

УДК 658.382

DOI: 10.21209/2658-7114-2020-15-3-117-121

Ольга Валерьевна Номоконова,
кандидат технических наук, доцент,
Забайкальский горный колледж им. М. И. Агошкова
(672039, Россия, г. Чита, ул. Баргузинская, 41),
e-mail: ovnom@mail.ru
ORCID: 0000-0001-5322-2908

Об одном подходе к прогнозированию условий возникновения лесных пожаров

Предложена методика прогнозирования условий возникновения лесных пожаров, которая позволяет заблаговременно принимать профилактические меры, снижающие убытки от них. В основе прогноза лежат понятия нечёткого множества и нечёткой логики. Такой подход позволяет дать более точный прогноз метеоусловий по сравнению с методами экстраполяции. В результате получен прогноз, одновременно оценивающий «пессимистическое» и «оптимистическое» представление о диапазоне ожидаемых значений рассматриваемой величины.

Ключевые слова: задача прогнозирования, логико-вероятностный метод, нечёткие множества, нечёткая логика, лингвистическая переменная, нечеткое число, функция принадлежности

Для разработки методов профилактики лесных пожаров и снижения убытков от них необходима методика прогнозирования условий возникновения пожаров. Как правило, прогноз, получаемый методом экстраполяции, получается неточным, т. к. возникают значительные трудности с определением вида кривой и для получения тренда проводится аналитическое выравнивание ряда динамики по прямой линии

$$u_i = at + b,$$

где t – единица времени. Очевидно, что при этом возникают существенные погрешности в прогнозе.

Учесть неопределённость, имеющуюся при прогнозировании метеоусловий на предстоящие периоды, можно, применяя лингвистическую переменную и методы нечёткой логики [3]. Например, метеоусловия относительно возникновения лесных пожаров можно представить лингвистическими значениями «плохие», «хорошие», «благоприятные», «неблагоприятные» и т. д.

При качественном анализе уровень пожарной опасности может быть определён терминами: «высокий», «низкий», «невысокий», «не низкий». Каждый из терминов характеризуется нечётким множеством A :

$$A = \{u_1/\mu_{1(A)}; u_2/\mu_{2(A)}; \dots; u_m/\mu_{m(A)}\},$$

где u_i – элементы множества, $\mu_{i(A)}$ – функция принадлежности u_i нечёткому множеству A , при этом $\mu \in [0, 1]$.

В качестве универсального множества можно, например, принять множество

$$U = \{u_1, u_2, \dots, u_{m-1}, u_m\},$$

где u_1 – минимальная относительная влажность воздуха? %;

u_2 – средняя температура воздуха, C^o ;

u_3 – минимальная температура поверхности почвы, C^o ;

.....

u_{m-1} – максимальная скорость ветра, м/с;

u_m – количество осадков, мм.

Из имеющейся информации о метеоусловиях как минимум за пять периодов, можно определить динамику их изменения в соответствии с диаграммой совместных влияний, которая имеет вид

$$S_n \rightarrow S_{n+1},$$

где S_n и S_{n+1} – состояния метеоусловий в предыдущий и последующий периоды соответственно.

Исходя из общей тенденции к увеличению числа лесных пожаров, для состояния S_n положим $A = \text{неблагоприятно} = \{u_i/\mu_i | \mu_i \in [0, 1], i = \overline{1, m}\}$; для состояния S_{n+1} положим $B = \text{благоприятно} = \{u_j/\mu_j | \mu_j \in [0, 1], j = \overline{1, m}\}$.

Найти предполагаемые значения u_i на $(n+1)$ -й год можем, выполнив следующие действия [4]:

1. Определим нечёткое множество A :

$$A = \{u_1/\mu_{1(A)}; u_2/\mu_{2(A)}; \dots; u_m/\mu_{m(A)}\},$$

где

$$\mu_{i(A)} = \frac{1}{(n-1) \max(u_i)} \sum_{k=1}^{n-1} u_{i_k},$$

$\mu_{i(A)}$ – значение функции принадлежности элементов u_i нечёткому множеству A ; $\max(u_i)$ – максимальное значение показателя u_i за весь рассматриваемый период времени.

2. Определим нечёткое множество B :

$$B = \{u_1/\mu_{1(B)}; u_2/\mu_{2(B)}; \dots; u_m/\mu_{m(B)}\},$$

где

$$\mu_{j(B)} = \frac{1}{n \max(u_j)} \sum_{k=1}^n u_{j_k}.$$

3. Найдём нечёткие множества \bar{A} и \bar{B} :

$$\bar{A} = \{u_1/\mu_{1(\bar{A})}; u_2/\mu_{2(\bar{A})}; \dots; u_m/\mu_{m(\bar{A})}\},$$

$$\bar{B} = \{u_1/\mu_{1(\bar{B})}; u_2/\mu_{2(\bar{B})}; \dots; u_m/\mu_{m(\bar{B})}\},$$

где

$$\mu_{i(\bar{A})} = 1 - \mu_{i(A)}, \quad \mu_{j(\bar{B})} = 1 - \mu_{j(B)}.$$

4. Найдём декартовы произведения нечётких множеств $A \times B$ и $\bar{A} \times \bar{B}$, определяемые равенствами:

$$A \times B = \min [\mu_{i(A)}(u_i), \mu_{j(B)}(u_j)],$$

где $u_i \in A, u_j \in B; i, j = 1, 2, \dots, m$, и

$$\bar{A} \times \bar{B} = \min [\mu_{i(\bar{A})}(u_i), \mu_{j(\bar{B})}(u_j)],$$

где $u_i \in \bar{A}, u_j \in \bar{B}; i, j = 1, 2, \dots, m$.

5. Определим нечёткое отношение $R = A \times B + \bar{A} \times \bar{B}$, связывающее предшествующее и последующее состояния системы. При этом, если $A \times B = X, \bar{A} \times \bar{B} = Y$, то $X + Y$ определяется выражением

$$\mu_{X \times Y}(a, b) = \max [\mu_X(a, b), \mu_Y(a, b)].$$

6. Установим нечёткое множество A^* , характеризующее состояние системы в период, предшествующий прогнозируемому:

$$A^* = \{u_1/\mu_{1(A^*)}; u_2/\mu_{2(A^*)}; \dots; u_m/\mu_{m(A^*)}\},$$

где

$$\mu_{i(A^*)} = \frac{u_i}{\max(u_i)}.$$

7. Найдем нечёткое множество B^* , характеризующее состояние системы на прогнозируемый период

$$B^* = A^* \circ R,$$

где \circ – (max-min)-композиция, определяемая как

$$\mu_{A^* \circ R}(a, (a, b)) = \max[\min(\mu_{A^*}(a), \mu_R(a, b))].$$

8. Ожидаемое состояние метеоусловий на $(n + 1)$ -й год вычисляем по формуле:

$$u_i = \mu_{i(B^*)} \cdot \max(u_i), \quad i = 1, \dots, m.$$

Поскольку спрогнозированные показатели всегда являются приближёнными, то целесообразно задать их как нечёткие числа $(L - R)$ типа [1]. Такое задание показывает одновременно «пессимистическое» и «оптимистическое» [2] представление о диапазоне ожидаемых значений рассматриваемой величины.

Таким образом, при малом ретроспективном периоде методика прогнозирования, основанная на понятии нечёткого множества и нечёткой логики, позволит обеспечить более точный прогноз метеоусловий, что не всегда может быть достигнуто методом экстраполяции.

Список литературы

1. Борисов А. Н., Крумберг О. А., Федоров И. П. Принятие решений на основе нечётких моделей. Примеры использования. Рига: Зинатне, 1990. 304 с.
2. Дюбуа Д., Прад А. Теория возможностей. Приложения к представлению знаний в информатике. М.: Радио и связь, 1990. 228 с.
3. Заде Л. А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближённых решений: пер. с англ. М.: Мир, 1976. 165 с.
4. Номоконова О. В. Применение нечётких множеств в оценке и прогнозировании опасных ситуаций: дис. ... канд. техн. наук: 05.26.01. Челябинск, 2003. 100 с.

Статья поступила в редакцию 23.03.2020; принята к публикации 30.04.2020

Библиографическое описание статьи

Номоконова О. В. Об одном подходе к прогнозированию условий возникновения лесных пожаров // Учёные записки Забайкальского государственного университета. 2020. Т. 15, № 3. С. 117–121. DOI: 10.21209/2658-7114-2020-15-3-117-121.

Olga V. Nomokonova,

*Candidate of Technical Science, Associate Professor,
Transbaikal Mining College named after M. I. Agoshkov*

(41 Barguzinskaya st., Chita, 672039, Russia),

e-mail: ovnom@mail.ru

ORCID: 0000-0001-5322-2908

About one Forecasting Approach Forest Fire Conditions

A technique is proposed for predicting the conditions of forest fires, which allows you to take preventive measures in advance to reduce losses from them. The forecast is based on the concepts of fuzzy sets and fuzzy logic. This approach allows us to give a more accurate forecast of weather conditions compared with extrapolation methods. As a result, a forecast is obtained that simultaneously evaluates the "pessimistic" and "optimistic" ideas about the range of expected values of the quantity in question.

Keywords: forecasting problem, logical-probabilistic method, fuzzy sets, fuzzy logic

Translit

1. Borisov, A. N., Krumberg, O. A., Fedorov, I. P. Prinyatie reshenij na osnove nechyotkih modelej. Primery ispol'zovaniya. Riga: Zinantne 1990. 304 s.

2. Dyubua, D., Prad, A. Teoriya vozmozhnostej. Prilozheniya k predstavleniyu znanij v informatike. M.: Radio i svyaz'. 1990. 228 s.

3. Zade, L. A. Ponyatie lingvisticheskoj peremennoj i ego primenenie k prinyatiyu priblizhyonnyh reshenij: per. s angl. M.: Mir. 1976. 165 s.

4. Nomokonova, O. V. Primenenie nechyotkih mnozhestv v ocenke i prognozirovanii opasnyh situacij: dis. ... kand. tekhn. nauk: 05.26.11. Chelyabinsk. 2003. 100 s.

Received: March 23, 2020; accepted for publication April 30, 2020

Reference to article

Nomokonova O. V. About one Forecasting Approach Forest Fire Conditions // Scholarly Notes of Transbaikal State University. 2020. Vol. 15, No 3. PP. 117–121. DOI: 10.21209/2658-7114-2020-15-3-117-121.