

УДК 33

DOI: 10.34670/AR.2021.93.79.010

**Экономика чрезвычайных ситуаций: инновационные решения по предупреждению лесных пожаров****Чеботарев Станислав Стефанович**

Доктор экономических наук, профессор,  
директор Департамента экономических проблем развития ОПК,  
Центральный научно-исследовательский институт экономики,  
информатики и систем управления,  
123104, Российская Федерация, Москва, ул. Малая Бронная, 2/7;  
профессор кафедры безопасности жизнедеятельности,  
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,  
125993, Российская Федерация, Москва, просп. Ленинградский, 49;  
e-mail: SSChebotarev@fa.ru

**Овсяник Александр Иванович**

Доктор технических наук, профессор,  
заведующий кафедрой безопасности жизнедеятельности,  
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,  
125993, Российская Федерация, Москва, просп. Ленинградский, 49;  
e-mail: AIOvsyanik@fa.ru

**Шахраманьян Михаил Андраникович**

Доктор технических наук, профессор,  
профессор кафедры безопасности жизнедеятельности,  
Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации,  
125993, Российская Федерация, Москва, просп. Ленинградский, 49;  
e-mail: SSChebotarev@fa.ru

**Родионов Александр Сергеевич**

Доктор технических наук, профессор,  
академик Международной академии информатизации,  
профессор базовой общеуниверситетской кафедры,  
директор Центра научно-информационного консалтинга в сфере БЖД  
Финансового университета при Правительстве Российской Федерации,  
125993, Российская Федерация, Москва, просп. Ленинградский, 49;  
президент «Высшей школы MBA IntegraL»,  
125040, Российская Федерация, Москва, ул. Правды, 8;  
e-mail: rod-ionov@bk.ru

**Аннотация**

Статья посвящена рассмотрению актуальной проблемы обеспечения пожарной безопасности в лесах. Противопожарная защита лесов – одна из главных задач обеспечения безопасности национальных природных богатств. Однако статистические данные свидетельствуют о том, что огнем уничтожается и повреждается огромная лесная зона, которая может отрицательно повлиять на экологию. В среднем размер ущерба от лесных пожаров в год составляет порядка 20 млрд рублей, из них от 3 до 7 млрд – ущерб лесному хозяйству. Осуществление жесткого контроля и надзора за предотвращением лесных пожаров со стороны федеральных и региональных органов исполнительной власти крайне важно. научные исследования в области экономики чрезвычайных ситуаций по снижению ущерба от чрезвычайных ситуаций, в том числе вызванных ландшафтными пожарами, свидетельствуют, что необходимо формировать новые инновационные решения по предупреждению лесных пожаров. Авторами предложены подходы количественного учета рисков, которые основываются на выборе в качестве целевого критерия либо снижения математического ожидания ущерба от негативных факторов чрезвычайных ситуаций, либо снижения вероятности негативных событий. Рассматриваются методы вычисления интегральных показателей эффективности функционирования территориальных систем мониторинга природных пожаров.

**Для цитирования в научных исследованиях**

Чеботарев С.С., Овсяник А.И., Шахраманьян М.А., Родионов А.С. Экономика чрезвычайных ситуаций: инновационные решения по предупреждению лесных пожаров // Экономика: вчера, сегодня, завтра. 2021. Том 11. № 1А. С. 92-104. DOI: 10.34670/AR.2021.93.79.010

**Ключевые слова**

Метод, методика, оценка, риск, ущерб, лесные пожары, экономика чрезвычайных ситуаций.

**Введение**

Российская Федерация является одной из стран, наиболее обеспеченных древесиной. По состоянию на 2019 г. она обладает наибольшими лесными площадями в мире – 794,95 млн га, в том числе покрытых лесной растительностью – 768,5 млн га, из которых, согласно данным Федерального агентства лесного хозяйства, более 70% составляют ценные породы [Ущерб от лесных пожаров в России за последние пять лет, 2019, www]. К землям лесного фонда также относятся нелесные земли: залежи, болота, участки, занятые многолетними насаждениями.

Сохранение и восстановление лесов в Российской Федерации представляет собой основную задачу Национального проекта «Экология», рассчитанного до 2024 г., паспорт которого был утвержден в 2018 г. Его составной частью является Федеральный проект «Сохранение лесов», на который предусмотрено ежегодное выделение и привлечение средств в размере около 25 млрд руб. Целями проекта, согласно его паспорту, являются снижение ущерба от лесных пожаров с базового значения 32,3 млрд руб. в 2018 г. до 12,5 млрд в 2024 г., то есть более чем в два раза; доведение площади лесовосстановления до 100% от площади погибших и вырубленных лесов – с базового показателя 62,3% в 2018 г. [Указ Президента Российской

Федерации от 11.01.2018 № 12, www; Указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204].

Такое внимание со стороны государства к вопросам снижения ущерба от лесных пожаров вполне понятно. В МЧС России отметили со ссылкой на данные Рослесхоза, что с начала пожароопасного сезона в 2019 г. возникло более 14 тыс. лесных пожаров на площади свыше 10 млн гектаров. То есть 2019 год был отнесен «к периодам сильной горимости».

Официальная статистика по лесным пожарам в России была обнародована 20 июня Генеральной прокуратурой РФ и Федеральным агентством лесного хозяйства. Вот самые важные цифры: с начала 2020 г. зарегистрировано более 6 тыс. лесных пожаров, а их площадь составила свыше 990 тыс. га; на 20 июня идет активное тушение 47 пожаров с общей площадью 18,5 тыс. га, задействовано 240 единиц наземной техники и 30 воздушных судов, более 1000 пожарных и спасателей [О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций..., 2019].

В среднем размер ущерба от лесных пожаров в год составляет порядка 20 млрд рублей, из них от 3 до 7 млрд – ущерб лесному хозяйству (потери древесины). Остальные потери – расходы на тушение и последующую расчистку горелых площадей, ущерб от гибели животных, загрязнения продуктами горения, затраты на восстановление леса и т.д. [там же].

Как видно из статистических данных, огнем уничтожается и повреждается огромная лесная зона, которая может отрицательно повлиять на экологию.

## Основное содержание

Безусловно, осуществление жесткого контроля и надзора за предотвращением лесных пожаров со стороны федеральных и региональных органов исполнительной власти крайне важно.

Вместе с тем научные исследования в области экономики чрезвычайных ситуаций по снижению ущербов от чрезвычайных ситуаций, в том числе вызванных ландшафтными пожарами, свидетельствуют, что необходимо формировать новые инновационные решения по предупреждению лесных пожаров.

Предлагаемые ниже подходы количественного учета рисков основываются на выборе в качестве целевого критерия либо снижения математического ожидания ущербов от негативных факторов чрезвычайных ситуаций, либо снижения вероятности негативных событий.

Кроме того, предложены методы вычисления интегральных показателей эффективности функционирования территориальных систем мониторинга природных пожаров.

1. Описание моделей, направленных на снижение математического ожидания ущербов от негативных факторов чрезвычайных ситуаций.

*1.1. Модель выбора эффективного комплекса защитных мероприятий для объектов экономики и населенных пунктов при условии минимизации среднеожидаемых ущербов.*

Рассмотрим локальный комплекс защитных мероприятий для отдельно взятого объекта экономики или населенного пункта, располагающегося на территории леса. При этом предполагаем известным размер финансового ресурса, выделенного на проведение комплекса защитных мероприятий.

Поскольку нам интересна возможность практического решения данной задачи, ограничимся только оценкой прямого ущерба (т.е. балансовой стоимости объекта и затрат, необходимых для реализации всех запланированных защитных мероприятий). Тогда вычисление необходимого

комплекса мер, призванного минимизировать ожидаемый среднегодовой ущерб исследуемого объекта, будет выглядеть следующим образом:

$Q$  – вероятность реализации лесного пожара (ЛП) на территории, прилегающей к лесу (в течение года). Данный параметр – функция от комплекса защитных мероприятий, т.е.  $Q(x)$ ;

$P$  – коэффициент повреждения исследуемого объекта, определяемый как МО доли нарушения целостности объекта (или нарушения его функционирования в случае появления ЛП). Также рассматривается как функция от комплекса защитных мероприятий, т.е.  $P(x)$ ;

$C_0^{\delta}$  – балансовая стоимость до начала комплекса мероприятий по защите объекта от ЛП;

$n$  – число защитных мероприятий, призванных снизить  $Q$  и  $P$ ;

$t_i^{\text{эксн}}$  – расчетное время эксплуатации  $i$ -ого мероприятия до необходимости проведения ремонта или реконструкции;

$c_i^{\text{эксн}}$  – эксплуатационные затраты на проведение  $i$ -ого мероприятия (в среднем за год);

$V$  – объем бюджета на проведение защитных мероприятий (в среднем за рассматриваемый год);

$c_i^{\delta}$  – доля стоимости реализации  $i$ -ого мероприятия, отраженная в балансовой стоимости или иных статьях расходов;

$C_i$  – общая величина проведения  $i$ -ого мероприятия;

$c_i$  – приведенная годовая стоимость реализации  $i$ -ого мероприятия;

$x_i$  – параметр, принимающий значение 1 при включении  $i$ -е мероприятия в годовой план, и 0 при его исключении из него;

$R$  – индивидуальный риск на границе безопасной зоны данного объекта, также рассматривается как функция от комплекса защитных мероприятий, т.е.  $R(x)$ .

Помимо этого, определим, что часть из переменных и констант является множеством векторных значений:

$$x = (x_1, \dots, x_n), c = (c_1, \dots, c_n), c^{\delta} = (c_1^{\delta}, \dots, c_n^{\delta}), \quad (1)$$

Поскольку часть расходов, связанных с защитными мероприятиями, не приводит к увеличению балансовой стоимости, учитываемой при оценке размеров ущерба от ЛП, то необходимо ввести константу  $c_i^{\delta}$ .

Также введем понятие приведенной годовой стоимости, поскольку наряду с текущими ежегодными мероприятиями существуют и мероприятия с более длинным сроком эксплуатации. При таком раскладе потребуются единовременное крупное финансирование, значительно больше заложенного в бюджете на год и которое может быть обеспечено через механизм кредитования. Допустимость данного объема кредитования, т.е. возможность его возврата в течение рассматриваемого периода планирования, исходя из выделяемых среднегодовых средств  $V$ , обусловлена ограничениями задачи.

Основываясь на введенных нами обозначениях,  $Q$  – вероятность наступления ЛП в течение года. Вероятность появления ЛП несколько раз за год будет обозначаться как  $Q$  в степени, соответствующей количеству раз, т.е. математическое ожидание годового ущерба будет отражаться в следующем виде:

$$R = Q \cdot P \cdot C + Q^2 \cdot P \cdot 2C + Q^3 \cdot P \cdot 3C \dots = Q \cdot P \cdot C \cdot (1 + 2Q + 3Q^2 + \dots), \quad (2)$$

где  $C$  – балансовая стоимость объекта на данный момент (до проведения мероприятий)

Суммарно этот ряд можно отобразить как  $F(Q) = 1 + 2Q + 3Q^2 + \dots$ .

На основании этого:

$$\varphi(x) = \int_0^x F(t) dt = \int_0^x (1 + 2t + 3t^2 + \dots) dt = t + t^2 + t^3 + \dots \Big|_0^x = \frac{t}{1-t} \Big|_0^x = \frac{x}{1-x}. \quad (3)$$

Таким образом, 
$$\frac{d\varphi}{dQ} = F(Q) = \frac{1}{1-Q^2}.$$

Поскольку при невысокой вероятности наступления ЛП выражение  $\frac{1}{1-Q^2}$  стремится к 1, то можно полагать, что  $R = Q \times P \times C$ .

Это приводит нас к выводу, что векторный вид задачи по снижению до минимума среднегодового ущерба при учете достижения безопасного риска выглядит следующим образом:

$$Q(x) \cdot P(x) (C_0^{\delta} + (c^{\delta} x)) \rightarrow \min_x, \quad (4)$$

$$(c, x) \leq V, \quad (5)$$

$$R(x) \leq 10^{-6}, \quad (6)$$

$$x_i \in \{0, 1\}, i = 1, \dots, n.$$

Выставленное ограничение ( ) означает, что предполагаемые затраты на проведение защитных мероприятий укладываются в выделенный бюджет на год, а (6) показывает, что зона безопасности объекта не изменяет своих параметров в меньшую сторону.

*1.2. Модель выбора эффективного комплекса защитных мероприятий для территории.*

Рассмотрим, как оптимально подобрать комплекс защитных мероприятий для выбранной территории  $S$ .

Для этого изначально проанализируем вероятный набор возможных причин возникновения лесных пожаров на данной территории, приводящих в возникновению ЛП в течение года с различными вероятностями  $Q_1, Q_2, \dots, Q_n$ . Имеющиеся защитные мероприятия определим как конечное множество всех возможных защитных мероприятий, из которых мы будем выбирать необходимые. Данные мероприятия классифицируются по типам, объемам и месту проведения на выделенной территории в количестве  $m$ .

Пусть вектор  $z = (z_1, z_2, \dots, z_m)$  – вектор инцидентности выбора защитных мероприятий, то есть  $z_i$  принимает значение 1 при включении  $i$ -е мероприятия в годовой план, и 0 – при его исключении из него.

На первом шаге потребуется определиться с двумя моментами.

Необходимо оценить средние ожидаемых материальных потерь на выбранной территории от интегрального воздействия всех причин возникновения ЛП, что вычисляется по формуле:

$$EL(S, z) = \int_S \rho(x, y) \cdot \left[ 1 - \prod_{i=1}^m (1 - P_i(z, (x, y))) \right] ds, \quad (7)$$

где  $\rho(x, y)$  – функция плотности распределения лесных насаждений по территории S;

$P_i(z, (x, y))$  – вероятность возникновения ЛП в течение года в точке  $(x, y)$  от фактора  $i$ , при условии, что защитные мероприятия на данной территории проведены согласно вектору  $z$ .

Пусть  $U_i(z, (x, y))$  – среднеожидаемый ущерб от ЛП, возникших под воздействием  $i$ -о фактора в точке  $(x, y)$  при выборе защитных мероприятий согласно вектору  $z$ . Тогда в простейшем случае можно оценить среднеожидаемый ущерб на территории S от ЛП, возникших под воздействием  $i$ -го фактора при определенном выборе защитных мероприятий  $z$  по формуле:

$$EU_i(S, z) = \int_S U_i(z, (x, y)) \cdot \rho(x, y) ds, \quad (8)$$

где, как и ранее,  $\rho(x, y)$  – функция плотности распределения лесных насаждений по территории S.

Интегральная оценка среднего ожидаемого ущерба на территории S определяется согласно формуле:

$$EU(S, z) = Q_1 EU_1(S, z) + \dots + Q_m EU_m(S, z) \quad (9)$$

В случае, когда последствия от ЛП зависят от характеристики  $\gamma$  (силы фактора), меняющийся на некотором диапазоне  $(a \leq \gamma \leq b)$ , то соотношение (9) трансформируется в соотношение (10):

$$EU_i(S, z) = \int_a^b P_i(\gamma) \left[ \int_S U_i(z, (x, y)) \rho(x, y) ds \right] d\gamma, \quad (10)$$

где  $P_i(\gamma)$  – распределение вероятности характеристики фактора  $i$ .

В модели учитывается также ситуация, когда последствия от некоторого фактора зависят от

различных характеристик сопутствующих факторов, например, таких как сила  $(\alpha)$  и направление  $(\beta)$  ветра. В этом случае соотношение (10) трансформируется в соотношение (11):

$$EU_i(S, z) = \int_F P(\alpha, \beta) \cdot \left[ \int_S U_i(z, (x, y), (\alpha, \beta)) \cdot \rho(x, y) ds \right] df, \quad (11)$$

где  $(x, y) \in S$  – множество рассматриваемых точек территории;

$(\alpha, \beta) \in F$  – множество точек в пространстве параметров сопутствующего фактора.

Однако модель предназначена не только для проведенных выше расчетов, но и для принятия решения по оптимальному выбору комплекса защитных мер, который должен минимизировать определенные выше характеристики территории. Поэтому мы приходим ко второй задаче, а именно к оптимальному выбору допустимого комплекса защитных мероприятий, минимизирующего среднее ожидаемые годовые потери от ЛП, вызванных различными факторами на территории  $S$ .

$$EL(S, z) \rightarrow \min_z$$

$$(c, z) \leq V$$

$$Az \leq 0$$

$$Bz = 1$$

В данной задаче  $V$  – среднегодовой объем средств, выделенных на проведение защитных мероприятий в рассматриваемый период планирования;  $C_i$  – приведенная годовая стоимость проведения  $i$ -ого мероприятия, определяемая как сумма двух показателей (первый показатель есть отношение полной стоимости проведения  $i$ -ого мероприятия к расчетному времени эксплуатации  $i$ -ого мероприятия до капитального ремонта или реконструкции, второй показатель – среднегодовые эксплуатационные расходы, связанные с реализацией  $i$ -ого мероприятия);  $A$  и  $B$  – матрицы, задающие возможные ограничения на комплекс защитных мероприятий.

Второй из предлагаемых подходов продемонстрирован ниже в рамках разработки критериев эффективности территориальных систем мониторинга природных пожаров.

2. Методы вычисления интегральных показателей эффективности функционирования территориальных систем мониторинга природных пожаров.

Сложность представления стоимостного выражения ряда элементов ущерба, отсутствие требуемого учета косвенных отрицательных последствий лесных пожаров усложняют возможность выявления абсолютной величины ущерба от пожаров для конкретных территорий.

В данном случае на помощь приходит использование методов расчета показателей сравнительной эффективности, что, однако, исключает возможность экономического обоснования оптимального уровня затрат на охрану территорий, описанному ранее, но позволяет решать задачи оптимального распределения ресурсов охраны и выбора ее оптимальных стратегий.

Осуществление задач по обеспечению своевременного обнаружения и тушения лесных

пожаров требует от региональных органов управления лесным хозяйством создания и надлежащей организации работы специализированных наземных и авиационных лесопожарных служб, оснащенных современными средствами обнаружения и тушения пожаров.

При этом работа должна строиться таким образом, чтобы каждый пожар на территории лесного фонда мог быть обнаружен в начальной стадии развития или в момент его возникновения, а сообщение о пожаре было немедленно передано соответствующей службе, организующей тушение, для своевременного прибытия к месту пожара и его ликвидации.

Оценка эффективности функционирования системы обнаружения лесного пожара будет осуществляться эффективнее при использовании прогнозного показателя среднеожидаемой эффективности мониторинга лесопожарной опасности для конкретной территории.

Рассмотрим некоторую территории  $S$ . На указанной территории рассматривается некоторое конечное множество возможных мероприятий по мониторингу лесопожарной опасности, которые характеризуются типом, объемом и местом проведения на данной территории в количестве  $m$ , на основе уже имеющейся эмпирической базы. Пусть вектор  $z = (z_1, z_2, \dots, z_m)$  – вектор инцидентности выбора мероприятий мониторинга, а именно  $z_i = 1$ , если  $i$ -ое мероприятие выбирается для реализации и  $z_i = 0$  иначе.

Введем ряд обозначений:

$(x, y)$  – координата точки возгорания;

$\theta(x, y)$  – время подвода сил пожаротушения;

$I$  – категория пожарной опасности;

$T_{кр.}((x, y), I)$  – детективное время подвода сил пожаротушения к точке  $(x, y)$  в зависимости от категории пожарной опасности;

$t_{кр}$  – критическое (максимальное допустимое) время обнаружения возгорания;

$$t_{кр}(x, y) = \max(T_{кр.}((x, y), I) - \theta(x, y); 0), \quad (12)$$

$P_k((x, y), t)$  – вероятность обнаружения возгорания в точке  $(x, y)$  за время  $t$   $k$ -м средством мониторинга,

$A(x, y)$  – событие обнаружения возгорания в точке  $(x, y)$ ,

$T(A(x, y))$  – случайная величина – время обнаружения возгорания в точке  $(x, y)$ ;

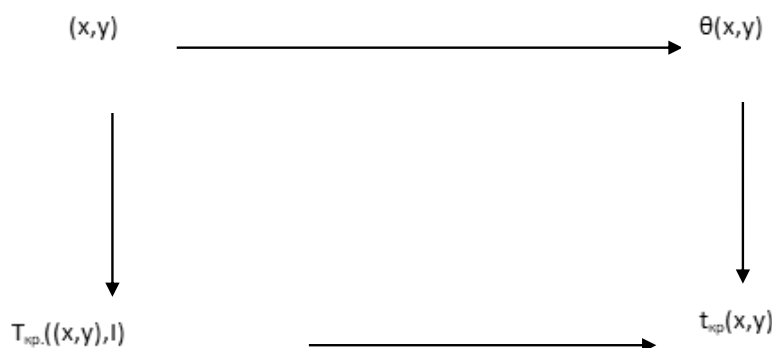
$F(x, y)$  – условная вероятность обнаружения возгорания в точке  $(x, y)$  за максимально допустимое время  $t_{кр}$  совокупным множеством средств мониторинга, значение которой вычисляется по формуле (13):

$$F(x, y) = 1 - \prod_{k=1}^N (1 - P_k((x, y), t_{кр}(x, y))), \quad (13)$$

Порядок расчета  $t_{кр}$  – критического (максимально допустимого) времени обнаружения возгорания представлен на рисунке 1.

В качестве максимальной величины  $T_{кр.}((x, y), I)$  для лесов, отнесенных к 1 классу природной пожарной опасности, – не позднее одного часа с момента возгорания; для лесов, отнесенных ко 2 классу, – не позднее 2 часов с момента возгорания; для лесов, отнесенных к 3, 4 классам, – не позднее 3 часов с момента возгорания.





**Рисунок 1 – Схема расчета  $t_{кр}$**

Тогда в качестве показателя эффективности системы мониторинга лесопожарной опасности целесообразно рассмотреть величину:

$$Q_s = \frac{\iint_S F(x,y)ds}{S_{лес}}, \quad (14)$$

где  $Q_s$  – показатель эффективности системы мониторинга на территории;

$S$  – территория покрытия леса;

$S_{лес}$  – площадь территории покрытия леса  $S$ .

Возможно учесть стоимостные характеристики отдельных лесных территорий в виде модифицированного показателя

$$QV_s = \frac{\iint_S v(x,y)F(x,y)ds}{S_{лес} \iint_S v(x,y)ds}, \quad (15)$$

где  $QV_s$  – показатель эффективности системы мониторинга пожарной опасности на территории с учетом ценности леса;

$v(x, y)$  – точечная характеристика ценности лесного массива.

Показатели  $Q_s$  и  $QV_s$  принимают абсолютные значения и зависят от комплексной системы защиты лесного массива, описываемой вектором  $z$  и объемом финансовых ресурсов  $V_B$ , т.е.  $Q_s(z, V_B)$  и  $QV_s(z, V_B)$ .

Поэтому для формирования консолидированной оценки эффективности приведем их значения к относительным показателям, отражающим соотношение качественных характеристик созданной системы и «идеальной системы», базирующейся на таких же бюджетных лимитах, как и созданная нами.

Рассмотрим следующие показатели:

$$K_4(z) = \frac{Q(z^*, V_B)}{Q(z, V_B)} \quad (16)$$

$$\text{И } K_5(z) = \frac{QV(z^*, V_B)}{QV(z, V_B)}, \quad (17)$$

где, как и выше,  $z^*$  – наиболее эффективная система защиты леса, сформулированная в рамках финансовых ограничений  $V_B$ .

Чем выше показатели  $K_4$  и  $K_5$ , тем эффективнее построение системы мониторинга лесопожарной опасности на территории  $S$  в рамках выделенных средств  $V_B$ .

### Заключение

Статистические данные свидетельствуют, что огнем уничтожается и повреждается огромная лесная зона, которая может отрицательно повлиять на экологию.

Безусловно, осуществление жесткого контроля и надзора за предотвращением лесных пожаров со стороны федеральных и региональных органов исполнительной власти крайне важно.

Вместе с тем научные исследования в области экономики чрезвычайных ситуаций по снижению ущербов от чрезвычайных ситуаций, в том числе вызванных ландшафтными пожарами, свидетельствуют, что необходимо формировать новые инновационные решения по предупреждению лесных пожаров.

Рассмотренные подходы количественного учета рисков основываются на выборе в качестве целевого критерия снижения математического ожидания ущербов от негативных факторов ЧС.

Предложена модель выбора эффективного комплекса защитных мероприятий для объектов экономики и населенных пунктов при условии минимизации среднеожидаемых ущербов и модель выбора эффективного комплекса защитных мероприятий для территории.

Сложность представления стоимостного выражения ряда элементов ущерба, отсутствие требуемого учета косвенных отрицательных последствий лесных пожаров усложняют возможность выявления абсолютной величины ущерба от пожаров для конкретных территорий.

В связи этим предложены методы вычисления интегральных показателей эффективности функционирования территориальных систем мониторинга природных пожаров.

### Библиография

1. Андропова А.В. Лесные пожары и лесовосстановление на гарях // Лесное хозяйство. 2011. № 6. С. 14-16.
2. Вакуров А.Д. Лесные пожары на севере. М.: Наука, 1975. 100 с.
3. Воробьев Ю.Л. и др. Лесные пожары на территории России: состояние и проблемы. М.: ДЭКС-ПРЕСС, 2004. 312 с.
4. Горина А.А. Проблема экономических и экологических рисков при принятии решения о прекращении тушения лесного пожара // Молодой ученый. 2019. № 16 (254). С. 83-86.
5. Казак А.Н., Бочкова Е.Б. Инновационный проект улучшения экологического состояния Крыма // Гуманитарные науки. 2012. № 2(24). С. 75-78.
6. О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года: указ Президента РФ от 07.05.2018 № 204 // СПС «Гарант». URL: <https://base.garant.ru/71937200>.
7. О состоянии защиты населения и территорий Российской Федерации от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2018 году: государственный доклад. М., 2019. 323 с.
8. Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области защиты населения и территорий от чрезвычайных ситуаций на период до 2030 года: указ Президента Российской Федерации от 11.01.2018 № 12 // СПС «Гарант». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71751630>.
9. Татаринев К.П., Писарева Т.К. Лесные экосистемы // Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии. 2014. Т. 4. С. 284-289.
10. Ущерб от лесных пожаров в России за последние пять лет // Аргументы и факты. 2019. URL:

[https://aif.ru/money/economy/ushcherb\\_ot\\_lesnyh\\_pozharov\\_v\\_rossii\\_za\\_poslednie\\_pyat\\_let](https://aif.ru/money/economy/ushcherb_ot_lesnyh_pozharov_v_rossii_za_poslednie_pyat_let).

11. Фуряев В.В. Роль пожаров в процессе лесообразования. Новосибирск: Наука, 1996. 253 с.

## **Emergency economics: innovative solutions for forest fire prevention**

### **Stanislav S. Chebotarev**

Doctor of Economics, Professor,  
Director of the Department of economic problems  
of the defense industry development,  
Central Research Institute of Economics, Informatics and Control Systems,  
123104, 2/7 Malaya Bronnaya st., Moscow, Russian Federation;  
e-mail: stst57@yandex.ru;  
Professor of the Department of life safety,  
Financial University under the Government of the Russian Federation,  
125993, 49 Leningradskii av., Moscow, Russian Federation;  
e-mail: SSChebotarev@fa.ru

### **Aleksandr I. Ovsyanik**

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Head of the Department of life safety,  
Financial University under the Government of the Russian Federation,  
125993, 49 Leningradskii av., Moscow, Russian Federation;  
e-mail: AIOvsyanik@fa.ru

### **Mikhail A. Shakhraman'yan**

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Professor of the Department of life safety,  
Financial University under the Government of the Russian Federation,  
125993, 49 Leningradskii av., Moscow, Russian Federation;  
e-mail: SSChebotarev@fa.ru

### **Aleksandr S. Rodionov**

Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Academician of the International Academy of Informatization,  
Full Professor of the basic university department,  
Director of Scientific and Information Consulting Center of Safe Life and Work,  
Financial University under the Government of the Russian Federation,  
125993, 49 Leningradskii av., Moscow, Russian Federation;  
President of Graduate School MBA «Integral»,  
125040, 8 Pravdy st., Moscow, Russian Federation;  
e-mail: rod-ionov@bk.ru

## Abstract

The article is devoted to the urgent problem of ensuring fire safety in forests. Fire protection of forests is one of the main tasks of ensuring the safety of national natural resources. However, statistics show that a huge forest zone is destroyed and damaged by fire, which can negatively affect the environment. On average, the amount of damage from forest fires per year is about 20 billion rubles, of which from 3 to 7 billion – damage to forestry. The implementation of strict control and supervision over forest fire prevention by federal and regional executive authorities is extremely important. Scientific research in the field of the economics of emergency situations to reduce damage from emergency situations, including those caused by landscape fires, indicate that it is necessary to form new innovative solutions to prevent forest fires. The authors proposed approaches to quantitative accounting of risks, which are based on the choice as a target criterion either to reduce the mathematical expectation of damage from negative factors of emergencies, or to reduce the likelihood of negative events. Methods for calculating integral indicators of the efficiency of functioning of territorial systems for monitoring natural fires are considered.

## For citation

Chebotaev S.S., Ovsyanik A.I., Shakhraman'yan M.A., Rodionov A.S. (2021) *Ekonomika chrezvy-chainykh situatsii: innovatsionnye resheniya po preduprezhdeniyu lesnykh po-zharov* [Emergency economics: innovative solutions for forest fire prevention]. *Ekonomika: vchera, segodnya, zavtra* [Economics: Yesterday, Today and Tomorrow], 11 (1A), pp. 92-104. DOI: 10.34670/AR.2021.93.79.010

## Keywords

Method, technique, assessment, risk, damage, forest fires, economics of emergency situations.

## References

1. Andronova A.V. (2011) Lesnye pozhary i lesovosstanovlenie na garyakh [Forest fires and reforestation on burnt-out areas]. *Lesnoe khozyaistvo* [Forestry], 6, pp. 14-16.
2. Furyaev V.V. (1996) Rol' pozharov v protsesse lesobrazovaniya [The role of fires in the process of forest formation]. Novosibirsk: Nauka Publ.
3. Gorina A.A. (2019) Problema ekonomicheskikh i ekologicheskikh riskov pri prinyatii resheniya o prekrashchenii tusheniya lesnogo pozhara [The problem of economic and environmental risks when deciding to stop extinguishing a forest fire]. *Molodoi uchenyi* [Young Scientist], 16 (254), pp. 83-86.
4. Kazak A.N., Bochkova E.B. (2012) Innovatsionnyi proekt uluchsheniya ekologicheskogo sostoyaniya Kryma [An innovative project to improve the ecological state of the Crimea]. *Gumanitarnye nauki* [Humanities], 2(24). pp. 75-78.
5. O natsional'nykh tselyakh i strategicheskikh zadachakh razvitiya Rossiiskoi Federatsii na period do 2024 goda: ukaz Prezidenta RF ot 07.05.2018 № 204 [On national goals and strategic objectives of the development of the Russian Federation for the period up to 2024: Decree of the President of the Russian Federation No. 204 of May 07, 2018]. *SPS "Garant"* [SPS Garant]. Available at: <https://base.garant.ru/71937200> [Accessed 17/11/2020].
6. Ob utverzhdenii Osnov gosudarstvennoi politiki Rossiiskoi Federatsii v oblasti zashchity naseleniya i territorii ot chrezvychnykh situatsii na period do 2030 goda: ukaz Prezidenta Rossiiskoi Federatsii ot 11.01.2018 № 12 [On the approval of the Fundamentals of the State Policy of the Russian Federation in the field of protection of the population and territories from emergencies for the period up to 2030: Decree of the President of the Russian Federation of 11.01.2018 No. 12]. *SPS "Garant"* [SPS Garant]. Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/71751630> [Accessed 19/11/2020].
7. O sostoyanii zashchity naseleniya i territorii Rossiiskoi Federatsii ot chrezvychnykh situatsii prirodno i tekhnogennogo kharaktera v 2018 godu: gosudarstvennyi doklad [On the state of protection of the population and territories of the Russian Federation from natural and man-made emergencies in 2018: state report] (2019). Moscow.
8. Tatarinov K.P., Pisareva T.K. (2014) Lesnye ekosistemy [Forest ecosystems]. *Vestnik Nizhegorodskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii* [Bulletin of Nizhny Novgorod State Agricultural Academy], 4, pp 284-289.
9. Ushcherb ot lesnykh pozharov v Rossii za poslednie pyat' let [Damage from forest fires in Russia over the past five years]

- 
- (2019). *Argumenty i fakty* [Arguments and facts]. Available at: [https://aif.ru/money/economy/ushcherb\\_ot\\_lesnyh\\_pozharov\\_v\\_rossii\\_za\\_poslednie\\_pyat\\_let](https://aif.ru/money/economy/ushcherb_ot_lesnyh_pozharov_v_rossii_za_poslednie_pyat_let) [Accessed 18/11/2020].
10. Vakurov A.D. (1975) *Lesnye pozhary na severe* [Forest fires in the north]. Moscow: Nauka Publ.
11. Vorob'ev Yu.L. i dr. (2004) *Lesnye pozhary na territorii Rossii: sostoyanie i problemy* [Forest fires on the territory of Russia: state and problems]. Moscow: DEKS-PRESS Publ.