество показателей.

В качестве показателей напряженности сезонов использованы: продолжительность по природным (потенциальная) и природно-антропогенным (фактическая) факторам (дни), сумма дней с IV и V классами метеорологической опасности (суровость), количество дней с грозами за сезон, ежегодное количество пожаров (пож/100 тыс. га) и площадь горельников (га/100 тыс. га). Выбор значимых показателей для расчета индекса проведен корреляционным анализом с количеством пожаров. Наиболее тесная связь установлена между относительным числом пожаров и суровостью пожароопасных сезонов ( $R=0,6$ ), продолжительностью по природно-антропогенным факторам ( $R=0,51$ ) и плотностью населения ( $R=0,53$ ); но в

некоторых районах, например в ЕАО, отсутствует связь относительного числа пожаров и количества дней с грозами ( $R=0,23$ ), поэтому последний показатель при расчете индекса напряженности на данной территории не учитывался [3].

Продолжительность сезона по природным условиям определена по средним многолетним датам схода – появления снежного покрова [11]; класс пожарной опасности (КПО) – по шкале, разработанной для ДВР [14].

Под длительностью сезона по природно-антропогенным условиям принимается часть календарного года, на которую приходится 95% всех возникающих лесных пожаров [7]. Она определяется путем построения эмпирических рядов лесных пожаров по календарным датам их обнаружения и нахождения 2,5% квантилей этих распределений, которые считаются датами начала и окончания пожароопасного сезона.

Для определения плотности населения (чел./км<sup>2</sup>) использованы статистические данные. Относительное количество пожаров (пож./100 тыс. га.) и их относительная площадь (га/100 тыс. га) рассчитываются по данным природоохранных организаций или спутникового мониторинга.

Сравнение напряженности сезонов проведено по стандартной шкале Харрингтона:  $0 \div 0,2$  – очень низкая;  $0,2 \div 0,36$  – низкая;  $0,37 \div 0,62$  – удовлетворительная;  $0,63 \div 0,79$  – высокая;  $0,8 \div 1$  – очень высокая напряженность [1].

#### Результаты и их обсуждение

Для территории Хабаровского края и Еврейской автономной области рассчитаны и построены временные ряды показателей, их максимальных значений, индексов напряженности в период с 1976 по 2012 гг. (табл. 1, 2).

Продолжительность сезонов по природным условиям в среднем составила 194 дня, наименьшая наблюдалась на севере Хабаровского края (164 дня, Охотский район), наибольшая – на территории ЕАО. Продолжительность сезона по природно-антропогенным условиям изменялась от 59 до 197 дней. Фактическая продолжительность по сравнению с природной снижается в малоосвоенных северных районах на 60%, в центральных – на 26%, а в южных (наиболее освоенных) только на 8%.

Максимальные значения суровости на территории Хабаровского края и ЕАО изменяются от 70 до 90 дней, что связано с расположением муниципальных районов в различных климатических зонах ДВР. На основании анализа данных о пожарах растительности и суровости периодов, в кото-

Максимальные значения показателей напряженности пожароопасных сезонов в муниципальных районах Хабаровского края и в Еврейской автономной области (1976–2012 гг.)

Maximum indicators of fire seasons intensity in the Khabarovsk Territory and Jewish Autonomous Region municipal districts (1976–2012)

№ п/п	Субъект Дальневосточного федерального округа	Показатели						
		Продолжительность сезона, дни		Суровость сезона, дни	Количество дней с грозами	Плотность населения, чел./км <sup>2</sup>	Относительное число пожаров, пожар/100 тыс. га,	Относительная площадь пожаров, га/100 тыс. га
		по природным факторам	по антропогенным факторам					
Муниципальный район Хабаровского края								
1.	Охотский	195	131	74	27	0,14	0,2	12
2.	Аяно-Майский	173	133	84	89	0,02	0,3	55
3.	Тугуро-Чумиканский	192	146	66	99	0,03	0,3	169
4.	Николаевский	184	117	87	15	2,19	4,6	12132
5.	Ульчский	214	184	90	42	0,71	4,2	16006
6.	Им. Полины Осипенко	198	171	73	59	0,23	6,6	401,9
7.	Солнечный	214	214	71	49	1,22	3,4	2627
8.	Верхнебуреинский	214	192	60	114	0,72	2,7	1311
9.	Советско-Гаванский	214	189	89	10	2,89	9,4	10263
10.	Ванинский	214	214	64	33	1,68	2,8	10653
11.	Комсомольский	214	204	78	41	1,28	14,3	14058
12.	Хабаровский	214	207	58	88	3,92	8,3	9092
13.	Амурский	214	214	65	66	4,58	6,5	12835
14.	Нанайский	214	203	72	79	0,77	2,6	6678
15.	Им. Лазо	214	207	60	74	1,71	3,2	15867
16.	Бикинский	214	207	60	21	10,95	3,2	15867
17.	Вяземский	214	207	60	44	8,69	3,2	15867
Еврейская автономная область		214	214	70	90	3,32	8,7	1951

рых они возникли, выделены территории, годы и периоды с различной пожароопасной обстановкой в течение исследуемого периода. Наиболее пожароопасными были сезоны 1984 и 2009 гг.; весенний период в Аяно-Майском, Ульчском, им. Полины Осипенко, Комсомольском, Амурском и

Нанайском районах (Хабаровский край) в 1984 г. и в Хабаровском и Нанайском районах и в ЕАО в 2009 г; летний период в центральной и южной частях Хабаровского края в 1980, 1986 и 1998 гг. Суровость в центральной и северной частях Хабаровского края и в ЕАО увеличивается в конце

Таблица 2

Значение индекса напряженности пожароопасных сезонов на территории Хабаровского края и Еврейской автономной области (2008–2012 гг.)

Table 2

Index of fire seasons tension in the Khabarovsk Territory and the Jewish Autonomous Region (2008–2012)

№ п/п	Субъект Дальневосточного федерального округа	2008 г.		2009 г.		2010 г.		2011 г.		2012 г.	
		<i>D</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>C</i>
Хабаровский край (муниципальный район)											
1.	Охотский	0	ОН	0	ОН	0	ОН	0	ОН	0	ОН
2.	Аяно-Майский	0	ОН	0	ОН	0	ОН	0	ОН	0	ОН
3.	Тугуро-Чумиканский	0	ОН	0	ОН	0	ОН	0	ОН	0	ОН
4.	Николаевский	0,83	ОВ	0,31	Н	0,26	Н	0,69	В	0,97	ОВ
5.	Ульчский	0,71	В	0,81	ОВ	0,58	У	0,8	ОВ	0,98	ОВ
6.	Им. Полины Осипенко	0,80	ОВ	0,73	В	0,49	У	0,78	В	0,96	ОВ
7.	Солнечный	0,91	ОВ	0,74	В	0,62	У	0,85	ОВ	0,99	ОВ
8.	Верхнебуреинский	0,90	ОВ	0,67	В	0,86	ОВ	0,93	ОВ	0,97	ОВ
9.	Советско-Гаванский	0,65	В	0,38	У	0,75	В	0,6	У	0,8	ОВ
10.	Ванинский	0,99	ОВ	0,56	У	0,88	ОВ	0,93	ОВ	0,98	ОВ
11.	Комсомольский	0,88	ОВ	0,66	В	0,55	У	0,78	В	0,86	ОВ
12.	Хабаровский	0,82	ОВ	0,69	В	0,56	У	0,65	В	0,75	В
13.	Амурский	0,85	ОВ	0,56	У	0,69	В	0,89	ОВ	0,81	ОВ
14.	Нанайский	0,91	ОВ	0,80	ОВ	0,53	У	0,83	ОВ	0,83	ОВ
15.	Им. Лазо	0,88	ОВ	0,68	В	0,77	В	0,79	В	0,81	ОВ
16.	Бикинский	0,88	ОВ	0,68	В	0,77	В	0,79	В	0,81	ОВ
17.	Вяземский	0,88	ОВ	0,68	В	0,77	В	0,79	В	0,81	ОВ
Еврейская автономная область		0,83	ОВ	0,94	ОВ	0,95	ОВ	0,93	ОВ	0,81	ОВ

**Примечание:** *D* – индекс напряженности, *C* – степень напряженности: ОН – очень низкая; Н – низкая; У – удовлетворительная; В – высокая; ОВ – очень высокая степень

весеннего периода и в летнее время, а в южных районах края достигает максимума в сентябре.

Пожары от появления сухих гроз более часты на севере и в центре Хабаровского края, их плотность составляет 0,03–0,05 случаев загораний на млн. га в сезон. На юге Хабаровского края и в ЕАО плотность в среднем составляет 0,02–0,03 случая на млн га [12]. На территории ЕАО корреляционная связь количества дней с грозами и лесных пожаров незначительна и составляет  $r=0,23$ , поэтому данный показатель в расчетах индекса напряженности на этой территории не учитывался.

Ежегодная горимость растительности оценивалась по двум параметрам: относительное

число пожаров (пожар/100 тыс. га), относительная площадь пожаров (га/100 тыс. га). Максимальные значения показателей получены для районов, расположенных в центральной части Хабаровского края, они составляли 14,3 пожар/100 тыс. га и 16006 га/100 тыс. га, что объясняется высокой концентрацией антропогенных источников: лесозаготовительных предприятий, мест отдыха и т.д. В южных районах Хабаровского края и в ЕАО наблюдалась средняя частота появления пожаров растительности и высокая относительная площадь пожаров как следствие трудной транспортной доступности некоторых территорий и несвоевременного оперативного тушения возгораний.

Значения критерия Аббе-Линника, углы и направление линейных трендов показателей напряженности пожароопасных сезонов (1976–2012 гг.)

Values of the Abbe-Linnik test; the angles and the direction of linear trends of the fire seasons tension indicators (1976–2012)

№ п/п	Субъект Дальневосточного федерального округа	Показатели											
		Суровость, дни/10 лет			Продолжительность по природно-антропогенным факторам, дни/10 лет			Плотность населения, человек / км <sup>2</sup> /10 лет			Относительное число пожаров, пожар/100 тыс. га/10 лет		
		Значения критерия Аббе-Линника ( $\beta$ ), угол ( $\alpha$ ) и направление линейного тренда ( $\varphi$ )											
		$\beta$	$\alpha$	$\varphi$	$\beta$	$\alpha$	$\varphi$	$\beta$	$\alpha$	$\varphi$	$\beta$	$\alpha$	$\varphi$
Хабаровский край													
1.	Охотский	0,29	-0,2	-	0,13	+8,3	+	0,17	-3,7	-	0,08	-4,1	-
2.	Аяно-Майский	0,29	+3,1	+	0,16	+3,2	+	0,21	-0,6	-	0,04	-10,2	-
3.	Тугуро-Чумиканский	0,29	+1,7	+	0,16	+2,8	+	0,17	-0,4	-	0,13	-5,5	-
4.	Николаевский	0,3	+4,3	+	0,47	-8,4	-	0,18	-7,1	-	0,32	+1,9	+
5.	Ульчский	0,46	+3,3	+	0,09	-3,2	+	0,14	-3,3	-	0,28	-7,9	-
6.	им. Полины Осипенко	0,47	+1,5	+	0,27	-7,9	+	0,16	-0,7	-	0,39	-2,7	-
7.	Солнечный	0,52	-1,2	-	0,27	+7,5	+	0,39	-2,7	-	0,34	+0,6	+
8.	Верхнебуреинский	0,35	+2,9	+	0,12	+5,8	+	0,38	-8,1	-	0,19	-9,2	-
9.	Советско-Гаванский	0,47	-0,9	-	0,31	-2,4	+	0,58	-0,52	-	0,4	-3,3	-
10.	Ванинский	0,66	+2,3	+	0,15	+10,8	+	0,26	-3,2	-	0,38	-2,1	-
11.	Комсомольский	0,4	+0,33	+	0,17	-15,8	+	0,26	-0,47*	-	0,26	-10,0	-
12.	Хабаровский	0,22	+1,9	+	0,22	-4,6	+	0,03	+6,1*	+	0,17	+7,5	+
13.	Амурский	0,26	+5,3	+	0,27	-0,33	+	0,25	-3,6	-	0,14	-13,4	-
14.	Нанайский	0,44	+2,9	+	0,08	+10,5	+	0,27	-1,1	-	0,23	+5,7	+
15.	им. Лазо	0,2	+4,9	+	0,06	+14,8	+	0,18	-9,0	-	0,2	-7,3	-
16.	Бикинский	0,2	+4,9	+	0,06	+14,8	+	0,18	-9,0	-	0,2	-7,3	-
17.	Вяземский	0,2	+4,9	+	0,06	+14,8	+	0,18	-9,0	-	0,2	-7,3	-
Еврейская автономная область		0,29	+2,9	+	0,48	+0,1	+	0,04	-13,2	-	0,17	+10,3	+
Математическое ожидание углов линейных трендов показателей $\bar{\alpha}$													
		2,2			8,2			-3,2			-3,1		
Среднеквадратическое отклонение углов линейных трендов показателей $\sigma$													
		2,0			1,3			4,5			6,8		
Критерий Колмогорова-Смирнова рядов углов линейного тренда показателей													
		0,14			0,09			0,21			0,13		

**Примечание:** '+' и '-' – положительный и отрицательный углы линейных трендов показателей; \* – без г. Комсомольска-на-Амуре, \*\* – без г. Хабаровска

Плотность населения как источник антропогенных пожаров имеет устойчивый отрицательный тренд, связанный с уменьшением количества жителей в районах ДВР (например, на территории ЕАО она уменьшается на 13,2 чел./км<sup>2</sup>/10 лет), кроме Хабаровского района, где наблюдается вы-

сокий положительный тренд (увеличение на 6,2 чел./км<sup>2</sup>/10 лет). Но связь этого показателя с количеством пожаров неоднозначна. Так, в южных районах Хабаровского края (Хабаровском, Нанайском) происходит увеличение количества пожаров при одновременном уменьшении населения, а в

## Изменение относительного числа пожаров и индекса напряженности пожароопасных сезонов (1976–2012 гг.)

Changing the relative number of fires and fire seasons tension index ( 1976–2012)

№ п/п	Субъект Дальневосточного федерального округа	Относительное число пожаров, пожары/100 тыс. га /10 лет			Индекс напряженности / 10 лет		
		Значения критерия Аббе-Линника ( $\beta$ ), угол ( $\alpha$ ), направление линейного тренда ( $\varphi$ )					
		$\beta$	$\alpha$	$\varphi$	$\beta$	$\alpha$	$\varphi$
Хабаровский край							
1.	Охотский	0,08	-4,1	-	0,06	-0,22	-
2.	Аяно-Майский	0,04	-10,2	-	0,06	-0,30	-
3.	Тугуро-Чумиканский	0,13	-5,5	-	0,1	-0,19	-
4.	Николаевский	0,32	+1,9	+	0,35	-0,04	-
5.	Ульчский	0,28	-7,9	-	0,24	+0,06	-
6.	им. Полины Осипенко	0,39	-2,7	-	0,56	-0,04	-
7.	Солнечный	0,34	+0,6	+	0,55	+0,01	+
8.	Верхнебуреинский	0,19	-9,2	-	0,59	-0,02	-
9.	Советско-Гаванский	0,4	-3,3	-	0,54	-0,05	-
10.	Ванинский	0,38	-2,1	-	0,6	+0,01	+
11.	Комсомольский	0,26	-10,0	-	0,51	-0,04	-
12.	Хабаровский	0,17	+7,5	+	0,24	+0,02	+
13.	Амурский	0,14	-13,4	-	0,47	-0,01	-
14.	Нанайский	0,23	+5,7	+	0,56	+0,04	+
15.	им. Лазо	0,2	-7,3	-	0,47	+0,01	+
16.	Бикинский	0,2	-7,3	-	0,47	+0,01	+
17.	Вяземский	0,2	-7,3	-	0,47	+0,01	+
Еврейская автономная область		0,17	+10,3	+	0,37	+0,04	+

ЕАО наблюдается значительное увеличение относительного числа пожаров (10,3 пожар/100 тыс. га за 10 лет), несмотря на значительный отток населения.

Низкие значения напряженности характерны для северных районов Хабаровского края, высокие наблюдаются в центральной части (Верхнебуреинский, им. Лазо, Бикинский, Вяземский районы) и в ЕАО. В период 2008–2012 гг. в северных районах Хабаровского края индекс напряженности принимал нулевые значения вследствие отсутствия лесных пожаров, а экстремальная ситуация складывалась на территории Верхнебуреинского, им. Лазо, Бикинского, Вяземского районов и в

ЕАО. Наибольшее количество районов с высокой напряженностью отмечено в 2008 и в 2012 гг. – 11 и 12 соответственно.

Для анализа тенденций изменения показателей и индекса напряженности пожароопасных сезонов проведена проверка полученных временных рядов показателей и индексов на наличие трендовой составляющей по критерию Аббе-Линника [10]; определены углы ( $\alpha$ ), направление ( $\varphi$ ), математическое ожидание ( $\bar{\alpha}$ ), среднее квадратическое отклонение ( $\sigma$ ) и критерий Колмогорова-Смирнова углов линейных трендов показателей.

Однонаправленный повышающийся ('+') тренд характерен для суровости и продолжитель-

Степень изменения	Показатели, интервал изменения за 10 лет				
	Суровость сезона, дни	Продолжительность сезона по природно-антропогенным факторам, дни	Плотность населения, человек/ км <sup>2</sup>	Относительное число пожаров, пожар/ 100 тыс. га	Индекс напряженности
Аномальное повышение	6,2÷8,1	17,8÷26,0	5,7÷10,2	10,5÷17,4	0,16÷0,26
Повышение	4,2÷6,19	9,5÷17,8	1,2÷5,7	3,7÷10,5	0,06÷0,16
Слабое повышение	3,2÷4,19	5,4÷9,5	(-1)÷1,2	0,3÷3,7	0,01÷0,06
Стабильная	1,2÷3,2	5,4÷(-2,8)	(-5,5)÷(-1)	0,3÷(-6,5)	(-0,1)÷0,01
Слабое понижение	0,3÷1,2	(-6,9)÷(-2,8)	(-7,7)÷(-5,5)	(-9,9)÷(-6,5)	(-0,15)÷(-0,1)
Понижение	(-1,7)÷0,3	(-15,1)÷(-6,9)	(-12,2)÷(-7,7)	(-16,7)÷(-9,9)	(-0,25)÷(-0,15)
Аномальное понижение	(-3,7)÷(-1,7)	(-23,4)÷(-15,1)	(-16,6)÷(-12,2)	(-23,6)÷(-16,7)	(-0,25)÷(-0,35)

ности сезонов по природно-антропогенным факторам. Увеличение суровости сезонов на всей территории, кроме трех районов в центре и на севере Хабаровского края (Охотский, Солнечный, Советско-Гаванский), связано в основном с возрастанием количества дней с IV и V КПО в начале и в конце сезонов (табл. 3).

В Хабаровском и Нанайском районах Хабаровского края и в ЕАО наблюдается заметное увеличение индекса напряженности; а в Солнечном, Ванинском, Амурском, им. Лазо, Бикинском и Вяземском районах он практически стабилен, в остальных 9 районах изменение индекса имеет понижающийся тренд.

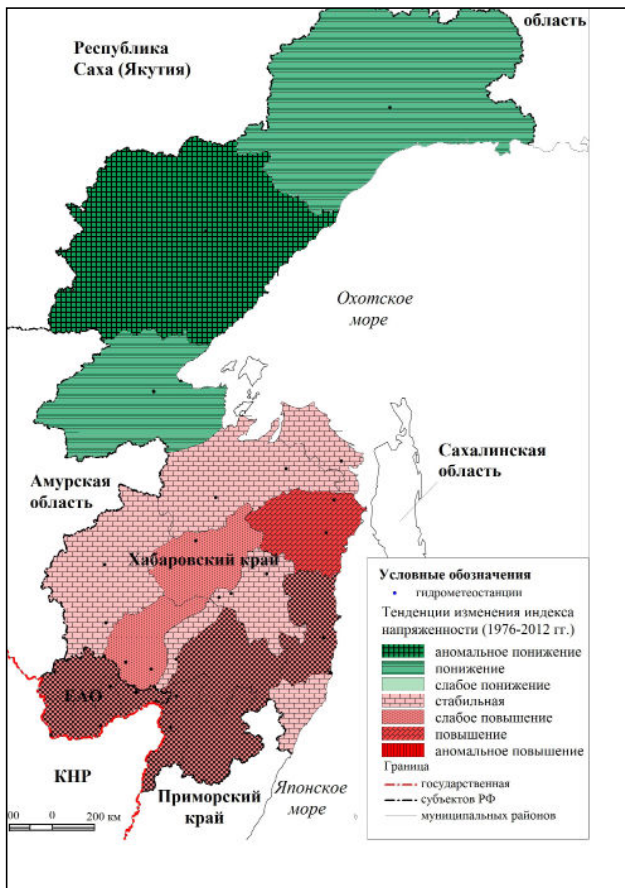
В большинстве районов (80%) тенденции индекса напряженности имеют одинаковое направление с изменением относительного числа пожаров за тот же период (табл. 4).

Следовательно, индекс напряженности может быть использован для прогноза количества пожаров при изменении климатических условий, которые определяют суровость и продолжительность сезонов по природным условиям, а также при изменении социально-экономических факторов, например, плотности населения, которые, в свою очередь, влияют на количество антропогенных источников возгорания и на сроки появления первого и последнего пожаров.

Степень изменения показателей и индекса напряженности определена по разработанной нами шкале интервалов ранжирования углов ( $\alpha$ ) линейных трендов в зависимости от среднеквадратического отклонения ( $\sigma$ ): от  $\bar{\alpha} \pm 3\sigma$  до  $\bar{\alpha} \pm 2\sigma$  (аномальное повышение или понижение); от  $\bar{\alpha} \pm 1,99\sigma$  до  $\bar{\alpha} \pm \sigma$  (повышение или понижение); от  $\bar{\alpha} \pm 0,99\sigma$  до  $\bar{\alpha} \pm 0,5\sigma$  (слабое повышение или понижение); от  $\bar{\alpha} \pm 0,49\sigma$  (стабильный) (табл. 5).

Определены территории с аномально повышающимися показателями: по суровости сезонов: Николаевский, Амурский, Вяземский, им. Лазо, Бикинский районы Хабаровского края; по продолжительности сезонов по природно-антропогенным факторам: Охотский, Вяземский, им. Лазо, Бикинский, Нанайский районы Хабаровского края; по количеству пожаров / 100 тыс. га: Нанайский и Хабаровский районы Хабаровского края и ЕАО. Сочетание этих показателей приводит к межсезонному аномальному увеличению индекса напряженности в отдельных районах Хабаровского края (рис. 1).

Индекс напряженности позволяет определить вклад отдельных показателей в его формирование. Например, анализ сезона 2012 г. показал, что высокая и очень высокая напряженность в центральной части Хабаровского края обусловле-

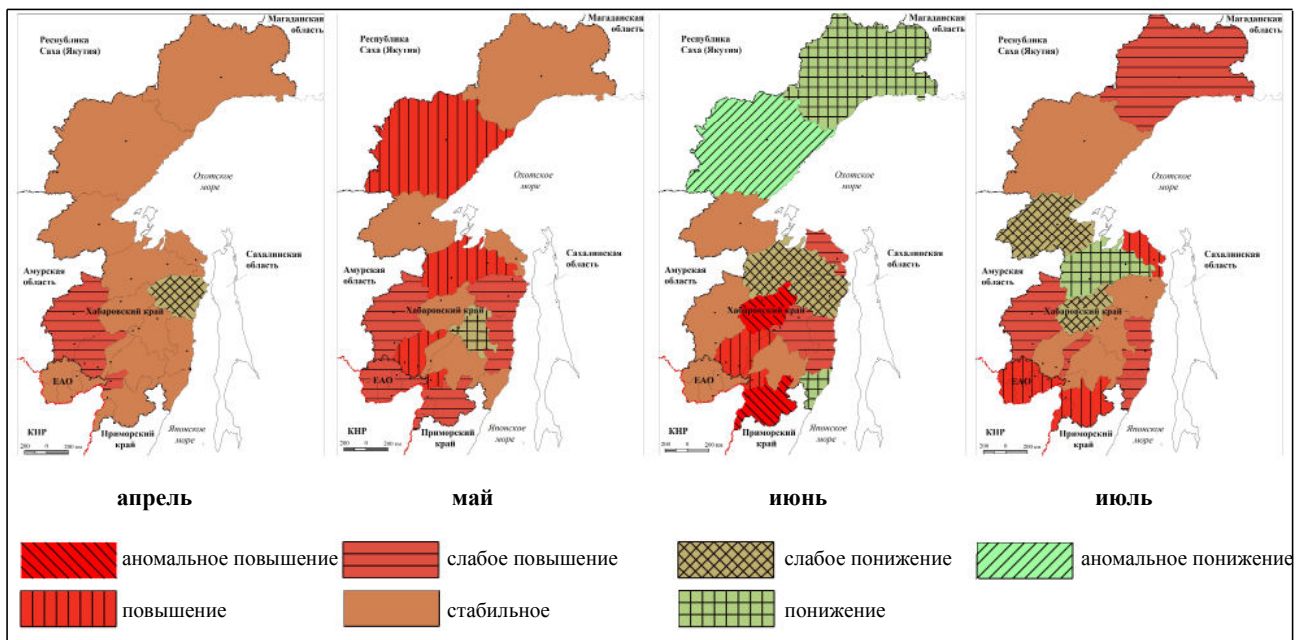


**Рис. 1. Изменение напряженности пожароопасных сезонов на территории Хабаровского края и Еврейской автономной области (1976–2012 гг.)**

**Fig. 1. Change of the fire seasons intensity in the Khabarovsk Territory and Jewish Autonomous Region (1976–2012)**

на значительным количеством дней с высокими КПО, погодные условия в которых способствовали возникновению пожаров, и большей, по сравнению с другими районами, плотностью населения как потенциально антропогенного источника огня.

Кроме того, наблюдаются различные направления изменения напряженности в каждом месяце пожароопасного сезона. Аномальное повышение напряженности весной характерно для южных районов Хабаровского края и для ЕАО, в июле и августе для района им. Полины Осипенко, в сентябре для всей территории края, кроме районов им. Полины Осипенко и Ульчского, и для ЕАО, в сентябре – для центральной и южной части края и для ЕАО, и в октябре – только для самых южных



**Рис. 2. Изменение напряженности каждого месяца пожароопасного сезона на территории Хабаровского края и Еврейской автономной области (1976–2012 гг.) (фрагмент)**

**Fig. 2. Change of the fire seasons intensity in the Khabarovsk Territory and Jewish Autonomous Region (1976–2012) by months (a fragment)**



районов края (рис. 2).

Таким образом, изменение напряженности пожароопасных сезонов в Хабаровском крае и в Еврейской автономной области определяется, в первую очередь, количеством дней с высокой пожарной опасностью по условиям погоды, от которых зависит способность растительных горючих материалов к возгоранию, и от плотности населения как антропогенного источника огня. При ожидаемых изменениях климатических показателей и предполагаемом экономическом развитии данной территории следует повышать эффективность противопожарной охраны лесов, особенно в южных районах.

**Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта ДВО РАН № 15-I-6-019.**

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976. 279 с.
2. Вонский С.М., Жданко В.Н. Методические указания по оценке степени засушливости пожароопасных сезонов и расчету вероятности их наступления. Л.: ЛенНИИЛХ, 1967. 22 с.
3. Глаголев В.А., Коган Р.М. Методика оценки напряженности пожароопасных сезонов // Экологический риск и экологическая безопасность: материалы III Всероссийской науч. конф. с междунар. участием. Т. 1. Иркутск, 24–27 апреля 2012. Иркутск: ИГ СО РАН, 2012. С. 76–78.
4. Иванова Г.А., Иванов В.А. Пожарные режимы в лесах Средней Сибири // Управление лесными пожарами на экорегиональном уровне: материалы междунар. научн.-практ. конф. Хабаровск, 2004. С. 147–159.
5. 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.
6. Коган Р.М., Глаголев В.А. Система критериев и индикаторов для оценки напряженности пожароопасных сезонов // Региональные проблемы. 2014. Т. 17, № 1. С. 49–54.
7. Коровин Г.Н., Зукерт Н.В. Влияние климатических изменений на пожары в России // Климатические изменения: взгляд из России. М.: ТЕИС, 2003. С. 69–98.
8. Костырина Т.В. Прогнозирование пожарной опасности в лесах юга Хабаровского края: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Красноярск, 1978. 23 с.
9. Кузнецов Г.В., Барановский Н.В. Прогноз возникновения лесных пожаров и их экологические последствия. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. 301 с.
10. Линник Ю.В. Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений. М.: ФИЗМАТЛИТ, 1958. 336 с.
11. Научно-прикладной справочник по климату СССР. Серия 3. Многолетние данные. Ч. 1–6, вып. 25. Хабаровский край, Амурская область. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 560 с.
12. Современное состояние лесов Российского Дальнего Востока и перспективы его использования / под ред. А.П. Ковалева. Хабаровск: ДАЛЬНИИЛХ, 2009. 470 с.
13. Соколова Г.В. Прогноз пожарной опасности в лесах Хабаровского края // Метеорология и гидрология. 1992. № 12. С. 104–107.
14. Соколова Г.В., Коган Р.М., Глаголев В.А. Пожарная опасность территории Среднего Приамурья: оценка, прогноз, параметры мониторинга. Хабаровск: ДВО РАН, 2009. 265 с.
15. Телицын Г.П. О сезонном распределении атмосферных осадков на территории юга Хабаровского края // Метеорология и гидрология. 2009. № 12. С. 86–89.
16. Шешуков М.А., Брусилова Е.В., Позднякова В.В. Современные пожарные режимы в лесах Дальнего Востока // Лесоведение. 2008. № 4. С. 3–9.
17. Crutzen P.J., Goldammer J.G. (eds.) Fire in the environment: The ecological, atmospheric and climatic importance of vegetation fires. Toronto: John Wiley and Sons, 1993. 400 p.

*This article considers a change in the main indicators characterizing the fire seasons tension in the Khabarovsk Territory and Jewish autonomous region in the second half of the twentieth – beginning of the twenty-first century. It is found that this change depends on the number of days with classes IV and V of meteorological fire danger and on the population density as the anthropogenic factor of fire risks. The authors have specified the areas of abnormally rising danger.*

**Keywords:** fire, vegetation, season, tension, indicators, criteria, Far East of Russia.