



УДК 68.47.75

DOI: 10.37482/0536-1036-2021-2-213-222

ПОКАЗАТЕЛЬ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОРГАНИЗАЦИИ ОХРАНЫ ЛЕСОВ ОТ ПОЖАРОВ

Р.В. Котельников¹, канд. техн. наук; ResearcherID: [B-2453-2018](https://orcid.org/0000-0002-9984-5913),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9984-5913>

А.А. Мартынюк², д-р с.-х. наук, чл.-кор. РАН; ResearcherID: [AAB-7622-2020](https://orcid.org/0000-0001-7592-2614),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7592-2614>

¹Центр лесной пирологии, развития технологий охраны лесных экосистем, защиты и воспроизводства лесов (филиал ФБУ ВНИИЛМ), ул. Крупской, д. 42, г. Красноярск, Россия, 660062; e-mail: kotelnikovrv@firescience.ru

²Всероссийский научно-исследовательский институт лесоводства и механизации лесного хозяйства, ул. Институтская, д. 15, г. Пушкино, Московская обл., Россия, 141202; e-mail: vniilm_martinuk@mail.ru

Аннотация. В статье проанализированы основные показатели, применяемые для оценки эффективности организации охраны лесов Российской Федерации от пожаров. Обоснована необходимость совершенствования подходов к такой оценке. На основе экспертного анализа различных ситуаций и производственных показателей – практики работы подразделений авиационной охраны лесов и региональных диспетчерских служб – можно сделать вывод, что все факторы, влияющие на эффективность работы, необходимо условно разделить на две группы: организационные и погодные. При этом первые из названных в конечном счете влияют на площадь территории, пройденной огнем. Вторые невозможно контролировать – их влияние необходимо исключить при расчете показателей эффективности. Таким образом, все показатели, характеризующие погодный фактор, прямо или косвенно взаимосвязаны. В статье обоснована целесообразность использования показателя напряженности пожароопасного сезона для учета погодных факторов. Для оценки эффективности предлагается рассчитывать относительное отклонение значений горимости и напряженности лесов от среднеголетних. Приводится формула, алгоритм, а также ряд рекомендаций по автоматизации расчета. Разработана вербально-числовая шкала условной оценки эффективности деятельности лесопожарных формирований. Приведена интерпретация значений условного показателя эффективности деятельности лесопожарных формирований для выбранной шкалы. На основе предложенного метода проведен анализ оценки эффективности организации охраны лесов от пожаров в 2019 г. для всех субъектов Российской Федерации. При разработке подхода были приняты во внимание существующие требования к учету лесных пожаров, затраты на их тушение, а также особенности системы учета объемов финансирования мероприятий, связанных с охраной лесов от пожаров, поэтому предлагаемый подход является оптимальным для оценки деятельности лесопожарных служб, так как учитывает предыдущий опыт работы в различных метеорологических условиях. Данная разработка может быть использована в системах поддержки принятия управленческих решений в области охраны лесов от пожаров, что позволит существенно повысить эффективность управленческих решений в лесной сфере.

Для цитирования: Котельников Р.В., Мартынюк А.А. Показатель для оценки эффективности организации охраны лесов от пожаров // Изв. вузов. Лесн. журн. 2021. № 2. С. 213–222. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-2-213-222

Ключевые слова: напряженность пожароопасного сезона, охрана лесов от пожаров, оценка эффективности.

Проблема лесных пожаров в условиях глобальных изменений климата [21] становится все более актуальной [16, 17].

В соответствии с Лесным кодексом Российской Федерации полномочия по осуществлению на землях лесного фонда охранных мероприятий (в том числе осуществление мер пожарной безопасности и тушения лесных пожаров) переданы субъектам Российской Федерации. Несмотря на введенные в 2019 году нормативы оснащения регионов лесопожарной техникой и инвентарем и наличие нормативов противопожарного обустройства лесов, регионам предоставлена существенная свобода в формировании системы охраны лесов от пожаров, определении зон контроля лесных пожаров, выборе способов и методов тушения. Эффективность деятельности органов государственной власти субъектов Российской Федерации в этой сфере определяется по конечному результату: минимизации вреда, причиненного пожарами лесам и объектам инфраструктуры, и затрат на реализацию соответствующих мер [1, 2, 4, 5].

Получить численную оценку данных показателей, тем более установить критерий эффективности работы не представляется возможным. В связи с этим, в соответствии с утвержденной методикой [11], применяется рейтинговый метод оценки. Показателями (критериями) [10], характеризующими организацию обеспечения охраны лесов от пожаров, являются:

- удельная площадь погибших от пожаров земель лесного фонда;
- соотношение средней площади 1 лесного пожара текущего года и средней площади 1 лесного пожара за последние 5 лет;
- доля крупных пожаров в общем количестве возникших лесных пожаров, %;
- доля лесных пожаров, ликвидированных в течение первых суток с момента обнаружения, в общем количестве ликвидированных пожаров, %.

Эти показатели связаны не только с качеством организации и обеспечения охраны лесов от пожаров [4, 14], но и с большим количеством других факторов, в первую очередь погодных.

Кроме того, последние три из названных выше показателей напрямую влияют на первый, т. е. они зависят друг от друга. Несомненно, что данные показатели являются избыточными и их использование негативно влияет на систему учета лесных пожаров, стимулируя их дробление.

Также нужно помнить, что не во всех случаях оперативность тушения положительно сказывается на оптимальности затрат. В некоторых случаях одна группа пожарных, даже доставленная к месту пожара только на второй день, может, воспользовавшись снижением интенсивности горения, вызванным низкими температурами, ликвидировать лесной пожар на третий день. При этом нерентабельно ради показателя «в первые сутки» затрачивать избыточные ресурсы. То есть наличие «технологических» показателей не всегда положительно влияет на экономическую эффективность организации работ. Следовательно,

но, имеется необходимость выработки новых подходов к оценке организации и обеспечения охраны лесов от пожаров.

Сохраняя общую концепцию необходимости оценки обобщенной эффективности по косвенным показателям, предлагается частично исключить влияние факторов, на которые лесопожарные подразделения по объективным причинам не могут повлиять.

На основе экспертного анализа различных ситуаций и производственных показателей – практики работы в сфере пожаротушения – можно сделать вывод, что факторы, влияющие на эффективность работы, условно делятся на две группы: организационные и погодные. Все организационные факторы в конечном счете влияют на размер площади, пройденной огнем, вред, нанесенный пожаром и на объем финансовых затрат на тушение. Средства, выделенные на обеспечение охраны лесов от пожаров, тоже относятся к организационным факторам и влияют на пройденную огнем площадь, размер ущерба и затраты.

Учитывая, что финансирование мероприятий осуществляется из разных источников (не на все из них регионы могут оказать влияние), а также, что вложенные средства иногда могут принести реальную пользу только по прошествии нескольких лет (или приносить ее в течение протяженного по времени периода), не представляется возможным оценить влияние денежных вложений на показатели эффективности организации охраны лесов от пожаров в конкретный год.

Экономическая составляющая – предмет дальнейших исследований – в рамках предлагаемого подхода не учитывается.

При этом вред, причиненный лесам, а также затраты на тушение напрямую связаны с размером площадей, пройденных огнем. Численная взаимосвязь здесь сильно варьируется, но, как будет показано ниже, при относительной оценке динамики показателей достаточно использовать один из них.

Наиболее точным из трех названных показателей является оценка вреда, причиненного лесам. Однако его детальный расчет длителен и трудоемок, к тому же пока не утверждена соответствующая методика. Кроме того, отсутствие ретроспективных данных, которые необходимы при использовании предлагаемого подхода, приводит к тому, что размер площади, пройденной огнем, становится наиболее подходящим показателем для учета организационных факторов. Сейчас источник официальных данных об этом критерии – региональные диспетчерские службы, но в перспективе для получения таких сведений целесообразно использовать информацию со спутниковых снимков [8].

Погодные факторы, в отличие от экономической составляющей, не поддаются контролю и исключаются при расчете эффективности. Все их характеристики прямо или косвенно взаимосвязаны и распределение этих показателей далеко от нормального, в связи с чем построение классической матрицы взаимосвязи математически не обосновано. Однако, с точки зрения поставленной задачи, достаточно принять допущение об условно остающейся постоянной взаимосвязи между показателями, тогда для сравнительной (относительно среднемноголетних данных) оценки влияния погоды на горимость лесов можно будет взять один из показателей.

Большинство существующих показателей, характеризующих влияние погоды на горимость лесов [13, 18, 20], считаются по накопительному принципу

и зависят от суточных значений метеопараметров. Примером здесь может являться официально утвержденный комплексный показатель природной пожарной опасности в зависимости от условий погоды [12]. Попытка математически усреднить эти значения для получения характеристики года в целом в большинстве случаев приводит к «средней температуре по больнице».

Учесть все факторы напрямую невозможно, но погодные косвенно характеризует напряженность пожароопасного сезона (число дней с классом пожарной опасности по условиям погоды III и выше, поделенное на количество дней в пожароопасном сезоне). Но так как физический смысл отмеченных групп показателей принципиально разный, то подход к их оценке тоже должен быть разный.

Результат влияния организационных факторов отражается в пройденной огнем площади. Вместе с тем целесообразно учитывать не абсолютное значение горимости, а его отклонение от среднееголетнего. Аналогично погодные условия рекомендуется оценивать не по самой напряженности пожароопасного сезона, а по ее отклонению от среднего многолетнего значения. Таким образом, целесообразно принять следующие условные тезисы, перечисленные в табл. 1.

Таблица 1

Обоснование граничных значений критерия

Напряженность пожароопасного сезона H'	Горимость S'	Условное описание ситуации	Вывод (оценка работы)
Максимальная (+1)	Максимальная (+1)	Пожароопасный сезон сложный и горимость очень высокая (т. е. не связанная с «промахами» в работе)	Удовлетворительная (0)
Минимальная (0)	Минимальная (0)	Пожароопасный сезон несложный, соответственно и горимость очень низкая (т. е. не связанная с хорошей работой)	Удовлетворительная (0)
Минимальная (0)	Максимальная (+1)	Пожароопасный сезон несложный, а горимость очень высокая (т. е. связана с ошибками при организации тушения)	Негативная (-1)
Максимальная (+1)	Минимальная (0)	Пожароопасный сезон очень тяжелый, а горимость на низком уровне (т. е. работа организована эффективно)	Положительная (+1)

Для того чтобы представить результат в удобном виде («0», «-1» или «+1») целесообразно между факторами напряженности и горимости поставить

минус: $(+1) - (+1) = 0$; $(0) - (0) = 0$; $(0) - (+1) = -1$; $(+1) - (0) = +1$, т. е. необходимо из фактора напряженности пожароопасного сезона вычесть фактор горимости.

Аналогично, чтобы привести значения каждого фактора в нужную шкалу («-1» – минимальное значение, «+1» – максимальное значение), необходимо разницу анализируемого и минимального значений разделить на разницу максимального и минимального значений:

$$H' = \frac{H - H_{\min}}{H_{\max} - H_{\min}} \begin{cases} = 1, & \text{при } H = H_{\max}; \\ = 0, & \text{при } H = H_{\min}, \end{cases}$$

где H, H_{\min}, H_{\max} – соответственно текущее, минимальное и максимальное значения напряженности пожароопасного сезона по субъекту Российской Федерации за последние 10 лет, %.

Аналогично можно выразить условный показатель влияния фактора горимости.

Таким образом, для обеспечения масштабирования показателей в интуитивно понятную шкалу итоговую взаимосвязь можно выразить уравнением

$$e = \frac{H - H_{\min}}{H_{\max} - H_{\min}} - \frac{S - S_{\min}}{S_{\max} - S_{\min}},$$

где e – условный показатель эффективности деятельности лесопожарных формирований; S, S_{\min}, S_{\max} – соответственно текущее, минимальное и максимальное значения площади, пройденной огнем за последние 10 лет, га.

При расчете напряженности по субъекту Российской Федерации важно учитывать, что данные по классу пожарной опасности формируются на метеостанциях. Для большей точности агрегированного (по субъекту Российской Федерации) расчета целесообразно учитывать весовые коэффициенты метеостанций. В этом случае формула расчета напряженности пожароопасного сезона H примет следующий вид:

$$H = \frac{\sum_{i=1}^n (H_i k_i)}{\sum_{i=1}^n k_i},$$

где n – количество метеостанций, зона действия которых попадает на территорию субъекта Российской Федерации; i – порядковый номер метеостанции, зона действия которой включает территорию субъекта Российской Федерации (может быть и рядом с границей в другом регионе); H_i – напряженность пожароопасного сезона, рассчитанная по классу пожарной опасности на метеостанции i ,

$$H_i = \frac{N_{\text{III-V}}}{N},$$

$N_{\text{III-V}}$ – число дней с классом пожарной опасности III и выше; N – число дней в пожароопасном сезоне; k_i – весовой коэффициент метеостанции (доля площади зоны действия метеостанций, попадающей на территорию субъекта Российской Федерации).

При расчете средних и граничных значений берутся данные за 10 лет, включая текущий (за который рассчитывается коэффициент).

Полученный показатель эффективности деятельности лесопожарных формирований будет всегда в диапазоне от -1 до +1.

Для удобства восприятия рекомендуется использовать вербально-числовую шкалу (табл. 2).

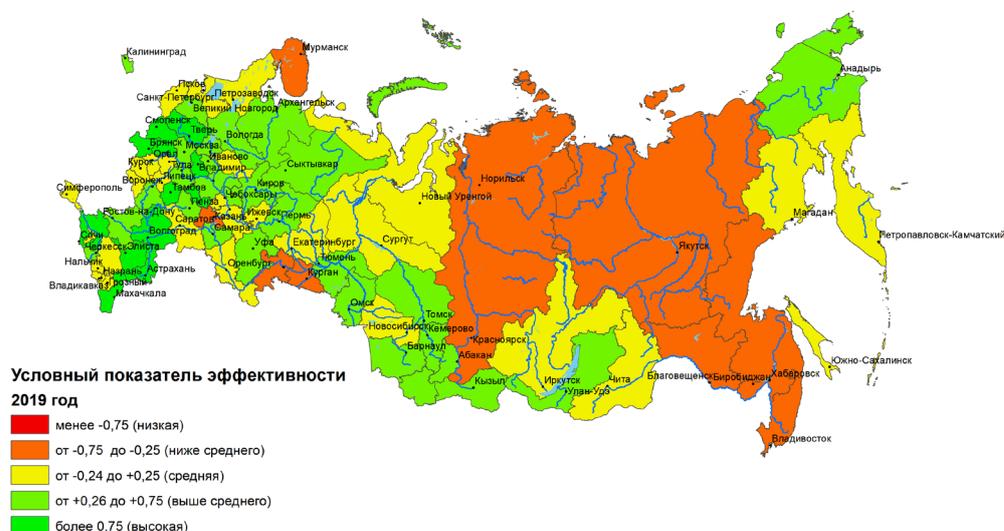
Таблица 2

Вербально-числовая шкала условной оценки эффективности деятельности лесопожарных формирований

Интервал значений условного показателя эффективности деятельности лесопожарных формирований	Интерпретация значений (оценка работы)
От -1 до -0,75	Низкая
От -0,74 до -0,25	Ниже средней
От -0,24 до 0,25	Средняя
От 0,26 до 0,75	Выше средней
От 0,76 до 1	Высокая

Несмотря на то, что предлагаемый показатель не учитывает всех факторов, влияющих на эффективность деятельности лесопожарных формирований, он может использоваться для приближенной оценки.

В качестве апробации метода был произведен расчет условного показателя эффективности по данным за 2019 г. (см. рисунок).



Предварительная оценка эффективности работ лесопожарных подразделений по предлагаемому комплексному показателю

Preliminary assessment of the effectiveness of forest firefighting units by the proposed composite indicator

Результат примерно соответствует данным, содержащимся в публикациях в средствах массовой информации, и экспертной оценке деятельности лесопожарных формирований, которая была дана специалистами Федеральной диспетчерской службы ФБУ «Авиалесоохрана».

В рамках существующих требований к учету лесных пожаров, к затратам на их тушение и имеющейся системы учета объемов финансирования мероприятий, связанных с охраной лесов от пожаров, предлагаемый подход является оптимальным для оценки деятельности лесопожарных служб, так как он использует доступные данные и учитывает предыдущий опыт работы в различных метеорологических условиях.

Вместе с тем дальнейшая цифровизация отрасли, в частности формирование информационных баз данных с детализированными многолетними сведениями об объемах и стоимости проведенных мероприятий, позволит в перспективе учитывать и распределенное по времени влияние финансовой составляющей.

Предложенный показатель может быть использован в Информационной системе поддержки управленческих решений в области охраны лесов от пожаров. Подобные системы уже существуют в ряде стран [15, 19]. В России основой для нее может стать Информационная система дистанционного мониторинга (ИСДМ-Рослесхоз) [3, 6, 7, 9].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. Волокитина А.В., Софронова Т.М. Оптимизация затрат при тушении лесных пожаров // Лесхоз. информ., 2018, № 2. С. 54–64. [Volokitina A., Sofronova T. Optimization of Forest Fire Fighting Expenditures. *Lesokhozyaystvennaya informatsiya* [Forestry information], 2018, no. 2, pp. 54–64]. DOI: [10.24419/LHI.2304-3083.2018.2.06](https://doi.org/10.24419/LHI.2304-3083.2018.2.06)
2. Главацкий Г.Д., Груманс В.М. Проблема оптимизации и экономической эффективности лесопожарных мероприятий при тушении крупных лесных пожаров // Лесн. вестн. 2001. № 2. С. 33–45. [Glavatskiy G.D., Grumans V.M. The Problem of Optimization and Economic Efficiency of Forest Fire Measures in Extinguishing Large Forest Fires. *Lesnoy vestnik* [Forestry Bulletin], 2001, no. 2, pp. 33–45].
3. Информационная система дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства. Режим доступа: https://pushkino.aviales.ru/main_pages/index.shtml (дата обращения: 09.02.20). [*Forest Fires Remote Monitoring Information System (ISDM-Rosleskhoz) of the Federal Agency for Forestry*].
4. Коровин Г.Н., Андреев Н.А. Авиационная охрана лесов. М.: Агропромиздат, 1988. 223 с. [Korovin G.N., Andreyev N.A. *Aviation Protection of Forests*. Moscow, Agropromizdat Publ., 1988. 223 p.].
5. Коровин Г.Н., Абрамов Л.М., Левина Г.Г. Экономико-математическое моделирование авиалесоохраны. Л.: ЛенНИИЛХ, 1982. 57 с. [Korovin G.N., Abramov L.M., Levina G.G. *Economic and Mathematical Modeling of Aviation Security*. Leningrad, LenNIIKH Publ., 1982. 57 p.].
6. Котельников Р.В., Коришунов Н.А., Гиряев Н.М. Задачи принятия решений в области охраны лесов от пожаров: основные приоритеты развития информационного обеспечения // Сиб. лесн. журн. 2017. № 5. С. 18–24. [Kotelnikov R.V., Korshunov N.A., Giryayev N.M. Objectives of Decision Making in Protecting Forests from Fires. Main Priorities on Development of Informational Support. *Sibirskij Lesnoj Zurnal* [Siberian Journal of Forest Science], 2017, no. 5, pp. 18–24]. DOI: [10.15372/SJFS20170502](https://doi.org/10.15372/SJFS20170502)
7. Котельников Р.В., Лупян Е.А., Барталев С.А., Ершов Д.В. Космический мониторинг лесных пожаров: история создания и развития ИСДМ-Рослесхоз // Лесоведение. 2019. № 5. С. 399–409. [Kotelnikov R.V., Lupyan E.A., Bartalev S.A., Ershov D.V. Space Monitoring of Forest Fires: History of Creation and Development of ISDM-Rosleskhoz.

Lesovedenie [Russian Journal of Forest Science], 2019, no. 5, pp. 399–409]. DOI: [10.1134/S0024114819050048](https://doi.org/10.1134/S0024114819050048)

8. Лупян Е.А., Барталев С.А., Ершов Д.В., Стыценко Ф.В. Методика оценки площадей, пройденных лесными пожарами, на основе данных спутниковых наблюдений // *Аэрокосмические методы и геоинформационные технологии в лесоведении и лесном хозяйстве: докл. VI Всерос. конф. (Москва 20–22 апреля 2016 г.)*. М.: ЦЭПЛИ РАН, 2016. С. 43–46. [Lupyan E.A., Bartalev S.A., Ershov D.V., Stytsenko F.V. Methodology of Estimation of Areas Covered by Forest Fires, Based on Satellite Observation Data. *Aerospace Methods and GIS-Technologies in Forestry, Forest Management and Ecology: Proceedings of the VI All-Russian Conference, Moscow, Russia, April 20–22, 2016*. Moscow, CEPF RAS Publ., 2016, pp. 43–46].

9. Лупян Е.А., Барталев С.А., Балашов И.В., Егоров В.А., Ершов Д.В., Кобец Д.А., Сенько К.С., Стыценко Ф.В., Сычугов И.Г. Спутниковый мониторинг лесных пожаров в 21 веке на территории Российской Федерации (цифры и факты по данным детектирования активного горения) // *Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса*, 2017. Т. 14, № 6. С. 158–175. [Lupyan E.A., Bartalev S.A., Balashov I.V., Egorov V.A., Ershov D.V., Kobets D.A., Senko K.S., Stytsenko F.V., Sychugov I.G. Satellite Monitoring of Forest Fires in the 21st Century on the Territory of the Russian Federation (Facts and Figures Based on Active Fires Detection). *Sovremennye problemy distantsionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa* [Current problems in remote sensing of the Earth from space], 2017, vol. 14, no. 6, pp. 158–175]. DOI: [10.21046/2070-7401-2017-14-6-158-175](https://doi.org/10.21046/2070-7401-2017-14-6-158-175)

10. Постановление Правительства Российской Федерации от 06.03.2012 № 194 «Об утверждении критериев оценки эффективности деятельности органов государственной власти субъектов Российской Федерации по осуществлению переданных полномочий Российской Федерации в области лесных отношений» (с изменениями на 06.03.2012). Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» [*Decree of the Government of the Russian Federation Dated on March 6, 2012 No. 194 “On Approval of the Criteria for Evaluating the Effectiveness of Public Authorities of the Russian Federation Constituent Entities for the Implementation of the Transferred Powers of the Russian Federation in the Field of Forest Relations”*].

11. Приказ Минприроды России от 09.12.2014 № 545 «Об утверждении Методики оценки эффективности осуществления органами государственной власти субъектов Российской Федерации переданных в соответствии со статьей 83 Лесного кодекса Российской Федерации полномочий Российской Федерации в области лесных отношений»: зарегистрировано в Минюсте России 20.03.2015, № 36526. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» [*Order of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation Dated on December 9, 2014 No. 545 “On Approval of the Methodology for Assessing the Effectiveness of the Implementation of Powers of the Russian Federation, Transferred according to Article 83 of the Forest Code of the Russian Federation, by Public Authorities of the Russian Federation Constituent Entities in the field of Forest Relations”*]: Registered in the Ministry of Justice of the Russian Federation on March 3, 2015, No. 36526].

12. Приказ Рослесхоза от 05.07.2011 № 287 «Об утверждении классификации природной пожарной опасности лесов и классификации пожарной опасности в лесах в зависимости от условий погоды»: зарегистрировано в Минюсте России 17.08.2011, № 21649. Доступ из справ.-правовой системы «КонсультантПлюс» [*Order of the Federal Agency for Forestry Dated on July 5, 2011 No. 287 “On Approval of the Classification of Forest Natural Fire Danger and Classification of Fire Danger in Forests Depending on Weather Conditions”*]: Registered in the Ministry of Justice of the Russian Federation on August 17, 2011, No. 21649].

13. Софронов М.А., Гольдаммер И.Г., Волокитина А.В., Софронова Т.М. Пожарная опасность в природных условиях. Красноярск: Институт леса им. В.Н. Сукачева СО

РАН, 2005. 330 с. [Sofronov M.A., Gol'dammer I.G., Volokitina A.V., Sofronova T.M. *Fire Hazard in Natural Conditions*. Krasnoyarsk, SIF SB RAS Publ., 2005. 330 p.]

14. Щетинский Е.А. Авиационная охрана лесов. М.: ФБУ ВНИИЛМ, 2001. 488 с. [Shchetinskiy E.A. *Aviation Protection of Forests*. Moscow, FBU VNIILM Publ., 2001. 488 p.]

15. Calkin D.E., Thompson M.P., Finney M.A., Hyde K.D. A Real-Time Risk Assessment Tool Supporting Wildland Fire Decisionmaking. *Journal of Forestry*, 2011, vol. 109, iss. 5, pp. 274–280. DOI: [10.1093/jof/109.5.274](https://doi.org/10.1093/jof/109.5.274)

16. McKenzie D., Littell J.S. Climate Change and the Eco-Hydrology of Fire: Will Area Burned Increase in a Warming Western USA? *Ecological Applications*, 2017, vol. 27, iss. 1, pp. 26–36. DOI: [10.1002/eap.1420](https://doi.org/10.1002/eap.1420)

17. Pérez-Sánchez J., Jimeno-Sáez P., Senent-Aparicio J., Díaz-Palmero J.M., Cabezas-Cerezo J.D. Evolution of Burned Area in Forest Fires under Climate Change Conditions in Southern Spain Using ANN. *Applied Sciences*, 2019, vol. 9, iss. 19, art. 4155. DOI: [10.3390/app9194155](https://doi.org/10.3390/app9194155)

18. Šturm T., Fernandes P.M., Šumrada R. The Canadian Fire Weather Index System and Wildfire Activity in the Karst Forest Management Area, Slovenia. *European Journal of Forest Research*, 2012, vol. 131, iss. 3, pp. 829–834. DOI: [10.1007/s10342-011-0556-7](https://doi.org/10.1007/s10342-011-0556-7)

19. Thompson M., Calkin D., Scott J.H., Hand M. Uncertainty and Probability in Wildfire Management Decision Support: An Example from the United States. *Natural Hazard Uncertainty Assessment: Modeling and Decision Support*. Washington, D.C., American Geophysical Union, 2017, pp. 31–41. DOI: [10.1002/9781119028116.ch4](https://doi.org/10.1002/9781119028116.ch4)

20. Van Wagner C.E. *Development and Structure of the Canadian Forest Fire Weather Index System*. Forestry Technical Report 35. Ottawa, Canadian Forestry Service, 1987. 35 p.

21. *WMO Provisional Statement on the State of the Global Climate in 2019*. WMO, 2019. 34 p. Available at: https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=10108 (accessed 09.02.20).

AN INDICATOR FOR ASSESSING THE EFFECTIVENESS OF ORGANIZING FOREST FIRE PROTECTION

Roman V. Kotelnikov¹, Candidate of Engineering; ResearcherID: [B-2453-2018](https://orcid.org/0000-0002-9984-5913),

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9984-5913>

Alexander A. Martynyuk², Doctor of Agriculture, Corresp. Member of RAS; ResearcherID:

[AAB-7622-2020](https://orcid.org/0000-0001-7592-2614), ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7592-2614>

¹Center of the Forest Pyrology, Development of Forest Ecosystem Conservation, Forest Protection and Regeneration Technologies (Branch of FBU VNIILM), ul. Krupskoy, 42, Krasnoyarsk, 660062, Russian Federation; e-mail: kotelnikovrv@firescience.ru

²All-Russian Research Institute for Silviculture and Mechanization of Forestry, ul. Institutskaya, 15, Pushkino, Moscow region, 141202, Russian Federation; e-mail: vniilm_martinuk@mail.ru

Abstract. The article briefly analyzes the main indicators used to assess the effectiveness of the organization of forest fire protection in the Russian Federation. The need to improve approaches to such an assessment has been substantiated. Based on the expert analysis of various situations and existing operational indicators of aviation forest protection units and regional dispatching services, it can be concluded that all possible factors that affect the effectiveness of work should be divided into two groups: organizational and weather-related. At the same time, all organizational factors ultimately affect the area covered by the fire. Weather factors cannot be controlled, and their influence must be excluded when calculating

performance indicators. Thus, all indicators that characterize the weather factor are directly or indirectly related. The article proves the expediency of using the indicator of fire season intensity to account for weather factors. It is proposed to calculate the relative deviation of the values of forest fire frequency and intensity from the average long-term values for assessing the effectiveness. The article provides a formula, an algorithm, and a number of recommendations for automating the calculation. A verbal-numerical scale of conditional assessment of the effectiveness of forest firefighting units is proposed. The interpretation of the values of the conditional indicator of the effectiveness of forest firefighting units for the selected scale is given. On the basis of the proposed method, an analysis of the effectiveness assessment of organizing forest fire protection in 2019 for all constituent entities of the Russian Federation is carried out. In the framework of the existing accounting system of forest fires, the cost of their suppression, as well as the features of existing system of account of funding of activities related to the protection of forests from fires, the proposed approach is optimal for assessing the forest fire service as it considers previous work experience in a variety of weather conditions. The proposed approach can be used in systems to support management decisions in the field of forest fire protection, which will significantly increase the adequacy of management decisions in the forest sector.

For citation: Kotelnikov R.V., Martynyuk A.A. An Indicator for Assessing the Effectiveness of Organizing Forest Fire Protection. *Lesnoy Zhurnal* [Russian Forestry Journal], 2021, no. 2, pp. 213–222. DOI: 10.37482/0536-1036-2021-2-213-222

Keywords: fire season severity, forest fire protection, effectiveness evaluation.

*Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов
The author declare that there is no conflict of interest*

Поступила 30.03.20 / Received on March 30, 2020
