



DOI 10.21178/2079–6080.2019.3.72  
УДК 630.6

## Региональные шкалы оценки пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды

© Ю.З. Шур, А.А. Степченко, Е.Н. Горовая, М.А. Мельников,  
Н.В. Шаповал, И.С. Шепелева

### **Regional weather forest fire danger scales**

**Yu.Z. Shur, A.A. Stepchenko, E.N. Gorovaya, M.A. Melnikov, N.V. Shapoval, I.S. Shepelyova**  
(Saint Petersburg Forestry Research Institute)

In this paper a new methodological approach to the problem of calculating regional weather forest fire danger scales is presented. It was developed upon the analysis of the foreign forest fire danger laws, instructions and publications of Russian Federation as well as other countries. Russian methodological approaches to the problem of calculating regional weather forest fire danger scales have been investigated. The main methodological flaw of the currently employed methods is that they make it impossible to compare the projected amount of forest fires for different forest fire protection departments that share the same fire danger class. Since the fire danger classes are used to regulate the functioning of forest fire protection departments, we conclude that their functioning under the current approach is not effective. We have proposed a new criterion for the construction of regional fire danger scales: an average number of igniting forest fires per day of the fire season. Universal ranges for the number of igniting forest fires per day, corresponding to the fire danger classes, have been constructed for the forestries of the Russian Federation. A new methodological approach to the determining of the fire season periods within the fire season has been created. Periods of maximum and minimum forest fires number have been defined. A new algorithm that uses approximated functional relation to calculate regional scales has been constructed. Using the developed approach, we have calculated regional weather forest fire danger scales for the forestries of the Primorsky region. This method will allow a more effective functioning of the forest fire protection departments during the forest fire season. It will also provide a way to compare the workload of different forest fire departments by projecting the maximum number of igniting forest fires.

---

**Key words:** weather forest fire danger, regional weather forest fire danger scales, regulation of functioning for forest fire protection departments, forest fire load on forest fire protection departments, meteorological indicator of weather forest fire danger, weather forest fire danger class

**Региональные шкалы оценки пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды**

**Ю.З. Шур, А.А. Степченко, Е.Н. Горювая, М.А. Мельников, Н.В. Шаповал, И.С. Шепелева**

В статье изложен новый методический подход к расчету региональных шкал оценки пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды. При проведении исследования проанализированы нормативно-правовые, инструктивно-методические документы и литературные источники по определению пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды в Российской Федерации и за рубежом. Были также изучены существующие отечественные методические подходы к определению региональных шкал оценки пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды. Их основным недостатком является невозможность сравнения потенциальной пожарной нагрузки на лесопожарные формирования в день с одним и тем же классом пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды. В связи с этим регламентация работы лесопожарных формирований в пожароопасном сезоне не является эффективной. Предложен новый критериальный показатель для построения региональных шкал оценки пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды, а именно — среднее число возникающих лесных пожаров в день пожароопасного сезона. На основании данного показателя рассчитаны критериальные диапазоны по каждому классу пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды для лесничеств Российской Федерации. Разработан новый методический подход к разбиению пожароопасного сезона на периоды «пожарного максимума» и отсутствия «пожарного максимума». Построен новый алгоритм определения региональных шкал оценки пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды с использованием приближенных функциональных зависимостей. Произведен расчет региональных шкал оценки пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды для лесничеств Приморского края. Полученные методические решения позволяют эффективно регламентировать работу лесопожарных формирований в течение пожароопасного сезона, сравнивать пожарную нагрузку на них путем прогноза максимального потенциально возможного числа возникающих лесных пожаров.

**Ключевые слова:** пожарная опасность в лесах в зависимости от условий погоды, региональные шкалы оценки пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды, регламентация работы лесопожарных формирований, пожарная нагрузка на лесопожарные формирования, метеорологический показатель пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды, класс пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды

Шур Юрий Зиновьевич — канд. экон. наук, начальник НИО организации охраны леса от пожаров

E-mail: ffml@spb-niilh.ru

Степченко Александр Анатольевич — канд. геогр. наук, заместитель директора ФБУ «СПбНИИЛХ»

Горювая Елена Наумовна — канд. физ.-мат. наук, ст. науч. сотр. НИО организации охраны леса от пожаров

Мельников Михаил Александрович – программист 1 категории НИО организации охраны леса от пожаров

Шаповал Наталья Валентиновна – инженер-исследователь НИО организации охраны леса от пожаров

Шепелева Ирина Семеновна – начальник проектно-технологического сектора НИО организации охраны леса от пожаров

ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»

194021, Санкт-Петербург, Институтский пр., 21

Тел.: (812)552-80-21

E-mail: mail@spb-niilh.ru

### **Введение**

Пожарная опасность в лесах – это вероятность возникновения в них пожаров. Лесным пожаром следует называть неконтролируемое горение в лесу, наносящее экологический и/или экономический ущерб, а также ущерб социуму [1]. Пожарная опасность в лесах с физической точки зрения определяется типом топлива (типом растительных горючих материалов), его характеристиками (структурой, запасом, влажностью и др.), а также наличием источников огня в лесу. Тип топлива и его состояние зависят в первую очередь от лесорастительных и погодных условий рассматриваемых лесных участков, а также ряда других факторов. Под лесорастительными условиями понимается совокупность таксационных показателей рассматриваемого лесного участка. Погодные условия – это состояние атмосферы в определенной точке в определенное время. Погодные условия в данном месте в данный момент характеризуются значениями метеорологических элементов. Наличие источников огня в лесу, прежде всего, зависит от рекреационных нагрузок в лесах и погодных условий. Поскольку число источников огня в лесу точно не может быть определено, то можно считать, что приближенно оно характеризуется чис-

лом возникающих лесных пожаров. Оценка пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды связана с прогнозированием потенциально возможного числа лесных пожаров для той или иной территории.

В соответствии со статьей 53.2 Лесного кодекса Российской Федерации [6] (далее – ЛК РФ) одной из составных частей организации охраны леса от пожаров в Российской Федерации является мониторинг пожарной опасности в лесах и лесных пожаров. Определение классов пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды (далее – КПО) – важная составная часть мониторинга пожарной опасности в лесах. Их определение является одной из основ оперативного управления системой охраны лесов от пожаров в пожароопасном сезоне. Пожароопасный сезон – отрезок времени внутри календарного года, в течение которого возможно возникновение лесных пожаров. КПО должны определяться таким образом, чтобы была сравнима потенциальная пожарная нагрузка на лесопожарные формирования в день пожароопасного сезона с одним и тем же КПО. Важным элементом пожарной нагрузки является число пожаров, возникающих в конкретный день пожароопасного сезона для рассматриваемой охраняемой

территории. На основании КПО осуществляется регламентация работы авиационных и наземных лесопожарных формирований. КПО определяются на основании шкал, которые представляют собой диапазоны значений комплексного показателя пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды (далее – КП).

Основным нормативным правовым документом, регламентирующим определение КПО, является приказ Рослесхоза от 05.07.2011 г. № 287 «Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды» (далее – приказ № 287) [9]. В соответствии с ним, для оценки пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды предлагается использовать пять КПО и для их установления применять шкалы оценки пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды. Шкалы могут устанавливаться с учетом региональных лесорастительных и погодных условий, а также дифференцироваться по различным периодам пожароопасного сезона. Региональные шкалы оценки пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды (далее – региональные шкалы) могут устанавливаться субъектами Российской Федерации и должны согласовываться с Федеральным агентством лесного хозяйства.

Основные методические недостатки существующих региональных шкал следующие:

- не корректны критериальные показатели, используемые для определения региональных шкал;
- не определен строгий алгоритм расчета КПО для различных территорий: лесничество, авиаотделение (авиагруппа, оперативная точка), пожарно-химическая станция;
- не вполне корректен вид комплексного показателя пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды;
- не определен строгий алгоритм использования метеоданных для расчета региональ-

ных шкал;

- отсутствует строгий алгоритм определения начальной и конечной дат пожароопасного сезона, на основании которых рассчитываются региональные шкалы;

- не определен строгий алгоритм разбиения пожароопасного сезона на периоды;

- не определен строгий алгоритм расчета собственно региональных шкал на основании нормативных значений соответствующего критериального показателя.

Учитывая перечисленные недостатки, следует сделать вывод о том, что имеется настоятельная необходимость в усовершенствовании методики расчета региональных шкал пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды.

#### ***Выбор критериального показателя***

В настоящий момент предложено использовать следующие критериальные показатели для расчета региональных шкал:

- процент (доля) лесных пожаров, возникающих в дни с соответствующим КПО в общем числе возникающих лесных пожаров [5];
- плотность пожаров, действующих в день с соответствующим КПО [2, 15, 16].

Первый из методических подходов использован при расчете ныне действующих региональных шкал для ряда субъектов Российской Федерации и закреплен в соответствующих нормативных правовых актах, таких как Приказ Рослесхоза от 09.10.2013 № 288 [8] и др. Несомненным достоинством данного методического подхода является его алгоритмическая простота, т. е. возможность производить расчеты вручную, без использования специального программного обеспечения. Однако при этом отсутствует возможность сравнения потенциальной пожарной нагрузки на лесопожарные формирования в дни пожароопасного сезона с одними и теми же КПО. Проиллюстрируем данный методический недостаток при помощи следующего примера, приведенного в таблице 1.

Таблица 1

Результаты расчета потенциальной пожарной нагрузки для дня с одним и тем же КПО  
в пожароопасном сезоне на примере 4-х лесничеств Приморского края

КПО	Верхняя граница КП	Среднее число возникающих лесных пожаров в день, пож./дн. (максимальное потенциально возможное число возникающих лесных пожаров)			
		Арсеньевское лесничество	Верхне-Перевальнинское лесничество	Владивостокское лесничество	Кавалеровское лесничество
1	250	0,007 (0)	0,027 (1)	0,11 (1)	0,081 (1)
2	850	0,03 (1)	0,167 (4)	0,49 (6)	0,361 (5)
3	2250	0,168 (4)	0,551 (6)	0,986 (7)	0,595 (7)
4	8000	0,244 (4)	0,474 (6)	1,161 (9)	1,115 (9)

При расчетах использовались базы данных о лесных пожарах и показателях пожарной опасности за период 2010–2017 гг. Рассматривался период весеннего «пожарного максимума» с 1 апреля по 31 мая. Для определения КПО использовалась методика Нестерова. Расчет максимального потенциально возможного числа возникающих лесных пожаров был произведен по следующему алгоритму. В методических рекомендациях [4] в качестве подходящего теоретического вероятностного распределения предлагается использовать распределение Пуассона в случае, если значение среднего числа возникающих в день пожароопасного сезона лесных пожаров не превосходит 0,1 и распределения Пуассона-Линдли или отрицательное биномиальное в противном случае. При этом значение среднего числа возникающих в день лесных пожаров не должно превосходить 3,5. В качестве наиболее подходящего теоретического вероятностного распределения при значениях среднего числа возникающих в день лесных пожаров большего, чем 0,1, нами было выбрано отрицательное биномиальное распределение. Авторы статьи использовали также рекомендацию В.Г. Коровина с соавт. [4] опреде-

лять значение выборочной дисперсии для выбранного теоретического распределения как значение выборочного среднего, умноженного на коэффициент 3,3.

Данные, приведенные в таблице 1, свидетельствуют о том, что максимальная потенциальная пожарная нагрузка (максимальное потенциально возможное число возникающих лесных пожаров) на лесопожарные формирования в лесничествах для конкретного дня пожароопасного сезона с одним и тем же КПО в ряде случаев может существенно различаться. Так, например, максимальное потенциально возможное число возникающих лесных пожаров в день со вторым КПО для Арсеньевского лесничества равно 1, для Верхне-Перевальнинского лесничества – 4, для Владивостокского лесничества – 6, для Кавалеровского лесничества – 5. Следует отметить, что максимальная потенциальная пожарная нагрузка на лесопожарные формирования в день со вторым КПО для Верхне-Перевальнинского, Владивостокского и Кавалеровского лесничеств получается сильно завышенной.

Проанализируем второй методический подход к критерию определения региональ-

ных шкал на условном примере, иллюстрирующем методическую некорректность использования понятия «плотность лесных пожаров». Допустим, в определенном субъекте Российской Федерации в лесничестве в конкретный день пожароопасного сезона возник 1 лесной пожар. Площадь лесничества 200 тыс. га. Число действующих пожаров в данный день равно 0. Фактическая плотность возникающих пожаров в данном случае равна 5 пож./млн га. Фактическая пожарная нагрузка на лесопожарные формирования равна 1. Площадь другого лесничества равна 2 млн га, а число возникающих пожаров – 10, число действующих пожаров – 0. Фактическая плотность возникающих пожаров в данном случае также равна 5 пож./млн га. Фактическая пожарная нагрузка на лесопожарные формирования равна 10. Таким образом, фактическая плотность лесных пожаров в день пожароопасного сезона в обоих случаях одинакова, а фактическая пожарная нагрузка во втором лесничестве в 10 раз больше.

Понятие «плотность лесных пожаров» методически верно использовать при решении задач стратегического планирования деятельности лесопожарных формирований. Такие задачи решаются до наступления пожароопасного сезона. К ним можно отнести определение требуемого уровня охраны для рассматриваемых территорий, определение оп-

тимального варианта функционирования региональной системы охраны лесов от пожаров, планирование требуемого объема субвенций на функционирование лесопожарных формирований, а также ряд других.

В работе А.В. Волокитиной с соавт. [2] предлагается в качестве критериального показателя для расчета региональных шкал использовать «плотность действующих пожаров за день». Авторы статьи приводят следующее обоснование перехода от плотности возникающих пожаров к плотности действующих: «Приняли и абсолютный критерий для выделения сопоставимых КПО в местных шкалах – плотность пожаров (пож./млн га), так как их количество в данный день обычно больше количества возникающих. На основе сравнения количества возникающих пожаров с количеством пожаро-дней за длительный период (30 лет) выявили, что оно в 2 раза больше». Таким образом, в данном случае речь идет о чисто техническом приеме, связанном с увеличением объема статистической выборки, и больше ни о чем.

Авторами данной статьи были проведены расчеты региональной шкалы для лесничеств Приморского края в соответствии с методикой, изложенной в [2], с целью показать логическую противоречивость использования понятия «действующий лесной пожар». Фрагмент результатов расчета приведен в таблице 2.

Таблица 2

Результаты расчета КПО для ряда лесничеств Приморского края

Лесничество	КПО	Верхняя граница КП, °С <sup>2</sup>
Владивостокское	4	600
Владивостокское	5	999999
Сергеевское	4	999999
Уссурийское	4	999999

Примечание. «999999» – гипотетически возможное значение верхней границы КП для соответствующего КПО.

В качестве показателя пожарной опасности рассматривался показатель ПВ-1. Использовались критериальные диапазоны из [2]: пер-

вый КПО – от 0 до 0,2 пож./дн. млн га; второй КПО – от 0,2 до 0,8 пож./дн. млн га; третий КПО – от 0,8 до 3,2 пож./дн. млн га; чет-



вертый КПО — от 3,2 до 12,8 пож./дн. млн га; пятый КПО — свыше 12,8 пож./дн. млн га. Расчеты производились на основании базы данных о лесных пожарах и показателях пожарной опасности по Приморскому краю за 2010–2017 гг. Гипотетически было предположено, что все возникшие за анализируемый период лесные пожары ликвидируются ровно через 10 дней после их обнаружения, т. е. имеется большое число действующих лесных пожаров в пожароопасном сезоне, а лесопожарные формирования работают весьма неэффективно.

Анализ полученных региональных шкал для лесничеств Приморского края позволяет сделать однозначный вывод о логической противоречивости методики, предложенной в [2]. В весьма горимых лесничествах Приморского края, например, во Владивостокском, Сергеевском и Уссурийском лесничествах назначаемые в соответствии с рассчитанной шкалой КПО начинаются с четвертого класса. Таким образом, можно сделать логически противоречивый вывод о том, что чем хуже работают лесопожарные формирования, тем выше класс пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды. Использование данной методики приведет к завышению доли дней с четвертым и пятым КПО, что повлечет за собой резкое завышение объемов планируемых субвенций.

Исходя из вышеизложенного, мы предлагаем в качестве критериального показателя использовать среднее число пожаров, возникающих в день с соответствующим КПО. Именно он позволяет методически корректно сравнивать потенциальную пожарную нагрузку на лесопожарные формирования для конкретного дня пожароопасного сезона с одним и тем же КПО как для охраняемых территорий, расположенных в границах одного субъекта, так и для территорий, расположенных в разных субъектах, и тем самым эффективно регламентировать работу лесопожарных формирований.

#### ***Определение КПО для объектов расчета разного типа***

Важным методическим моментом при

определении КПО является выбор некоторого «базового» типа объекта расчета и на его основе — определение КПО для других типов объектов расчета. В качестве «базового» типа объекта определения КПО и, соответственно, региональных шкал предлагается выбрать лесничество. КПО для других типов объектов расчета: авиаотделение (авиагруппа, оперативная точка), пожарно-химическая станция — определяется как средневзвешенное значение КПО для лесничеств, являющихся составными частями территорий соответствующих объектов расчета. Взвешивание осуществляется по доле площади каждого лесничества в общей площади соответствующего объекта расчета. Затем средневзвешенное значение КПО округляется до целого значения. Подобного рода методический подход используется, например, при определении класса природной пожарной опасности лесов для лесных кварталов на основании классов, рассчитанных для каждого лесотаксационного выдела, входящего в соответствующий лесной квартал [10]. Следует особо подчеркнуть, что данный методический подход может быть применен и в том случае, если в качестве «базового» типа объекта расчета выбирается муниципальное образование.

#### ***Вид комплексного показателя пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды***

В настоящий момент в практике охраны лесов от пожаров используются два показателя пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды: показатель В.Г. Нестерова [7] и показатель ПВ-1 [3]. В разработанной методике предлагается использовать показатель ПВ-1 в связи с тем, что он более точно позволяет учитывать такой важный метеорологический фактор, влияющий на пожарную опасность, как осадки.

#### ***Использование метеоданных***

В общем случае на территории объекта расчета или вблизи от нее может функционировать определенная совокупность метеостан-

ций, причем неважно является ли сеть метеостанций редкой или частой. В [14] приводится описание методического подхода по использованию метеоданных для расчета показателей пожарной опасности. Данный подход базируется на понятии «вес» метеостанции. В настоящее время чаще всего значения КП для объекта расчета определяются как средние арифметические значения КП соответствующих метеостанций. Тем самым предполагается, что «веса» соответствующих метеостанций равны, а это методически неверно. Мы предлагаем взять за основу упомянутый выше методический подход при определении КП для объектов расчета. В соответствии с ним предполагается, что имеется список метеостанций, по которым берутся метеоданные для заданного объекта расчета. Для каждой метеостанции из списка с помощью специальной компьютерной программы определяются зоны их действия. Под «зоной действия» метеостанции понимается множество точек земной поверхности, расположенных ближе к данной метеостанции, чем к любой другой (так называемые полигоны Вороного-Тиссена [13]). Затем рассчитываются «веса» метеостанций. «Вес» метеостанции равен отношению площади непустого пересечения «зоны действия» соответствующей метеостанции с объектом расчета к площади объекта расчета. Данный методический подход допускает для определения «весов» метеостанций как использование специальной компьютерной программы, так и экспертную оценку «весов» метеостанций практическими работниками лесного хозяйства. Экспертная оценка может производиться с учетом таких факторов, как расположение метеостанции в горной местности, периодичность поступления метеоинформации и др. Наиболее правильным методическим подходом к расчету «зон действия» метеостанций является их определение для всей территории Российской Федерации в целом, что и было реализовано авторами статьи при помощи специальной компьютерной программы. При этом был использован алгоритм построения диаграммы Вороного на сфере.

#### ***Определение начальной и конечной дат пожароопасного сезона***

Предлагается реализовать следующий алгоритм определения дат начала и окончания пожароопасного сезона при расчете региональных шкал. Даты начала и окончания пожароопасного сезона определяются по лесничествам. Расчетная дата начала пожароопасного сезона определяется как самая ранняя дата начала пожароопасных сезонов по заданному лесничеству за анализируемый период. Расчетная дата окончания пожароопасного сезона определяется как самая поздняя дата окончания пожароопасных сезонов по заданному лесничеству за анализируемый период. В качестве анализируемого периода рассматривается период времени не менее, чем пять лет, предшествующих году, для которого рассчитывается соответствующая региональная шкала. Полученное расчетное значение даты начала пожароопасного сезона «округляется» до даты начала декады, которой оно принадлежит. Полученное расчетное значение даты окончания пожароопасного сезона «округляется» до даты окончания декады, которой оно принадлежит. В случае если даты начала и окончания конкретного пожароопасного сезона отличаются от расчетных, например, пожароопасный сезон в силу погодной аномалии начался значительно раньше расчетной даты и (или) закончился значительно позже, то предполагается, что соответствующая региональная шкала используется для любой даты конкретного пожароопасного сезона, не попадающей в период времени между расчетными датами.

#### ***Разбиение пожароопасного сезона на периоды***

Пожарная опасность в лесах зависит от периода пожароопасного сезона. Это связано со сменой фенологических фаз растений и динамикой рекреационных нагрузок. Смена фенологических фаз растений в течение пожароопасного сезона влияет на состояние растительных горючих материалов, которое в свою очередь определяет интенсивность лесных



пожаров. Динамика рекреационных нагрузок приводит к неравномерности возникновения лесных пожаров в различные периоды пожароопасного сезона (периоды «пожарного максимума» и отсутствия «пожарного максимума»). Под периодом «пожарного максимума» понимается совокупность дней пожароопасного сезона со средним числом лесных пожаров в день, превышающим значение этого показателя для анализируемого периода. Периоду отсутствия «пожарного максимума» соответствует совокупность дней пожароопасного сезона со средним числом лесных пожаров в день меньшим или равным значению этого показателя для анализируемого периода.

#### **Расчет региональных шкал**

Расчет региональных шкал должен основываться на определении критериальных диапазонов для заданного «базового» типа объекта расчета (лесничество). Предлагается ввести

единые критериальные диапазоны для всех лесничеств Российской Федерации.

Критериальные диапазоны рассчитываются для выбранного критериального показателя и представляют собой нижнюю и верхнюю границы его значений для каждого КПО. Критериальные диапазоны определяются на основании базы данных о лесных пожарах за период времени не менее десяти лет, предшествующих году расчета региональных шкал.

Критериальные диапазоны должны пересчитываться в случае коренного изменения социально-экономических условий в том или ином субъекте Российской Федерации, поскольку это может приводить к изменению числа источников огня в лесу и, соответственно, числа лесных пожаров. Рекомендуемые значения критериальных диапазонов, единые для лесничеств субъектов Российской Федерации, приведены в таблице 3.

Таблица 3

Рекомендуемые значения критериальных диапазонов, единых для лесничеств субъектов Российской Федерации

КПО	Критериальный диапазон, пож./дн.	
	от	до
1	0	0,05
2	0,05	0,15
3	0,15	0,5
4	0,5	1,5
5	1,5	999999

Для каждого типа периода пожароопасного сезона рассматриваются все дни, принадлежащие соответствующему периоду в базах данных о лесных пожарах и показателях пожарной опасности. Для всех рассматриваемых дат во всех периодах пожароопасного сезона для заданного лесничества рассчитываются значения средневзвешенного КП по ПВ-1 с учетом «весов» метеостанций, «привязанных» к нему, а также определяется число лесных пожаров, возникших на каждую дату.

Для периода «пожарного максимума» находят минимальное и максимальное значения

средневзвешенного КП для рассматриваемых дат. Полученное максимальное значение округляют с точностью до рекомендуемого шага в 100 единиц в большую сторону.

Алгоритм построения региональной шкалы для периода «пожарного максимума» следующий. Интервал значений КП разбивается на подынтервалы с шагом в 100 единиц. Для каждого подынтервала находятся даты среди рассматриваемых для периода «пожарного максимума», для которых значение средневзвешенного КП попадает в границы этих подынтервалов. Для каждого подынтервала на

основании найденных дат определяется число этих дат, а также суммарное число лесных пожаров, возникших за эти даты, а затем путем деления суммарного числа лесных пожаров на число дат определяется среднее число возникших лесных пожаров в день для подынтервала. Каждому подынтервалу помимо среднего числа лесных пожаров в день сопоставляется значение средневзвешенного КП, равное центру этого подынтервала.

Далее строится приближенная функциональная зависимость среднего числа возникших лесных пожаров в день от значений средневзвешенного КП, соответствующих центрам подынтервалов, аппроксимирующая полученные значения для среднего числа возникших лесных пожаров в день в подынтервалах. Приближенная функциональная зависимость имеет вид, приведенный в формуле (1):

$$y = a \cdot x^b, \quad (1)$$

где  $y$  – среднее число возникающих лесных пожаров в день, пож./дн.;

$a$  – множитель, определяющий вид функциональной зависимости;

$x$  – значение средневзвешенного КП, °С<sup>2</sup>;

$b$  – показатель степени, определяющий вид функциональной зависимости.

Коэффициенты  $a$  и  $b$  находятся методом минимизации среднеквадратичного отклонения аппроксимирующей функциональной зависимости от значений среднего числа возникших лесных пожаров в день для подынтервалов. При этом предполагается, что  $0 \leq a \leq 1, 0,7 \leq b \leq 4$ .

Для границ каждого критериального диапазона верхние границы региональной шкалы находятся по формуле (2):

$$x = (y/a)^{\frac{1}{b}}, \quad (2)$$

где  $x$  – верхняя граница региональной шкалы, °С<sup>2</sup>;

$y$  – верхняя граница соответствующего

критериального диапазона, пож./дн.;

$a$  – множитель, определяющий вид функциональной зависимости;

$b$  – показатель степени, определяющий вид функциональной зависимости.

Полученная из формулы (2) верхняя граница региональной шкалы округляется с точностью до 10 единиц.

Аналогичным образом строятся региональные шкалы для периода отсутствия «пожарного максимума».

Следует особо подчеркнуть, что при построении региональной шкалы данный алгоритм позволяет избежать пропусков КПО, что выгодно отличает его от всех ранее использованных алгоритмов. Например, ситуация, когда после первого КПО сразу же идет третий КПО, исключается. Вместе с тем допускается непрерывное отсутствие определенных КПО в региональной шкале, например, она может заканчиваться на третьем КПО, а четвертый и пятый КПО при этом могут отсутствовать.

Полученные региональные шкалы могут быть откорректированы с учетом статистической значимости результатов расчета. С этой целью для периодов «пожарного максимума» и отсутствия «пожарного максимума» в каждом диапазоне значений КП для фиксированного КПО определяется число дней и число лесных пожаров, попадающих в соответствующий диапазон. Если число дней последнего КПО региональной шкалы для заданного периода пожароопасного сезона меньше или равно 20, то число КПО в шкале уменьшается на единицу, и верхняя граница диапазона КП предпоследнего КПО полагается равной «999999». Этот прием позволяет добиться статистической значимости полученных результатов, обеспечивая эффективное прогнозирование максимального потенциально возможного числа возникающих лесных пожаров для построенных региональных шкал.

**Результаты расчета региональных шкал** — ные шкалы для лесничеств Приморского края  
 На основании описанного выше методического подхода были рассчитаны региональные (табл. 4).

Таблица 4

## Региональные шкалы для лесничеств Приморского края

Лесничество	Период пожаро-опасного сезона	КПО	Верхняя граница КП, С <sup>2</sup>	Среднее число возникающих лесных пожаров в день пожароопасного сезона, пож./дн.	Вероятностное распределение	Максимальное потенциально возможное число возникающих лесных пожаров, пож./дн.
Арсеньевское	ОПМ	1	999999	0,005	П	0
	ПМ	1	680	0,035	П	1
	ПМ	2	1690	0,104	П	1
	ПМ	3	999999	0,235	ОБР	4
Верхне-Перевальнинское	ОПМ	1	2970	0,005	П	1
	ОПМ	2	999999	0,095	П	1
	ПМ	1	80	0,016	П	1
	ПМ	2	370	0,069	П	1
	ПМ	3	2090	0,268	ОБР	5
Владивостокское	ПМ	4	999999	0,567	ОБР	7
	ОПМ	1	1090	0,016	П	1
	ОПМ	2	2030	0,114	П	1
	ОПМ	3	999999	0,169	ОБР	4
	ПМ	1	20	0	П	0
	ПМ	2	80	0,053	П	1
	ПМ	3	430	0,409	ОБР	6
	ПМ	4	2070	1,081	ОБР	9
Дальнереченское	ПМ	5	999999	1,359	ОБР	10
	ОПМ	1	999999	0,006	П	0
	ПМ	1	150	0,037	П	1
	ПМ	2	350	0,137	П	1
	ПМ	3	880	0,27	ОБР	5
	ПМ	4	2050	0,856	ОБР	8
Кавалеровское	ПМ	5	999999	2,032	ОБР	12
	ОПМ	1	1310	0,025	П	1
	ОПМ	2	999999	0,056	П	1
	ПМ	1	40	0,036	П	1
	ПМ	2	160	0,026	П	1
	ПМ	3	790	0,323	ОБР	5
	ПМ	4	999999	0,788	ОБР	8

Рошинское	ОПМ	1	999999	0,005	П	0
	ПМ	1	130	0,012	П	1
	ПМ	2	590	0,069	П	1
	ПМ	3	999999	0,249	ОБР	4
Сергеевское	ОПМ	1	1340	0,035	П	1
	ОПМ	2	2490	0,052	П	1
	ОПМ	3	999999	0,261	ОБР	5
	ПМ	1	20	0	П	0
	ПМ	2	100	0,056	П	1
	ПМ	3	540	0,17	ОБР	4
	ПМ	4	2600	0,953	ОБР	8
	ПМ	5	999999	1,704	ОБР	11
Спасское	ОПМ	1	1880	0,015	П	1
	ОПМ	2	999999	0,056	П	1
	ПМ	1	90	0,022	П	1
	ПМ	2	320	0,129	П	1
	ПМ	3	1290	0,255	ОБР	5
	ПМ	4	999999	0,874	ОБР	8
Тернейское	ОПМ	1	1320	0,026	П	1
	ОПМ	2	999999	0,056	П	1
Уссурийское	ОПМ	1	2360	0,01	П	0
	ОПМ	2	999999	0,093	П	1
	ПМ	1	60	0,03	П	1
	ПМ	2	280	0,079	П	1
	ПМ	3	1550	0,395	ОБР	6
	ПМ	4	999999	0,669	ОБР	7
Чугуевское	ОПМ	1	999999	0,009	П	0
	ПМ	1	90	0,02	П	1
	ПМ	2	450	0,03	П	1
	ПМ	3	2510	0,295	ОБР	5
	ПМ	4	999999	0,41	ОБР	6

Примечание. ПМ – «пожарный максимум», ОПМ – отсутствие «пожарного максимума», П – использовано распределение Пуассона, ОБР – использовано отрицательное биномиальное распределение.

При определении наиболее подходящего теоретического распределения был использован методический подход, описанный выше.

#### **Обсуждение результатов расчета**

Прежде всего, следует отметить отсутствие некоторых КПО в региональной шкале для ряда лесничеств Приморского края. Однако этот факт не подрывает основы охраны

лесов от пожаров в регионе. Как отмечалось выше, основное назначение КПО заключается в том, что в соответствии с ними регламентируется работа лесопожарных формирований, как авиационных, так и наземных, в пожароопасном сезоне. Речь идет об определении числа периодов осмотра охраняемой территории в соответствии с назначенным КПО. Данное заключение базируется на ряде положений нормативных правовых ак-

тов. Так, приказами Минприроды России: № 276 от 23.06.2014 «Об утверждении Порядка осуществления мониторинга пожарной опасности в лесах и лесных пожаров» [12] и № 597 от 15.11.2016 «Об утверждении Порядка организации и выполнения авиационных работ по охране лесов от пожаров и Порядка организации и выполнения авиационных работ по защите лесов» [11], предполагается периодическое авиационное и наземное патрулирование лесов при первом КПО, а также учет наличия на охраняемой территории действующих пожаров, праздничных и выходных дней и скорости ветра при авиационном патрулировании лесов. Учет этих факторов может приводить к увеличению кратности авиационного патрулирования. Таким образом, говорить о полном отсутствии авиационного и наземного патрулирования охраняемой территории при реализации рассчитанной региональной шкалы не приходится.

При массовой аномальной вспышке лесных пожаров на какой-либо территории для нее может быть введен особый противопожарный режим, а также режимы угрозы чрезвычайной ситуации и чрезвычайной ситуации. При введении данных режимов периодичность осмотра охраняемой территории может быть существенно увеличена, что не противоречит действующему законодательству.

В ряде случаев – Владивостокское лесничество, пятый КПО, Кавалеровское лесничество, второй КПО, Чугуевское лесничество, второй КПО – для периода «пожарного максимума» расчетные значения среднего числа возникающих лесных пожаров в день пожароопасного сезона не попадают в соответствующие критериальные диапазоны. Однако данное обстоятельство не приводит к каким-либо существенным изменениям при расчете мак-

симального потенциально возможного числа возникающих лесных пожаров.

### **Выводы**

Рассчитанная региональная шкала позволяет эффективно прогнозировать и сравнивать потенциальную пожарную нагрузку на лесопожарные формирования в день с одним и тем же КПО (табл. 4). При первом КПО вне зависимости от периода пожароопасного сезона потенциальная пожарная нагрузка на лесопожарные формирования может составить от 0 до 1 лесного пожара; при втором КПО – 1 лесной пожар. При третьем КПО для периода отсутствия «пожарного максимума» потенциальная пожарная нагрузка на лесопожарные формирования может составить от 4 до 5 лесных пожаров, для периода «пожарного максимума» – от 4 до 6 лесных пожаров. При четвертом КПО для периода «пожарного максимума» потенциальная пожарная нагрузка на лесопожарные формирования может составить от 6 до 9 лесных пожаров; при пятом КПО для периода «пожарного максимума» – от 10 до 12 лесных пожаров.

Полученная региональная шкала позволяет также сделать вывод о том, что при отсутствии пожарной опасности (первый КПО) и малой пожарной опасности (второй КПО) потенциальная пожарная нагрузка не превышает, а при средней (третий КПО), высокой (четвертый КПО) и чрезвычайной пожарной опасности (пятый КПО) – не занижается.

Таким образом, можно сделать общий вывод о том, что предложенные методические решения позволяют определить диапазоны изменения потенциальной пожарной нагрузки на лесопожарные формирования для каждого КПО и периода пожароопасного сезона для лесничеств Российской Федерации.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арцыбашев, Е.С. Влияние пожаров на лесные биогеоценозы / Е.С. Арцыбашев // Фонд научных исследований «XXI ВЕК». – СПб.: Биосфера, 2014. – Т. 11, № 3. – С. 53–59.
2. Волокитина, А.В. Региональные шкалы оценки пожарной опасности в лесу: усовершенствованная методика составления / А.В. Волокитина, Т.М. Софронова, М.А. Корец // Сибирский лесной журнал. – 2017. – № 2. – С. 52–61.
3. Вонский, С.М. Определение природной пожарной опасности в лесу : Методические рекомендации / С.М. Вонский [и др.] / ЛенНИИЛХ. – Л. : ЛенНИИЛХ, 1975. – 38 с.
4. Коровин, Г.Н. Анализ и моделирование статистической структуры поля горимости лесов : Методические рекомендации / Г.Н. Коровин [и др.] / ЛенНИИЛХ. – Л. : ЛенНИИЛХ, 1984. – 64 с.
5. Курбатский, Н.П. Пожарная опасность в лесу и ее измерение по местным шкалам / Н.П. Курбатский // Лесные пожары и борьба с ними / АН СССР. – М. : АН СССР, 1963. – С. 5–30.
6. Лесной кодекс Российской Федерации : федер. закон от 04.12.2006 № 200-ФЗ; ред. от 27.12.2018 : принят Гос. Думой 08.11.2006 : одобр. Сов. Федер. 24.11.2006 // КонсультантПлюс: Офиц. сайт компании «КонсультантПлюс» / Компания «КонсультантПлюс». – Электрон. справ. правовая система. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?from=313802-722&rnd=DAECC69817FEAF779FE41C8B51B31E58&req=doc&base=LAW&n=314924&REFDOC=313802&REFBASE=LAW#2danjykh11> (дата обращения: 14.05.2019). – Загл. с экрана.
7. Нестеров, В.Г. Использование температуры точки росы при расчете показателя горимости леса / В.Г. Нестеров, М.В. Гриценко, Т.А. Шабунина // Метеорология и гидрология. – 1968. – № 9. – С. 102–105.
8. О применении региональных классов пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды : Приказ Рослесхоза от 09.10.2013 № 288, Москва // КонсультантПлюс : Официальный сайт компании «КонсультантПлюс» / Компания «КонсультантПлюс». – Электрон. справ. правовая система. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&base=EXP&n=588131#04366520032085399> (дата обращения: 23.05.2019). – Загл. с экрана.
9. Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды : Приказ Рослесхоза от 05.07.2011 № 287, Москва : зарегистрирован в Минюсте России 17.08.2011 № 21649 // КонсультантПлюс : Официальный сайт компании «КонсультантПлюс» / Компания «КонсультантПлюс». – Электрон. справ. правовая система. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&ts=707352413015466914891266947&cacheid=399917A1F32C4CC0C6EF1E0EB01147E2&mode=splus&base=LAW&n=118509&rnd=909E0D06A9EC341E54580CD5E79D848D#4uv053w0eu4> (дата обращения: 24.05.2019). – Загл. с экрана.
10. Об утверждении Лесоустроительной инструкции : Приказ Минприроды России от 29.03.2018 № 122 : зарегистрировано в Минюсте РФ 20.04.2018 № 50859 // КонсультантПлюс : Офиц. сайт компании «КонсультантПлюс» / Компания «КонсультантПлюс». – Электрон. справ. правовая система. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&ts=706387992035202657869837606&cacheid=056F90B4410EB7DB378F04434738CAE9&mode=splus&base=LAW&n=296757&rnd=DAECC69817FEAF779FE41C8B51B31E58#9p1w3pm3chw> (дата обращения: 24.05.2019). – Загл. с экрана.
11. Об утверждении Порядка организации и выполнения авиационных работ по охране лесов от пожаров и Порядка организации и выполнения авиационных работ по защите лесов : Приказ Минприроды России от 15.11.2016 № 597 : зарегистрирован в Минюсте РФ 30.03.2017 № 46174 // КонсультантПлюс : Офиц. сайт компании «КонсультантПлюс» / Компания «КонсультантПлюс». – Электрон. справ. правовая система. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&ts=21018457053826050539>



2937&cacheid=AE64C12984B2E23FB76632CE0DE013E3&mode=splus&base=LAW&n=214709&rnd=DAECC69817FEAF779FE41C8B51B31E58#7lc28wwkif (дата обращения: 15.05.2019). – Загл. с экрана.

12. Об утверждении Порядка осуществления мониторинга пожарной опасности в лесах и лесных пожаров : Приказ Минприроды России от 23.06.2014 № 276 : ред. от 01.06.2016 : зарегистрирован в Минюсте РФ 17.07.2014 № 33144 // КонсультантПлюс : Офиц. сайт компании «КонсультантПлюс» / Компания «КонсультантПлюс». – Электрон. справ. правовая система. – URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&ts=820955016007201763943750206&cacheid=A2E8027AC92B33351FF4B88DB55C3AB2&mode=splus&base=LAW&n=204310&rnd=DAECC69817FEAF779FE41C8B51B31E58#yt98hn221n> (дата обращения: 24.01.2019). – Загл. с экрана.
13. Препарата, Ф. Вычислительная геометрия: введение / Ф. Препарата, М. Шеймос / Пер. с англ. – М. : Мир, 1989. – 478 с.
14. Разработать и ввести в действие автоматизированную систему оперативного управления охраной лесов от пожаров : отчет о НИР (заключ.) / ЛенНИИЛХ ; рук. Коровин Г.Н. ; исполн.: Покрываило В.Д. [и др.]. – Л., 1981. – 129 с. – Библиогр.: С. 87–88. – № ГР 76031069. – Инв. № 02827016136.
15. Софронов, М.А. Ежедневная вероятная плотность действующих пожаров как абсолютный критерий пожарной опасности в лесах / М.А. Софронов, А.В. Волокитина // Лесное хозяйство. – 2007. – № 1. – С. 41–43.
16. Софронов, М.А. Методические рекомендации использования типовых районных шкал текущей пожарной опасности для леса / М.А. Софронов. – Красноярск : ИЛИД СО АН СССР, 1985. – 15 с.

## REFERENCES

1. Artsybashev Ye.S. Vliyaniye pozharov na lesnye biogeotsenozy. *Fond nauchnykh issledovaniy «XXI VEK»*, St. Petersburg, 2014, vol. 11, no. 3, pp. 53–59. (In Russian)
2. Volokitina A.V. Regionalnye shkaly otsenki pozharной opasnosti v lesu: usovershenstvovannaya metodika sostavleniya. *Sibirsky lesnoy zhurnal*, 2017, no. 2, pp. 52–61. (In Russian)
3. Vonsky S.M., Zhdanko V.A., Korbut V.I., Semenov M.M., Tetyusheva L.V., Zavgorodnyaya L.S. Opredeleniye prirodnoy pozharной opasnosti v lesu : Metodicheskiye rekomendatsii, 1975, 38 p. (In Russian)
4. Korovin G.N., Pokryvaylo V.D., Solodovnikova N.I. Analiz i modelirovaniye statisticheskoy struktury polyа gorimosti lesov : Metodicheskiye rekomendatsii, 1984, 64 p. (In Russian)
5. Kurbatsky N.P. Pozharnaya opasnost v lesu i eye izmereniye po mestnym shkalam. *Lesnye pozhary i borba s nimi*, Moscow, 1963, pp. 5–30. (In Russian)
6. Lesnoy kodeks Rossyskoy Federatsii: feder. zakon ot 04.12.2006 no. 200-FZ: red. ot 27.12.2018. *Kompaniya “KonsultantPlyus”*. *Elektron. sprav. pravovaya sistema*. <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?from=313802-722&rnd=DAECC69817FEAF779FE41C8B51B31E58&req=doc&base=LAW&n=314924&REFDOC=313802&REFBASE=LAW#2danjykh11>. (In Russian)
7. Nesterov V.G., Gritsenko M.V., Shabunina T.A. Ispolzovaniye temperatury toчки rosy pri raschete pokazatelyа gorimosti lesa. *Meteorologiya i gidrologiya*, 1968, no. 9, pp. 102–105. (In Russian)
8. O primeneniі regionalnykh klassov pozharной opasnosti v lesakh v zavisimosti ot uslovy pogody : Prikaz Rosleskhozа ot 09.10.2013 no. 288, Moscow. *Kompaniya “KonsultantPlyus”*. *Elektron. sprav. pravovaya sistema*. <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc &base=EXP&n=588131#04366520032085399>. (In Russian)

9. Ob utverzhdenii klassifikatsii prirodnoy pozharnoy opasnosti lesov i klassifikatsii pozharnoy opasnosti v lesakh v zavisimosti ot uslovy pogody : Prikaz Rosleskhoza ot 05.07.2011 no. 287, Moscow : zaregistririvan v Minyuste Rossii 17.08.2011 no. 21649. *Kompaniya "KonsultantPlyus". Elektron. sprav. pravovaya sistema.* <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&ts=707352413015466914891266947&cacheid=399917A1F32C4CC0C6EF1E0EB01147E2&mode=splus&base=LAW&n=118509&rnd=909E0D06A9EC341E54580CD5E79D848D#4uv053w0eu4>. (In Russian)
10. Ob utverzhdenii Lesoustroitelnoy instruktsii : Prikaz Minprirody Rossii ot 29.03.2018 no. 122. *Kompaniya «Konsultant Plyus». Elektron. sprav. pravovaya sistema.* URL: <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&ts=706387992035202657869837606&cacheid=056F90B4410EB7DB378F04434738CAE9&mode=splus&base=LAW&n=296757&rnd=DAECC69817FEAF779FE41C8B51B31E58#9p1w3pm3chw>. (In Russian)
11. Ob utverzhdenii Poryadka organizatsii i vypolneniya aviatsionnykh rabot po okhrane lesov ot pozharov i Poryadka organizatsii i vypolneniya aviatsionnykh rabot po zashchite lesov : Prikaz Minprirody Rossii ot 15.11.2016 no. 597. *Kompaniya "KonsultantPlyus". Elektron. sprav. pravovaya sistema.* <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&ts=210184570538260505392937&cacheid=AE64C12984B2E23FB76632CE0DE013E3&mode=splus&base=LAW&n=214709&rnd=DAECC69817FEAF779FE41C8B51B31E58#7lc28wwkif>. (In Russian)
12. Ob utverzhdenii Poryadka osushchestvleniya monitoringa pozharnoy opasnosti v lesakh i lesnykh pozharov : Prikaz Minprirody Rossii ot 23.06.2014 no. 276. *Kompaniya "KonsultantPlyus". Elektron. sprav. pravovaya sistema.* <http://www.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc&ts=820955016007201763943750206&cacheid=A2E8027AC92B33351FF4B88DB55C3AB2&mode=splus&base=LAW&n=204310&rnd=DAECC69817FEAF779FE41C8B51B31E58#yt98hn221n>. (In Russian)
13. Preparata F., Sheymos M. Vychislitel'naya geometriya: Vvedeniye, Moscow, 1989, 478 p. (In Russian)
14. Razrabotat i vvesti v deystviye avtomatizirovannuyu sistemu operativnogo upravleniya okhrany lesov ot pozharov : *otchet o NIR (zaklyuch.) / LenNILKh ; ruk. Korovin G.N. ; ispoln.: Pokryvaylo V.D. [et al.], 129 p. Bibliogr.: pp. 87–88.* (In Russian).
15. Sofronov M.A., Volokitina A.V. Ezhednevnyaya veroyatnaya plotnost deystvuyushchikh pozharov kak absolyutny kriteriy pozharnoy opasnosti v lesakh. *Lesnoye khozyaystvo*, 2007, no. 1, pp. 41–43. (In Russian).
16. Sofronov M.A. Metodicheskiye rekomendatsii ispolzovaniya tipovykh rayonnykh shkal tekushchey pozharnoy opasnosti dlya lesa, Krasnoyarsk, 1985, 15 p. (In Russian)

Статья поступила в редакцию 07.08.2019