

Научная статья

УДК 630*432.332+662.46

DOI 10.48012/1817-5457_2026_1_54-61

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПРОВЕДЕНИЯ ВЗРЫВНЫХ РАБОТ ДЛЯ СОЗДАНИЯ МИНЕРАЛИЗОВАННЫХ ПОЛОС

Ерицов Андрей Маркелович¹, Куксин Григорий Валерьевич²,
Залесов Сергей Вениаминович^{3✉}

^{1,3}ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», Екатеринбург,
Россия

²АНО «Центр профилактики ландшафтных пожаров», Москва, Россия

³zalesovsv@m.usfeu.ru

Аннотация. Рассмотрены актуальные вопросы борьбы с лесными пожарами и обоснована необходимость развития современных технологий прокладки минерализованных полос в удаленных и труднодоступных территориях, в том числе с применением взрывчатых материалов. В процессе исследований были проанализированы литературные и ведомственные материалы по применению различных видов взрывчатых веществ при проведении профилактических мероприятий, противопожарном устройстве территории и ликвидации лесных пожаров. Также проанализирован практический опыт ликвидации пожаров путем прокладки опорных и заградительных минерализованных полос с применением взрывчатых веществ. По результатам исследований отмечены преимущества применения взрывчатых материалов в сравнении с другими способами создания минерализованных полос ручным способом, огнезащитным экраном и пенообразователями, и обоснована необходимость дальнейшего развития технологий проведения взрывных работ для ликвидации лесных пожаров. Установлено, что использование детонирующих шнуров высокой мощности существенно повышает эффективность их применения в сравнении с другими способами прокладки опорных полос в удаленных территориях. Представлены технические характеристики детонирующих шнуров высокой мощности, сравнительные результаты их испытаний, а также рекомендации по их применению. Показано, что модель детонирующего шнура высокой мощности ДШН-М-160 позволяет создавать эффективную минерализованную полосу до минерального слоя почвы при использовании 1 линии детонирующего шнура в представленных лесорастительных условиях. Средняя ширина минерализованной полосы составила 35 см, общий разброс грунта – в среднем 340 см, глубина полосы – около 13 см, высота нагара от взрыва – 230 см. При проведении взрывов под пологом леса наблюдается незначительная (в сравнении с ДШН-80) вспышка, однако применение устройства распылительного с блокировкой взрывной сети в месте срабатывания капсуля-детонатора предотвращает возгорание лесной подстилки даже при высоких температурах, низкой относительной влажности и наличии сухих лесных горючих материалов.

Ключевые слова: лесные пожары, взрывчатые материалы, прокладка минерализованных полос, удаленные территории, детонирующие шнуры.

Для цитирования: Ерицов А. М., Куксин Г. В., Залесов С. В. Совершенствование технологий проведения взрывных работ для создания минерализованных полос // Вестник Ижевской государственной сельскохозяйственной академии. 2026. № 1(85). С. 54-61. https://doi.org/10.48012/1817-5457_2026_1_54-61.

Актуальность. Совершенствование технологий ведения лесного хозяйства на территории лесного фонда, к сожалению, до настоящего времени не изменило ситуацию с лесными пожарами. Последние, несмотря на предпринимаемые усилия по их сокращению, ежегодно охватывают миллионы гектар лесных насаждений, что приводит к значительным экологическим и экономическим потерям [2, 23]. Особую озабоченность вызывает возрастание доли почвенных и крупных лесных пожаров, которые приводят к выбросу в атмосферу большого количества

углекислого газа, способствуя тем самым изменению климата на нашей планете [3, 6, 14, 19]. Крупные пожары обуславливают и другие катастрофические последствия. При этом статистическая отчетность позволяет констатировать, что доля крупных лесных пожаров по площади превышает 70 % [21].

Причин перехода лесных пожаров в крупные довольно много. Это и наблюдающиеся изменения климата, высокая захлапленность лесного фонда, что затрудняет эффективную ликвидацию пожаров, недостаточная оснащенность

лесных пожарных эффективными средствами пожаротушения, несвоевременное обнаружение возгораний, сложность доставки людей и техники к месту пожара и т. д. В то же время, несмотря на объективные и субъективные причины, следует констатировать, что крупные пожары продолжают создавать реальную угрозу не только объектам экономики, но и здоровью, а также жизни населения [15, 22].

Недопущение перерастания (развития) лесных пожаров в крупные является приоритетной задачей работников лесоохраны [12], что особенно важно, если учесть увеличение показателей фактической горимости лесов, зафиксированное в 2021–2024 гг. [1], когда в целом ряде субъектов РФ была чрезвычайная пожарная обстановка.

Увеличение продолжительности пожароопасных сезонов, усиление грозовой активности, а также установление продолжительных периодов без осадков в разных регионах страны требует разработки и внедрения новых высокоэффективных технологий пожаротушения, сокращающих период между обнаружением возгорания и ликвидацией пожара [14].

При ликвидации пожаров на труднодоступных территориях возникает необходимость создания опорных минерализованных полос ручным способом или мобильными механизированными способами. Применение ручных инструментов (лопата, топор-мотыга, грабли) связано с огромным физическим трудом и требует значительного времени по продолжительности прокладки таких полос.

Имеются технологии прокладки опорных полос с использованием пенообразователей и смачивателей [13, 16, 18], однако данный способ также требует организационных работ по доставке химикатов к местам проведения работ. При этом опорная полоса прокладывается только на поверхности лесной подстилки и через определенное время огонь прорывается под проложенной полосой, в связи с чем требуется постоянное наблюдение за пожаром по всему периметру и последующие прокладки полосы до минерального слоя.

ФБУ «Авиалесоохрана» также проведены испытания по внедрению в практику борьбы с лесными пожарами огнезащитного экрана для остановки низовых пожаров сильной интенсивности [7, 10]. Однако данная технология также требует значительных предварительных работ по уборке захламленности и кустарниковой растительности в местах установки экрана. Таким образом, одним из эффективных способов прокладки минерализованных полос в удален-

ных и труднодоступных территориях остается проведение взрывных работ [4, 17, 20, 24].

Цель работы – анализ использования взрывчатых веществ при создании противопожарных барьеров и совершенствование на этой основе способов ликвидации лесных пожаров на удаленных, труднодоступных участках лесного фонда.

Материал и методика исследований. В процессе исследований были проанализированы литературные и ведомственные материалы по применению различных видов взрывчатых веществ во время профилактических мероприятий, при противопожарном устройстве территории и ликвидации лесных пожаров.

Помимо литературных и ведомственных материалов, обобщающих опыт применения взрывчатых веществ при охране лесов, проанализирован практический опыт ликвидации пожаров путем прокладки опорных и заградительных минерализованных полос с применением взрывчатых веществ в шести субъектах РФ.

В процессе исследований устанавливалась ширина эффективной минерализованной полосы, полностью лишенной напочвенных горючих материалов, и ее глубина после взрыва одного и двух лент шнура ДШН-М-160 при разной мощности лесной подстилки.

После укладки шнура производился замер мощности лесной подстилки металлической линейкой с фиксацией участков, на которых мощность подстилки составляла 3, 5 и 8 см. После замеров производился взрыв и замерялась ширина и глубина эффективной минерализованной полосы с проведением не менее 10 замеров в каждой градации мощности лесной подстилки по двум вариантам опыта с установлением в камеральных условиях средних значений ширины и глубины минерализованной полосы в зависимости от мощности лесной подстилки при одной и двух лентах ДШН-М-160.

Результаты и их обсуждение. История применения взрывчатых веществ при ликвидации лесных пожаров насчитывает уже многие десятилетия. Особенно активно взрывчатые вещества стали применяться в начале XX столетия, сразу после окончания Первой мировой войны. В частности, с их помощью создавались противопожарные водоемы. В системе авиалесоохраны взрывчатые вещества стали применяться при ликвидации лесных пожаров с 1949 г. Вначале при прокладке противопожарных барьеров использовался метод шпуровых зарядов, а затем он был заменен на более эффективный метод накладных зарядов. Последний позволил

не только увеличить производительность труда и снизить трудозатраты, но и обеспечил повышение безопасности работ.

Одной из главных причин применения взрывчатых веществ является высокая производительность труда при выполнении земляных работ, особенно при прокладке опорных и заградительных полос на пересеченной, покрытой лесной растительностью местности. Естественно, что создание минерализованных полос ручными инструментами и мотоблоками связано со значительными трудовыми затратами, а доставка к месту пожара тяжелой землеройной техники при высокой заболоченности территории лесного фонда и слабой освоенности его дорожной сетью весьма проблематична. Указанное объясняет широкое использование взрывчатых веществ на большой территории лесного фонда страны, особенно в районах авиалесоохраны [8, 11].

Изменения политической обстановки и опасность террористических актов резко сократили проведение взрывных работ в нашей стране с середины 1990-х гг. XX столетия, а передача полномочий по охране лесов от пожаров субъектам РФ после принятия Лесного кодекса в 2006 г. практически исключила использование взрывчатых веществ из практики лесосохраны. Долгое время имели место лишь опытные работы по использованию взрывчатых веществ, проводимые работниками авиалесоохраны.

Картина изменилась в 2017 г., когда проведение взрывных работ при ликвидации лесных пожаров и противопожарном устройстве было возложено на ФБУ «Авиалесоохрана». Указанное учреждение имеет специальную лицензию от Федеральной службы по технологическому, экологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) на проведение взрывных работ, а также специально подготовленных специалистов и склады для хранения взрывчатых веществ [10].

В настоящее время взрывные работы ведутся на основе государственного задания при прокладке заградительных и опорных минерализованных полос на труднодоступных, удаленных территориях лесного фонда. В частности, взрывчатые вещества применялись при ликвидации лесных пожаров в таких субъектах РФ, как Иркутская и Амурская области, Республика Саха и Бурятия, Забайкальский и Красноярский края. На всех объектах, где применялись взрывчатые вещества, был получен высокий эффект, то есть с минимальными затратами трудовых ресурсов были проложены минерализованные полосы достаточной для пуска отжига или оста-

новки лесного пожара ширины. За период с 2017 по 2025 г. минерализованные полосы протяженностью 170 км прокладывались ежегодно с применением детонирующего шнура высокой мощности ДШН-80 [8].

Указанный детонирующий шнур ДШН-80 производится АО НМЗ «Искра». Он представляет собой сердцевину из сыпучего бризантного взрывчатого вещества – ТЭНа, заключенную в обмотки из вязкозых и полипропиленовых нитей и водоизолирующую обмотку из пластика красного цвета. В целях недопущения высыпания сердцевины концы шнура изолированы лаком и изоляционной лентой. Для инициирования взрыва используется неэлектрическая система инициирования «Искра-Старт». Достоинством указанного стартового устройства является инициирование взрыва в самых различных условиях как на поверхности, так и в подземных условиях, то есть в шахтах и рудниках даже при опасных концентрациях газа и пыли.

Экспериментально было доказано, что использование ДШН-80 с неэлектрической системой инициирования «Искра-Старт» позволяет создавать опорные и заградительные минерализованные полосы, многократно сокращая время на их прокладку по сравнению с ручными инструментами [8].

При прокладке минерализованных полос взрывным методом выполняются в полном объеме требования ФНиП «Правила безопасности при взрывных работах», а также технологической инструкции «Организация и ведение взрывных работ при борьбе с лесными пожарами».

Поскольку эффективность минерализованной полосы при остановке лесного пожара во многом зависит от ее ширины, детонирующим шнур прокладывался по напочвенному покрову в одну, две, три и более нитей. Именно от количества совместно проложенных нитей шнура зависит мощность взрыва, а следовательно, и ширина прокладываемой минерализованной полосы. Выбор, точнее, установление количества нитей ДШН-80, зависит от мощности лесной подстилки, развития живого напочвенного покрова, механического состава почвы, захламленности участка и т. д. Эффективность взрыва повышается при укладке нитей шнура вплотную друг к другу и плотном расположении их на лесной подстилке. Исследования показали, что применение детонирующего шнура высокой мощности ДШН-80 значительно сокращает время подготовки к взрыву даже по сравнению с применяемыми ранее шланговыми заряда-

ми патронированных аммонитов марок 6 ЖВ ПЖВ20.

Эксперименты показали, что ДШН-80 обладает достаточной мощностью для прокладки заградительных и опорных полос на пути лесного пожара шириной от 0,5 до 5,0 м. При этом количество нитей шнура не превышает 3–4 шт. Как недостаток можно отметить наличие случаев возгорания после взрыва лесной подстилки. Последнее зафиксировано при относительной влажности лесной подстилки менее 50 % и температуре воздуха 25–30 °С и более [8, 11].

В целях ликвидации указанного недостатка и совершенствования технологии ликвидации лесных пожаров с использованием взрывчатых веществ ФБУ «Авиалесоохрана» и АО НМЗ «Искра» 30 июня 2020 г. провели демонстрационные испытания ДШН-М-160, имеющего навеску сыпучего бризантного взрывчатого вещества в количестве 160 г/пог. м. Испытания проводились на испытательном полигоне завода (рис. 1) [11].

Демонстрационные взрывы проводились с целью оценки технической эффективности и безопасности применения устройства распылительного с блокировкой взрывной сети (УРсБ) и ДШН-М-160 при прокладке заградительных и опорных минерализованных полос. В процессе испытаний определена возможность прокладки детонирующего шнура без пластиковой катушки, отсутствие возгораний лесной подстилки в результате использования УРсБ, которое предназначено для обеспечения предварительной инертнизации с помощью распыления огнетушащего порошка. УРсБ должно безотказ-

но срабатывать и инициировать до 20 ударно-волноводных трубок устройства инициирующего с замедлением шпурового СИНВ-Ш ДИШВ 773979.010 ТУ или устройства инициирующего с замедлением шпурового ИСКРА-Ш ТУ 7275-032-07513903-2008.

УРсБ представляет собой пластмассовый корпус, заполненный огнетушащим порошком ИСТО-1 ТУ 2149-001-54572789-00. Допускаются другие марки огнетушащих порошков, не ухудшающие эксплуатационные характеристики УРсБ. Корпус закрыт пластмассовой крышкой. Внутри корпуса находится сборка, состоящая из бумажной трубки, на которую навито два метра детонирующего шнура ДШЭ-12 ГОСТ 6196-78, выполняющего роль распыляющего заряда. На дне корпуса и на крышке имеются отверстия, которые вместе с трубкой образуют сквозной канал для введения в него ударно-волновых трубок устройства инициирующего с замедлением шпурового СИНВ-Ш ДИШВ 773979.010 ТУ или устройства инициирующего с замедлением шпурового ИСКРА-Ш ТУ 7275-032-07513903-2008, и для вывода проводов электродетонатора ЭД-КЗ-0-ПКМ ТУ 84-1162-87, который присоединен к детонирующему шнуру. Корпус УРсБ должен быть окрашен в желтый цвет (рис. 2.) Допускается наклеивать на неокрашенный корпус отличительную полосу желтого цвета.

Испытания проводились в заводских условиях на территории полигона КИС в лиственном лесном массиве. Взрывы осуществлялись при температуре 26-30 °С в условиях с легко воспламеняемой лесной подстилкой из сухих прошлогодних листьев и сухой травы.



Рисунок 1 – Демонстрационные испытания ДШН-М-160 (до и после взрыва)



Рисунок 2 – Применение УРсБ в ходе испытаний ДШН-М-160

Прокладка полос производилась взрыванием отрезков ДШН-М-160 длиной 10 м, размотанных в линию, также было проведено взрывание отрезков ДШН-М-160, размотанных в линию, с применением УРсБ. Для проведения замеров и фиксации результатов демонстрационных взрывов использовались: рулетка, мерная линейка, термометр, секундомер, проводилась фото- и видеосъемка. Места экспериментов: поляна с сухой и зеленой травой на суглинке. Тип леса: березняк вейниковый.

Состав 9Б,10с. Высота 13 м. Возраст 45 лет. Средний диаметр 20 см. Полнота 05–07. Погодные условия: температура 24–26 °С, максимальная температура 30 °С, без осадков, КПО – III, ветер Ю 2–3 м/с. Относительная влажность воздуха 45–60 %.

Опытные взрывы проводились прокладкой линий взрыва в 1–2 шнура ДШН-М-160.

Всего выполнено 12 экспериментальных взрывов на участках леса с различной полнотой древостоя и мощности лесной подстилки.

Линии шнура ДШН-М-160 прокладывались и взрывались с УРсБ без капсуля-детонатора и детонирующего шнура с двух концов, а также капсуль-детонатор и детонирующий шнур засыпались грунтом, на другом конце применялся УРсБ.

Оценка результатов демонстрационных взрывов: при прокладке минполосы в представленных лесорастительных условиях, с использованием одной линии взрыва ДШН-М-160, средняя ширина эффективной полосы составила 35 см, общий разброс грунта – в среднем 340 см, глубина минполосы – около 13 см, высота нага-

ра от взрыва – 230 см. При проведении взрывов в две линии ДШН-М-160 указанные показатели по глубине и ширине эффективной минполосы увеличивались до 30 % (табл. 1). Среднее время от начала монтажа линии ДШН-М-160 до отхода в укрытие и проведения взрыва составило 6 мин 30 сек. Были выявлены отдельные случаи возгорания сухой травы и растительности от осколков капсуля-детонатора устройства ИСКРА-Старт-III на расстоянии до 3,5 м от места соединения его с ДШН-М-160.

Таблица 1 – Ширина эффективной минерализованной полосы и ее глубина при использовании ДШН-М-160

Количество линий шнура, шт.	Мощность лесной подстилки, см	Ширина минерализованной полосы, см	Глубина минерализованной полосы, см
1	3	35,7±0,91	14,6±1,14
1	5	35,0±1,17	13,1±0,91
1	8	34,2±1,11	12,9±0,82
2	3	48,2±2,14	17,5±1,82
2	5	47,5±1,88	16,4±1,01
2	8	46,2±2,15	16,0±1,50

Полнота древостоя не оказывает влияния на ширину прокладываемых минерализованных полос. Мощность лесной подстилки при проведении экспериментов варьировала от 3,2 до 8,1 см. Однако она не имеет статистически достоверных различий в ширине прокладываемых минерализованных полос. Полагаем,

что исследования в данном направлении следует продолжить, поскольку в различных регионах и насаждениях мощность лесной подстилки будет варьировать в более широких пределах, кроме того, будут существенно различаться видовой состав и проективное покрытие живого напочвенного покрова.

Выводы:

- тактико-технические параметры ДШН-М-160 соответствуют заявленным характеристикам;
- представленная модель детонирующего шнура высокой мощности ДШН-М-160 позволяет создавать эффективную минерализованную полосу до минерального слоя почвы при использовании одной линии детонирующего шнура в представленных лесорастительных условиях;
- использование шнура в бухте без пластиковой катушки позволяет уменьшить объем упаковки при доставке к местам пожаров и снижает трудозатраты при их уборке и утилизации;
- при проведении взрывов под пологом леса наблюдается незначительная (в сравнении с ДШН-80) вспышка, однако применение УРСБ в месте срабатывания капсюля-детонатора предотвращает возгорание лесной подстилки даже при высоких температурах, низкой относительной влажности и наличии сухих лесных горючих материалов;
- целесообразно продолжить эксперименты по исключению возможных возгораний в процессе проведения работ с детонирующими шнурами при прокладке минерализованных полос с целью локализации и ликвидации лесных пожаров.

Список источников

1. Анализ горимости лесов Забайкальского края за 2022-2024 годы / И. М. Секерин [и др.] // Международный научно-исследовательский журнал. 2025. № 3. DOI: 10.60797/IRJ. 2025.153.129.
2. Анализ фактической горимости лесов по федеральным округам Российской Федерации и пути ее минимизации / Г. В. Куксин [и др.] // Хвойные бореальной зоны. 2025. Т. XLIII. № 3. С. 67–75. DOI: 10.53374/1993-0135-2025-3-67-75.
3. Архипов Е. В., Залесов С. В. Динамика лесных пожаров в республике Казахстан и их экологические последствия // Аграрный вестник Урала. 2017. № 4 (158). С. 10–15.
4. Арцибашев Е. С., Орлов О. К., Кустов Ю. В. Применение эластичных шнуровых зарядов для борьбы с лесными пожарами // Лесное хозяйство. 1994. № 9. С. 64–65.
5. Временная инструкция по применению эластичных шнуровых зарядов ЭШ – 1П при борьбе

с лесными пожарами. Ленинград: ЛенНИИЛХ, 1983. 16 с.

6. Ерицов А. М. Глобальные лесные пожары // Проблемы лесоведения и лесоводства: сб. науч. тр. Гомель: Ин-т леса НАН Беларуси, 2013. Вып. 73. С. 512–518.
7. Ерицов А. М. Совершенствование парашютно-десантного имущества и технологий создания опорных полос для тушения лесных пожаров в зонах лесоавиационных работ // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2017. № 5. С. 74–80.
8. Ерицов А. М., Астахов Е. А. Опыт применения взрывчатых материалов при локализации и ликвидации лесных пожаров // Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций. 2018. № 1. С. 56–61.
9. Ерицов А. М., Гусев В. Г. Управление природными пожарами и авиационные технологии пожаротушения // Проблемы лесоведения и лесоустройства: сб. науч. тр. Гомель: Ин-т леса НАН Беларуси, 2015. Вып. 75. С. 552–562.
10. Ерицов А. М., Гусев В. Г., Гольдаммер Й. Г. Развитие авиационных технологий тушения пожаров в России // Современная биология: актуальные вопросы: материалы VIII Междунар. науч.-практ. конф. Санкт-Петербург, 2015. С. 50–56.
11. Ерицов А. М., Кондратьев С. А. Совершенствование детонирующих шнуров высокой мощности для проведения взрывных работ при тушении лесных пожаров // Взрывное дело: науч.-техн. сб. 2020. № 128/85. С. 67–76.
12. Залесов С. В. Лесная пирология. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2021. 396 с.
13. Залесов С. В., Годовалов Г. А., Крехтунов А. А. Система пожаротушения NATISK для остановки и ликвидации лесных пожаров // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 3. URL: <https://www.science-education.ru/117-12757> (дата обращения 15.01.2026).
14. Залесов С. В., Миронов М. П. Обнаружение и тушение лесных пожаров. Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. ун-т, 2004. 138 с.
15. Крехтунов А. А., Залесов С. В. Охрана населенных пунктов от природных пожаров. Екатеринбург: Урал. ин-т ГПС МЧС России. 2017. 162 с.
16. Крехтунов А. А., Залесов С. В., Хабибуллин А. Ф. Перспективность использования быстротвердеющей пены для защиты населенных пунктов от природных пожаров // Успехи современного естествознания. 2018. № 5. С. 40–44. URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36752> (дата обращения 15.01.2026).
17. Курбатский Н. П., Валендик Э. Н. Шланговые и монозаряды для борьбы с лесными пожарами // Проблемы лесной пирологии. Красноярск: ИЛ и Д СО АН СССР. 1975. С. 149–164.
18. Новый способ создания заградительных и опорных противопожарных полос / С. В. Залесов [и др.] // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2014. № 3 (31). С. 90–95.

19. Опыт тушения торфяных пожаров на Среднем Урале / И. М. Секерин [и др.]. *Международный научно-исследовательский журнал*. 2022. № 5 (199). Ч. 2. С. 81-85.

20. Орлов О. К., Кустов Ю. В. Эластичные шнуровые заряды для борьбы с лесными пожарами // *лесные пожары и борьба с ними: сб. науч. тр. Ленинград: ЛенНИИЛХ, 1986. С. 102-108.*

21. Официальный сайт ФБУ «Авиалесоохрана» <http://www.aviales.ru/>

22. Оценка влияния лесных пожаров на качество воздуха в границах города Тюмени / Л. Е. Кузнецов [и др.] // *Международный научно-исследовательский журнал*. 2023. № 8 (134). URL: <https://research-journal.org/media/articles/7230.pdf> (дата обращения 10.02.2026).

23. Оценка горимости лесов Российской Федерации / Л. Е. Кузнецов [и др.]. *Леса России и хозяйство в них*. 2024. № 3 (90). С. 93–101. DOI: 10.51318 / FRET.2024.31.73.008.

24. Banks W. G., Fenton R. H. Conduct tests of the detonating cord for blow up fire-line. *Fire Control Notes*. 1957; 18(4): 29–33.

References

1. Analiz gorimosti lesov Zabajkal'skogo kraja za 2022-2024 gody' / I. M. Sekerin [i dr.] // *Mezhdunarodny'j nauchno-issledovatel'skij zhurnal*. 2025. № 3. DOI: 10.60797/IRJ. 2025.153.129.

2. Analiz fakticheskoj gorimosti lesov po federal'ny'm okrugam Rossijskoj Federacii i puti ee minimizacii / G. V. Kuksin [i dr.] // *Xvojn'ye boreal'noj zony*. 2025. T. XLIII. № 3. S. 67–75. DOI: 10.53374/1993-0135-2025-3-67-75.

3. Arxipov E. V., Zalesov S. V. Dinamika lesny'x pozharov v respublike Kazaxstan i ix e'kologicheskie posledstviya // *Agrarnyj vestnik Urala*. 2017. № 4 (158). S. 10–15.

4. Arcibashev E. S., Orlov O. K., Kustov Yu. V. Primenenie e'lastichny'x shnurovy'x zaryadov dlya bor'by s lesny'mi pozharami // *Lesnoe xozyajstvo*. 1994. № 9. S. 64–65.

5. Vremennaya instrukciya po primeneniyu e'lastichny'x shnurovy'x zaryadov E'Sh – 1P pri bor'be s lesny'mi pozharami. Ленинград: ЛенНИИЛХ, 1983. 16 s.

6. Ericzov A. M. Global'ny'e lesny'e pozhary' // *Problemy' lesovedeniya i lesovodstva: sb. nauch. tr. Gomel'*: In-t lesa NAN Belarusi, 2013. Vy'p. 73. S. 512–518.

7. Ericzov A. M. Sovershenstvovanie parashyutno-desantnogo imushhestva i texnologij sozdaniya oporny'x polos dlya tusheniya lesny'x pozharov v zonax lesoaviacionny'x rabot // *Problemy' bezopasnosti i chrezvy'chajny'x situacij*. 2017. № 5. S. 74–80.

8. Ericzov A. M., Astaxov E. A. Opy't primeneniya vzry'vchaty'x materialov pri lokalizacii i likvidacii lesny'x pozharov // *Problemy' bezopasnosti i chrezvy'chajny'x situacij*. 2018. № 1. S. 56–61.

9. Ericzov A. M., Gusev V. G. Upravlenie prirodny'mi pozharami i aviacionny'e texnologii pozharotusheniya // *Problemy' lesovedeniya i lesoustrojstva: Sb. nauch. trudov*.

Gomel': In-t lesa NAN Belarusi, 2015. Vy'p. 75. S. 552–562.

10. Ericzov A. M., Gusev V. G., Gol'dammer J. G. Razvitie aviacionny'x texnologij tusheniya pozharov v Rossii // *Sovremennaya biologiya: aktual'ny'e voprosy: materialy' VIII Mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Sankt-Peterburg*, 2015. S. 50–56.

11. Ericzov A. M., Kondrat'ev S. A. Sovershenstvovanie detoniruyushhix shnurov vy'sokoj moshhnosti dlya provedeniya vzry'vny'x rabot pri tushenii lesny'x pozharov // *Vzry'vnoe delo: nauch.-texn. sb.* 2020. № 128/85. S. 67–76.

12. Zalesov S. V. *Lesnaya pirologiya*. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotexn. un-t, 2021. 396 s.

13. Zalesov S. V., Godovalov G. A., Krektunov A. A. Sistema pozharotusheniya NATISK dlya ostanovki i likvidacii lesny'x pozharov // *Sovremennyye problemy' nauki i obrazovaniya*. 2014. № 3. URL: <https://www.science-education.ru/117-12757> (data obrashheniya 15.01.2026).

14. Zalesov S. V., Mironov M. P. Obnaruzhenie i tushenie lesny'x pozharov. Ekaterinburg: Ural. gos. lesotexn. un-t, 2004. 138 s.

15. Krektunov A. A., Zalesov S. V. Oxrana naseleenny'x punktov ot prirodny'x pozharov. Ekaterinburg: Ural. in-t GPS MChS Rossii. 2017. 162 s.

16. Krektunov A. A., Zalesov S. V., Xabibullin A. F. Perspektivnost' ispol'zovaniya by'strotverdeyushhej peny' dlya zashhity' naseleenny'x punktov ot prirodny'x pozharov // *Uspexi sovremennogo estestvoznaniya*. 2018. № 5. S. 40–44. URL: <https://natural-sciences.ru/ru/article/view?id=36752> (data obrashheniya 15.01.2026).

17. Kurbatskij N. P., Valendik E'. N. Shlangovy'e i monozaryady' dlya bor'by s lesny'mi pozharami // *Problemy' lesnoj pirologii*. Krasnoyarsk: IL i D SO AN SSSR. 1975. S. 149–164.

18. Novyj sposob sozdaniya zagravitel'ny'x i oporny'x protivopozharny'x polos / S. V. Zalesov [i dr.] // *Vestnik Bashkirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2014. № 3 (31). S. 90–95.

19. Opy't tusheniya torfyany'x pozharov na Srednem Urale / I. M. Sekerin [i dr.]. *Mezhdunarodny'j nauchno-issledovatel'skij zhurnal*. 2022. № 5 (199). Ch. 2. S. 81-85.

20. Orlov O. K., Kustov Yu. V. E'lastichny'e shnurovy'e zaryady' dlya bor'by s lesny'mi pozharami // *lesny'e pozhary' i bor'ba s nimi: sb. nauch. tr. Ленинград: ЛенНИИЛХ, 1986. С. 102-108.*

21. Oficial'ny'j sajт FBU «Авиалесоохрана» <http://www.aviales.ru/>

22. Ocenka vliyaniya lesny'x pozharov na kachestvo vozduxa v granicax goroda Tyumeni / L. E. Kuznecov [i dr.] // *Mezhdunarodny'j nauchno-issledovatel'skij zhurnal*. 2023. № 8 (134). URL: <https://research-journal.org/media/articles/7230.pdf> (data obrashheniya 10.02.2026).

23. Ocenka gorimosti lesov Rossijskoj Federacii / L. E. Kuznecov [i dr.]. *Леса России и хозыайство в них*. 2024. № 3 (90). S. 93–101. DOI: 10.51318 / FRET.2024.31.73.008.

24. Banks W. G., Fenton R. H. Conduct tests of the detonating cord for blow up fire-line // *Fire Control Notes*. 1957.18. № 4. R. 29–33.

Сведения об авторах:

А. М. Ерицов¹, кандидат сельскохозяйственных наук, <https://orcid.org/0000-0002-2756-5349>;

Г. В. Куксин², кандидат сельскохозяйственных наук;

С. В. Залесов^{3✉}, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, <https://orcid.org/0000-0003-3779-410x>

^{1,3}ФГБОУ ВО «Уральский государственный лесотехнический университет», 620100, Россия, Екатеринбург, ул. Сибирский тракт, 37

²АНО «Центр профилактики ландшафтных пожаров», 127591, Россия, Москва, ул. Дубининская, 26, корп. 4

³zalesovsv@m.usfeu.ru

Original article

IMPROVEMENT OF BLASTING TECHNOLOGIES FOR CREATING MINERALIZED FIRE LINES

Andrey M. Eritsov¹, **Grigoriy V. Kuksin**², **Sergey V. Zalesov**^{3✉}

^{1,3}Ural State Forestry Engineering University, Yekaterinburg, Russia

²ANO Center for the prevention of landscape fires, Moscow, Russia

³zalesovsv@m.usfeu.ru

Abstract. *The article considers the urgent issues of forest fire control and substantiates the need for the development of modern technologies for laying the fire barrier lines in remote and hard-to-reach areas, including the use of explosive materials. The research analyzed literary and departmental sources on using different explosives for preventive measures, fire protection, and extinguishing forest fires. The practical experience of extinguishing fires by laying the support and control mineralized lines with the use of explosives was also analyzed. The study highlights the benefits of using explosive materials over manual methods, fire-resistant screens, and foam agents for creating firebreaks. It also emphasizes the need to advance explosive technology to prevent forest fires. It has been established that the use of high-power detonating cords significantly increases the efficiency of their use in comparison with other methods of laying support lines in remote areas. The technical characteristics of high-power detonating cords, comparative test results, and recommendations for their use are presented. The DSHN-M-160 high-power detonation cord model has been proven effective in creating a mineralized line extending to the humus mineral soil layer, using just one detonating cord line in the given forest conditions. The average width of the mineralized line was 35 cm, the total soil spread averaged 340 cm, the depth of the line was about 13 cm, and the height of the deposit from the explosion was 230 cm. When carrying out explosions under the canopy of the forest, there is a slight flash (compared to the DSHN-80), however, the use of a spray device with an explosive network lock at the site of the detonator capsule prevents ignition of the forest floor even at high temperatures, low relative humidity and close to dry forest combustible materials.*

Key words: forest fires, explosive materials, laying the mineralized fire lines, remote territories, detonating cords.

For citation: Yeritsov A. M., Kuksin G. V., Zalesov S. V. Improvement of blasting technologies for creating mineralized fire lines. *The Bulletin of Izhevsk State Agricultural Academy*. 2026; 1 (85): 54-61. (In Russ.). https://doi.org/10.48012/1817-5457_2026_1_54-61.

Authors:

A. M. Yeritsov¹, Candidate of Agricultural Sciences, <https://orcid.org/0000-0002-2756-5349>;

G. V. Kuksin², Candidate of Agricultural Sciences;

S. V. Zalesov^{3✉}, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0003-3779-410x>

^{1,3}Ural State Forestry Engineering University, 37 Sibirskiy Trakt St., Yekaterinburg, Russia, 620100

²ANO Center for the prevention of landscape fires, 26/4 Dubininskaya St., Moscow, Russia, 127591

³zalesovsv@m.usfeu.ru

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: the authors declare that they have no conflict of interests.

Статья поступила в редакцию 19.01.2026; одобрена после рецензирования 28.01.2026; принята к публикации 03.03.2026.

The article was submitted 19.01.2026; approved after reviewing 28.01.2026; accepted for publication 03.03.2026.