

ISSN 1999-4125 (Print)

ISSN 2949-0642 (Online)

Научная статья

УДК 622.831 622.235

DOI: 10.26730/1999-4125-2026-3-144-153

ЛОКАЛИЗАЦИЯ ЛЕСНЫХ И ТОРФЯНЫХ ПОЖАРОВ ВЗРЫВНЫМ СПОСОБОМ В ОКРЕСТНОСТИ ДОБЫЧИ СТРОИТЕЛЬНОГО КАМНЯ НА МЕСТОРОЖДЕНИИ «САМАРСКОЕ»

Клишин Николай Игоревич

Институт горного дела имени Н. А. Чинакала СО РАН

* для корреспонденции: Lexus20043@mail.ru



Информация о статье

Поступила:

11 марта 2026 г.

Одобрена после
рецензирования:

15 июня 2026 г.

Принята к публикации:

01 июля 2026 г.

Ключевые слова:

лесной массив, карьер, пожар, взрыв, заряд, локализация возгораний

Аннотация.

Проведен анализ причин и последствий возникновения лесных и торфяных пожаров в районах добычи строительного камня на примере месторождения «Самарское» в Новосибирской области. Рассмотрены типы лесных пожаров и их особенности. Среди основных причин возникновения природных пожаров выделяются две основные группы: природные и антропогенные. Так как пожары охватывают большие площади и носят характер стихийных бедствий, для решения вопросов безопасности принимаются различные способы и средства тушения. Для снижения риска пожарной опасности и минимизации последствий природных пожаров рассмотрен комплексный подход, реализующий в совокупности мероприятия: предупреждение, прогноз, обнаружение и тушение пожаров. Предложены методы локализации и тушения пожаров с использованием направленных взрывов, в том числе зарядов ВВ, а также современные технологии создания противопожарных преград. Например, используются противопожарные каналы и валы, которые образуются после взрывов. Это помогает предотвратить распространение огня и обеспечить безопасность на расстоянии от 50 до 60 м. Особое внимание уделено методам повышения эффективности и безопасности при проведении взрывных работ. Представлены типовая схема поперечного профиля противопожарного канала, создаваемого взрывом целевого заряда, а также схемы размещения зарядов и конструкция противопожарных каналов. Предложенные меры направлены на повышение оперативности реагирования на очаги возгорания и снижение ущерба от пожаров. Предложены методы тушения лесного массива при помощи направленного взрыва с применением зарядов ВВ. Результаты исследования могут быть полезны при разработке планов противопожарной защиты промышленных объектов, расположенных вблизи лесных массивов.

Для цитирования: Клишин Н.И. Локализация лесных и торфяных пожаров взрывным способом в окрестности добычи строительного камня на месторождении «Самарское» // Вестник Кузбасского государственного технического университета. 2026. № 3 (175). С. 144-153. DOI: 10.26730/1999-4125-2026-3-144-153, EDN: PTNCRJ

Введение

Природные пожары могут возникать как при участии человека, так и без, развиваясь стремительно, непредсказуемо, а в некоторых случаях и трагически. Пожары сопровождают человека на протяжении всей истории, а с

расширением хозяйственной деятельности природные пожары являются одной из самых крупных природных катастроф, которые влекут за собой негативные последствия [1].

В зоне работы карьеров часто возникают лесные и торфяные пожары из-за неосторожного

обращения с огнем. Более 90% пожаров происходит на территории населенных пунктов и рабочих мест. Последствиями пожаров является заболачивание почв из-за уплотнения верхних слоев после уничтожения лесной подстилки, что ведет к негативным последствиям. При изучении тушения лесных и торфяных пожаров анализируют процессы движения и испарения воды, которые влияют на характеристики горения и возможность его прекращения.

Целью данного исследования является анализ данных о природных условиях месторождения строительного камня «Самарское», а также обзор существующих методов тушения лесных и торфяных пожаров. В качестве создаваемых противопожарных барьеров предложено использование направленных взрывов с применением зарядов Вв.

Исследование процесса тушения лесного и торфяного пожара

Лесной пожар бывает верховым, низовым и почвенным. Верховой пожар охватывает кроны деревьев и быстро распространяется. Низовой пожар распространяется по нижним ярусам растительности. Почвенный пожар происходит в органической части почвы. Тушение лесных пожаров зависит от характера пожара и постоянно меняющейся обстановки [2].

Для успешного тушения пожара нужно провести действенные мероприятия. При тушении лесных пожаров следует выбирать способы и средства в зависимости от интенсивности и скорости их распространения, метеорологических условий и наличия необходимых ресурсов. Особое внимание уделяется интенсивности пожара, определяемой скоростью распространения и высотой пламени. При тушении используются различные методы и технические средства [3].

В случае тушения низовых лесных пожаров слабой и средней интенсивности используют захлестывание огня по кромке пламени при помощи инструментов, таких как «хлопушка» или пучок из веток. Этот метод требует большого количества сотрудников пожарной охраны. Минеральные полосы эффективны и быстро достигают нужных результатов. При отсутствии времени на создание сложных преград для тушения огня используется самый доступный способ – засыпка пламени землей.

Однако данный способ эффективен только на песчаных и супесчаных почвах, и его применение на других типах грунта затруднено. Целесообразно использовать ручную силу и инструменты, такие как лопата и вилы, что также является недостатком данного способа.

Важно проводить прокладку заградительных полос из минерализованных материалов. Это поможет успешно ограничить распространение лесного пожара независимо от его силы. Для

тушения пожаров разной интенсивности используются разные методы создания заградительных полос. Механизированная техника, такая как тракторы и бульдозеры, используется для создания полос, но в случае невозможности также применяются ручные орудия. При высокой скорости распространения огня полосы могут быть двойные или расширенные [4].

В статье [5] описывается классическая модель распространения лесных пожаров, которая может быть изменена для моделирования различных сценариев их тушения. На основе этой модели были созданы другие модели, изучающие, например, взаимодействие лесного пожара с водным барьером. Подробности о методах тушения можно найти в работе [6–7].

Исследование влияния естественных и искусственных преград на развитие пожаров проводилось в работе [8]. Естественная преграда увеличивает влажность растительности, а искусственная преграда обеспечивает запас воды в своей геометрической области. Анализ показывает, что модели, основанные на законах механики реагирующих сред, являются одними из самых перспективных для совершенствования технологии тушения пожаров и разработки новых методов борьбы с лесными возгораниями. Тема применения взрывных методов для тушения пожаров остается в центре внимания ученых. Погасить пламя удастся за счет прекращения окисления горючих материалов и прерывания процесса горения. Кроме того, взрывной импульс позволяет доставить огнегасящее вещество, например воду, прямо в очаг пожара [9].

Изучение воздействия взрыва на лесной и торфяной пожар было предметом многих исследований, включая работы [10–24]. В работе [10] выполнено моделирование динамики ударной волны при постоянном коэффициенте аэродинамического сопротивления леса и детерминированном критерии отрыва растительности, основанном на пороговом значении избытка давления. Экспериментальные данные свидетельствуют о том, что полного отрыва элементов растительности не происходит, и существует тенденция к убыванию доли сорванных элементов растительности [11]. В работе [12] полученные результаты свидетельствуют об эффективности использования направленных взрывов при тушении лесных пожаров, в то время как в случае тушения водой имеют место потери за счет стекания воды на землю, испарения до достижения зоны горения, прилипания к элементам растительности. Техника тушения пожаров взрывами свободна от этого недостатка. Потери механической энергии и импульса ударной волны за счет аэродинамического

сопротивления растительности не оказывают влияния на массу газа, вытесняющего волну горения. По результатам экспериментальных исследований [13] на предложенном испытательном комплексе с достаточной достоверностью можно проводить исследования воздействия пожара на торфяник, а также на образцы деревянных конструкций. Полученные результаты позволяют усовершенствовать технологии прогнозирования пожарной опасности, предотвращения и ликвидации последствий пожаров, что ведет к снижению отрицательного техногенного воздействия на окружающую среду.

Как видно из результатов расчета [14], во всех случаях имеет место отбрасывание волны горения назад, после чего происходит частичное рассеивание ее энергии и возвращение вместе с внешним полем скоростей в область с запасом горючих материалов. В зависимости от массы заряда оставшейся его части определяется, достаточно ли энергии волны горения для возобновления пожара.

При моделировании лучистого теплопереноса пожара, возникающего при сушке слоя лесных горючих материалов, использовано диффузионное приближение с учетом серости среды [15, 16].

При борьбе с лесными и торфяными пожарами возможен перенос горящих частиц на значительные расстояния и образование новых очагов пожаров. Исследования по переносу пожаров потоком горящих частиц ведутся разными научными группами [17], в том числе с применением генератора горящих и тлеющих частиц [18].

В работе [19] были приведены экспериментальные исследования воздействия УВ на фронте верхового лесного пожара. Установлено, что в результате воздействия УВ происходит срыв проводников горения и эффективное прерывание распространения пламени (прекращение верхового лесного пожара).

В работе [20] показано с применением скоростной ИК-термографии, что в результате воздействия УВ – сжатия продуктов пиролиза происходит их воспламенение. Следует отметить, что на основе полученных результатов в [19] было предложено несколько способов тушения пожара с применением УВ [21–23].

В работе [24] показано, что применение УВ обеспечивает снижение расхода воды для гарантированного тушения очага горения более чем в 2 раза.

В Томском Государственном университете (ТГУ) с 1977 года оформилась научная школа в области лесных и торфяных пожаров, основателем которой является А. М. Гришин

[25], получивший всемирную известность как создатель теории лесных и торфяных пожаров.

Среди основных причин возникновения природных пожаров следует выделить две группы: природные (грозы, самовоспламенение) и антропогенные (неосторожное обращение с огнем, хозяйственная деятельность человека, объекты повышенной опасности, в том числе карьеры). Снижение риска пожарной опасности и минимизация последствий природных пожаров возможны только за счет комплексного подхода, а именно реализации совокупности мероприятий: предупреждение, прогноз, обнаружение и тушение [26].

В большинстве случаев пожары охватывают большие площади и носят характер стихийных бедствий. Для решения этих вопросов принимаются различные способы и средства тушения. Одним из наиболее эффективных способов является проведение взрывных работ с целью локализации лесных и торфяных пожаров. Разобщенные, сосредоточенные, вертикально-удлиненные, непрерывно горизонтальные цилиндрические и щелевые заряды ВВ используются для строительства противопожарных каналов и водоемов массовыми взрывами на выброс. Когда требуется сбить ударной волной пламя верхового лесного пожара, используется взрыв на поверхности, поскольку скорость распространения взрывной волны намного превышает скорость распространения пожара.

Взрывной способ создания заградительных и опорных полос является наиболее эффективным в локализации лесных и торфяных пожаров. Это достигается за счет направленной силы взрыва. Данный способ широко известен и применяется при борьбе с лесными и торфяными пожарами как в нашей стране, так и в Китае, Европе, Канаде, Австралии и других странах. В России правила тушения лесных пожаров предусматривают применение ВВ как для профилактических мероприятий, так и на работах по тушению лесных и торфяных пожаров.

При внезапном стихийном возникновении одновременно низового (загорание мелкоколосья и торфяников) и верхового (загорание верхушек леса и стволов деревьев) пожара принимают экстренные меры, к которым относится локализация пожара взрывным способом. При взрывных работах на тушении пожаров требуется соблюдать особые меры предосторожности в соответствии с «Едиными правилами безопасности при взрывных работах», утвержденными федеральной службой по экологическому, технологическому и атомному надзору.

В работе [27] показан способ образования котлованов – искусственно выполненных

углублений в почвенном покрове посредством взрывов, что является эффективным способом, позволяющим снизить трудозатраты и сроки проведения работ. В работе [28] проведен анализ ведения взрывных работ и определена зависимость и порядок отбойки в направлении от крепких пород с переходом к слабым. Способ тушения лесных пожаров за счет применения детонирующего шнура высокой мощности с массой взрывчатого вещества 80-100 г/м и контейнеров с огнетушащим составом предполагает расположение детонирующего шнура на местности на безопасном расстоянии от зоны пожара перед фронтом его распространения. При подрыве детонирующего шнура образуется ударная волна, которая создает минерализованную полосу, разбрасывает грунт и образует облако распыленного огнетушащего вещества, которое гасит вспышку пламени от взрыва. Грунт и распыленный огнетушащий состав оседают на поверхности и не допускают поджигания лесного покрова и подстилки, в результате чего образуется заградительная полоса [29].

Количество используемого ВВ можно уменьшить в разы, применив накладные заряды с кумулятивным эффектом. Изобретение относится к средствам проведения взрывных работ – накладной заряд. Накладной заряд включает эмульсионное или сухое ВВ, помещенное в рукав полый гофрированной трубы, способной растягиваться за счет ребристых стенок, создавая кумулятивный эффект при взрыве. Технический результат заключается в повышении качества разрушения массива за счет перераспределения энергии взрыва и газообразных продуктов по длине накладного заряда [30].

Основные технические требования по локализации лесных и торфяных пожаров

Для тушения лесных и торфяных пожаров используют предупредительные и противопожарные мероприятия. Эффективность предотвращения пожаров и обеспечение безопасности требуют комплексного подхода, включающего как инженерные, так и организационные меры, направленные на минимизацию ущерба и снижение риска возгораний.

Защита растений от болезней и вредителей с помощью антисептических средств – важный аспект сельского хозяйства. Для предотвращения лесных пожаров используются различные меры, такие как создание просек, противопожарных полос и канав, а также использование специальной техники, такой как тракторные канавокопатели и бульдозеры. Эти меры помогают защитить промышленные объекты, склады и другие сооружения от огня.

Ведение горных работ открытым способом по добыче щебня в лесном массиве вблизи поселка Самарский в Новосибирском промышленном районе является фактором риска возникновения лесного или торфяного пожара. При проведении анализа состояния вопроса становится понятна актуальность изучения пожаров как причины самых крупных природных катастроф.

В случае внезапного возникновения пожара в лесу или на торфянике необходимо немедленно принимать меры для его тушения. Для тушения лесного пожара были приняты экстренные меры, включая локализацию огня с помощью взрывов.

Методы исследований

Исследование выполнено на основе анализа данных о природных условиях месторождения строительного камня «Самарское», а также обзора существующих методов тушения лесных и торфяных пожаров. В качестве основного метода предложено использование направленных взрывов с применением зарядов ВВ. Были проанализированы геометрические параметры зарядов, способы их размещения, а также эффективность создаваемых противопожарных барьеров. Использованы расчеты на основе моделирования динамики ударной волны и экспериментальные данные по распространению огня в смешанных лесных массивах. В ходе работы использовались литературные источники, а также рекомендации по применению взрывных технологий для инженерной защиты территорий.

Общие сведения и природные условия месторождения строительного камня «Самарское»

Рассмотрено месторождение строительного камня «Самарское» в Новосибирской области как пример типичной площадки добычи, находящейся рядом с п. Самарский, восточнее Новосибирска. Станция Буготак, расположенная возле поселка Горный, находится на линии Новосибирск – Новокузнецк.

Месторождение «Самарское» представляет собой высокую безымянную сопку с отметкой 238,4 м, расположенную на восточной границе лицензионного участка. Относительное превышение вершины составляет 40-70 м, а склоны пологие с уклоном 10-15°. Лес смешанных пород – сосна, береза, осина, занимает южную и центральную часть участка, в то время как северная окраина представляет собой поляну с разнотравьем.

Методы тушения лесного пожара при помощи направленного взрыва для защиты месторождения строительного камня «Самарское»

Для тушения лесных пожаров предлагается использовать методы разных типов зарядов ВВ. Заглубленные заряды могут быть использованы

для создания противопожарных каналов и водоемов путем массовых взрывов.

Взрывы зарядов ВВ на поверхности используются для уничтожения пламени в радиусе 100 м, при этом достаточно одного заряда весом 80-100 кг.

Заряды ВВ следует располагать на расстоянии не более трех-четырех высот деревьев с ветровой стороны. Горизонтальный шланговый заряд укладывается вдоль линии фронта пожара в лесу. Длина заряда зависит от его массы и удобства укладки.

При строительстве противопожарных рвов часто используют шланговые или щелевые заряды ВВ, которые укладываются в землю. Для тушения пожара используют противопожарные

каналы и валы, которые образуются после взрывов. Это помогает предотвратить распространение огня и обеспечивает безопасность на расстоянии от 50 до 60 м.

Для эффективного тушения пожаров применяют два основных метода с использованием новых поточно-механизированных технологий взрывных работ.

Для предотвращения пожара в лесу можно использовать двусторонний симметричный выброс грунта на расстояние 45-50 м с образованием гребней высотой 0,8-1 м, когда огонь еще не добрался до населенного пункта, но приближается к лесу.

Для защиты населенного пункта от пожара

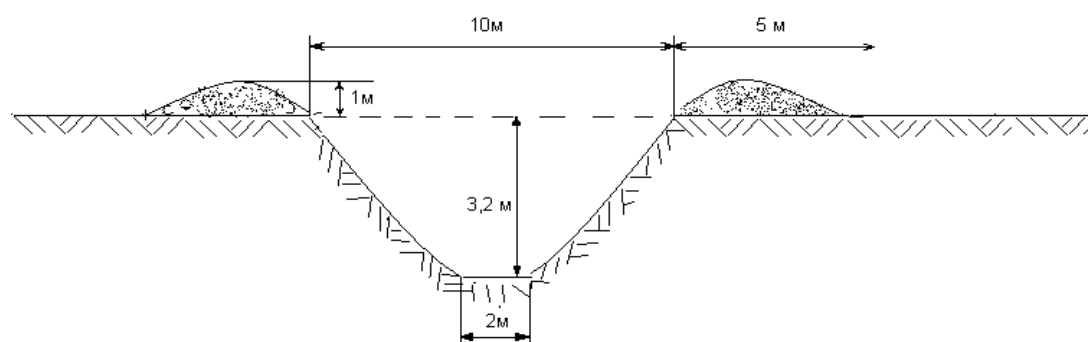


Рис. 1. Схема поперечного профиля противопожарного канала

Fig. 1. Fire channel cross profile diagram

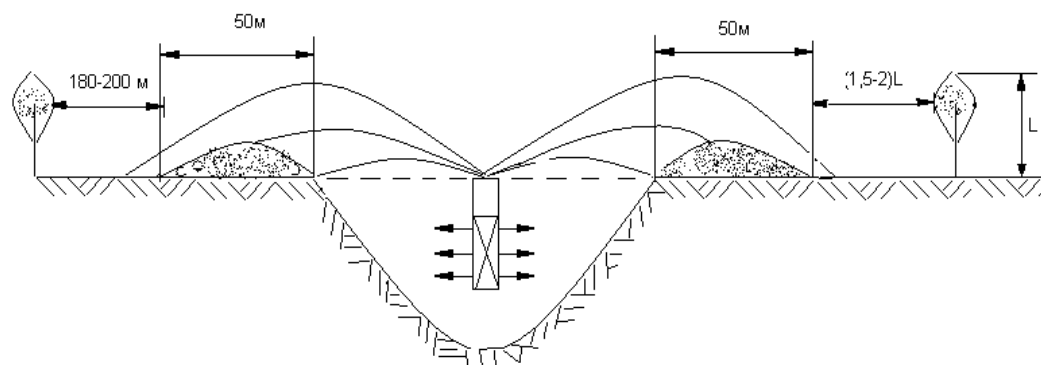


Рис. 2. Двусторонний симметричный выброс грунта при взрыве

Fig. 2. Two-sided symmetrical soil release during explosion

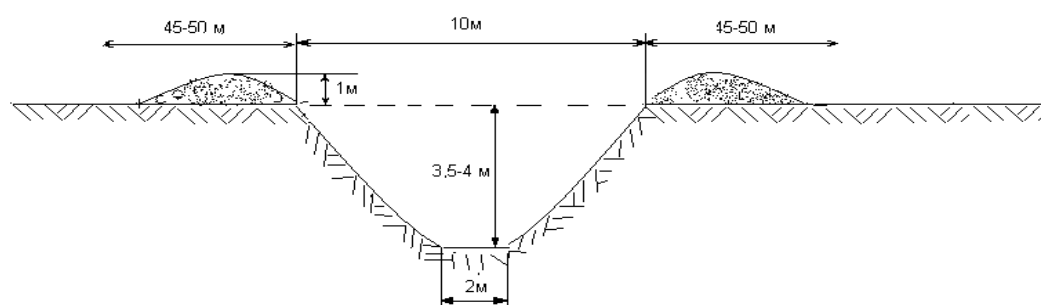


Рис. 3. Противопожарный канал при однонаправленном выбросе щелевым зарядом

Fig. 3. Fire channel in case of unidirectional release of slotted charge

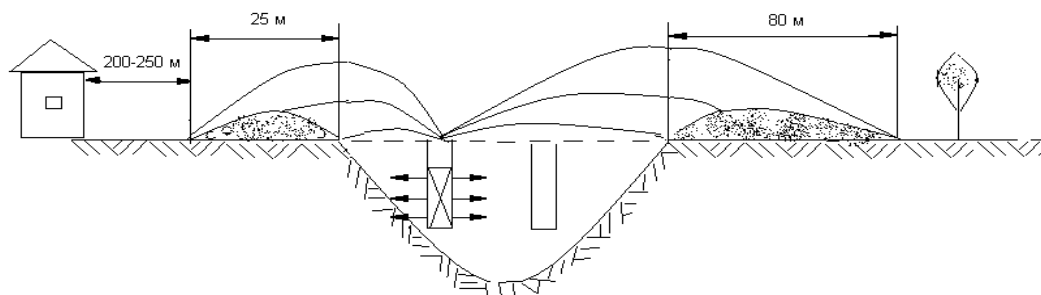


Рис. 4. Способ тушения пожара с помощью создания противопожарного канала при одностороннем выбросе грунта взрывом щелевым зарядом

Fig. 4. Method for extinguishing a fire by creating a fire channel in case of unidirectional release of soil by explosion of a slot charge

леса используется двухрядное расположение зарядов. Один ряд зарядов размещается со стороны населенного пункта, а второй – со стороны леса. При взрыве заряда со стороны населенного пункта ударная волна и грунт направляются в сторону леса, что помогает предотвратить разрушения и защищает строения.

При одностороннем направленном взрыве образуется высокий гребень и большой развал грунта со стороны горящего леса. Необходимо соблюдать правила безопасности при взрывных работах из-за большого разлета кусков грунта в сторону леса.

При использовании непрерывных горизонтальных зарядов энергия взрыва увеличивается в 3 раза, что позволяет заглублять заряды на треть глубины выемки. В песчаных грунтах для выемок глубиной 2,5-3 м достаточно заложить шнуровой заряд на глубину 0,8-0,9 м, а щелевой заряд на глубину 1-1,2 м.

На Рис. 1 показана типовая схема поперечного профиля противопожарного канала, создаваемого взрывом щелевого заряда.

Создается противопожарный канал путем взрыва щелевого заряда для локализации пожара.

Как видно на Рис. 2, при двустороннем симметричном выбросе формируется противопожарный ров, эффективный для создания барьера на пути огня.

Взрыв при двустороннем симметричном выбросе грунта создал общий вид противопожарного рва. Рис. 3 иллюстрирует результат одностороннего взрыва щелевого заряда, формирующего противопожарный канал. На Рис. 4 представлена схема тушения пожара с применением направленного взрыва, образующего противопожарный канал.

Заключение

Рассмотрены возможные условия возникновения пожаров в лесу рядом с карьером «Самарский». Разработаны мероприятия по тушению и локализации возгораний. Предполагается использовать заряды ВВ для тушения верховых лесных пожаров ударной

волной и для строительства противопожарных рвов.

При взрыве зарядов ВВ создается ударная волна направленного действия с необходимой динамикой, позволяющей эффективно бороться с распространением верховых лесных пожаров, а также обеспечивающей необходимые геометрические размеры, достаточный объем взорванной массы для создания противопожарных рвов определенной формы. Указанные меры направлены на повышение оперативности реагирования на очаги возгорания и снижение ущерба от пожаров.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьев Ю. Л., Акимов В. А., Соловьев Ю. Л. Лесные пожары на территории России: Состояние и проблемы / под общ. ред. Ю. Л. Воробьева. М.: ДЭКС-ПРЕСС, 2004. 312 с.
2. Каспаров А. А. Леса России – стратегический запас планеты // Межотраслевой тематический каталог системы безопасности. 2006. Т. 12. № 1. С. 38–41.
3. Бартенев И. М. Машины и механизмы лесного и лесопаркового хозяйства: учеб. Пособие. Воронеж: ФГБОУ ВПО «ВГЛТА», 2014. С. 348.
4. Писаренко А. И., Страхов В. В. Лесное хозяйство России: от использования – к управлению. М.: Юриспруденция, 2004. 552 с.
5. Катаева Л. Ю. Постановка и проведение вычислительного эксперимента по исследованию аэро- и гидродинамических процессов в аварийных ситуациях природного и техногенного характера. М.: Российский государственный открытый технический университет путей сообщения, 2007. 218 с.
6. Белоцерковская И. Е., Катаева Л. Ю., Маслеников Д. А., Лошилов С. А. Влияние водного барьера на динамику ландшафтных лесных пожаров // Естественные и технические науки. 2013. Том 3. № 65. С. 15–19.
7. Катаева Л. Ю., Маслеников Д. А., Лошилова Н. А. Определение закономерностей подавления волны горения свободной водой в однородном

пористом слое органических горючих материалов // Известия Российской академии наук. Механика жидкости и газа. 2016. № 3. С. 99–109. DOI: 10.7868/S0568528116030075.

8. Беляев И. В., Катаева Л. Ю., Масленников Д. А., Лощилов Н. А. Исследование влияния комбинации искусственной и естественной преграды для тушения лесного пожара // Международный научно-исследовательский журнал. 2016. № 6–5 (48). С. 88–94. DOI: 10.18454/IRJ.2016.48.166.

9. Катаева Л. Ю., Ильичева М. Н., Лощилов А. А. Математическое моделирование тушения лесного пожара капсулами с водой в термоактивной оболочке // Вычислительная механика сплошных сред. 2020. Т. 13. № 3. С. 320–336. DOI: 10.7242/1999-6691/2020.13.3.26.

10. Гришин А. М., Цымбалюк А. Ф. Математическое моделирование срыва лесных горючих материалов в результате взрыва шнурового заряда взрывчатого вещества // Физика горения и взрыва. 2006. Т. 42. № 3. С. 92–99.

11. Гришин А. М. Математическое моделирование лесных пожаров и новые способы борьбы с ними. Новосибирск : Наука, 1992. 408 с.

12. Лощилов А. А., Ильичева М. Н., Иконников В. А., Шаулов Д. А. и др. Математическое моделирование тушения лесного пожара при помощи направленного взрыва // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. Информатика и управление в технических и социальных системах. 2018. № 4 (123). С. 33–40.

13. Гришин А. М., Зима В. П., Касымов Д. П. Моделирование воздействия очага горения на торф и древесину на испытательном комплексе в лабораторных условиях // Пожаровзрывобезопасность. 2016. Т. 25. № 12. С. 30–36.

14. Катаева Л. Ю., Масленников Д. А., Белоцерковская И. Е. Численное моделирование динамики пожара с учетом рельефа местности и внешнего поля скоростей // Пожаровзрывобезопасность. 2012. Т. 21. № 12. С. 49–58.

15. Гришин А. М., Катаева Л. Ю., Лобода Е. Л. Математическое моделирование сушки слоя лесных горючих материалов // Вычислительные технологии. 2001. Т. 6. С. 140.

16. Масленников Д. А., Белоцерковская И. Е., Лощилов С. А., Катаева Л. Ю. Особенности численного моделирования распространения суммарного теплового потока при лесных пожарах. Нижний Новгород : изд-во ООО «Стимул-СТ», 2013. 110 с.

17. Касымов Д. П., Агафонцев М. В., Перминов В. В. [и др.] Исследование устойчивости к воспламенению строительных конструкций из древесины при тепловом воздействии потока горящих частиц // Физика горения и взрыва. 2023. Т. 59. № 2. С. 91–100.

18. Пат. 183063 Российская Федерация. Генератор горящих и тлеющих частиц / Касымов Д. П., Перминов В. В., Фильков А. И., Агафонцев А. М., Рейно В. В., Гордеев Е. В. По заявке № 2017145135, заявлено 21.12.2017; опублик. 07.09.2018. Бюл. № 25. 6 с.

19. Ковалев Ю. М. Математическое и физическое моделирование инициирования детонации в твердых взрывчатых веществах и распространение ударных волн в пологом лесу при лесных пожарах // Дис. ... канд. физ.-мат. наук. Томск, 1987. 195 с.

20. Лобода Е. Л., Агафонцев М. В., Старосельцева А. А. Детонационные процессы во фронте горения растительных горючих материалов // Пожарная безопасность. 2023. № 1 (110). С. 27–34.

21. Авторское свидетельство № 1147413 СССР МКИ А 62 С. Способ локализации лесных пожаров / Гришин А. М., Абалтусов В. Е., Бабаев В. М., Грузин А. Д., Зверев В. Г. № 3359093/29, заявл. 01.12.1981. ВНИИГПЭ ; опублик. 1985. Бюл. № 12. 3 с.

22. Авторское свидетельство № 1136811 СССР МКИ А 62 С. Способ тушения лесного пожара / Гришин А. М., Зверев В. Г., Плюхин В. В., Грузин А. Д., Бабаев В. М., Абалтусов В. Е. № 3516796/29-12, заявл. 01.12.1982; опублик. 1985. Бюл. № 4. 3 с.

23. Авторское свидетельство № 1657198 А1, А 62 С 3/02 от 22.02.1980 г. Устройство для тушения лесного пожара / Гришин А. М., Голованов А. Н., Андреев Н. А., Пряхин П. Н. № 4661158, заявл. 03.01.1989; опублик. 23.09.1991. Бюл. № 23. 2 с.

24. Лобода Е. Л., Агафонцев М. В., Старосельцева А. А., Рейно В. В., Хасанов И. Р., Колесников И. А., Лобода Ю. А., Базаров Д. Д. Комбинированные подходы в тушении очага горения растительных горючих материалов // Известия вузов. Физика. 2024. Т. 67. № 3. С. 53–60.

25. Гришин А. М. Мой путь в науку и образовательную деятельность. Кемерово : Практика, 2009. с. 167.

26. Барановский Н. В. Оценка вероятности возникновения лесных пожаров с учетом метеоусловий, антропогенной нагрузки и грозовой активности // Пожарная безопасность. 2009. № 1. С. 93–99.

27. Клишин И. В., Филиппов В. Н. Применение взрывного способа разработки котлованов для строительства фундаментов // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. 2024. Т. 11. № 1. С. 75–79.

28. Клишин И. В., Клишин Н. И. Разработка схемы короткозамедленного взрывания зарядов с учетом крепости горных пород при ведении взрывных работ на карьере «Самарский» // Фундаментальные и прикладные вопросы горных наук. 2024. Т. 11. № 4. С. 34–41.

29. Пат. 2700227 Российская Федерация. МПК

А62С 3/02 (2006.01). Способ тушения лесных пожаров / АО Новосибирский механический завод «Искра». № 2018104159; заявл. 02.02.2018; опубл. 13.09.2019. Бюл. № 26.

30. Пат. 2845636 Российская Федерация. МПК

F42D 1/08 (2006.01), F42D 3/04 (2006.01), F42B 1/02 (2006.01). Скважинный заряд / Клишин И. В. №2025115934; заявл. 10.06.2025; опубл. 25.08.2025. Бюл. № 24.

© 2026 Авторы. Эта статья доступна по лицензии Creative Commons «Attribution» («Атрибуция») 4.0 Всемирная (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Об авторах:

Клишин Николай Игоревич, Институт горного дела имени Н. А. Чинакала СО РАН, Красный проспект, 54, Новосибирск, 630091, Россия, e-mail: Lexus20043@mail.ru

Заявленный вклад авторов:

Клишин Николай Игоревич – постановка исследовательской задачи, научный менеджмент, выводы, обзор соответствующей литературы, анализ данных, написание текста.

Все авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.

Original article

LOCALIZATION OF FOREST AND PEAT FIRES BY EXPLOSIVE METHOD IN THE VICINITY OF BUILDING STONE MINING AT THE SAMARSKOYE DEPOSIT

Nikolay I. Klishin

Chinakal Institute of Mining, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences

* for correspondence: Lexus20043@mail.ru



Article info

Received:

11 March 2026

Accepted for publication:

15 June 2026

Accepted:

01 July 2026

Keywords: forest area, quarry, fire, explosion, charge, fire localization

Abstract.

The article analyzes the causes and consequences of forest and peat fires in areas where building stone is mined, using the Samarskoye deposit in the Novosibirsk region as an example. The types of forest fires and their characteristics are discussed. There are two main groups of causes for natural fires: natural and anthropogenic. Since fires can spread over large areas and cause natural disasters, various methods and tools are used to address safety issues. To reduce the risk of fire hazards and minimize the consequences of natural fires, a comprehensive approach is proposed that combines prevention, forecasting, detection, and extinguishing measures. Methods for localizing and extinguishing fires using directed explosions, including explosive charges, as well as modern technologies for creating fire barriers, have been proposed. For example, fire-resistant channels and mounds are used, which are formed after explosions. This helps to prevent the spread of fire and ensure safety within a distance of 50 to 60 m. Special attention is paid to methods of increasing the efficiency and safety of explosive work. A typical diagram of the cross-section profile of a fire-resistant channel created by the explosion of a slot charge is presented, as well as diagrams of the placement of charges and the design of fire-resistant channels. The proposed measures are aimed at increasing the efficiency of responding to fire outbreaks and reducing the damage caused by fires. Methods of extinguishing a forest area by means of a directed explosion using explosive charges are proposed. The results of the study can be useful in developing fire protection plans for industrial facilities located near forest areas.

For citation: Klishin N.I. Localization of forest and peat fires by explosive method in the vicinity of building stone mining at the Samarskoye deposit. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*=Bulletin of the Kuzbass State Technical University. 2026; 3(175):144-153. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.26730/1999-4125-2026-3-144-153, EDN: PTNCRJ

REFERENCES

1. Vorobyov Yu.L., Akimov V.A., Soloviev Yu.L. Forest fires in Russia: State and problems/under the general. ed. Yu.L. Vorobyova. M.: DEKS-PRESS; 2004. 312 p.
2. Kasparov A.A. Forests of Russia – the strategic reserve of the planet. *Intersectoral thematic catalog of the security system*. 2006; 12(1):38-41.
3. Bartenev I.M. Machines and mechanisms of forestry and forest park economy: study. Manual. Voronezh: FSBEI HPE "VGLTA"; 2014. P. 348.
4. Pisarenko A.I., Strakhov V.V. Forestry of Russia: from use to management M.: Jurisprudence; 2004. 552 p.
5. Kataeva L.Yu. Setting up and conducting a computational experiment to study aero- and hydrodynamic processes in emergency situations of a natural and man-made nature. Moscow: Russian State Open Technical University of Railways; 2007. 218 s.
6. Belotserkovskaya I.E., Kataeva L. Yu., Maslennikov D.A., Loshchilov S.A. Influence of the water barrier on the dynamics of landscape forest fires. *Natural and technical sciences*. 2013; 3(65):15-19.
7. Kataeva L.Yu., Maslennikov D.A., Loshchilova N.A. Determination of the laws of suppression of the combustion wave by free water in a homogeneous porous layer of organic combustible materials. *Izvestia of the Russian Academy of Sciences. Fluid and gas mechanics*. 2016; 3:99-109. DOI: 10.7868/S0568528116030075.
8. Belyaev I.V., Kataeva L.Yu., Maslennikov D.A., Loshchilova N.A. Study of the influence of a combination of artificial and natural barriers to extinguishing a forest fire. *International Research Journal*. 2016; 6-5(48):88-94. DOI: 10.18454/IRJ.2016.48.166.
9. Kataeva L.Yu., Ilyicheva M.N., Loshchilov A.A. Mathematical modeling of extinguishing a forest fire with capsules with water in a thermoactive shell. *Computational mechanics of continuous media*. 2020; 13(3):320-336. DOI: 10.7242/1999-6691/2020.13.3.26.
10. Grishin A.M., Tsymbalyuk A.F. Mathematical modeling of the breakdown of forest combustible materials as a result of an explosion of a cord explosive charge. *Physics of combustion and explosion*. 2006; 42(3):92-99.
11. Grishin A.M. Mathematical modeling of forest fires and new ways to combat them. Novosibirsk: Science; 1992. 408 p.
12. Loshchilov A.A., Ilyicheva M.N., Ikonnikov V.A., Shaulov D.A. and others. Mathematical modeling of extinguishing a forest fire using a directed explosion. *Proceedings of NSTU named after R.E. Alekseev. Informatics and management in technical and social systems*. 2018; 4(123):33-40.
13. Grishin A.M., Zima V.P., Kasymov D.P. Modeling the impact of a combustion center on peat and wood at a test complex in laboratory conditions. *Fire and explosion safety*. 2016; 25(12):30-36.
14. Kataeva L.Yu., Maslennikov D.A., Belotserkovskaya I.E. Numerical modeling of fire dynamics taking into account the terrain and external velocity field. *Fire and explosion safety*. 2012; 21(12):49-58.
15. Grishin A.M., Kataeva L.Yu., Loboda E.L. Mathematical modeling of drying a layer of forest combustible materials. *Computing technologies*. 2001; 6. P. 140.
16. Maslennikov D.A., Belotserkovskaya I.E., Loshchilov S.A., Kataeva L. Yu. Features of numerical modeling of the distribution of the total heat flow during forest fires. Nizhny Novgorod: Publishing House Stimul-ST LLC; 2013. 110 p.
17. Kasymov D.P., Agafontsev M.V., Perminov V.V. [et al.] Study of the resistance to ignition of building structures made of wood under the thermal effect of a stream of burning particles. *Physics of combustion and explosion*. 2023; 59(2):91-100.
18. Pat. 183063 Russian Federation. Generator of burning and smoldering particles / Kasymov D.P., Perminov V.V., Filkov A.I., Agafontsev A.M., Reynaud V.V., Gordeev E.V. under application № 2017145135, declared 21.12.2017; publ. 07.09.2018. Bul. № 25. 6 p.
19. Kovalev Yu.M. Mathematical and physical modeling of the initiation of detonation in solid explosives and the propagation of shock waves in the forest canopy during forest fires. Dis.... cand. phys.-mat. sciences. Tomsk, 1987. 195 p.
20. Loboda E.L., Agafontsev M.V., Staroseltseva A.A. Detonation processes in the burning front of plant combustible materials. *Fire safety*. 2023; 1(110):27-34.
21. Author's certificate № 1147413 USSR MKI A 62 S. Method of localization of forest fires / Grishin A.M., Abaltusov V.E., Babaev V.M., Gruzin A.D., Zverev V.G. № 3359093/29, application. 01.12.1981. VNIIGPE; publ. 1985. Bul. № 12. 3 p.
22. Author's certificate № 1136811 USSR MKI A 62 S. Method of extinguishing a forest fire / Grishin A.M., Zverev V.G., Plyukhin V.V., Gruzin A.D., Babaev V.M., Abaltusov V.E. № 3516796/29-12, application. 01.12.1982; publ. 1985. Bul. № 4. 3 p.
23. Author's certificate № 1657198 A1, A 62 C 3/02 dated 22.02.1980. Device for extinguishing a forest fire / Grishin A.M., Golovanov A.N., Andreev N.A., Pryakhin P.N. № 4661158, application. 03.01.1989; publ. 23.09.1991. Bul. № 23. 2 p.
24. Loboda E.L., Agafontsev M.V., Staroseltseva A.A., Reynaud V.V., Khasanov I.R., Kolesnikov I.A.,

Loboda Yu.A., Bazarov D.D. Combined approaches in extinguishing the source of combustion of plant combustible materials. *News of universities. Physics*. 2024; 67(3):53-60.

25. Grishin A.M. My path to science and educational activity. Kemerovo: Practice; 2009. 167 p.

26. Baranovsky N.V. Assessment of the probability of forest fires taking into account weather conditions, anthropogenic load and thunderstorm activity. *Fire safety*. 2009; 1:93-99.

27. Klishin I.V., Filippov V.N. The use of an explosive method of developing pits for the construction of foundations. *Fundamental and applied issues of mining sciences*. 2024; 11(1):75-79.

28. Klishin I.V., Klishin N.I. Development of a scheme for short-delay blasting of charges taking into account the strength of rocks during blasting operations at the Samarsky quarry. *Fundamental and applied issues of mining sciences*. 2024; 11(4):34-41.

29. Pat. 2700227 Russian Federation. IPC A62C 3/02 (2006.01). Method of extinguishing forest fires / JSC Novosibirsk Mechanical Plant Iskra. № 2018104159; declared. 02.02.2018; publ. 13.09.2019. Bul. № 26.

30. Pat. 2845636 Russian Federation. IPC F42D 1/08 (2006.01), F42D 3/04 (2006.01), F42B 1/02 (2006.01). Well charge / I.V. Klishin. № 2025115934; declared. 10.06.2025; publ. 25.08.2025. Bul. № 24.

© 2026 The Authors. This is an open access article under the CC BY license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

The authors declare no conflict of interest.

About the authors:

Nikolay I. Klishin, Chinakal Institute of Mining, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, e-mail: Lexus20043@mail.ru

Contribution of the authors:

Nikolay I. Klishin - setting a research task, scientific management, conclusions, review of relevant literature, data analysis, writing a text.

All authors have read and approved the final manuscript.

