ТРУДЫ САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКОГО
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО
ИНСТИТУТА ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА

www.journal.spb-niilh.ru
ISSN 2079-6080

УДК 630.43:001

Результаты исследовательских испытаний и апробации новой технологии борьбы с низовыми пожарами

© В.Г. Гусев, А.М. Ерицов, В.Н. Степанов, Г.Е. Фомин

The results of research trials and testing of new technologies to combat surface fires

V.G. Gusev, A.M. Ericov, V.N. Stepanov, G.E. Fomin (Saint-Petersburg Forestry Research Institute)

The brief analysis of inflammability of the woods of Russia is provided. It is established that by a number of the objective and subjective reasons it increases. In 2014 their inflammability reached record index at the average level of fire danger in the woods under the terms of weather that testifies to decrease in level of protection of forests from fires in regions. As practice shows, the majority of forest fires are surface. For the purpose of increase of efficiency of fight against them by authors the new technology of a stop and localization of the centers of ignition by means of the fire-prevention screen from silica fabric was developed. The design of an experimental sample of the screen and its technical characteristics is presented in article, the technique of research tests, and also approbations of the fire-prevention screen at localization of the beginning fires is given. In 2014 research tests and approbation of the fire-prevention screen were carried out in the Lipovsky forest area of the Luga region of the Leningrad region and in the Gelendzhik forest area of Krasnodar Krai with the participation of FBU "Avialesookhrana" and State Budgetary Institution Regional Forest Fire Center. Representatives of Ministry of Natural Resources, Management of forestry of Krasnodar Krai and the Gelendzhik branch of regional rescue service "KUBAN-RESCUE" also took part in tests.

Tests and approbation showed high efficiency of use of the fire-prevention screen for localization of local forest fires of various intensity on not cluttered up timberland, prevention of transition of fire from agricultural floors on lands of forest fund and protection of the objects adjoining on the woods against the natural fires. The comparative assessment executed by authors showed that the developed technology of a stop and localization of the local fires by means of the fire-prevention screen is more effective, than the basic technologies applied for this purpose now and can be used in very wide range of forest vegetation conditions.

Key words: surface fire, fireproof screen, nonflammable fabric, prescribed burning, fire stopping, localization of fire, combustion front

Результаты исследовательских испытаний и апробации новой технологии борьбы с низовыми пожарами

В.Г. Гусев, А.М. Ерицов, В.Н. Степанов, Г.Е. Фомин

Приведён краткий анализ горимости лесов России. Установлено, что в силу ряда объективных и субъективных причин она увеличивается. В 2014 г. горимость достигла рекордных значений при среднем уровне пожарной опасности по условиям погоды, что свидетельствует о снижении уровня охраны лесов от пожаров в регионах. Как показывает практика, большинство лесных пожаров являются низовыми. С целью повышения эффективности борьбы с ними авторами была разработана новая технология остановки и локализации очагов возгорания с помощью противопожарного экрана из кремнезёмной ткани. В статье представлена конструкция экспериментального образца экрана и его технические характеристики, приведена методика исследовательских испытаний, а также апробации противопожарного экрана при локализации начинающихся пожаров. В 2014 г. эти работы проводились в рамках научной тематики ФБУ «СПбНИИЛХ» в Липовском лесничестве Лужского района Ленинградской области и в Геленджикском лесничестве Краснодарского края при участии ФБУ «Авиалесоохрана» и ГБУ «Краевой лесопожарный центр». В апробации также принимали участие представители МПР, Управления лесного хозяйства Краснодарского края и Геленджикского филиала краевой аварийно-спасательной службы «КУБАНЬ СПАС».

Результаты выполненных исследований показали высокую эффективность применения противопожарного экрана для локализации низовых лесных пожаров различной интенсивности на незахламленных лесных участках, для предотвращения перехода огня от сельскохозяйственных палов на земли лесного фонда и защиты граничащих с лесами объектов от природных пожаров. Выполненная авторами сравнительная оценка показала, что разработанная технология остановки и локализации низовых пожаров с помощью противопожарного экрана является более эффективной, чем применяемые для этого в настоящее время базовые технологии и может использоваться в очень широком диапазоне лесорастительных условий.

Ключевые слова: низовой пожар, противопожарный экран, негорючая ткань, отжиг, остановка пожара, локализация пожара, фронт горения

Гусев Виталий Георгиевич – начальник науч.-исслед. отдела охраны и защиты леса, канд. техн. наук, д-р с.-х. наук
E-mail: gusev.v.g@mail.ru

Ерицов Андрей Маркелович – заместитель начальника ФБУ «Авиалесоохрана»

Степанов Валерий Николаевич – гл. спец. науч.-исслед. отдела охраны и защиты леса

Фомин Геннадий Евгеньевич – науч. сотр. науч.-исслед. отдела охраны и защиты леса

ФБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт лесного хозяйства»
194021, Санкт-Петербург, Институтский пр., 21
тел.: (812) 552-80-21, (812) 552-89-95
E-mail: mail@spb-niilh.ru

По масштабам и характеру воздействия на леса пожары являются одним из важнейших факторов, определяющих структуру и динамику лесных экосистем.

Горимость лесов постоянно растёт. Это связано как с объективно протекающими процессами, такими как увеличение уровня хозяйственного освоения лесных территорий и глобальное потепление климата, так и с низкой экологической культурой населения. В то же время значительное увеличение среднегодовой выгоревшей площади и средней площади лесного пожара (табл. 1) свидетельствуют о снижении уровня охраны лесов.

В таблице приведены усреднённые характеристики лесных пожаров в Российской Федерации за 1986-2004 годы, разбитые на два периода по 10 лет [4]. Сравнение показывает, что произошел рост таких показателей, как среднегодовое количество пожаров – в 1,6 раза, среднегодовая лесная площадь, пройденная огнём – в 1,7 раза, средняя лесная площадь одного пожара – в 1,1 раза.

Таблица 1

Характеристики лесных пожаров в Российской Федерации

Годы	Среднегодовые и максимальные за период значения базовых характеристик лесных пожаров		
	Количество, тыс. шт.	Лесная площадь, пройденная огнем	
		Всего, тыс. га	Средняя, га/пожар
1986-1995	19,8	804,6	40,7
1989*	21,9	1628	74,3
1996-2004	30,9	1361,1	44,1
1998*	26,7	2497	93,5
2014	17,2	3700	215,1

Примечание. * – год, в котором наблюдался пожарный максимум

По данным, озвученным руководителем Рослесхоза Иваном Валентиком 23.12.2014 на селекторном совещании в ситуационном центре Правительства РФ по вопросу о предупреждении и ликвидации лесных пожаров на территории нашей страны, площадь лесных пожаров в 2014 г. превзошла не только средние, но и максимальные значения за указанные в таблице периоды: за I период в 2,3 раза, за II – в 1,5 раза. Небывало возросла также средняя площадь лесного пожара относительно максимального значения: за I период – в 2,9 раза, а за II период – в 2,3 раза.

Таким образом, по всем базисным критериям оценки пожарной ситуации в лесах наблюдается их увеличение. Особенно тревожные показатели за 2014 г., которые говорят о резком снижении уровня охраны лесов от пожаров в регионах РФ. Это свидетельствует, в первую очередь, об ослаблении потенциала лесопожарных служб, уменьшении активно охраняемой территории лесного фонда и объёмов профилактических мероприятий, о снижении оперативности борьбы с лесными пожарами.

Приведённый краткий анализ горимости лесов Российской Федерации и основных показателей состояния системы их охраны полностью подтверждает актуальность лесопожарной проблемы и необходимость её решения.

Важнейшей деятельностью в этом направлении является разработка новых высокоэффективных способов и средств борьбы с лесны-

ми пожарами. В частности, нами по заданию Рослесхоза в 2012-2014 годах была разработана и испытана новая экономичная технология создания противопожарных барьеров в лесах для локализации низовых пожаров. Она может использоваться в очень широком диапазоне лесорастительных условий, в удалённых местах, непроходимых для лесопожарной техники, и при отсутствии водоисточников. В её основе лежит применение вертикального огнезащитного экрана, прерывающего теплопередачу – теплопроводностью, излучением и конвекцией – от кромки пожара к расположенному перед ней растительному напочвенному покрову.

Нашим разработкам предшествовал информационный анализ, включавший и патентные исследования. Впервые упоминание об эффективности использования вертикальных барьеров можно найти в работе А.М. Стародумова [7]. По его наблюдениям, японцы в первой половине прошлого века в условиях холмистого рельефа на Южном Сахалине вручную создавали на пути продвижения пожаров широкие минерализованные полосы, при этом вынимаемый дёрн и подстилку они укладывали на противоположной от пожара стороне полосы, создавая вертикальный барьер высотой до 1 метра. Огнезадерживающая эффективность такой преграды резко повышалась, кроме того, вертикальные барьеры предотвращали скатывание горящих растительных частиц вниз по склону. Для создания подобных минерализованных полос требовались огромные затраты ручного труда, поэтому этот способ не нашёл широкого применения.

Идея создания вертикального барьера получила развитие в 60-х годах в ЛенНИИЛХ [1]. Е.С. Арцыбашевым и П.А. Губиным была выполнена НИР, в результате которой был разработан способ остановки и локализации лесных пожаров вертикальным экраном из огнестойкой бумаги. К сожалению, этот способ не зарегистрирован в качестве изобретения и не доведён до внедрения в практику тушения низовых пожаров.

В ходе проведения патентного поиска было установлено, что авторское свидетельство на способ локализации растительного пожара вертикальным заградительным барьером из несгораемого материала в 1964 г. получил А.Г. Савченко из Ялтинского горно-лесного государственного заповедника [5]. В более общем виде этот способ был запатентован в Испании в 2001 году [6]: предлагалось применение скользящих занавесок из неопределённого вида негорючего материала, укреплённых с помощью натяжных тросов над минеральной поверхностью почвы. При этом предполагалось использование колышков, подручных камней или специального приспособления для заглубления кромки барьера в грунт, но не уточнялось, каким образом должна была быть выполнена необходимая по технологии минерализация почвы.

Нами этот способ был усовершенствован, разработано лёгкое многоразовое устройство, позволяющее надёжно останавливать низовые пожары, быстро пускать отжиг при борьбе с верховыми пожарами, предотвращать переход огня в насаждения с прилегающих к лесным массивам территорий и защищать от пожаров населенные пункты и объекты экономики [3]. Экспериментальный образец противопожарного экрана состоит из 10 секций общей длиной 500 м. Каждая секция представляет собой лёгкую алюминиевую катушку, на которую намотано полотно кремнезёмной ткани длиной 50 м с закреплёнными на нём стойками из алюминиевой трубки со стальными наконечниками и колпачками. Для удобства переноски и десантирования секция укладывается в специальный чехол (рис. 1).

а) б) в)

Рис. 1. Секция противопожарного экрана на катушке:
а) в сборе; б) полотно со стойками; в) в чехле

Для применения экрана разработано установочное устройство ранцевого типа с наспинником (рис. 2), в раму которого (рис. 2а) вставляется катушка с секцией экрана (рис. 2б). В рабочем режиме устройство с катушкой надевается на плечи лесного пожарного (рис. 2в).

а) б) в)

г) д)

Рис. 2. Ранцевое устройство для установки и намотки противопожарного экрана:
а) рама с наспинником; б) с катушкой; в) в рабочем положении;
г) с ручкой для намотки экрана; д) в чехле

Намотка полотна экрана на катушку производится с помощью съёмной ручки при горизонтальном положении установочного устройства (рис. 2г). Для перевозки и десантирования установочное устройство помещается в чехол (рис. 2д).

В таблице 2 представлены основные технические характеристики экспериментального образца противопожарного экрана, в том числе – кремнезёмной ткани.

Таблица 2

Основные технические характеристики противопожарного экрана

Наименование элементов экрана	Основные технические характеристики	
Полотно экрана	Кремнезёмная ткань марки КТ-11-ТО	
	Высота полотна ткани, м	0,5 (1,0)
	Плотность ткани, г/м^2	290
	Предельная температура при длительном воздействии, °С	1000
	Предельная температура при кратковременном воздействии, °С	1400
Стойки	Стойки, изготовленные из алюминиевой трубки с наконечниками и колпачками из нержавеющей стали, шт./секц.	26
	Диаметр трубки, мм	12
	Высота стойки, мм	750
	Длина наконечника из нержавеющей стали, мм	25
	Длина колпачка из нержавеющей стали, мм	18
	Масса, кг	0,08
Катушка с намотанным полотном экрана (вместе со стойками)	Катушка, изготовленная из алюминия марки АМг5	
	Высота, м	0,91
	Диаметр, м	0,25
	Длина полотна экрана, м	50
	Расстояние между соседними стойками, м	2
	Масса катушки с полотном и стойками, кг	12,1
Устройство для установки экрана с наспинником	Рама наспинника, изготовленная из алюминия марки АМг5, шт.	1
	Длина наспинника, м	1,04
	Ширина наспинника, м	0,33
	Толщина наспинника (с поролоном), мм	22
	Масса, кг	3,4
Секция противопожарного экрана	Масса секции в чехле, кг	16
	Скорость установки секции экрана командой из 3 чел., м/мин	8-10

Максимальная температура пламени при длительном воздействии (в течение нескольких часов) на ткань экрана составляет 1000 °С,предельная температура в случае кратковременного воздействия (порядка нескольких минут) – 1400 °С. Известно, что температу-

ра пламени фронтальной кромки горения сильного низового пожара может изменяться в диапазоне от 700 до 1000 °С.

Проведённые нами ранее исследования показали, что высота экрана должна превышать высоту горючего слоя. Растительные горючие материалы не должны перевешиваться через экран. Для практической работы целесообразно иметь в составе пожарно-химической станции два экрана: высотой 0,5 м и 1,0 м. В таблице 2 приведены масса-габаритные характеристики экспериментального образца экрана высотой 0,5 м. Из неё видно, что масса секции экрана длиной 50 м вместе с установочным устройством и в чехле не превосходит 16 кг.

Для установки противопожарного экрана в местах, трудно проходимых для технических средств (рис. 3), член команды с установочным устройством втыкает первую стойку и начинает движение в намеченном направлении, разматывая экран (рис. 3а). Второй член команды идет следом, натягивает экран и закрепляет его вертикально с помощью стоек. При этом третий член команды с ранцевым опрыскивателем обрабатывает раствором антипирена (или смачивателя) напочвенный покров в узкой полосе вдоль экрана (рис. 3б) или пускает отжиг от экрана зажигательным аппаратом (рис. 3в).

а) б) в)

Рис. 3. Установка противопожарного экрана (а);
опрыскивание напочвенного покрова (б); пуск отжига от экрана (в)

При защите противопожарным экраном расположенных в лесу объектов, когда требуется долговременное действие огнетушащего состава, обработка напочвенного покрова вдоль нижней границы экрана производится раствором антипирена. Это не позволяет кромке горения проходить под экран. В случае локализации противопожарным экраном очага горения достаточно просто пустить от него отжиг, при условии оперативной ликвидации возможных проходов огня под экран.

В полевой сезон 2013 года в Липовском лесничестве Лужского района Ленинградской области проводились натурные огневые испытания и апробация на реальных пожарах новой технологии локализации низовых пожаров в различных лесорастительных условиях.

Методика проведения огневых испытаний включала согласованный с лесничеством выбор экспериментального участка; его описание и подготовку; обеспечение безопасности проведения работ; определение запаса и влагосодержания лесного напочвенного покрова; измерение скорости и направления ветра в лесу; про-

гнозную оценку интенсивности процессов горения; измерение скорости продвижения кромки горения; видеорегистрацию эксперимента; определение недожога.

Для обеспечения хорошей горимости растительного покрова экспериментальные участки выбирались в наиболее пожароопасных типах леса (с первым или вторым классом природной пожарной опасности): сосняке лишайниковом, сосняке верещатниковом, сосняке зеленомошном, сосняке мёртвопокровном, сосняке травяном.

Длина опытного участка соответствовала длине одной секции противопожарного экрана, а ширина была не менее 25 м, для того, чтобы пущенная с помощью зажигательного аппарата кромка горения успела выйти на режим с установившейся скоростью горения.

Для правильного выбора линии установки экрана с помощью метеостанции М-49 определялись скорость и преобладающее направление ветра в этом месте.

После выбора участка производилось его таксационное описание и выполнялась разметка с помощью рулеток и колышков. Если участок находился на склоне, то с помощью теодолита определялся угол уклона местности.

Запас и влагосодержание напочвенного покрова на опытном участке определялись сушильно-весовым методом: сушка в сушильном шкафу при температуре 100-105 °С до постоянного веса (±0,1 г).

Для определения запаса (горючей нагрузки в абсолютно сухом состоянии, приходящейся на единицу площади) основных проводников горения в напочвенном покрове брались образцы соответствующих лесных горючих материалов (ЛГМ). Взятие проб производилось металлическим кольцом с заточенным краем с одной стороны и буртиком – с другой. Кольцо позволяет вырезать напочвенный покров с подстилкой площадью 200 см2 и высотой 14 см. В вырезанном фрагменте напочвенного покрова с подстилкой не должно содержаться включений, изменяющих их характерный вес и влажность (песка, камней, шишек, крупных корней, неразложившихся кусков гнилой древесины). Для определения запаса и влагосодержания образцы отбирались не менее чем в пяти точках опытного участка непосредственно перед проведением эксперимента.

При определении скорости продвижения кромки горения перпендикулярно наветренной стороне участка устанавливался ряд из пронумерованных вешек высотой 1 м. Время подхода кромки горения к каждой из них определялось наблюдателем с помощью секундомера. Высота пламени оценивалась визуально относительно высоты вешек.

С целью обеспечения безопасности огневого эксперимента участок оконтуривали минерализованной полосой. Для этого использовался трактор Беларусь-82 с плугом ПКЛ-70.

По известным запасам и теплоте сгорания ЛГМ, а также показателю пожарной опасности по условиям погоды прогнозируется возможная максимальная интенсивность низового пожара и опасность выхода огня в полог древостоя [2]. Чтобы предотвратить возможность возникновения верхового пожара на опытном участке убираются сухостойные деревья (если они есть) и поднимаются низко опущенные кроны путём обрубания нижних веток до высоты 2 м. В день проведения огневого эксперимента для обеспечения безопасности дежурила пожарная автоцистерна с экипажем.

Эксперимент начинался с установки противопожарного экрана. При этом определялась производительность работ (средняя скорость установки секций экрана) в различных лесорастительных условиях. Она определялась как частное от деления длины полотна экрана (100 м) на время его установки (вместе с обработкой растительного напочвенного покрова раствором антипирена или пуском отжига). Кромка горения создавалась с наветренной стороны с помощью зажигательного аппарата. В ходе эксперимента велась фото- и видеосъёмка. При скорости ветра меньше 1,5 м/с дополнительно использовались чашечный анемометр и секундомер.

После локализации экспериментального

пожара противопожарный экран снимался, и брались образцы пройденного огнём напочвенного покрова для определения недожога.

В 2013 году были проведены две серии испытаний по пять огневых опытов в каждой. Средние значения параметров кромки горения и результаты работы представлены на рисунках 4, 5 и в таблице 4.

Таблица 4

Результаты огневых испытаний

Номер опыта	Скорость ветра под пологом леса во время опыта, м/с	Скорость движения кромки горения к экрану, м/мин	Высота пламени, м	Проходы через экран
I – Сосняк лишайниковый				
1	0,2	0,3	0,3	Не было
2	0,4	0,6	0,5	
3	0,3	0,4	0,4	
4	0,4	0,6	0,5	
5	0,4	0,5	0,4	
II – Сосняк вересковый				
1	0,7	1,0	0,8	Не было
2	0,5	0,7	0,6	
3	1,0	2,1	1,7	
4	0,6	0,9	0,7	
5	0,4	0,6	0,5	

Апробация новой технологии в 2013 г. проводилась в действующих лесопожарных подразделениях. В Республике Марий Эл ее выполняли работники парашютно-десантной службы Марийской базы авиационной охраны лесов от пожаров под руководством представителей ФБУ «СПбНИИЛХ» (В.Г. Гусев) и ФБУ «Авиалесоохрана» (А.М. Ерицов), с участием представителей Министерства лесного хозяйства Республики Марий Эл.

В Ульяновской области апробацию технологии проводили специалисты регионального Лесопожарного центра, под руководством А.М. Ерицова и В.Г. Гусева, с участием сотрудников областного Центра защиты леса и Министерства лесного хозяйства, природопользования и экологии. По результатам апробации были даны положительные заключения и предложения Министерства лесного хозяйства Республики Марий Эл и Министерства лесного хозяйства, природопользования и экологии Ульяновской области.

В 2014 году исследовательские испытания и апробация экспериментального образца экрана проводились в Геленджикском лесничестве Краснодарского края при участии ФБУ «Авиалесоохрана» и ГБУ «Краевой лесопожарный центр». В испытаниях также принимали участие представители МПР и Управления лесного хозяйства Краснодарского края, а также начальник Геленджикского филиала краевой аварийно-спасательной службы «КУБАНЬ СПАС». На испытаниях работали корреспондент и оператор регионального телевидения.

а) пуск кромки горения в сторону экрана

б) фронт пожара у экрана

Рис. 4. Огневой опыт в сосняке лишайниковом

а) фронт пожара до подхода к экрану

б) фронт пожара у экрана

Рис. 5. Огневой опыт в сосняке вересковом

В первой серии испытаний в Геленджикском лесничестве экспериментальный сильный низовой пожар создавался на травяной поляне, примыкающей к лесным участкам. Высота сухой травы в некоторых местах достигала 2 м, а высота пламени доходила до 3 м. На рис. 6а представлен фрагмент огневых испытаний экрана в условиях высокоинтенсивного низового пожара. Пущенная по ветру с помощью зажигательного аппарата кромка горения была локализована противопожарным экраном. Огневые испытания проводились при третьем классе пожарной опасности по условиям погоды и средней скорости ветра 7 м/с, с порывами до 15 м/с. Во второй серии огневых испытаний в травостое был инициирован сильный низовой пожар в условиях холмистого рельефа местности (рис. 6б). Участок с сухим разнотравьем хорошо продувался ветром. Как и в предыдущих опытах, высота травы существенно превышала высоту экрана. Было показано также, что от экрана можно пускать отжиг и использовать экран для защиты объектов от низовых пожаров. На рис. 6в видно, как противопожарный экран не позволил фронтальной кромке сильного степного пожара войти в лесной массив. В ходе исследовательских испытаний все опытные пожары были успешно локализованы противопожарным экраном.

а) б) в)

Рис. 6. Локализация степного пожара экраном

Минимизация выгоревшей площади локализованного природного пожара достигается при применении тактики охвата очага горения с фронта. Охват производится двумя командами, начинающими движение по дуге в противоположных направлениях из одной точки, до момента встречи (рис. 7). Точка начала локализации намечается на основе данных разведки параметров пожара. Она выбирается на безопасном расстоянии от фронта горения, которое зависит оты его интенсивности, функционально связанной с длиной пламени.

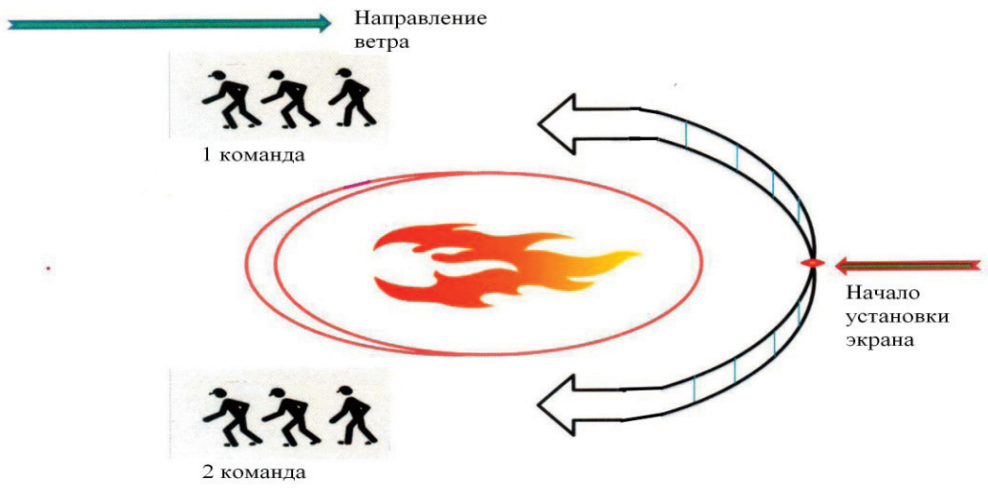

Рис. 7. Тактика локализации низового пожара противопожарным экраном

В ходе апробации противопожарного экрана в Геленджикском филиале пожарно-химической станции третьего типа (ПХС-302) Государственного бюджетного учреждения Краснодарского края «Краевой лесопожарный центр» по сигналам Единой дежурной диспетчерской службы с помощью противопожарного экрана были локализованы два низовых пожара низкой и средней интенсивности в Кабардинском участковом лесничестве (рис. 8). Они возникли в культурах сосны крымской и пицундской на склонах крутизной от 15 до 25 градусов. Горел слой опада хвои толщиной до 10 см. Оба пожара возникли по вине местного населения при III классе пожарной опасности по условиям погоды и ветре 3-5 м/с.

а)

б)

Рис. 8. Локализация загораний в насаждениях сосны пицундской (а) и крымской (б)

Испытания противопожарного экрана показали высокую эффективность его применения для локализации низовых лесных пожаров различной интенсивности на незахламленных лесных участках, предотвращения перехода огня от сельскохозяйственных палов на земли лесного фонда и защите населенных пунктов и объектов экономики от природных пожаров. Средняя производительность работ по ручной установке огнезащитного экрана на равнине составляла 10 м/мин., а в условиях пересеченной местности горного рельефа – 8 м/мин.

Выполненная авторами сравнительная оценка эффективности новой технологии остановки и локализации низовых пожаров с помощью противопожарного экрана и применяемых в настоящее время базовых способов тушения низовых пожаров показала, что она является более эффективной технологически и экономически. Для широкого внедрения этой разработки в практику борьбы с лесными пожарами целесообразно оптимизировать конструкцию противопожарного экрана и изготовить опытную партию для оснащения ПХС в наиболее горимых регионах России.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Арцыбашев, Е.С. Лесные пожары и борьба с ними / Е.С. Арцыбашев. – М.: Лесная пром-сть, 1974. – 150 с.
2. Гусев, В.Г. Физико-математические модели распространения пожаров и противопожарные барьеры в сосновых лесах / В.Г. Гусев. – СПб.: ФГУ «СПбНИИЛХ», 2005. – 199 с.
3. Гусев, В.Г. Новый способ тушения низовых пожаров / В.Г. Гусев, В.Н. Степанов // Проблемы лесоведения и лесоводства: Сб. науч. тр. / Ин-т леса НАН Беларуси. – Вып. 73. – Гомель, 2013. – С. 481-488.

4. Думнов, А.Д. Лесные пожары в Российской Федерации / А.Д. Думнов, Ю.И. Максимов, Ю.В. Рощупкина, О.А. Аксенова. – М.: НИА-Природа, 2005. – 230 с.
5. Пат. SU 1233875 A1 СССР, кл. A62 C3/02. Способ локализации растительного пожара / Савченко А.Г.; заявитель и патентообладатель Ялтинский горно-лесной государственный заповедник. – № 3845556/29-12; заявл. 13.12.84; опубл. 30.05.86, Бюл. № 20. – 3 с.; к А. с. 176187 СССР, кл. A62 C3/02, 1964.
6. Пат. WO2001083035 A1 Испания, межд. кл. A62 C2/10, A62 C3/02. Screen system for controlling fires and prescribed burnings / Ortiz Teruel Valentin; заявитель и патентообладатель Ortiz Teruel Valentin. – № PCT/ES2001/000163 ; заявл. 27.04.00; опубл. 08.11.01. – Электрон. дан. (1 файл). – Режим доступа: http://google.com/patents/WO2001083035A1?cl=en – Загл. с экр.
7. Стародумов, А.М. Охрана лесов от пожаров на Дальнем Востоке / А.М. Стародумов. – Хабаровск, 1961. – 40 с.

REFERENCES

1. Artsybashev, Ye.S. Lesnye pozhary i borba s nimi / Ye.S. Artsybashev. – M.: Lesnaya prom-st, 1974. – 150 s.
2. Gusev, V.G. Fiziko-matematicheskiye modeli rasprostraneniya pozharov i protivopozharnye baryery v sosnovykh lesakh / V.G. Gusev. – SPb.: FGU «SPbNIILKh», 2005. – 199 s.
3. Gusev, V.G. Novy sposob tusheniya nizovykh pozharov / V.G. Gusev, V.N. Stepanov // Problemy lesovedeniya i lesovodstva: Sb. nauch. tr. / In-t lesa NAN Belarusi. – Vyp. 73. – Gomel, 2013. – S. 481-488.
4. Dumnov, A.D. Lesnye pozhary v Rossyskoy Federatsii / A.D. Dumnov, Yu.I. Maksimov, Yu.V. Roshchupkina, O.A. Aksenova. – M.: NIA-Priroda, 2005. – 230 s.
5. Pat. SU 1233875 A1 SSSR, kl. A62 S3/02. Sposob lokalizatsii rastitelnogo pozhara / Savchenko A.G.; zayavitel i patentoobladatel Yaltinsky gorno-lesnoy gosudarstvenny zapovednik. – № 3845556/29-12; zayavl. 13.12.84; opubl. 30.05.86, Byul. № 20. – 3 s.; k A. s. 176187 SSSR, kl. A62 S3/02, 1964.
6. Pat. WO2001083035 A1 Ispaniya, mezhd. kl. A62 S2/10, A62 S3/02. Screen system for controlling fires and prescribed burnings / Ortiz Teruel Valentin; zayavitel i patentoobladatel Ortiz Teruel Valentin. – № PCT/ES2001/000163 ; zayavl. 27.04.00; opubl. 08.11.01. – Elektron. dan. (1 fayl). – Rezhim dostupa: http://google.com/patents/WO2001083035A1?cl=en – Zagl. s ekr.
7. Starodumov, A.M. Okhrana lesov ot pozharov na Dalnem Vostoke / A.M. Starodumov. – Khabarovsk, 1961. – 40 s.