

СИСТЕМА КРИТЕРИЕВ И ИНДИКАТОРОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ НАПРЯЖЕННОСТИ ПОЖАРООПАСНЫХ СЕЗОНОВ

Р.М. Коган, В.А. Глаголев

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,
e-mail: kogannm@mail.ru, glagolev_jar@mail.ru

Предложена система критериев, индикаторов и показателей для оценки природно-антропогенных факторов, определяющих условия возникновения пожаров растительности, значимость которых определяется по тесноте связи с количеством пожаров. На примере территории Хабаровского края и Еврейской автономной области показана возможность использования функции желательности для расчета комплексного индекса оценки напряженности пожароопасных сезонов.

Ключевые слова: пожары, растительность, критерии, индикаторы, пожароопасный сезон.

Введение

Пожары относятся к факторам, непосредственно определяющим состояние растительности, нижних слоев атмосферы, почв, гидрологического режима в районах их возникновения и распространения и опосредовано влияющим на значительные территории вследствие непрерывного взаимодействия между компонентами биосферы, превращаясь при этом в значимый экологический компонент устойчиво функционирующей экосистемы.

Одновременное сочетание экологического, экономического и демографического ущерба определяет многообразие подходов, направленных на своевременную локализацию и минимизацию последствий от пожаров, основными из которых являются разработка непрерывных методов фиксирования возгораний, анализ природно-антропогенной пожарной опасности, создание систем показателей и индексов для прогноза возникновения пожаров в зависимости от природных особенностей и степени освоенности территории, геоинформационное обеспечение прогнозов. Наиболее известные из них реализованы в Европе, Америке и Австралии, например: канадская CFFDRS, американская NFDRS, французская Numerical Risk, австралийская FDRS, итальянские IMPI и IREPI INDEX, португальская PORT, финская FFMI и др. [12].

Пожарная опасность территории определяется комплексом достаточно хорошо изученных факторов [20, 2, 17], для их оценки используются критерии, которые в определенном временном периоде (например, пожароопасном сезоне) могут быть статическими или динамическими [17]. К статическим относятся пирологические свойства растительности, вид, запас и структуры растительных горючих материалов, определяемые географической широтой и морфологическими особенностями местности, концентрация и распределение по территории антропогенных источников возгорания, определяемые показателями освоенности территории, к динамическим – ежедневно изменяющиеся погодные условия, от которых зависят процессы перехода растительности в состояние «пожарной зрелости».

Значительно меньшее количество работ посвящено исследованию характеристик пожароопасных сезонов, необходимость знания о которых возникает при сравни-

тельной оценке территорий для оптимизации распределения средств пожаротушения, ежегодной оценке деятельности оперативных отделений и участков лесничеств по борьбе с лесными пожарами, а также при долгосрочном прогнозировании пожарной опасности растительности вследствие изменения климатических и экономических условий.

Методические подходы к оценке пожароопасных сезонов основаны на применении различной терминологии (напряженность, засушливость, жесткость, фактическая горимость, пожароопасный режим, пожарный режим, степень пожарной опасности, суровость и т.д.) [21, 3, 15, 19], которая проявляется в использовании различных наборов исходных данных и расчетных показателей. Природные условия характеризуются объемом атмосферных осадков в определенных периоды года, гидро-термическим коэффициентом [11], продолжительностью сезона от даты схода и до появления снежного покрова [14], вклад антропогенных условий учитывается по продолжительности сезона между датами появления первого и последнего пожаров [10], фактическая горимость растительности характеризуется количеством и площадью пожаров [17]. В качестве расчетных показателей используются средний класс пожарной опасности (КПО) по условиям погоды [15], разность между средним классом пожарной опасности за сезон и его средним многолетним значением [2], отклонение максимального комплексного показателя пожарной опасности от среднего многолетнего значения [11], сумму дней с различными классами пожарной опасности [3, 15]. При этом не разработаны алгоритмы комплексной оценки с учетом основных факторов, определяющих пожарную опасность в течение длительных периодов, на основе которых можно исследовать и прогнозировать тенденции изменения характеристик сезонов на разных территориях.

Целью работы является обоснование системы оценки показателей и индикаторов природного и антропогенного происхождения и метода их интеграции для расчета комплексного индекса напряженности пожароопасных сезонов и верификация ее на территории Дальнего Востока России.

Результаты и их обсуждение

Пожароопасный сезон – это период, в течение которого существует опасность возникновения лесных пожаров, и для его определения предложено два подхода. Согласно официальным документам, он начинается после таяния снежного покрова и установления положительной среднесуточной температуры воздуха и продолжается до наступления осенней дождливой погоды и установления отрицательной среднесуточной температуры воздуха [14]; либо под ним понималась часть календарного года, на которую приходится 95% всех возникающих лесных пожаров [10]. Это разночтение устранено в работе [8], где показано, что способ определения продолжительности сезона зависит от освоенности территории, и при увеличении концентрации потенциальных антропогенных источников огня следует переходить от первого способа ко второму.

Для комплексной характеристики пожароопасных сезонов на наш взгляд предпочтительнее использовать термин «напряженность». Под ним понимается комплекс взаимосвязанных природно-антропогенных факторов, способствующих формированию потенциальной и фактической горимости растительности, оценка которых включает интеграцию динамических показателей, описывающих закономерности внутригодовых и межсезонных условий возникновения пожаров.

Список индикаторов, критериев и показателей для оценки напряженности сезонов должен основываться на парадигме устойчивого развития лесов и сохранения биоразнообразия и соответствовать государственной и международной лесной политике в области использования, охраны и защиты лесного фонда и воспроизводства лесной и нелесной растительности. В Российской Федерации эти критерии определяются как стратегические направления практической деятельности для осуществления принятых принципов; они реализуются на уровне практического ведения лесного хозяйства и могут контролироваться по соответствующим индикаторам, которые являются количественными и описательными характеристиками критериев устойчивого управления лесами [13]. В документах стран – участниц Монреальского и Пан-Европейского процессов по устойчивому управлению лесами, в состав которых входит Россия, критерии и индикаторы рассматриваются как инструменты контроля, оценки и информации для формирования лесной политики с учетом экономических, экологических и социально-культурных аспектов [23, 24]. Значимость пожаров растительности обозначена тем, что одним из индикаторов оценки жизненного состояния, жизнеспособности и поддержания санитарного благополучия лесных экосистем является площадь растительности, пройденная пожарами [18].

Система критериев, индикаторов и показателей для оценки напряженности сезонов разработана нами на основе модели «pressure – state – response» [33] (табл. 1). Критерии «воздействия» выбраны из группы природных и антропогенных факторов, определяющих вероятность возникновения пожаров растительности; «состояния» – показывают влияние пожаров на экосистемы, «реагирования» – предусматривают действия, направленные на

минимизацию ущерба и предупреждение возникновения пожаров. Их сочетание определяет сохранность, биоразнообразие и устойчивость природно-территориальных комплексов. Они отвечают следующими требованиями: соответствие основным общепринятым в отечественной и международной практике критериям и индикаторам пожарной опасности; связь с причинами возникновения пожаров растительности; значимость для оценки формирования пожароопасных сезонов, достоверность, объективность и независимость друг от друга; способность отражать региональные особенности, территориальные и временные различия в формировании пожароопасных сезонов и периодов; возможность количественного расчета, определения «желательного» или «нежелательного» направления изменения показателей, создания непрерывных рядов ежедневных данных за базовый (30–40 лет) и текущий периоды; наличие достоверной и полной информации, на которой базируется расчет показателей в данном и в каждом сезоне за базовый период, получение ее из независимых источников (лесничеств, отделений авиалесохраны, дистанционного зондирования, гидрометеостанций) и использование на различных территориальных уровнях: лесничество, административный район, субъект Федерации.

Для оценки критериев можно использовать показатели:

1. Природной пожарной опасности: продолжительность сезона по датам появления – схода снежного покрова (дни); «суровость» или продолжительность сезона с высокой пожарной опасностью по условиям погоды, в котором растительность находится в состоянии «пожарной зрелости» (дни); количество дней с грозами (дни).

2. Антропогенной пожарной опасности: продолжительность сезона по датам возникновения первого и последнего пожаров (дни); плотность населения (чел./км²).

3. Фактической горимости: относительное число пожаров растительности (пожаров/100 тыс. га.); относительная площадь пожаров растительности (га/100 тыс. га.).

Рассмотрим определение показателей для оценки каждого индикатора.

Продолжительность сезона по природным условиям определяется по датам схода и появления снежного покрова.

Под продолжительностью сезона природно-антропогенным условиям понимается часть календарного года, на которую приходится 95% всех возникающих лесных пожаров [10]. 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.

Суровость сезонов, т.е. совокупность дней, при которых вся растительность на данной территории находится в состоянии «пожарной зрелости», т.е. способна к воспламенению при наличии источника огня, зависит как от погодных условий, так и от ее свойств. Строгие оценки влияния погодных условий на число пожаров и величину охватываемой огнем площади могут быть получены только в результате математического моделирования процессов возникновения, развития, обнаружения и тушения пожаров в сезоны с различной суровостью [10],

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

№ п/п	Субъект Дальневосточного федерального округа	Показатели													
		Продолжительность сезона, дни						Плотность населения, чел./ км ²	Количество пожаров, пож./100 тыс. га		Площадь пожаров, га/100 тыс. га				
		Природная		Антропогенная		Суровость								Количество дней с грозами	
		мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.		
Хабаровский край (муниципальный район)															
1.	Охотский	135	195	0	232	3	74	3	27	0,05	0,14	0	0,2	0	12,1
2.	Аяно-Майский	121	173	27	162	4	84	49	89	0,01	0,02	0	0,3	0	54,5
3.	Тугуро-Чумиканский	102	192	1	214	0	66	57	99	0,02	0,03	0	0,3	0	169,0
4.	Николаевский	130	184	5	133	0	87	4	15	1,02	2,19	0,2	4,6	0	12132,1
5.	Ульчский	155	214	1	235	3	90	5	42	0,46	0,71	0,1	4,2	0,2	16005,5
6.	Им. Полины Осипенко	157	198	51	244	0	73	21	59	0,15	0,23	0,1	6,6	0,3	401,9
7.	Солнечный	173	214	18	262	4	71	22	49	1,06	1,22	0,3	3,4	1,0	2627,2
8.	Верхнебуреинский	173	214	109	258	4	60	71	114	0,42	0,72	0,5	2,7	11,8	1310,9
9.	Советско-Гаванский	176	214	1	210	8	89	1	10	1,35	2,89	0,3	9,4	0	10262,6
10.	Ванинский	173	214	1	305	0	64	4	33	1,42	1,68	0,1	2,8	0	10652,7
11.	Комсомольский	172	214	8	254	4	78	5	41	1,15	1,28	0,9	14,3	13,2	14057,7
12.	Хабаровский	196	214	50	309	4	58	50	88	2,57	3,92	0,5	8,3	2,7	9091,7
13.	Амурский	167	214	35	238	0	65	16	66	2,77	4,58	0,6	6,5	4,2	12834,9
14.	Нанайский	173	214	25	241	6	72	25	79	0,62	0,77	0,1	2,6	0,2	6677,5
15.	Им. Лазо	173	214	1	269	1	60	30	74	1,28	1,71	0	3,2	0,1	15866,7
16.	Бикинский	173	214	1	269	1	60	11	21	1,04	10,95	0	3,2	0,1	15866,7
17.	Вяземский	173	214	1	269	1	60	10	44	5,12	8,69	0	3,2	0,1	15866,7
Еврейская автономная область		203	214	175	234	8	70	52	90	2,6	3,32	0,9	8,7	0	1951,3

что достаточно сложно, как вследствие выбора модели расчета, так и в отсутствии данных для ее реализации.

Для выделения особо опасных периодов можно использовать дни с определенными классами пожарной опасности (КПО). Для этого необходимо проведение исследования зависимости между ежедневными (или суммарными) КПО и количеством возникших при этом пожаров на каждой территории за базовый период. КПО определяются по общероссийским [16] или региональным шкалам [6] на основе предварительно рассчитанных показателей метеорологической пожарной опасности, например, лесопожарного и комплексного показателей [7].

Количество дней с грозами определяют по данным системы пеленгации молниевых разрядов.

Статистические данные используют для определения плотности населения (чел./км²), отношения численности населения к площади лесов (чел./100 тыс. га). Относительное количество пожаров (пож./100 тыс. га) и их относительная площадь (га/100 тыс. га) рассчитывается по данным природоохранных организаций или спутникового мониторинга.

Из представленных выше показателей необходимо выбрать значимые на основе тесноты корреляционной связи между каждым из них и количеством пожаров в каждом сезоне за базовый период и определить пороговые значения путем построения эмпирического ряда распределения каждого показателя по годам и нахождения 2,5%

квантилей этих распределений, которые считаются минимальными и максимальными значениями.

Расчет напряженности относится к многокритериальным задачам, и для ее решения необходимо использовать методы построения интегрального показателя – комплексного индекса. Одним из наиболее удобных способов обобщения перечисленных выше показателей (табл. 1) выступают функции желательности, которые нашли широкое применение в геоэкологических исследованиях. Они построены по принципу преобразования и интеграции показателей, измеренных в различных единицах, в безразмерную шкалу, основанную на соответствии между полученными и желательными значениями по отношению к их пороговой величине [11]. В качестве пороговых предлагается использовать максимальные значения показателей, что позволяет считать «желательным» стремление напряженности к минимуму и проводить расчеты частных функций покомпонентных показателей и комплексного индекса по формулам 1, 2 [4]:

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

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

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;

$X'_{z,i}$ – максимальное значение z -го показателя; D , обобщенная функция желательности, n – количество показателей.

Для сравнения сезонов на разных территориях можно использовать стандартную шкалу Харрингтона: 0,0,2 – очень низкая, 0,2,0,36 – низкая, 0,37,0,62 – удовлетворительная, 0,63,0,79 – высокая, 0,8,1 – очень высокая напряженность [1].

Расчет напряженности пожароопасных сезонов проведен на территории Хабаровского края и Еврейской автономной области в период 1976–2012 гг. Сформированы базы ежедневных данных. Первая (БМД) содержит фактические метеоданные ГМС: дневная температура воздуха и точки росы в 13–15 часов местного времени, суточный объем осадков с 9 часов утра предыдущего дня до 9 часов утра текущего дня. Во второй (БДПР) представлены сведения о пожарах растительности по материалам КГУ «ДВ авиабаза» (1970–2009 гг.), ОГАУ «Лесничество ЕАО» (1997–2009 гг.), и космоснимкам с сайтов NASA [<http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov>] и ФАЛХ «Авиалесоохрана» [<http://aviales.ru>], которые включают даты обнаружения и ликвидации пожара, номера кварталов лесничеств или ОТЕ, тип пожара (лесной/нелесной), а также относительное число (пож./100 тыс. га) и относительную площадь пожаров растительности (га/100 тыс. га). В третьей (БАИВ) собирается информация о возможных антропогенных источниках возгораний: ежегодные или по переписям данные о плотности населения в муниципальных районах Хабаровского края и в ЕАО (чел/км²), плотность дорожной сети (км/км²). Характеристики территории (БЭКТ) представлены картами: физическая, расположение ГМС,

зоны ответственности и репрезентативности ГМС, квартальная сеть лесхозов, населенные пункты, плотность населения. В территории репрезентативности ГМС включены 30 километровые зоны; зоны ответственности определены по полигонам Тиссена [9].

Предварительно рассчитаны показатели метеорологической пожарной опасности в зонах репрезентативности ГМС по методике В. Нестерова [5], вне этих зон – по работе [5], и определены классы пожарной опасности (КПО) по шкалам, предложенным для Дальнего Востока России [6, 16]; суровость оценена по сумме дней с IV и V КПО, поскольку она наиболее тесно связана с количеством пожаров (коэффициент корреляции R равен 0,61).

Вычислены пороговые значения показателей для сезонов 1976–2012 гг. в каждом муниципальном районе (табл. 1).

Выбор значимых показателей для расчета индекса проведен корреляционным анализом с количеством пожаров. Наиболее тесная связь присутствует 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 отсутствует с количеством дней с грозами ($R=0,23$), поэтому последний показатель при расчете индекса напряженности не учитывался.

Ранжирование степени напряженности по величине индекса напряженности проведено с использованием шкалы Харрингтона [6]: 0,0,2 – очень низкая, 0,2,0,36 – низкая, 0,37,0,62 – удовлетворительная, 0,63,0,79 – высокая, 0,8,1 – очень высокая. Фрагмент расчетов приведен в табл. 2.

Таблица 2

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

№ п/п	Субъект Дальневосточного федерального округа	Год												
		2008		2009		2010		2011		2012				
		D	N	D	N	D	N	D	N	D	N			
Хабаровский край (муниципальный район)														
1.	Охотский	0	ОН	0	0	ОН	2	0	ОН	0	0	ОН	0	0
2.	Аяно - Майский	0	ОН	0	0	ОН	0	0	ОН	0	0	ОН	0	0
3.	Тугуро-Чумиканский	0	ОН	0	0	ОН	0	0	ОН	0	0	ОН	1	0
4.	Николаевский	0,83	ОВ	30	0,31	Н	7	0,26	Н	5	0,69	В	7	0,97
5.	Ульчский	0,71	В	16	0,81	ОВ	33	0,58	У	12	0,8	ОВ	25	0,98
6.	Им. Полины Осипенко	0,80	ОВ	13	0,73	В	16	0,49	У	8	0,78	В	20	0,96
7.	Солнечный	0,91	ОВ	34	0,74	В	40	0,62	У	18	0,85	ОВ	34	1
8.	Верхнебуреинский	0,90	ОВ	65	0,67	В	29	0,86	ОВ	67	0,93	ОВ	107	0,97
9.	Советско-Гаванский	0,65	В	31	0,38	У	7	0,75	В	20	0,6	У	9	0,8
10.	Ванинский	0,99	ОВ	43	0,56	У	12	0,88	ОВ	33	0,93	ОВ	34	0,98
11.	Комсомольский	0,88	ОВ	132	0,66	В	43	0,55	У	22	0,78	В	54	0,86
12.	Хабаровский	0,82	ОВ	62	0,69	В	71	0,56	У	12	0,65	В	22	0,75
13.	Амурский	0,85	ОВ	36	0,56	У	10	0,69	В	17	0,89	ОВ	55	0,81
14.	Нанайский	0,91	ОВ	51	0,80	ОВ	37	0,53	У	15	0,83	ОВ	40	0,83
15.	Им. Лазо	0,88	ОВ	37	0,68	В	21	0,77	В	18	0,79	В	23	0,81
16.	Бикинский													
17.	Вяземский													
	Еврейская автономная область	0,83	ОВ	76	0,94	ОВ	174	0,95	ОВ	117	0,93	ОВ	127	0,81
R		0,62		0,81		0,77		0,79		0,77				

Примечание: D – индекс напряженности, N – количество пожаров, R – коэффициент корреляции между индексом D и количеством пожаров. Степень напряженности пожароопасных сезонов: ОН – очень низкая, Н – низкая, У – удовлетворительная, В – высокая, ОВ – очень высокая

Найдена высокая корреляционная зависимость ($R=0,62-0,77$) между значением индекса напряженности и количеством пожаров растительности во всех исследованных территориях.

Таким образом, предложенная система критериев, индикаторов и показателей и метод расчета индекса позволяет проводить оценку напряженности пожароопасных сезонов по комплексу природно-антропогенных факторов, которая хорошо коррелирует с количеством сезонных пожаров. Она может быть использована для разработки программ долгосрочного и/или оперативного взаимодействия между природоохранными организациями различного уровня по предупреждению и ликвидации пожаров.

Работа выполнена при финансовой поддержке комплексной программы фундаментальных исследований Дальневосточного отделения РАН (42П).

ЛИТЕРАТУРА:

1. Адлер Ю.П., Маркова Е.В., Грановский Ю.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976. 270 с.
2. Валендик Е.Н., Иванова Г.А. Пожароопасные режимы в лесах Сибири и Дальнего Востока // Лесоведение. 2001. № 4. С. 69–76.
3. Вонский С.М., Жданко В.А. Методические указания по оценке степени засушливости пожароопасных сезонов и расчету вероятности их наступления. Л.: ЛенНИИЛХ, 1967. 21 с.
4. Генашвили Д.Б., Королев А.А., Басуров В.А. Зонирование территории по степени нагрузки сточными водами с помощью обобщенной функции желательности // Поволжский экологический журнал. 2006. № 2/3. С. 129–138.
5. Глаголев В.А., Коган Р.М. Интерполяция комплексного показателя пожарной опасности на территории Еврейской автономной области // Региональные проблемы. 2013. Т. 16, № 2. С. 84–90.
6. Глаголев В.А., Коган Р.М. Модификация региональной шкалы классов пожарной опасности для территории Среднего Приамурья (на примере Еврейской автономной области) // Региональные проблемы. 2011. Т. 14, № 1. С. 48–53.
7. 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.
8. Коган Р.М., Глаголев В.А. Особенности формирования пожароопасных сезонов и периодов на Дальнем Востоке России // Региональные проблемы. 2012. Т. 15, № 2. С. 27–33.
9. Коган Р.М., Глаголев В.А. Система пространственного прогноза возникновения пожаров по погодным и лесорастительным условиям // Безопасность в техносфере. 2013. № 5. С. 11–20.
10. Коровин Г.Н., Зукерт Н.В. Влияние климатических изменений на лесные пожары в России // Климатические изменения: взгляд из России / под ред. В.И. Данилова-Данильяна. М.: ТЕИС, 2003. С. 69–98.
11. Костырина Т.В. Прогнозирование пожарной опасности в лесах юга Хабаровского края: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Институт леса СО РАН им. Сукачева В.Н. Красноярск, 1978. 23 с.
12. Кузнецов Г.В., Барановский Н.В. Прогноз возникновения лесных пожаров и их экологические последствия. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009. 301 с.
13. Об утверждении критериев и индикаторов устойчивого управления лесами Российской Федерации. Приказ Рослесхоза от 05.02.98 № 21.
14. Постановление Правительства Российской Федерации. № 417 «Об утверждении Правил пожарной безопасности в лесах». 30 июня 2007 г.
15. Соколова Г.В. Прогноз пожарной опасности в лесах Хабаровского края // Метеорология и гидрология. 1992. № 12. С. 104–107.
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. 202 с.
18. Черненко Т.В., Князева С.В., Пузаченко М.Ю. и др. Критерии и индикаторы биоразнообразия в устойчивом природопользовании // Лесоведение. 2009. № 4. С. 43–57.
19. Шешуков М.А., Брусилова Е.В., Позднякова В.В. Современные пожарные режимы в лесах Дальнего Востока // Лесоведение. 2008. № 4. С. 3–9.
20. 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.
21. Fall J.G. Reconstructing the historical frequency of fire: a modeling approach to developing and testing methods // Research project submitted in partial fulfillment of the requirements for the degree of master of natural resources management. Burnaby: Simon Fraser University, 1998. 102 p.
22. Friend A., Rapport D. Towards a comprehensive framework for environment statistics: a stress-response approach. Canada: Ottawa: Statistics Canada, 1979. p.
23. Ministerial conference on the protection of forest in Europe (MCPFE). Sound forestry – sustainable development. Helsinki: Ministry of Agr. And For., 1993. 161 p.
24. The Montreal Process. Criteria and indicators for the conservation and sustainable management of temperate and boreal forests. Hull, Quebec: Canadian forest service, 1995. 120 p.

The authors propose a system of criteria and indicators for the evaluation of natural-anthropogenic factors leading to vegetation fires, the significance of these conditions determined by the quantity of fires. On the example of the Khabarovsk territory and the Jewish Autonomous Region it is shown how to use the desirability function for calculating the complex index of fire seasons tension.

Keywords: fires, vegetation, criteria, indicators, fire season.