

Информационно-аналитическая система оценки напряженности пожароопасных сезонов

Р.М. Коган, заведующая лабораторией региональной геоэкологии, доцент, канд. хим. наук

В.А. Глаголев, младший научный сотрудник лаборатории региональной геоэкологии

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН

e-mail: koganrm@mail.ru

Ключевые слова:

растительность,
пожары,
пожароопасный сезон,
напряженность.

Разработана методика расчета индекса напряженности пожароопасных сезонов. Создана информационно-аналитическая система для выбора значимых показателей, интерполяции и расчета их граничных значений, расчета индекса напряженности на основе частных и обобщенной функции желательности, анализа тенденций и причин изменения напряженности. Система предназначена для оценки пожароопасных сезонов по комплексу природно-антропогенных факторов и для анализа условий формирования, тенденций и причин изменения горимости растительности в различных регионах. Верификация системы проведена на территории Хабаровского края и Еврейской автономной области на примере сезонов второй половины XX – начала XXI в., найдена высокая корреляция индекса напряженности с плотностью пожаров, выделены районы с низкой, средней и высокой напряженностью.

1. Введение

Пожары относятся к факторам, непосредственно определяющим состояние растительности, нижних слоев атмосферы, почв, гидрологический режим в районах их возникновения и распространения, и опосредованно влияющим на значительные территории вследствие непрерывного взаимодействия между компонентами биосферы, превращаясь при этом в значимый экологический компонент устойчивого функционирования экосистем. Одновременное сочетание экологического, экономического и демографического ущерба определяет многообразие подходов и методов, направленных на прогноз возникновения, минимизацию и своевременную локализацию пожаров. К основным относятся разработка непрерывных дистанционных методов фиксации возгораний, анализ природно-антропогенной пожарной опасности, разработка систем показателей и индексов для прогноза возникновения пожаров в зависимости от природных особенностей и степени освоенности территории, а также геоинформационное обеспечение прогнозов [1, 2]. Значительно меньше работ посвящено исследованию характеристик пожароопасных сезо-

нов, необходимость знаний о которых возникает при сравнительной оценке территорий, оптимизации распределения средств пожаротушения, ежегодной оценке деятельности оперативных отделений и участковых лесничеств по борьбе с лесными пожарами, а также при долгосрочном прогнозировании пожарной опасности растительности при изменении 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, пожароопасная обстановка, суровость и т.д.) [3, 4, 5], что проявляется в использовании наборов различных исходных данных и расчетных показателей. Природные условия характеризуются объемом атмосферных осадков в определенные периоды года [5], продолжительностью сезона от даты схода до появления снежного покрова [6]; вклад антропогенных источников огня учитывается по продолжительности сезона между датами появления первого и последнего пожаров [7]; фактическая горимость растительности

характеризуется количеством и площадью пожаров [8]. В качестве расчетных показателей используются: средний класс пожарной опасности по условиям погоды (КПО) [9], разность между средним КПО за сезон и его средним многолетним значением [10], сумма дней с различными КПО [11, 12]. 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 в изменении характеристик сезонов на разных территориях.

Цель работы — создание информационно-аналитической системы оценки напряженности пожароопасных сезонов, которая основана на интеграции динамических показателей, описывающих закономерности внутригодового и межсезонного возникновения пожаров.

2. Материалы и методики

Исходными являются ежедневные метеоданные (температура и количество осадков), даты появления/схода снежного покрова, количество дней с грозами, сведения о пожарах растительности, плотность населения, карты расположения гидрометеостанций (ГМС), населенных пунктов, квартальной сети лесхозов.

Вероятность возникновения пожаров зависит от комплекса разноплановых показателей природного и антропогенного происхождения, поэтому расчет напряженности будет многокритериальной задачей. Для ее решения использована одна из функций желательности, которая широко применяется в геоэкологическом анализе; она построена 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 [13]:

$$D_j = \sqrt[n]{\prod_{z=1}^n d_{z,j}}, \quad (1)$$

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

где: D_j — индекс напряженности пожароопасных сезонов (обобщенная функция желательности), $d_{z,j}$ — частная функция желательности z -го показателя; z — номер показателя; j — номер операционно-территориальной единицы (ОТЕ); $X_{z,j}$ — значение z -го показателя; $X'_{z,j}$ — пороговое значение z -го показателя; n — количество показателей.

В качестве пороговых использованы максимальные значения показателей, «желательным» направлением является уменьшение напряженности.

Система критериев и показателей разработана нами на основе модели pressure–state–response [14]. Критерии воздействия выбраны из группы природных и антропогенных факторов, определяющих вероятность возникновения пожаров растительности; состояния — показывают влияние пожаров на экосистемы, реагирование — предусматривает действия, направленные на минимизацию ущерба и предупреждение пожаров. Показатели для их оценки должны отвечать следующим требованиям: достоверность, объективность и независимость друг от друга; связь с причинами возникновения пожаров растительности; значимость для оценки пожароопасных сезонов, способность отражать территориальные и временные различия в формировании сезонов и периодов; возможность количественного расчета и определения желательного или нежелательного направления их изменения. В соответствии с вышеперечисленными требованиями мы предлагаем следующие показатели:

- природной пожарной опасности: продолжительность бесснежного периода (дни); суровость или длительность периода с высокой пожарной опасностью по условиям погоды (дни); количество дней с грозами;
- антропогенной пожарной опасности: продолжительность по датам возникновения первого и последнего пожаров (дни); плотность населения (человек/ км²);
- показатели фактической горимости: плотность пожаров растительности (пож. /100 тыс. га) и их относительная площадь (га /100 тыс. га).

Продолжительность бесснежного периода определяется по датам схода и появления снежного покрова. Длительность сезона по антропогенным условиям понимается как часть календарного года, на которую приходится 95% всех возникающих лесных пожаров — определяется путем построения эмпирических рядов пожаров по датам их обнаружения и нахождения 2,5%-ных квантилей этих распределений, которые считаются датами начала и окончания пожароопасного сезона [15]. Суровость сезонов характеризуется количеством дней с погодными условиями, при которых все растительные горючие материалы могут воспламениться при наличии источника огня.

Строгие оценки влияния погоды на количество пожаров могут быть получены в результате математического моделирования процессов возникновения, развития и тушения пожаров в сезоны с различной суровостью. Это достаточно сложно, как вследствие выбора модели расчета, так и ввиду отсутствия

данных для ее реализации, поэтому выделение особо опасных периодов проведено на основе исследования эмпирических зависимостей между днями (или суммой дней) с различными КПО и количеством возникших в них пожаров.

Значимость показателей подтверждается (или опровергается) на основе тесноты корреляционной связи между каждым из них и количеством пожаров в сезонах за базовый период (30 и более лет). Для сравнения сезонов на разных территориях используется стандартная шкала Харрингтона: $0 \div 0,20$ — очень низкая; $0,21 \div 0,36$ — низкая; $0,37 \div 0,62$ — удовлетворительная; $0,63 \div 0,79$ — высокая; $0,8 \div 1$ — очень высокая напряженность [16]. Тенденции в изменении показателей и индекса напряженности характеризуются интервалами ранжирования среднеквадратического отклонения (σ) углов (α) многолетних линейных трендов: от $\bar{\alpha} \mp 3\sigma$ до $\bar{\alpha} \mp 2\sigma$ (аномальное понижение или повышение), от $\bar{\alpha} \mp 1,9\sigma$ до $\bar{\alpha} \mp \sigma$ (понижение или повышение), от $\bar{\alpha} \mp 0,9\sigma$ до $\bar{\alpha} \mp 0,5\sigma$ (слабое понижение или повышение), от $\bar{\alpha}$ до $\bar{\alpha} \pm 0,49\sigma$ (стабильная). Основные причины изменения напряженности определяются путем сравнения с многолетними природными и антропогенными характеристиками территории.

3. Результаты и их обсуждение

Разработана информационно-аналитическая система оценки напряженности пожароопасных сезонов для выполнения следующих этапов:

- создание баз данных природных и антропогенных характеристик территории за базовый и текущий периоды;
- расчет и интерполяция показателей напряженности;
- определение значимых показателей и их пороговых значений;
- расчет комплексного индекса на основе частных и обобщенной функции желательности;
- анализ тенденций в изменении показателей и комплексного индекса.

Проектирование и разработка ГИС основаны на методологии IDEF0 (Integration Definition Methodology) функциональной модели SADT с использованием различных видов инструментальных информационных систем (ИС), программ пространственного отображения информации MapInfo Professional, ESRI ArcView, Панорама и др., систем управлений атрибутивными данными в MySQL, MSSQL, Oracle, Access и т.д. и объектно-ориентированных сред программирования, например MapBasic, Microsoft Visual Studio, Embarcadero RAD Studio 2010 и др.

Архитектура информационно-аналитической системы для реализации предлагаемой методики состо-

ит из следующих подсистем: сбор данных (1); их хранение (2); расчет показателей и комплексного индекса (3); построение карт напряженности сезонов (4); анализ тенденций в изменении показателей и индекса (5)

Подсистема (1) содержит четыре смежные базы данных.

1. Метеорологические параметры (БМД): температура, точка росы, объем осадков, даты появления и схода снежного покрова; грозовая активность. БМД включает массив ежедневно обновляющихся исходных данных; при построении логической и физической структуры реализованы алгоритмы аналитической обработки On-Line Analytical Processing (OLAP), основанные на предварительном отборе информации из БМД, проведении математической обработки, структуризации данных и расчетных величин в виде многомерных кубов [17].
2. Пожары растительности (БДПР): относительное число (пож. /100 тыс. га) и относительная площадь пожаров растительности (га /100 тыс. га) по данным наземного и дистанционного мониторинга; даты возникновения первого и последнего пожаров.
3. Антропогенные источники возгораний (БАИВ): ежегодные или по переписям данные о плотности населения в субъектах различного уровня (человек/км²).
4. Характеристики территории (БХТ): карты — физическая, расположение ГМС, зоны ответственности и репрезентативности ГМС, квартальная сеть лесхозов, сети ОТЕ необходимого масштаба, населенные пункты, плотность населения.

Подсистема 2 предназначена для хранения реляционных баз данных. Все таблицы имеют первичные ключи для реализации связи «один ко многим». Подключение таблиц к векторным слоям ГИС осуществляется посредством внешнего ключа Mapinfo_id. Выборка и обновление данных выполняются авторскими SQL-запросами с использованием агрегирующих функций: max, min и avg.

Подсистема 3. Расчет показателей и индексов. Содержит семь модулей.

1. Метеорологические показатели пожарной опасности по условиям погоды. Производится расчет ежедневных показателей метеорологической опасности в зонах репрезентативности ГМС или их интерполирование вне этих зон; определение классов опасности (КПО) по региональным шкалам.
2. Суровость. Проводится расчет суровости по сумме дней с экстремальными классами пожарной опасности.
3. Продолжительность сезонов. Определение длительности сезонов по датам появления / схода снежного покрова и по срокам возникновения первого и последнего пожаров.

4. Выбор значимых показателей на основе тесноты их связи с пожарами растительности.
5. Расчет пороговых величин значимых показателей.
6. Расчет частных функций желательности показателей.
7. Расчет комплексного индекса напряженности на основе обобщенной функции желательности.

Подсистема 4. Анализ тенденций в изменении напряженности сезонов. Проводится по величине углов линейных трендов показателей и комплексных индексов после проверки их соответствия нормальному распределению и наличию трендовой составляющей.

Подсистема 5. Построение карт. Электронные карты создаются на основе векторных слоев подсистем 3 и 4. Совокупность векторных слоев образует

«рабочий набор», содержащий параметры отображения отчетов, легенды и тематическое содержание. В подсистеме запроецированы рабочие слои показателей напряженности и комплексного индекса для каждого пожароопасного сезона.

Подсистема 6. Причины изменения напряженности. Устанавливается корреляционная связь между показателями или индексом напряженности и природными факторами, определяющими пирологические свойства территории.

Верификация системы проведена на территории муниципальных районов Хабаровского края и в Еврейской автономной области (ЕАО). Базовый период 1976–2012 гг.

Сформированы базы ежедневных данных. Первая (БМД) содержит метео данные 27 ГМС: дневная

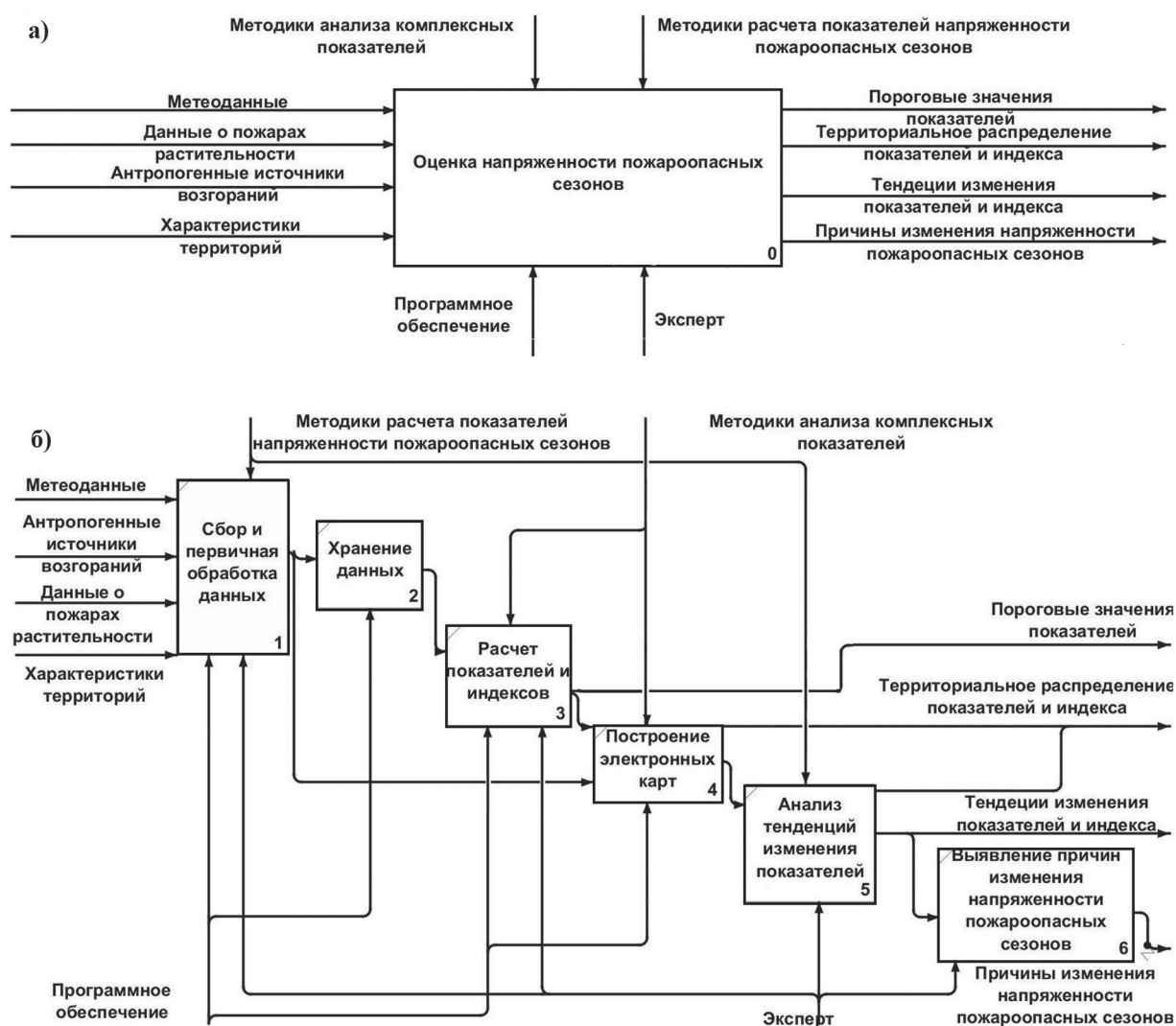


Рис. 1. Диаграмма IDEF0: а) контекстная диаграмма системы; б) декомпозиция работы системы оценки напряженности пожароопасных сезонов

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, даты появления / схода снежного покрова; дни с грозами. Во второй (БДПР) представлены сведения о пожарах по материалам КГУ «ДВ авиабаза» (1976–2009 гг.), ОГБУ «Лесничество ЕАО» (1997–2009 гг.) и космоснимкам с сайтов NASA [<http://rapidfire.sci.gsfc.nasa.gov>] и ФАЛХ «Авиалесоохрана» [<http://aviales.ru>] (2000–2012 гг.), которые включают даты обнаружения и ликвидации пожара, номера кварталов лесничеств или ОТЕ, тип пожара (лесной/не лесной), а также относительное число (пож./100 тыс. га) и относительную площадь пожаров растительности (га /100 тыс. га). В третьей (БАИВ) собрана информация о возможных антропогенных источниках возгораний: ежегодные или по переписям данные о плотности населения (человек/км²). Характеристики территории (БХТ) представлены картами данной территории: физической, расположения ГМС, зон ответственности и репрезентативности ГМС, квартальной сети лесхозов, населенных пунктов, плотности населения. В территории репрезентативности ГМС включены 30-километровые

зоны; зоны ответственности определены по полигонам Тиссена [18].

Показатели метеорологической пожарной опасности в зонах репрезентативности ГМС рассчитаны по методике В. Нестерова [19], вне этих зон – по [20], для определения классов пожарной опасности использованы шкалы, предложенные для Дальнего Востока России [21]. Оценка суровости сезонов осуществлялась по сумме дней с IV и V КПО, поскольку она наиболее тесно связана с количеством пожаров (коэффициент корреляции R равен 0,61) [22].

Показано, что продолжительность сезона по природным условиям в среднем составляет 194 дня, наименьшая наблюдается на севере Хабаровского края (173 дня, Аяно-Майский муниципальный район), наибольшая — в центре и на юге Хабаровского края и в ЕАО (214 дней); продолжительность по природно-антропогенным условиям изменяется от 59 до 214 дней. К суровым относятся от 60 до 90 дней, или от 30 до 50% продолжительности сезона; максимальная суровость характерна для Ульчского, Николаевского, Советско-Гаванского и Аяно-Майского районов.

Минимальные показатели фактической горимости характерны для малоосвоенных районов се-

Таблица 1

Пороговые (максимальные) значения показателей напряженности пожароопасных сезонов на территории Хабаровского края и Еврейской автономной области

№	Субъект Дальневосточного федерального округа	Продолжительность сезона, дни		Суровость, дни	Дни с грозами	Плотность населения, человек/км ²	Число пожаров, пож./100 тыс. га	Площадь пожаров, га/100 тыс. га
		природная	антропогенная					
Хабаровский край (муниципальные районы)								
1	Охотский	195	131	74	27	0,14	0,2	12,1
2	Аяно-Майский	173	133	84	89	0,02	0,3	54,5
3	Тугуро-Чумиканский	192	146	66	99	0,03	0,3	169
4	Николаевский	184	117	87	15	2,19	4,6	12132,1
5	Ульчский	214	184	90	42	0,71	4,2	16005,5
6	Им. Полины Осипенко	198	171	73	59	0,23	6,6	401,9
7	Солнечный	214	214	71	49	1,22	3,4	2627,2
8	Верхнебуреинский	214	192	60	114	0,72	2,7	1310,9
9	Советско-Гаванский	214	189	89	10	2,89	9,4	10262,6
10	Ванинский	214	214	64	33	1,68	2,8	10652,7
11	Комсомольский	214	204	78	41	1,28	14,3	14057,7
12	Хабаровский	214	207	58	88	3,92	8,3	9091,7
13	Амурский	214	214	65	66	4,58	6,5	12834,9
14	Нанайский	214	203	72	79	0,77	2,6	6677,5
15	Им. Лазо	214	207	60	74	1,71	3,2	15866,7
16	Бикинский	214	207	60	21	10,95	3,2	15866,7
17	Вяземский	214	207	60	44	8,69	3,2	15866,7
Еврейская автономная область		214	214	70	90	3,32	8,7	1951,3

вера Хабаровского края с небольшой плотностью населения. Средняя частота и высокая площадь пожаров наблюдались в южных районах, максимальные значения зафиксированы в центральной части Хабаровского края (Комсомольский район) — 14,3 пожаров/100 тыс. га и 16 005,5 га/100 тыс. га соответственно.

Пороговые (максимальные) значения показателей напряженности за базовый период приведены в табл. 1. Исследована их динамика во второй половине XX — начале XXI в.; показано, что линейные тренды показателей на значительной части территории возрастают при одновременном уменьшении количества антропогенных источников возгорания. Сочетание этих тенденций в некоторых районах Хабаровского края (Хабаровский, Николаевский) и в ЕАО приводит к увеличению количества пожаров (табл. 2).

Выбор значимых показателей 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 ($R = 0,53$). Связь отсутствует с количеством дней с грозами ($0,23$), поэтому дан-

ный показатель при расчете комплексного индекса не учитывался.

Для расчета частных функций желательности использованы максимальные значения показателей (см. табл. 1), поскольку при этом выполняется желательное направление минимизации комплексного индекса. Фрагмент его вычисления приведен в табл. 3.

Как видно из данных, приведенных в табл. 3, индекс напряженности значительно возрастает в меридиональном направлении с севера на юг: наименее напряженными являются северные районы Хабаровского края, поскольку имеются периоды с отсутствием пожаров (например, 2008, 2010, 2011 и 2012 гг.), что приводит к обнулению функции желательности. Средняя напряженность наблюдается в Николаевском, Ульчском, им. Полины Осипенко и Советско-Гаванском районах. Высокая напряженность характерна для южной части региона.

Значение индекса напряженности тесно связано с количеством пожаров (R лежит в пределах 0,59–0,71). Это доказывает возможность его использования для комплексной оценки условий формирования пожароопасных сезонов и риска возникновения в них пожаров растительности.

Таблица 2

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

№	Субъект Дальневосточного федерального округа	Изменение показателей напряженности			Относительное число пожаров, пож./100 тыс. га/10 лет
		Суровость сезона, дни/10 лет	Продолжительность по природно-антропогенным факторам, дни/10 лет	Плотность населения, человек/км ² /10 лет	
Хабаровский край (муниципальные районы)					
1	Охотский	-0,2	+8,3	-3,7	-4,1
2	Аяно-Майский	+3,1	+3,2	-0,6	-10,2
3	Тугуро-Чумиканский	+1,7	+2,8	-0,4	-5,5
4	Николаевский	+4,3	-8,4	-7,1	+1,9
5	Ульчский	+3,3	-3,2	-3,3	-7,9
6	Им, Полины Осипенко	+1,5	-7,9	-0,7	-2,7
7	Солнечный	-1,2	+7,5	-2,7	+0,6
8	Верхнебуреинский	+2,9	+5,8	-8,1	-9,2
9	Советско-Гаванский	-0,9	-2,4	-0,52	-3,3
10	Ванинский	+2,3	+10,8	-3,2	-2,1
11	Комсомольский	+0,33	-15,8	-0,47*	-10,0
12	Хабаровский	+1,9	-4,6	+6,1**	+7,5
13	Амурский	+5,3	-0,33	-3,6	-13,4
14	Нанайский	+2,9	+10,5	-1,1	+5,7
15	Им, Лазо	+4,9	+14,8	-9,0	-7,3
16	Бикинский	+4,9	+14,8	-9,0	-7,3
17	Вяземский	+4,9	+14,8	-0,0	-7,3
Еврейская автономная область		+2,9	+0,1	-13,2	+10,3

Примечание: * без г. Комсомольска-на-Амуре, ** без г. Хабаровска.

Таблица 3

Значение индекса напряженности сезонов и количество пожаров на территории Хабаровского края и ЕАО, фрагмент

№	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	0,00	0,00	0,59	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Аяно-Майский	0,00	0,00	0,00	0,00	0,47	0,00	0,00	0,00	0,47	0,00
3	Тугуро-Чумиканский	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00
4	Николаевский	0,74	1,05	0,35	0,47	0,29	0,29	0,66	0,41	0,88	1,40
5	Ульчский	0,67	0,43	0,74	0,94	0,57	0,38	0,75	0,64	0,92	2,11
6	Им. Полины Осипенко	0,62	0,69	0,71	0,31	0,58	0,14	0,81	0,57	0,97	1,49
7	Солнечный	0,91	2,16	0,77	1,19	0,66	0,55	0,85	1,09	0,97	3,09
8	Верхнебуреинский	0,63	1,02	0,41	0,45	0,70	1,08	0,59	1,68	0,74	1,99
9	Советско-Гаванский	0,69	1,35	0,45	0,38	0,77	1,28	0,65	0,58	0,82	1,60
10	Ванинский	0,99	2,05	0,62	0,50	0,88	1,12	0,92	1,31	0,97	2,55
11	Комсомольский	0,85	3,81	0,58	1,82	0,57	0,91	0,75	2,14	0,85	3,77
12	Хабаровский	0,81	1,79	0,73	3,04	0,60	0,46	0,68	0,92	0,76	1,42
13	Амурский	0,82	2,57	0,58	0,84	0,69	1,14	0,86	3,29	0,80	2,27
14	Нанайский	0,92	1,80	0,82	1,01	0,59	0,25	0,84	1,44	0,85	0,97
15	Им. Лазо	0,88	1,14	0,71	0,52	0,79	0,65	0,80	0,83	0,81	0,86
16	Бикинский	0,88	1,14	0,71	0,52	0,79	0,65	0,80	0,83	0,81	0,86
17	Вяземский	0,88	1,14	0,71	0,52	0,79	0,65	0,80	0,83	0,81	0,86
Еврейская автономная область		0,83	2,10	0,94	3,23	0,95	2,95	0,92	3,42	0,82	1,46
R		0,70		0,60		0,71		0,59		0,70	

Примечание: D – индекс напряженности, N – количество пожаров, R – коэффициент корреляции между индексом напряженности и количеством пожаров.

4. Заключение

Разработанная методика и информационно-аналитическая система для ее реализации позволяют оценивать напряженность пожароопасных сезонов по комплексу природно-антропогенных факторов, проводить сравнительный анализ условий ее формирования и изменения в определенные периоды. Они могут быть использованы на различных территориальных уровнях – лесхоз, лесничество, административный район, субъект Федерации – для разработки программ долгосрочного и оперативного взаимодействия противопожарных организаций по предупреждению и ликвидации пожаров растительности.

Обозначения:

$d_{z,j}$ – частная функция желательности z-го показателя
 ОТЕ – операционная территориальная единица
 $X_{z,j}$ – значение z-го показателя
 $X'_{z,j}$ – максимальное значение z-го показателя
 D_j – обобщенная функция желательности

α – угол линейного тренда
 σ – среднеквадратическое отклонение углов многолетних линейных трендов
 БМД – база данных метеорологических параметров
 БДПР – база данных пожаров растительности
 БАИВ – база данных антропогенных источников возгораний
 БХТ – база данных характеристик территории
 пож./100 тыс. га – относительное число пожаров растительности
 га/100 тыс. га – относительная площадь пожаров растительности
 КП – комплексный показатель пожарной опасности по условиям погоды
 КПО – класс пожарной опасности по условиям погоды
 R – коэффициент корреляции

Индексы:

z – номер показателя
 j – номер ОТЕ

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов Г.В., Барановский Н.В. Прогноз возникновения лесных пожаров и их экологические последствия. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2009.
2. Коган Р.М., Глаголев В.А. Система пространственного прогноза возникновения пожаров растительности по погодным и лесорастительным условиям // Безопасность в техносфере. — 2013. — № 5. — С. 11–20.
3. Вонский С.М., Жданко В.А. Методические указания по оценке степени засушливости пожароопасных сезонов и расчету вероятности их наступления. — Л.: ЛенНИИЛХ, 1967.
4. Дымова Т.В. Моделирование пожаров и их экологических последствий // Естественные науки. — 2012. — № 2(39). — С. 39–44.
5. К оценке изменений пожароопасной обстановки в лесах России при ожидаемом потеплении климата в XXI веке / С.П. Малевский-Малевиц и др. // Метеорология и гидрология. — 2005. — № 3. — С. 36–44.
6. Постановление Правительства Российской Федерации. № 417 «Об утверждении Правил пожарной безопасности в лесах» от 30 июня 2007 г.
7. 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.
8. Софронов М.А., Волокитина А.В. Пирологическое районирование в таежной зоне. — Новосибирск: Наука, 1990.
9. Соколова Г.В. Прогноз пожарной опасности в лесах Хабаровского края // Метеорология и гидрология. — 1992. — № 12. — С. 104–107.
10. Валендик Е.Н., Иванова Г.А. Пожароопасные режимы в лесах Сибири и Дальнего Востока // Лесоведение. — 2001. — № 4. — С. 69–76.
11. Костырина Т.В. Прогнозирование пожарной опасности в лесах юга Хабаровского края: автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. с.-х. наук. — Красноярск, 1978.
12. Валендик Э.Н. Методика определения напряженности пожароопасных сезонов // Вопросы лесной пирологии. — Красноярск, 1970. — С. 232–240.
13. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. — М.: Наука, 1976.
14. Критерии и индикаторы биоразнообразия в устойчивом природопользовании // Лесоведение. — 2009. — № 4. — С. 43–57.
15. Курбатский Н.П. Определение степени пожарной опасности в лесах // Лесное хозяйство. — 1957. — № 6. — С. 52–57.
16. Гелашвили Д.Б. Зонирование территории по степени нагрузки сточными водами с помощью обобщенной функции желательности (на примере Нижегородской области) // Поволжский экологический журнал. — 2006. — № 2/3. — С. 120–138.
17. Codd E.F. A relational model for large shared data banks // Comm. ACM. — 1970. — P. 377–387.
18. Подольская А.С. Применение метода оценки вероятности возникновения лесных пожаров в ИСДМ — Рослесхоз // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. — 2011. — Т. 8. — № 1. — С. 118–126.
19. Нестеров В.Г. Горимость лесов и методы ее определения. — М., Л.: Гослесбумиздат, 1949.
20. 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.
21. Соколова Г.В. Пожарная опасность территории Среднего Приамурья: оценка, прогноз, параметры мониторинга. — Хабаровск: ДВО РАН, 2009.
22. 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.

Information Analysis System for Evaluation of Fire-risk Seasons Intensity

R.M. Kogan, Head of Laboratory of Regional Geocology, Associate Professor, Ph.D. of Chemistry, Institute for Complex Analysis of Regional Problems of the Russian Academy of Sciences, Far Eastern Branch

V.A. Glagolev, Research Assistant, Laboratory of Regional Geocology, Institute for Complex Analysis of Regional Problems of the Russian Academy of Sciences, Far Eastern Branch

The paper develops a method of calculating the fire-risk seasons intensity index. It creates an information analysis system for significant rates' determination, interpolation and calculation of boundary values, calculation of intensity index on the basis of partial and generalized desirability functions, examining tendencies and causes of fire intensity change. The system is designed for assessment of fire-risk seasons based on the range of natural-anthropogenic factors, and for analysis of formation, tendencies and causes of fire-danger for vegetation in different regions. System verification was processed in the Khabarovsk territory and Jewish autonomous region and illustrated through seasons of the second half of XX – beginning of XXI centuries. It revealed a high correlation rate between intensity index and fire density, and indicated areas with low, medium and high intensity.

Keywords: vegetation, fire, fire-risk season, intensity.