

---

---

# ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ: ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ И ОБЕСПЕЧЕНИЕ СБАЛАНСИРОВАННОГО РАЗВИТИЯ

---

---

УДК 630\*43(571.62)

DOI: 10.31433/978-5-904121-35-8-2022-5-8

## ОЦЕНКА ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРНОЙ ОПАСНОСТИ СМЕЖНЫХ УЧАСТКОВ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПО ПРИРОДНО-АНТРОПОГЕННЫМ УСЛОВИЯМ

В.А. Глаголев, А.М. Зубарева

Институт комплексного анализа региональных проблем ДВО РАН,  
ул. Шолом-Алейхема 4, г. Биробиджан, 679016,  
e-mail: glagolev-jar@yandex.ru, anna-doroshenko@yandex.ru

Предложена методика прогноза возникновения пожаров участков растительности по природно-антропогенным условиям на основе многолетних наблюдений погодных условий и пожаров растительности. Разработан комплекс лесоохранных мероприятий, включающий ограничение доступа к участкам растительности, а также построение маршрутов их патрулирования в зависимости от степени вероятности появления пожаров растительности смежных участков и пожароопасных периодов сезона.

**Ключевые слова:** растительность, пожары, пожароопасный сезон, лесоохранные мероприятия, патрулирование.

## ASSESSMENT OF THE OCCURRENCE FIRE DANGER ADJACENT VEGETATION AREAS ACCORDING TO NATURAL AND ANTHROPOGENIC CONDITIONS

V.A. Glagolev, A.M. Zubareva

Based on the forecast of the occurrence of fires in adjacent areas of vegetation under natural and anthropogenic conditions, a set of forest protection measures has been developed, including a scheme for patrolling the territory depending on the location of fire-hazardous areas of vegetation, restricting access to them and conducting explanatory work among the population.

**Keywords:** vegetation, fires, fire season, forest protection measures, patrolling.

Предвидение возможности возникновения пожаров растительности в лесах является одной из сложных лесоохранных задач, особенно когда источник возгорания попадает на поверхность почвы, где имеется достаточно мощный и сухой слой горючих материалов, по которому возможно распространение горе-

ния. При воздействии антропогенного фактора наблюдается снижение частоты возгораний по мере продвижения огня от населенных пунктов вглубь леса. Общее количество источников огня зависит не только от степени посещаемости леса, но и от восприимчивости горючих материалов на лесных участках растительности. Единственным способом фиксации процессов перехода возгорания с ближайших (смежных) участков растительности является анализ данных возникновения пожаров растительности за многолетний период времени с учетом их пространственно-временного распределения.

Целью работы является прогноз появления пожаров растительности смежных участков растительности по природно-антропогенным условиям на основе функции возможности появления пожаров.

Под смежными участками в работе принимаем участки растительности, имеющие общие границы, которые определяются координатами их характерных точек (узлов).

Материалами исследования служат ежедневные фактические и прогнозные данные о погодных условиях отечественных и зарубежных метеорологических интернет-служб, а также статистические сведения о пожарах растительности региональных отделов охраны лесов и государственного контроля и надзора в управлении лесами, авиаотделений и центров космического мониторинга.

Для выполнения противопожарных рекомендаций на смежных участках растительности необходимо рассчитать вероятность появления пожаров растительности следующим образом:

1. Построить сеть операционно-территориальных единиц (ОТЕ) на территории лесного и нелесного фонда.
2. Выполнить поиск смежных участков ОТЕ выделенного участка методом ближайших соседей на основе функции возможности появления пожаров [3].
3. Произвести расчет фактических и прогнозных значений комплексного показателя пожарной опасности по методу В.Г. Нестерова по условиям погоды в центрах ОТЕ лесного фонда [1].
4. Вычислить в каждом ОТЕ вероятность появления пожаров растительности на текущий день и дни прогноза.
5. Выделить участки растительности в случае превышения порогового значения вероятности возникновения пожаров в заданный временной период.
6. Построить маршруты патрулирования территории, в площадь обзора которого попадает максимальное количество пожароопасных ОТЕ.

В качестве сети ОТЕ предлагается использовать нерегулярную квартальную сеть лесхозов или регулярную сеть участков нелесного фонда.

Для определения участков растительности, имеющих в данный день высокий лесопожарный риск, использована авторская методика, основанная на детерминировано-вероятностной модели прогноза возникновения пожаров растительности по природно-антропогенным условиям, в которой, в отличие от существующих моделей [2], учтено происхождение источника огня и введено

понятие «критическое расстояние» ( $R_{cr}$ ) – минимальное расстояние между исследуемой ОТЕ и населенными пунктами или железными и автомобильными дорогами, после которого значительно уменьшается количество пожаров (1):

$$F_{i,j}(B) = \begin{cases} F_{i,j}(C) [ (F_{i,j}(N)F_{i,j}(B/N) + F_{i,j}(M)F_{i,j}(B/M) ) ] & \text{при } R_N \leq R_{cr} \\ F_{i,j}(C) [ (F_{i,j}(D)F_{i,j}(B/D) + F_{i,j}(M)F_{i,j}(B/M) ) ] & \text{при } R_N > R_{cr} \end{cases} \quad (1)$$

где  $i$  – день расчета;  $j$  – номер ОТЕ;  $F_{i,j}(B)$  – вероятность появления пожаров растительности (событие  $B$ );  $F_{i,j}(C)$  – вероятность возгорания растительности при определенном значении комплексного показателя пожарной опасности по условиям погоды (событие  $C$ );  $F_{i,j}(N)$ ,  $F_{i,j}(D)$  – вероятность появления антропогенного источника огня в смежных ОТЕ от ближайших населенных пунктов или железных и автомобильных дорог (события  $N$  и  $D$ ) [3];  $F_{i,j}(B/N)$ ,  $F_{i,j}(B/D)$  – вероятность возгорания вследствие появления антропогенных источников огня;  $F_{i,j}(M)$ ,  $F_{i,j}(B/M)$  – вероятность появления природного источника (событие  $M$ ) и возгорания вследствие его появления;  $R_N$  – расстояние от ОТЕ до ближайшего населенного пункта.

Для нахождения смежных ОТЕ участков растительности используются методы ближайших соседей [3]. В работе поиск смежных участков растительности с учетом узлов полигонов участков растительности выполнен на основе алгоритма Hierarchical Navigable Small World [5].

По результатам полученных значений детерминировано-вероятностной модели строятся маршруты патрулирования, охватывающие наибольшее количество ОТЕ с высокой вероятностью появления пожаров растительности и пожароопасные периоды сезона.

Таким образом, предложена модифицированная методика прогноза пожарной опасности растительности, позволяющая осуществлять патрулирование смежных участков растительности на основе многолетних наблюдений за погодными условиями и пожарами растительности.

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Глаголев В.А., Коган Р.М. Интерполяция комплексного показателя пожарной опасности на территории Еврейской автономной области и Хабаровского края // Региональные проблемы. 2013. Т. 16, № 2. С. 84–90.
2. Дорошенко А.М., Коган Р.М. Влияние антропогенных факторов на пожароопасность растительности Еврейской автономной области // Лесное хозяйство. 2011. № 3. С. 37–39.
3. Егармин П.А. Система детальной оценки пожарной опасности лесной территории: автореф. дис. на соиск. уч. степ. канд. техн. наук. Красноярск, 2005. 21 с.
4. Кузнецов Г.В., Барановский Н.В. Прогноз возникновения лесных пожаров и их экологических последствий. Новосибирск: СО РАН, 2009. 301 с.
5. Malkov Y.A., Yashunin D.A. Efficient and robust approximate nearest neighbor search using hierarchical navigable small world graphs // IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence. 2018. Vol. 42, N 4. P. 824–836.

REFERENCES:

1. Glagolev V.A., Kogan R.M. Interpolation of a complex indicator of fire danger on the territory of the Jewish Autonomous Region and Khabarovsk Krai // *Regional'nye problem*, 2013, vol. 16, no. 2, pp. 84–90. (In Russ.).
2. Doroshenko A.M., Kogan R.M. The influence of anthropogenic factors on the fire hazard of vegetation of the Jewish Autonomous Region. *Lesnoe khozyaistvo*, 2011, no. 3, pp. 37–39. (In Russ.).
3. Egarmin P.A. The system of detailed assessment of fire danger of the forest territory. Extended Abstract of Cand. Sci. (technical) Dissertation. Krasnoyarsk, 2005. 21 p. (In Russ.).
4. Kuznetsov G.V., Baranovsky N.V. *Prognoz vozniknoveniya lesnykh pozharov i ikh ekologicheskikh posledstviy* (Forecast of forest fires and their environmental consequences). Novosibirsk: SB RAS, 2009. 301 p. (In Russ.).
5. Malkov Y.A., Yashunin D.A. Efficient and robust approximate nearest neighbor search using hierarchical navigable small world graphs. *IEEE transactions on pattern analysis and machine intelligence*, 2018, vol. 42, no. 4, pp. 824–836.