

DOI: 10.25558/VOSTNII.2023.75.42.006

УДК 331.45

© К.А. Райс, А.В. Смолин, А.А. Кутузова, 2023

### К.А. РАЙС

заместитель директора по охране труда  
и производственному контролю «УДиУМ»  
АО «СУЭК-Кузбасс», г. Ленинск-Кузнецкий



### А.В. СМОЛИН

канд. техн. наук,  
доцент  
Южно-Уральский государственный университет  
научный сотрудник  
ООО «НИИОГР», г. Челябинск  
e-mail: 89507358464@mail.ru



### А.А. КУТУЗОВА

магистрант  
Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск  
лаборант  
ООО «НИИОГР», г. Челябинск  
e-mail: anastasia\_kutuzovaaaa99@mail.ru



## ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЖАРНОГО РИСКА НА ДЕГАЗАЦИОННЫХ УСТАНОВКАХ УГЛЕДОБЫВАЮЩИХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*В статье приведены результаты экономической оценки мер по снижению риска возгораний объекта защиты вследствие распространения лесных пожаров и осенне-весеннего пала травы. Оценка произведена на основе проведенного анализа статистических данных о лесных пожарах с учетом критериев распространения огня, возможности и скорости его тушения. Объектами защиты при проведении оценки выбраны дегазационные установки и трубопроводы, расположенные на поверхностных территориях подземной угледобычи. Возникновение лесного пожара и осенне-весеннего пала травы вблизи дегазационных установок и трубопроводов может привести к катастрофическим последствиям — взрыву метано-воздушной смеси в угольной шахте. Для снижения пожарного риска дегазационных установок и трубопроводов были разработаны 3 варианта мероприятий и проведена оценка их результативности. По результатам проведенных расчетов было определено, что наиболее результативным является формирование противопожарной минерализованной полосы, так как мероприятие относится к*

опережающему типу контроля. Для обоснования необходимости и целесообразности снижения пожарного риска дегазационных установок и трубопроводов путем формирования противопожарной полосы была проведена оценка экономической эффективности. Она показала, что, в отличие от применения других мероприятий, риск возгорания дегазационной установки и трубопровода будет снижен в 10 раз.

Ключевые слова: ПОЖАРНЫЙ РИСК, ДЕГАЗАЦИОННЫЕ УСТАНОВКИ, РАСЧЕТ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ПОЖАРНОГО РИСКА, МЕРОПРИЯТИЯ ПО СНИЖЕНИЮ ПОЖАРНОГО РИСКА, ПРОТИВОПОЖАРНАЯ МИНЕРАЛИЗОВАННАЯ ПОЛОСА, ЛЕСНОЙ ПОЖАР, НИЗОВОЙ ПОЖАР.

## ВВЕДЕНИЕ

Первое упоминание о лесном пожаре было зафиксировано в 1092 г. С этого времени и по сегодняшний день проблема лесных пожаров в Российской Федерации не утрачивает своей актуальности. Тем более, что в последние годы в связи с продолжающимся потеплением климата степень пожароопасности лесов России возросла.

С начала 2009 по 2019 гг. на территории России произошло 182 964 случаев лесных пожаров (рис. 1). Снижение количества лесных пожаров с 33423 до 13976, произошедших соответственно в 2010 и 2019 гг., указывает на наличие позитивной динамики.

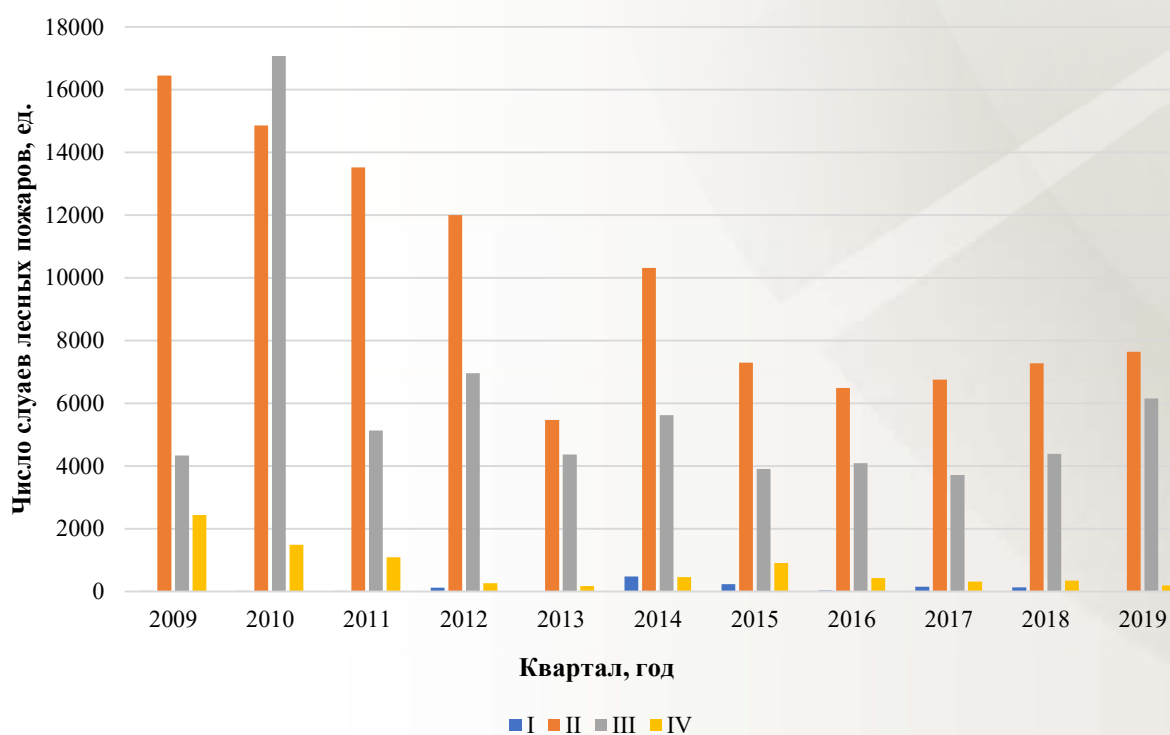


Рис. 1. Динамика числа случаев лесных пожаров поквартально за 2009–2019 гг. \* [1]

Необходимо отметить, что в течение каждого года наблюдаются колебания числа лесных пожаров, их пик приходится на II квартал. Лесные пожары, происходящие во II–IV кварталах, возникают вследствие смены сезо-

на. Например, низовые пожары в лесных массивах, особенно беглые, случаются в весенний промежуток времени, когда происходит горение травы, оставшейся с прошлого года, лесной пал, а также повреждение коры ство-

\* Статистические данные за последующие годы (2020, 2021 гг.) не были включены в диаграмму, поскольку открытые данные содержат количество лесных пожаров только за полугодие, а не за квартал.

лов деревьев, наземных частей корней, древесного полога [2].

Ежегодно в весенне-летний период фиксируется большое количество возгораний в Сибирских лесах, в непосредственной близости к которым расположено множество объектов угледобычи. Лесные пожары, охватившие эти объекты, приводят к значительному материальному ущербу.

В последнее двадцатилетие в работе угледобывающих предприятий стали активно применяться дегазационные установки, предназначенные для дегазации шахтного метана. Дегазационные установки зачастую находятся на открытой местности. Такое расположение установок, к тому же граничащее с лесным массивом, обуславливает высокий пожарный риск вследствие лесных пожаров, вызванных сменой сезона (погодных условий). В связи с этим, возникает задача обеспечения пожарной безопасности дегазационных установок и трубопроводов в условиях повышения пожароопасности лесов.

### РАСЧЕТ ПОЖАРНОГО РИСКА С УЧЕТОМ СЕЗОННОСТИ

Лесные пожары носят сезонный характер. Их пик приходится на II квартал, в III и IV кварталах происходит снижение числа пожаров. Поэтому для определения пожароопасности в каждом перечисленном квартале необходимо провести расчет динамического показателя риска ( $R_{д}$ ) поквартально (II, III, IV кварталы 2019 г.) в соответствии с формулой (1) [3]:

$$R_{д} = K_c \cdot K_a \cdot R_{СТ} \quad (1)$$

где  $K_c$  — коэффициент сезонности для лесных пожаров, учитывающий динамику чрезвычайной ситуации во времени;  $K_a$  — коэффициент аномалии, зависящий от величины, скорости изменения и длительности отклонения основных климатических параметров (температуры, осадков, ветра) от нормы;  $R_{СТ}$  — риски на основе статистического подхода.

Расчет динамического показателя риска произведем в три этапа:

I. Коэффициент сезонности ( $K_c$ ) лесных пожаров определяется по данным источника [3]. Коэффициент сезонности ( $K_c$ ) для I квартала равен 0, следовательно, динамический показатель риска для этого квартала не рассчитывается.

II. Для определения коэффициента аномалии ( $K_a$ ) оценивается опасность группы факторов (влияние температуры воздуха, осадков, ветра) в баллах по формуле (2):

$$B_i = \sum_{j=1}^{n_i} B_{ij} \cdot f(A_{ij}), \quad (2)$$

где  $B_{ij}$  — вес фактора опасности;  $A_{ij}$  — фактор опасности;  $f(A_{ij})$  — функциональная зависимость опасности каждого из факторов, установленная на основе анализа статистической информации о произошедших ЧС и их последствиях, а также возможными значениями групп факторов (табл. 1).

Таблица 1

Коэффициенты влияния факторов опасности на возникновение лесного пожара [3]

Температура воздуха				Осадки			Ветер		
$B_1 = \sum_{j=1}^3 B_{1j} \cdot f(A_{1j})$				$B_2 = \sum_{j=1}^2 B_{2j} \cdot f(A_{2j})$			$B_3 = \sum_{j=1}^2 B_{3j} \cdot f(A_{3j})$		
$\alpha_1$	$\beta_{11}$	$\beta_{12}$	$\beta_{13}$	$\alpha_2$	$\beta_{21}$	$\beta_{22}$	$\alpha_3$	$\beta_{31}$	$\beta_{32}$
0,70	0,45	0	–	0	–	–	0,30	0,65	0,35

$\alpha_{1,2,3}$  — соответственно первая (температура воздуха), вторая (осадки) и третья (ветер) группы.

Суммарная оценка опасности обстановки в баллах вычисляется как (3):

$$B = \sum_{i=1}^3 \alpha_i \cdot B_i. \quad (3)$$

Тогда коэффициент аномалий ( $K_a$ ) определяется следующим образом (4):

$$k_a = \begin{cases} B & \text{при } B \geq 1 \\ 1 & \text{при } B < 1 \end{cases}. \quad (4)$$

Чтобы установить связь между фактором  $A_{ij}$  и оценкой опасности группы  $B_i$  в баллах, можно использовать данные табл. 1.

III. Пожарный риск на основе статистиче-

ского подхода ( $R_{CT}$ ) рассчитывается по формуле (5):

$$R_{CT} = \frac{n}{T}, \quad (5)$$

где  $n$  — число чрезвычайных ситуаций техногенного или природного характера определяемого типа;  $T$  — период выборки.

В рассматриваемых кварталах 2019 г. произошло 55, 55 и 56 лесных пожаров.

Результаты расчетов показателей риска приведены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты расчета динамических показателей риска

Показатели риска	Кварталы		
	II	III	IV
Коэффициент сезонности	6,545	5,114	0,341
Риск лесных пожаров на основе статистического подхода	0,6	0,598	0,609
Коэффициент аномалии	1	1	1
Динамический показатель риска	3,927	3,058	0,208
Риск лесного (степного) пожара	0,785	0,612	0,0416

Для дальнейшего расчета необходимо полученный динамический показатель риска преобразовать в значения, равные от 0 до 1, которые соответственно равны 0,785; 0,612 и 0,0416. Наибольший показатель динамического риска приходится на II квартал, что обуславливает необходимость своевременной разработки и проведения мероприятий по предотвращению пожарного риска и последующий контроль в III и IV кварталах.

### МЕРЫ ПО СНИЖЕНИЮ ПОЖАРНОГО РИСКА

Эффективность мер по обеспечению пожарной безопасности производственных объектов определяется оперативностью принятия адекватных управленческих решений, а также качеством планирования распределения ресурсов для осуществления плановых и внеплановых лесопожарных мероприятий [4].

Предприятие «Управление Дегазации и Утилизации Метана» реализует меры, направленные на защиту своего производ-

ственного объекта, а именно дегазационных установок и трубопроводов от лесных пожаров. Ежегодно выявляется более 19 опасных производственных ситуаций (ОПС) [5], связанных с эксплуатацией дегазационных установок в пожароопасный период, характеризующийся высыханием травы, выросшей на территории дегазационных установок, падением сухих листьев на их территорию.

Устранение и контроль данных опасных производственных ситуаций возможно достичь тремя вариантами мер по снижению пожарного риска.

1. Наблюдение за состоянием территории осуществляет оператор дегазационной установки (заработная плата оператора за пожароопасный период с учетом налогов и страховых взносов составит 378 тыс. руб. (42 тыс. руб. x 9 мес.)). Оператор способен увидеть пожар на расстоянии 5 км от дегазационной установки. В случае начинающегося лесного пожара оператору необходимо сообщить об этом на пост пожарной охраны и дожидаться прибытия пожарной охраны.

Результативность данных мер определяется расчетом соотношения скорости тушения пожара и скорости распространения кромки пожара.

Выполнено соотношение скорости тушения пожара и скорости распространения кромки пожара на примере дегазационных установок в районе Ленинска-Кузнецкого

(вблизи этого города расположены дегазационные скважины угольных шахт Ленинского района АО «СУЭК-Кузбасс»). Скорость тушения примем, равной 6,2 м/мин [6]. Тогда, на основании данных табл. 3, успешное тушение лесного пожара сотрудниками пожарной службы возможно только при порывах скорости ветра ниже 12 м/с.

Таблица 3

Влияние скорости ветра на скорость распространения пятнистого пожара [7]

Ветер	Средняя скорость ветра, м/с	Сила ветра, м/с	Скорость распространения пятнистого пожара	
			м/с	м/мин
Умеренный	6,5	4	0,0103	0,62
Свежий	8,5	5	0,0335	2,01
Сильный	11	6	0,081	4,86
Крепкий	14	7	0,1552	9,91
Очень крепкий	17	8	0,2793	16,76
Шторм	20	9	0,423	25,38

Скорость тушения примем, равной 6,2 м/мин [7]. Тогда, сравнивая скорость тушения со скоростью распространения кромки пожара, получим, что скорость распространения кромки пожара превышает скорость тушения в 10 раз, следовательно, возможно возгорание дегазационной установки и трубопровода.

В июне при скорости ветра 3,01 м/с, что также относится к умеренному ветру, скорость распространения кромки пожара будет составлять 0,47 м/мин (табл. 3). Тогда, сравнивая скорость тушения со скоростью распространения кромки пожара, получим, что скорость распространения кромки пожара превышает скорость тушения в 13 раз, следовательно, также возможно возгорание дегазационной установки и трубопровода.

Как видно из вышенаписанного, результативность низкая, так как определяющее значение имеет время прибытия пожарной охраны, на которое сложно повлиять. При этом дополнительных экономических затрат этот вариант не требует.

2. Дроном производится обзор состояния территории в радиусе 15 км, в реальном вре-

мени видекартинка передается сотруднику, который назначен ответственным за состояние территории. В случае пожара сотруднику также необходимо сообщить на пост пожарной охраны.

Результативность этого варианта средняя, так как обзор территории достаточно большой. Скорость тушения необходимо учитывать и в этом варианте. Согласно расчетам скорость распространения кромки пожара превышает скорость тушения, значит, опять же возможно возгорание дегазационной установки.

Данный вариант более результативен в отличие от первого, но в нем есть недостатки, связанные с работой дрона. Во-первых, возможны потери контроля дроном и его разрушение при столкновении с другими объектами, во-вторых, так же, как и в первом варианте необходимо учитывать время вызова пожарной охраны и ее прибытия.

Экономические затраты на покупку дрона и заработную плату дополнительного сотрудника: покупка дрона составит около 200

тыс. руб., заработная плата дополнительного сотрудника за пожароопасный период с учетом налогов и страховых взносов составит 405 тыс. руб. (45 тыс. руб. х 9 мес.). Итого, стоимость данного варианта снижения пожарного риска дегазационной установки будет равна 605 тыс. руб.

3. По всему периметру дегазационных установок и по всей длине дегазационного трубопровода формируется противопожарная минерализованная полоса.

Результативность мероприятия высокая, так как ликвидируется распространение пламени на дегазационную установку и трубопровод.

Основным параметром минерализованной полосы является ее ширина, от которой зависит ее эффективность (рис. 2). Ширина полосы может быть разной, но рекомендовано не менее 1,4 м [8]. При этом учитываются местные условия: на территории, заросшей кустарником или высокой травой, достаточно 1,4 м, при высоком древостое — не менее 4 м. Ряд источников указывает, что наиболее эффективной будет ширина не менее 6 м [9]. Помимо создания полос нужно 1–2 раза в течение года проводить уход за ними: очищать от накопившегося слоя горючих органических материалов (листья, упавшие ветви, сухие стебли травы и т. п.) [10].

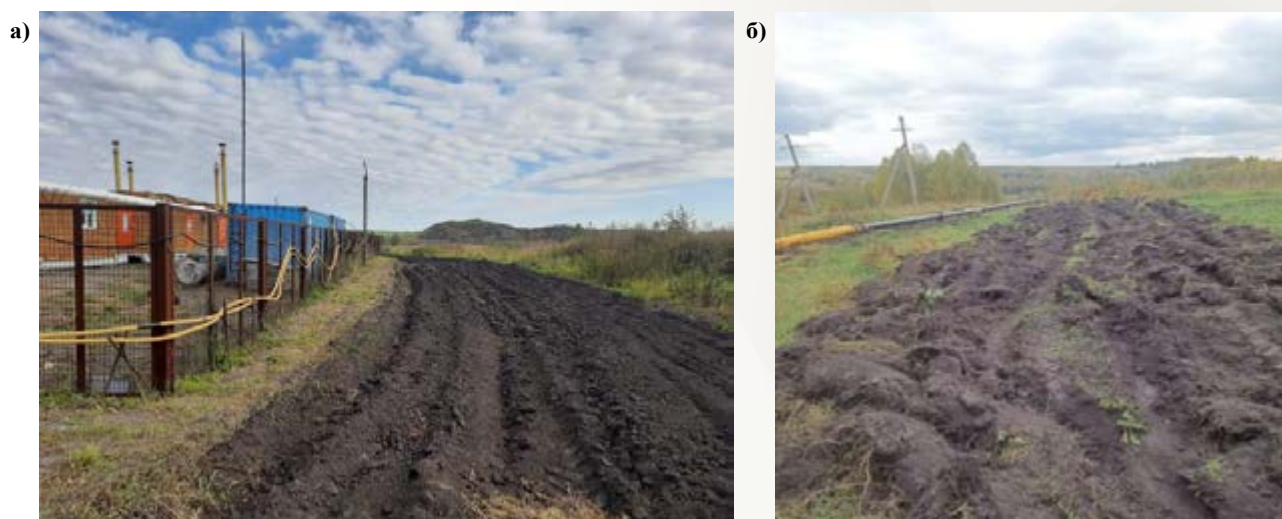


Рис. 2. Противопожарная минерализованная полоса, проходящая: а) по периметру дегазационной установки; б) по длине дегазационного трубопровода.

При таком варианте практически полностью исключается вероятность возгорания дегазационной установки и дегазационного трубопровода вследствие лесных пожаров и весеннего пала травы. Экономические же затраты данного мероприятия составляют 180 тыс. рублей (площадь работы равна 70196 м<sup>2</sup>).

### ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МЕР ПО СНИЖЕНИЮ ПОЖАРНОГО РИСКА ВОЗГОРАНИЯ ДЕГАЗАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ

Рассмотрим ситуации, когда ОПС на горнодобывающем предприятии: частично контролируется; контролируется и заранее устраняется.

В условиях ограниченных ресурсов (это средства, запланированные на обеспечение безопасности в текущем году) возникающая в процессе производственной деятельности ОПС должна быть оперативно идентифицирована (осуществлен опережающий тип контроля) и принято решение: либо о постоянном ее контроле с целью недопущения аварии (травмы, инцидента), либо о немедленном ее устранении. На это и должны быть направлены (перераспределены) имеющиеся финансовые и иные ресурсы — во избежание перерасхода «бюджета» на обеспечение безопасности производства [11].

Экономическую оценку производим путем расчета значения исходного пожарного

риска ( $R_u$ ) и значений пожарного риска ( $R$ ) с учетом проведения профилактических мероприятий по следующим формулам (7, 8) [12]:

$$R_u = Z_{onc} \cdot R_d \cdot \rho, \quad (7)$$

$Z_{onc}$  — затраты на штатный режим работы предприятия, включая затраты на контроль и устранение пожарного риска дегазационной установки, составляют 62 479 тыс. руб.;  $\rho$  — вероятность возгорания дегазационной установки и дегазационного трубопровода, принимаем равной 1.

$$R = (C + Z_{onc}) \cdot R_d \cdot \rho, \quad (8)$$

где  $C$  — затраты на проведение мероприятия по снижению пожарного риска, руб.

Проводим расчет экономической оценки в соответствие с формулой (9):

$$\Delta_o = \frac{R_u - R}{C}. \quad (9)$$

С учетом предложенного критерия экономической целесообразности на основе данных о динамике расходов, результативности и времени прибытия пожарной охраны была построена экономико-математическая модель вариантов мероприятий по снижению пожарного риска работы горного предприятия.

Расчет значений критерия экономической целесообразности осуществлялся с учетом коэффициента динамического показателя риска ( $R_d$ ) и времени прибытия пожарной охраны (оно учтено в вероятности возгорания дегазационной установки и дегазационного трубопровода), результаты занесены в табл. 4.

Исходя из результатов сравнения экономически целесообразным является мероприятие, в котором необходимо формирование противопожарной минерализованной полосы (3 мероприятие).

Сравнение экономических оценок эффективности 2 и 3 мероприятий по снижению пожарного риска позволило выявить их разницу, которая составила:

- во II и III кварталах — 6,45 раз;
- в IV квартале — 6,57 раз.

Согласно модели адекватную реакцию системы обеспечения безопасности на возникающую в ходе производственной деятельности опасность с наибольшим значением критерия  $\Delta_o = 13,8$  обеспечивает мероприятие, в котором необходимо формирование противопожарной минерализованной полосы по периметру дегазационных установок и по длине дегазационного трубопровода. Его проведение необходимо осуществлять до наступления II квартала, так как риск возгорания в данном квартале наибольший (0,785).

Рекомендуется снижать пожарный риск путем выполнения обзора территории: в I квартале — оператором, который сообщит о надвигающемся на дегазационные установки и трубопроводы возгорании леса и пала травы в пожарную охрану; в III и IV кварталах — дроном с последующей передачей видеокартинки назначенному на эту должность сотруднику.

Таким образом, расчет по предложенной модели показал, что наиболее результативным и экономически целесообразным мероприятием по снижению пожарного риска дегазационной установки и дегазационного трубопровода является формирование противопожарной минерализованной полосы с соблюдением рациональных параметров: во II квартале требуется проложить противопожарные минерализованные полосы по периметру дегазационных установок и по всей длине дегазационного трубопровода, в III и IV кварталах — поддерживать первоначальное состояние полосы (расчищать почвенный покров от сухих веток, листьев и т. п.).

Таблица 4

Экономико-социальная модель вариантов мероприятий по снижению пожарного риска дегазационных установок и трубопроводов работы горного предприятия

Квартал	Риск лесного пожара, $R_p$	$R_{\text{исхд}} \cdot 10^3$ , руб.	Варианты мероприятий по снижению риска												Отношение $\Sigma_2$ и $\Sigma_3$ мероприятий по снижению пожарного риска
			Наблюдение за состоянием территории осушает оператор дегазационной установки (1 мероприятие – базовое)				Обзор за состоянием территории осуществляется дроном (2 мероприятие – дополнительное)				Формирование противопожарной полосы минерализованной полосы (3 мероприятие – дополнительное)				
			Затраты, С, тыс. руб.	Результативность	Пожарный риск, $R \cdot 10^3$ , руб.	Экономическая оценка, $\Sigma$	Затраты, С, тыс. руб.	Результативность	Пожарный риск, $R \cdot 10^3$ , руб.	Экономическая оценка, $\Sigma$	Затраты, С, тыс. руб.	Результативность	Пожарный риск, $R \cdot 10^3$ , руб.	Экономическая оценка, $\Sigma$	
II	0,785	49 047	378	ОПС частично контролируется ( $\rho = 0,5$ )	46 876	5,8	605	ОПС контролируется ( $\rho = 0,5$ ; время приезда пожарной бригады уменьшается с 35 до 10 мин.)	24 761	40,1	180	ОПС устраняется (ликвидировано)	2 460	258,8	6,45
III	0,612	38 238			36 546	4,5			19 304	31,3		Распространение пламени на дегазационную установку и трубопровод; ( $\rho = 0,05$ )	1 918	201,8	
IV	0,0416	2 600			2 485	0,3			1 313	2,1			131	13,8	



## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Лесной пожар и осенне-весенний пал травы вблизи дегазационных установок и дегазационных трубопроводов способен не только наносить значительный материальный ущерб угледобывающему предприятию, но и приводить к катастрофическим социально-экономическим последствиям. Поэтому необходимо разработать меры по снижению пожарного риска защищаемых объектов.

На основе статистических данных количества лесных пожаров были установлены наиболее пожароопасные кварталы — II, III, IV. В каждом из них рассчитан динамический показатель риска: наибольший — 0,785 (II квартал), наименьший — 0,0416 (IV квартал).

С учетом полученного динамического показателя риска проведен расчет оценки экономической эффективности, который показал, что наиболее результативным является формирование противопожарной минерализованной полосы, так как позволяет снизить пожарный риск в 10 раз.

В результате разработки и внедрения прокладки минерализованных противопожарных полос обеспечено снижение пожарного риска дегазационных установок и дегазационного трубопровода, расположенных на открытой местности.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ЕМИСС. Государственная статистика. <https://www.fedstat.ru/indicator/38497>.
2. Анойкин Р.К. Анализ математических моделей, используемых для прогнозирования низовых лесных пожаров // Технологии гражданской безопасности. 2020. Т. 17. № 2 (64). С. 58–60.
3. Александров А.А., Ларионов В.И., Суцев С.П. Анализ и управление техногенными и природными рисками: учебник. М., 2019. 360 с.
4. Котельников Р.В., Мартынюк А.А. Использование закона Бенфорда для оценки достоверности сведений о лесных пожарах // Лесотехнический журнал. 2018. Т. 8. № 1 (29). С. 28–34.
5. Артемьев В.Б., Галкин В.А., Макаров А.М., Кравчук И.Л., Галкин А.Вал. Механизм предотвращения реализации опасной производственной ситуации // Уголь. 2016. № 5. С. 73–77.
6. Противопожарная защита и тушение пожаров. Книга 6 (леса, торфа, лесосклады). М., 2006.
7. Гундар С.В., Данилов М.М., Денисов А.Н., Данилов А.М. Особенности пожаров на безлесных территориях, управление их тушением и профилактикой // Пожары и чрезвычайные ситуации: предотвращение, ликвидация. 2016. С. 26–31.
8. Fireman.club клуб пожарных и спасателей. <https://fireman.club/statyi-polzovateley/protivopozharnyie-mineralizovannyie-polosyi/>.
9. Орловский С.Н. Торфяные пожары, их предупреждение, обнаружение и тушение: учеб. пособие. Красноярск, 2010. 156 с.
10. Берсенева М.Л., Книга Ю.А. Использование минерализованных противопожарных полос // Эпоха науки. 2020. № 23. С. 8–11.
11. Экономические аспекты обеспечения безопасности основныз технологических процессов горного производства: отчет о НИР // Институт горного дела Уральского отделения Российской академии наук. Челябинск, 2018. 81 с.
12. Кравчук И.Л., Денисов С.Е., Лапаева О.А., Неволлина Е.М. О разработке экономического критерия результативности функционирования системы обеспечения безопасности на угледобывающем предприятии // Проблемы недропользования: Сетевое периодическое научное издание. Екатеринбург, 2018. Вып. 4.

DOI: 10.25558/VOSTNII.2023.75.42.006

UDC 331.45

© K.A. Rajs, A.V. Smolin, A.A. Kutuzova, 2023

#### K.A. RAJS

Deputy Director for Labor Protection and Production Control «MD&UM»  
JSC «SUEK-Kuzbass», Leninsk-Kuznetsky

#### A.V. SMOLIN

Associate Professor  
South Ural State University  
Research Assistant  
LLC «NIIOGR», Chelyabinsk  
e-mail: 89507358464@mail.ru

#### A.A. KUTUZOVA

Master  
South Ural State University, Chelyabinsk  
Laboratory Assistant  
LLC «NIIOGR», Chelyabinsk  
e-mail: anastasia\_kutuzovaaaa99@mail.ru

### ECONOMIC ASSESSMENT OF FIRE RISK AT DEGASSING PLANTS OF COAL MINING ENTERPRISES

*The article provides the results of an economic assessment of measures to reduce the risk of fires of a protected object due to the spread of forest fires and autumn-spring grass fall. The assessment was made on the basis of an analysis of statistical data on forest fires, taking into account the criteria for the spread of fire, the possibility and speed of extinguishing it. Degassing plants and pipelines located on the surface territories of underground coal mining were selected as objects of protection during the assessment. The occurrence of a forest fire and autumn-spring grass fall near degassing plants and pipelines can lead to catastrophic consequences - an explosion of a methane-air mixture in a coal mine. To reduce the fire risk of degassing plants and pipelines, 3 options were developed and their effectiveness was assessed. Based on the results of the calculations, it was determined that the most effective is the formation of a fire-fighting mineralized strip, since the measure belongs to the leading type of control. Cost-effectiveness assessment was carried out to justify the need and feasibility of reducing the fire risk of degassing plants and pipelines by forming a fire-fighting strip. It showed that, unlike other measures, the risk of ignition of the degassing plant and pipeline will be reduced by 10 times.*

Keywords: FIRE RISK, DEGASSING PLANTS, CALCULATION OF ECONOMIC ASSESSMENT OF FIRE RISK, MEASURES TO REDUCE FIRE RISK, FIRE MINERALIZED STRIP, FOREST FIRE, LOW-LEVEL FIRE.

#### REFERENCES

1. EMISS. State statistics. <https://www.fedstat.ru/indicator/38497>. [In Russ.].
2. Anoikin R.K. Analysis of mathematical models used to predict grassroots forest fires // Technologies of civil security [Tekhnologii grazhdanskoj bezopasnosti]. 2020. Vol. 17. No. 2 (64). P. 58–60. [In Russ.].
3. Alexandrov A.A., Larionov V.I., Sushchev S.P. Analysis and management of technogenic and natural risks: textbook. M., 2019. 360 p. [In Russ.].

4. Kotelnikov R.V., Martynyuk A.A. The use of Benford's law to assess the reliability of information about forest fires // Forest Engineering Journal [Lesotechnicheskiy zhurnal]. 2018. Vol. 8. No. 1 (29). P. 28–34. [In Russ.].

5. Artemyev V.B., Galkin V.A., Makarov A.M., Kravchuk I.L., Galkin A.Val. Mechanism for preventing the realization of a dangerous production situation // Coal [Ugol]. 2016. No. 5. P. 73–77. [In Russ.].

6. Gundar S.V., Danilov M.M., Denisov A.N., Danilov A.M. Features of fires in treeless territories, management of their extinguishing and prevention // Fires and emergencies: prevention, elimination [Pozhary i chrezvychajnye situacii: predotvrashchenie, likvidaciya]. 2016. P. 26–31. [In Russ.].

7. Fire protection and fire extinguishing. Book 6 (forests, peat, woodlands). M., 2006. [In Russ.].

8. Fireman.club firefighters and rescuers club. <https://fireman.club/statyi-polzovateley/protivopozharnyye-mineralizovannyye-polosyi/>. [In Russ.].

9. Orlovsky S.N. Peat fires, their prevention, detection and extinguishing: textbook. Krasnoyarsk, 2010. 156 p. [In Russ.].

10. Berseneva M.L., Kniga Yu.A. The use of mineralized fire-prevention strips // The Age of Science [Epoха nauki]. 2020. No. 23. P. 8–11 [In Russ.].

11. Economic aspects of ensuring the safety of the main technological processes of mining production: a report on research and development // Institute of Mining of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Chelyabinsk, 2018. 81 p. [In Russ.].

12. Kravchuk I.L., Denisov S.E., Lapaeva O.A., Nevolina E.M. On the development of an economic criterion for the effectiveness of the functioning of the safety system at a mining enterprise // Problems of subsoil use: Network periodical scientific publication. Ekaterinburg, 2018. Issue 4. [In Russ.].