

DOI: 10.15393/j2.art.2020.5302

УДК 630*432

Статья

Особенности противопожарного обустройства лесов в Российской Федерации

Дручинин Денис Юрьевич

кандидат технических наук, доцент, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова (Российская Федерация), druchinin.denis@rambler.ru

Гнусов Максим Александрович

кандидат технических наук, научный сотрудник, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова (Российская Федерация), mgusov@yandex.ru

Малюков Сергей Владимирович

кандидат технических наук, доцент, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова (Российская Федерация), malyukovsergey@yandex.ru

Четверикова Ирина Владимировна

кандидат технических наук, доцент, Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г. Ф. Морозова (Российская Федерация), chivles@rambler.ru

Получена: 6 июня 2020 / Принята: 29 июня 2020 / Опубликовано: 1 июля 2020

Аннотация: Необходимость проведения постоянных теоретических и практических изысканий для сохранения лесного фонда от бесконтрольного уничтожения — одна из главных задач, стоящих перед мировым лесным хозяйством. Ежегодно в России фиксируются десятки тысяч возгораний в лесу, в пожарах гибнет качественная деловая древесина, от экологических последствий лесных пожаров страдают природа, население и инфраструктура. В статье обращено внимание на проблему предотвращения распространения лесных пожаров в рамках противопожарного обустройства лесных массивов на основе существующих нормативно-правовых документов РФ. Обозначены объекты, создаваемые при выполнении противопожарных мероприятий в лесах. Отмечено, что немаловажным моментом при этом является устройство противопожарных барьеров в виде минерализованных полос, создание которых преследует ряд целей по снижению пожарной опасности в лесонасаждениях. Создаваемая

минерализованная полоса может входить в состав более масштабных лесных противопожарных объектов — заслонов и разрывов. Определены правовые и технологические принципы их создания. Периодическая расчистка созданных объектов в течение всего пожароопасного периода от захламлённости и лесных горючих материалов отмечена как обязательный элемент их поддержания в надлежащем состоянии. Рассмотрена необходимость разделения лесных насаждений на отдельные блоки в виде квартальной сети. Показана технология работ по ликвидации природных возгораний с использованием созданных противопожарных объектов. Отмечено, что на всех уровнях ведётся постоянная работа по совершенствованию и дополнению действующих нормативных актов, в частности, дорабатываются статьи Лесного кодекса РФ, направленные на защиту леса. Приведены предлагаемые решения в области совершенствования нормативно-правовой базы выполнения противопожарного обустройства лесов. Ещё одним немаловажным моментом, также отмеченным в статье, является наличие у специализированных организаций лесного хозяйства эффективной техники для предупреждения и ликвидации лесных пожаров — например, грунтометательных фрезерных орудий. В данном направлении ведут исследования ряд научных коллективов, прорабатывая вопросы математического и имитационного моделирования, проводя множество теоретических и практических испытаний разработанных методов, методик и лабораторных образцов лесопожарных грунтометов.

Ключевые слова: противопожарное обустройство лесов; минерализованная полоса; противопожарный разрыв; противопожарный заслон; квартальная сеть.

DOI: 10.15393/j2.art.2020.5302

Article

Features of forest fire prevention measures in the Russian Federation

Druchinin Denis

PhD in engineering, associate professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov (Russian Federation), druchinin.denis@rambler.ru

Gnusov Maksim

PhD in engineering, Researcher, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov (Russian Federation), mgnusov@yandex.ru

Malyukov Sergey

PhD in engineering, associate professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov (Russian Federation), malyukovsergey@yandex.ru

Chetvericova Irina

PhD in engineering, associate professor, Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G. F. Morozov (Russian Federation), chivles@rambler.ru

Received: 6 June 2020 / Accepted: 29 June 2020 / Published: 1 July 2020

Abstract: The need to conduct constant theoretical and practical research to preserve the forest fund from uncontrolled destruction is one of the main challenges facing the world's forestry. Every year in Russia, tens of thousands of forest fires are recorded, high-quality industrial wood is destroyed in fires, and nature, population and infrastructure suffer from the consequences of forest fires. The article draws attention to the problem of preventing the spread of forest fires in the framework of fire-fighting arrangement of woodlands on the basis of existing legal documents of the Russian Federation. Objects that are created when performing fire-fighting measures in forests are marked. It is noted that an important point in this case is arrangement of fire breaks in the form of fire lines, creation of which pursues a number of goals to reduce fire danger in forest plantations. The created mineralized strip may be part of larger forest fire objects – fire barriers and fireproof breaks. The law and technological principles of their creation are defined. Periodic clearing of created objects during the entire fire hazard period from dirtiness and forest combustible materials is noted as a required element of their maintenance in proper condition. The necessity of dividing forest stands into separate blocks in the form of a net

of rides is considered. The technology of works on elimination of wild fires with the use of created fire-fighting objects is shown. It is noted that permanent work is being done at all levels to improve and supplement normative acts, in particular, articles of the Forest Code of the Russian Federation aimed at protecting forests are being finalized. The proposed solutions in the field of improving the regulatory framework for the implementation of fire-fighting arrangement of forests are presented. Another important point is the provision of specialized forestry organizations with effective equipment for preventing and suppression forest fires – for example, fire-fighting soil-throwers. In this direction, a number of research teams are conducting research, working through the issues of mathematical and simulation modeling, conducting a variety of theoretical and practical tests of developed methods, techniques and laboratory samples of forest firefighting soil-throwers.

Keywords: forestry; fire-fighting arrangement of forests; fire line; fire break; fire barrage; net of rides.

1. Введение

Лесные пожары приводят к уничтожению природных ресурсов и нарушению естественных лесных процессов. В настоящий момент перед лесным хозяйством всех стран, обладающих сколь либо серьёзным объёмом лесистости своих территорий, остро стоит задача предупреждения и борьбы с лесными пожарами. Ежегодно масштабные природные возгорания уничтожают значительный объём мировых лесных ресурсов, нанося существенный финансовый и экологический ущерб, который часто невозможно оценить одномоментно [1], [2]. Так, только лишь в 2019 г. в России произошло 13 800 лесных пожаров, а площадь, пройденная огнём, составила 10 млн га [3].

Если к лесным пожарам добавить процессы естественной гибели и лесные рубки, то потери лесных насаждений приобретают огромные значения. В то же время восстановление лесов занимает продолжительный период времени, ведь недостаточно просто посадить дерево, должно пройти время, чтобы оно заняло место утраченного. В итоге облесение планеты получает значительный ущерб.

Обозначенные объёмы уничтоженных огнём насаждений связаны, в первую очередь, с тем, что возникший очаг возгорания зачастую невозможно оперативно локализовать из-за труднодоступности для оперативной доставки лесопожарной техники с наличием средств пожаротушения. А чем больший масштаб принял пожар, тем серьёзнее ущерб он причинит и тем сложнее его будет ликвидировать.

Поэтому актуальной является задача именно недопущения возгорания, заключающаяся в проведении профилактических мер.

2. Материалы и методы

В РФ законодательно закреплены специальные правила противопожарного обустройства лесов, которое является одним из видов деятельности по предупреждению лесных пожаров. Согласно терминологическому словарю на сайте Федерального агентства лесного хозяйства, это система организационных, технических и лесоводственных мероприятий, направленных в т. ч. на предупреждение лесных пожаров, снижение степени пожарной опасности, повышение пожароустойчивости лесов, а также на обнаружение пожаров на начальном этапе развития и их ликвидацию [3].

Согласно ГОСТ Р 57972-2017, к объектам противопожарного обустройства лесов относятся [4]:

- дороги, предназначенные для охраны лесов от пожаров;
- посадочные площадки для авиационной техники, используемые в целях проведения авиационных работ по охране и защите лесных насаждений;
- искусственные и естественные противопожарные барьеры;
- пожарные наблюдательные пункты — вышки, мачты, павильоны и т. д.;
- пункты хранения противопожарного инвентаря;
- пожарные водоёмы и подъезды к источникам противопожарного водоснабжения;

- лесоосушительные сети;
- участки, предназначенные для проведения профилактического выжигания лесных горючих материалов;
- зоны отдыха граждан, пребывающих в лесных массивах;
- шлагбаумы, преграды, обеспечивающие ограничение перемещения граждан в лесах;
- стенды и другие указатели, содержащие информацию для населения о мерах пожарной безопасности в лесах.

Одной из обязательных мер противопожарного обустройства лесов, обозначенной в Лесном кодексе РФ, является устройство противопожарных барьеров в виде минерализованных полос и разрывов [5].

Это простые, но в то же время эффективные способы предупреждения лесных пожаров, т. к. для недопущения дальнейшего огня на пути его возможного распространения важно искусственно создать преграду (рисунок 1).



Рисунок 1. Минерализованная полоса в лесном массиве

Figure 1. Fire line in a forest area

Создание минерализованных полос в качестве самостоятельных противопожарных барьеров преследует ряд целей [6], [7], [8]:

- очистка площади, граничащей с лесным массивом, от наземных горючих материалов (гумуса, опада, дёрна, травы, хвои и т. д.);
- засыпка землёй горючих материалов, способных привести к возгоранию или способствовать ему;

— препятствие при очаговых возгораниях распространению низового пожара на расположенные рядом участки лесного массива;

— создание опорной линии встречного регулируемого отжига для уничтожения всех горючих материалов при помощи движущейся полосы огня навстречу низовому пожару.

К основным видам работ по созданию противопожарных полос можно отнести вспашку, фрезерование или срезание верхнего перегнойного слоя. Для этого применяются лесные лемешные и дисковые плуги — широко распространённые в лесном хозяйстве плуги ПКЛ-70 и ПД-0,7; лесопожарные тракторные грунтометы и полосопрокладыватели; бульдозеры (для срезания верхнего почвенного слоя с одновременной расчисткой полос от кустарника, завалов и пр.); специальные лесопожарные агрегаты с навесными почвообрабатывающими орудиями [8], [9].

В случае необходимости с использованием плугов-канавокопателей возможно создание противопожарных препятствий в виде канав глубиной до минерального слоя почвы или до уровня почвенных вод, которые устраивают в целях защиты особо ценных лесных (природных) участков и объектов от перехода на них почвенных (торфяных) пожаров с соседних площадей, опасных в пожарном отношении.

Ширина минерализованных полос определяется в зависимости от их назначения. Минимальное значение 0,3 м (при создании опорной линии контролируемого отжига). Для предупреждения лесных низовых пожаров ширину полосы рекомендуется делать как можно больше — по возможности до 4 м, т. к. от этого зависит её защитная эффективность [10].

Однако при ликвидации лесных возгораний или проведении профилактических мероприятий возникают трудности с перемещением лесопожарных агрегатов в стеснённых лесных условиях — густота древостоя часто не позволяет технике двигаться по нужной траектории.

В работе [11] отмечается, что продолжительность пожара зависит от ряда факторов, важнейшим из которых является время доставки сил и средств пожаротушения к очагу лесного пожара. Авторами выведена зависимость площади пожара от радиуса его действия (зона пожара при этом принята в виде окружности), который, в свою очередь, зависит от продолжительности возгорания от момента возникновения огня до начала его ликвидации. Поэтому одной из основных задач при планировании и создании объектов противопожарного обустройства лесов является создание условий для своевременного прибытия сил и средств пожаротушения к местам возгорания в леса для их тушения, а также создание благоприятных условий для эффективного тушения пожаров с учётом локальных особенностей, снижения наносимого возможного ущерба лесам и общего вреда от пожаров. Кроме того, в случае изменения погодных условий с вероятностью возникновения опасности для жизни пожарных бригад им необходимо иметь свободный путь к отступлению на безопасное расстояние.

3. Результаты

Для решения проблемы оперативной доставки техники и пожарных расчётов к очагу возгорания, согласно Лесному кодексу, организуется квартальная сеть лесных насаждений — система лесных кварталов, создаваемая на землях лесного фонда с целью его инвентаризации, а также организации и ведения лесного хозяйства и лесопользования [12].

При устройстве равнинных лесов проектируется прямоугольная сеть с прокладкой просек с севера на юг и с востока на запад. При составлении проекта квартальной сети в качестве квартальных просек могут быть использованы магистральные пути транспорта, действующие лесовозные, лесохозяйственные и противопожарные дороги, трассы линий электропередачи и газопроводов, реки [12].

Квартальная сеть помогает ориентации в лесу, позволяет вести учёт лесного фонда и хозяйственную деятельность лесохозяйственных предприятий [12].

С противопожарной точки зрения целью создания квартальной сети как системы искусственных противопожарных барьеров является разделение произрастающих насаждений на изолированные друг от друга блоки равного размера. Немаловажно то, что по дорогам на создаваемых просеках возможна доставка техники и пожарных расчётов к очагам природных возгораний.

Необходимость разделения лесных массивов на отдельные участки, в результате чего появляется возможность прокладки внутренних межквартальных дорог, с точки зрения обеспечения пожарной безопасности подтверждается научными исследованиями. Так, авторы работы [13], оценив пожарную опасность на территории Ангарской лесопожарной области, пришли к выводу, что с удалением от дорожной сети увеличивается средняя площадь уничтоженных пожарами лесных насаждений.

Для всех имеющихся или только планируемых к созданию объектов противопожарного обустройства лесов обязателен документальный учёт с нанесением их на картографический материал.

На рисунке 2 показана созданная квартальная сеть с просеками в насаждениях учебно-опытного лесхоза ФГБОУ ВО «ВГЛТУ».

Таким образом, при прокладке противопожарных минерализованных полос движение лесопожарной техники осуществляется по созданным просекам, чтобы избежать непреднамеренной гибели лесных насаждений во время лесного пожара и минимизировать наносимый им возможный ущерб (рисунок 3).



Рисунок 2. Созданная квартальная сеть в насаждениях учебно-опытного лесхоза ВГЛТУ

Figure 2. The created net of rides in the stands of the scientific-experimental forestry enterprise VSUFT



Рисунок 3. Придорожная минерализованная полоса

Figure 3. A roadside fire line

В рамках мониторинга лесных пожаров для принятия мер по своевременной ликвидации его очага с целью минимизации ущерба важно заметить возгорание на начальном этапе в конкретном квартале. На ближайших к нему просеках при необходимости оперативно выполняется подновление ранее созданных противопожарных полос. Эти же просеки также становятся опорными объектами при работах по локализации возгораний — здесь техника (например, лесопожарные грунтометательные агрегаты) и специализированные пожарные расчёты с учётом направления ветра начинают ожидать выхода пожара для его ликвидации.

Для создания преграды, препятствующей сильным низовым пожарам в случае их возникновения, выполняется барьер в виде сложной комбинации препятствий — противопожарный разрыв. Он создаётся в виде лесной просеки, очищенной от пожароопасных

горючих материалов. Здесь же, как правило, прокладывается дорога (благодаря чему обеспечивается перемещение лесопожарной техники), а по обеим её сторонам нарезаются минерализованные полосы. Создаваемые на барьерах дороги должны иметь выход в общую дорожную сеть.

Для создания разрыва также могут быть использованы ландшафтные особенности расположения лесных массивов — естественные безлесные территории или водные пространства. Минимальная ширина такой просеки 10 м, максимальная — 100 м.

Самым масштабным лесным противопожарным объектом является противопожарный заслон, создаваемый с целью минимизации угрозы верхового пожара природным насаждениям, а также его перехода на объекты инфраструктуры населённых пунктов. Основой данного объекта является естественный или искусственный противопожарный разрыв. Дополнительно по обеим сторонам заслона создаются лесные полосы определённой ширины из хвойных или лиственных пород, обязательно очищенные от горючих материалов и разделённые сетью минерализованных полос [14].

При создании вдоль разрыва лесополос преимущество отдаётся лиственным породам. Если это невозможно по лесорастительным условиям, создают полосы из хвойных пород. Их состояние контролируют в течение всего пожароопасного периода и при необходимости принимают меры для расчистки от захламлённости и лесных горючих материалов (хвоя, листва, ветви, трава). Вдоль разрыва при этом создают минерализованные полосы (через 20...30 м).

Планирование расположения и непосредственное создание противопожарных разрывов и заслонов целесообразно на этапе закладки лесных культур [15]. Аналогичные решения использованы при восстановлении гарей в учебно-опытном лесхозе ВГЛТУ в рамках заблаговременного создания опорных объектов для будущих разрывов. Кроме того, для снижения вероятности распространения фронта пожара в случае возникновения очага возгорания производится кулисное смещение культур путём посадки рядами сосны обыкновенной и берёзы повислой (рисунок 4).

Для скорейшего получения защитного эффекта от создаваемых лесных полос в составе противопожарного разрыва при их создании возможно использование крупномерного посадочного материала, пересаживаемого с комом почвы, который используется при проведении агролесомелиоративных работ [16]. Растения высотой до 3,5 м и с развитой кроной повышают вероятность недопущения перехода верхового пожара с одного участка леса на другой. Более редкое размещение посадочного материала при посадке обеспечивает меньшую потребность в нём.



Рисунок 4. Смешение лесных культур при восстановлении гарей

Figure 4. Mixing of forest crops during the restoration of burned areas

Ширина создаваемых противопожарных заслонов, где учитывают ширину противопожарного разрыва и дороги, должна составлять:

- 100...160 м — для заслонов из лиственных пород или с их преобладанием;
- 200...320 м — для заслонов из хвойных пород [17].

Кроме почвообрабатывающих работ при создании противопожарного заслона может понадобиться вырубка деревьев и удаление кустарников на пути его прокладки. Для этого используются ручные бензomotorные пилы, маневренные харвестеры малого размерного класса (например, John Deere 770E, Sampo SR 1046X), мульчеры, а также кусторезы.

При удалении деревьев целесообразно последующее выполнение корчевки оставшихся пней как препятствий для качественного механизированного ухода за состоянием заслонов и возможного перемещения лесопожарной техники.

Кроме обустройства новых просек несколько раз в год необходимо проводить уход за уже созданными объектами, их обновление и восстановление. В связи с тем, что накопление слоя горючих материалов происходит постоянно, требуется периодическое подновление минерализованных полос. Обязательны рубки ухода, т.к. при их отсутствии на противопожарных лесных объектах формируются хвойные молодняки первого класса природной пожарной опасности [18].

Визуальный осмотр позволяет понять степень пожарной опасности территории и открытость минерального слоя почвы, скрытость горючих материалов минерализованным почвогрунтом по всей ширине на достаточную глубину, препятствующую распространению огня в лесном массиве. В комплексе мероприятий оценивается степень охватывания сетью минерализованных полос всей территории лесного массива.

4. Обсуждение и заключение

Обозначенные противопожарные мероприятия и виды работ являются обязательными для исполнения. Их осуществление обеспечивают Правительство РФ, Федеральное агентство лесного хозяйства (Рослесхоз) и его территориальные органы, региональные управления лесным хозяйством, специализированные лесопожарные центры и организации по авиационной охране лесов от пожаров. В то же время выполнение противопожарных мероприятий поручается непосредственно пользователям участков лесного фонда. Контроль за исполнением требований к противопожарному обустройству лесов при этом, согласно ст. 83 Лесного кодекса РФ, возложен на уполномоченные органы управления лесным хозяйством в субъектах страны [5].

Однако несмотря на исполнение установленных нормативов и другие принимаемые меры, острота проблемы возникновения лесных пожаров и величины ущерба от них не снижается. В связи с чем лесоводами и учёными отмечается необходимость развития способов и технических средств предупреждения и ликвидации природных возгораний и совершенствование законодательной базы противопожарного обустройства лесов.

Касаемо изменения существующих нормативно-правовых и методических документов, в работе [15] предлагается ряд работ, функционально связанных с другими направлениями лесного хозяйства, исключить из списка мероприятий по противопожарному обустройству лесов. Так, создание, прочистку и подновление просек, строительство и эксплуатацию лесных дорог рекомендуется отнести к мероприятиям создания лесной инфраструктуры. Авторами также приведён ряд предложений по совершенствованию правовых аспектов прокладки противопожарных разрывов и минерализованных полос.

Лесоводами разработаны научно обоснованные предложения реализации комплекса мер противопожарной безопасности в лесах, в которых организационные, лесохозяйственные и профилактические мероприятия выполняются в виде единого алгоритма на основе системного подхода [2].

В работе [19] проведён анализ основных причин возникновения пожаров. Показано, что повышение уровня пожарной безопасности в лесах может быть обеспечено за счёт выполнения мер профилактики природных возгораний, а именно профилактических мероприятий по подготовке к пожароопасному периоду в лесных массивах и комплекса противопожарных мероприятий в течение всего пожароопасного периода. Авторы отмечают, что немаловажным вопросом является внедрение системы мониторинга, позволяющей на ранних стадиях осуществлять ликвидацию очагов возгораний, тем самым минимизируя причиняемый стихией ущерб.

Непосредственные усовершенствования лесного законодательства проводит и Правительство РФ. Согласно Федеральному закону № 212-ФЗ от 19.07.2018, внесены изменения в ст. 53.1 Лесного кодекса касаясь ширины создаваемых просек. В соответствии с действующими нормативно-правовыми документами РФ о пожарной безопасности она составляет от 10 до 100 м.

Минприроды РФ подготовлены рекомендации по параметрам создаваемых противопожарных просек, устанавливаемым при создании противопожарных разрывов и заслонов в зависимости от месторасположения создаваемого объекта — на границах лесных массивов с населёнными пунктами ширину просеки предлагается определять в зависимости от численности населения в них (таблица).

Таблица. Противопожарные просеки с соответствующими противопожарными заслонами

Table. Fire-fighting clearings with appropriate fire dampers

Ширина противопожарных просек (м)	Ширина дороги противопожарного назначения (м)	Ширина минерализованных полос (м)	Ширина лиственной опушки (м)	Численность населения (чел.)	Местность
100	4	3	40	свыше 1 млн	На границах лесов с городами
80	4	3	30	от 100 тыс. до 1 млн	На границах лесов с городами
60	4	3	20	от 50 до 100 тыс.	На границах лесов с городами
40	4	3	10	от 2 до 50 тыс.	На границах лесов с городами и посёлками городского типа
20	4	3	5	менее 2 тыс.	На границах лесов с посёлками городского типа
10	4	3	3	менее 2 тыс.	На границах лесов с сельскими населёнными пунктами и дачными посёлками

В рамках создания более эффективных орудий для выполнения работ по предупреждению лесных пожаров, а также их ликвидации внимание учёных направлено на разработку машин с фрезерными рабочими органами для метания грунта. Этот способ ведения работ позволяет совершенствовать технологию создания минерализованных полос, т. к., помимо непосредственного создания обработанного углубления в почве, извлекаемый грунт также используется для расширения создаваемого противопожарного барьера, засыпки лесных горючих материалов с возможностью регулирования ширины отсыпки. Кроме того, при необходимости локализации разбушевавшейся природной стихии метание грунта в зону пожара позволяет оперативно приступить к его тушению, т. к. грунт находится уже непосредственно на месте пожара и не требует доставки.

Разработками в данной области занимаются учёные Воронежского государственного лесотехнического университета, осуществляющие создание конструкций с комбинацией рабочих органов, позволяющей разделить технологические функции лесопожарных

грунтометов [20]. В Северном (Арктическом) федеральном университете и Забайкальском государственном университете разработка лесопожарных агрегатов ведётся с точки зрения их использования как средств малой механизации работ [6], [21].

Многолетние наработки в рамках изучения способов и средств предупреждения и тушения лесных пожаров имеются у учёных ФБУ «СПБНИИЛХ». Кроме того, ими ведутся исследования по разработке методики оценки пожарной опасности лесных насаждений, изучаются закономерности возникновения, распространения и развития пожаров в лесах [22].

Целью работ, проводимых в Красноярском государственном аграрном университете, является исследование влияния конструкции разрабатываемых грунтометательных орудий и компоновки лесопожарного агрегата на эффективность тушения природных возгораний [23].

Учёными Сибирского государственного университета науки и технологий создаются малогабаритные конструкции для локализации низовых пожаров малой и средней интенсивности, часто возникающих в лесах [24].

В Саратовском ГАУ разработана конструкция лесопожарного грунтомета широкого спектра действия, эффективно работающая на плотных и связных грунтах с наличием древесно-кустарниковой растительности, пней или порубочных остатков [25].

Таким образом, для достижения поставленной Правительством РФ цели по сохранению наследия и приумножению лесного фонда страны работа по защите лесов от пожаров должна идти как по обязательному выполнению уже существующих правил противопожарного обустройства лесных массивов, так и по совершенствованию нормативно-правовой базы обеспечения пожарной безопасности в лесах и по созданию эффективных машин и оборудования для предупреждения и тушения лесных пожаров.

Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 19-38-60041/19 «Совершенствование методологической базы моделирования системы и процессов ликвидации лесных пожаров направленно-регулируемым потоком грунта».

Список литературы

1. *Бартенев И. М., Дручинин Д. Ю., Гнусов М. А.* К вопросу о тушении лесных пожаров грунтом // Лесотехнический журнал. 2012. № 4 (8). С. 97—101.
2. *Иванов В. П., Марченко С. И., Нартов Д. И.* Противопожарная профилактика лесных объектов // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2019. № 3 (369). С. 43—54.
3. Федеральное агентство лесного хозяйства (Рослесхоз) // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 20.04.2020).
4. ГОСТ Р 57972-2017 Объекты противопожарного обустройства лесов. Общие требования // Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации (дата обращения: 21.04.2020).
5. Лесной кодекс Российской Федерации: Федеральный закон от 04 дек. 2006 г. № 200-ФЗ (ред. от 24.04.2020) // СПС «КонсультантПлюс» (дата обращения: 27.04.2020).

6. *Сосновчик Ю. Ф.* Противопожарная профилактика в лесу, разработка техники для профилактики и тушения лесных пожаров // «Кулагинские чтения: техника и технологии производственных процессов»: XVII международная научно-практическая конференция. Чита, 2017. С. 234—242.
7. *Фокин С. В., Шпортько О. Н., Мотова Ю. В.* О видах минерализованных полос // Центральный научный вестник. 2017. № 21 (38). С. 31—32.
8. *Федюнина Т. В., Русинов А. В., Федюнина Е. Ю.* Устройство минерализованных противопожарных полос // Исследования в строительстве, теплогазоснабжении и энергообеспечении: Международная научно-практическая конференция. Саратов, 2016. С. 315—317.
9. *Драпалюк М. В., Малюков С. В., Гнусов М. А.* Совершенствование процесса работы грунтометательной машины // Молодой вчений. 2014. № 1-1 (03). С. 22—24.
10. *Гущина В. А., Володькин А. А.* Совершенствование противопожарного обустройства лесов Кузнецкого лесничества Пензенской области // Проблемы и мониторинг природных экосистем: Сборник статей V Всероссийской научно-практической конференции. Пенза, 2018. С. 56—59.
11. *Громов И. А., Тюрин Н. А.* Модель оптимизации структуры лесной транспортной сети с учётом противопожарной функции лесных дорог // Сборник статей по материалам научно-технической конференции Института технологических машин и транспорта леса по итогам научно-исследовательских работ 2018 года. СПб., 2019. С. 125—129.
12. Энциклопедия лесного хозяйства: В 2 т. М.: ВНИИЛМ, 2006. Т. 2. 416 с.
13. *Москальченко С. А., Иванов А. В., Иванов В. А., Спицына Н. Т.* Пожарная опасность нелесных земель на территории Нижнего Приангарья // Хвойные бореальной зоны. 2012. Т. 30, № 3-4. С. 291—297.
14. *Добрякова Е. И.* Локализация низовых лесных пожаров // Научный вестник НИИГД Респиратор. 2018. № 3 (55). С. 39—46.
15. *Шур Ю. З., Степченко А. А., Горювая Е. Н. [и др.]*. Совершенствование противопожарного обустройства лесов Российской Федерации // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства. 2018. № 3-4. С. 54—65.
16. *Дручинин Д. Ю., Драпалюк М. В.* Использование крупномерного посадочного материала при создании и реконструкции защитных лесных насаждений // Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 2018. № 223. С. 174—186.
17. *Подрезов Ю. В., Советских Т. А.* Разработка планов противопожарного устройства лесов — основа организации борьбы с лесными пожарами в Российской Федерации // Технологии гражданской безопасности. 2006. Т. 3, № 4 (12). С. 62—65.
18. *Залесов С. В., Годовалов Г. А., Крехтунов А. А., Платонов Е. Ю.* Защита населённых пунктов от природных пожаров // Аграрный вестник Урала. 2013. № 2 (108). С. 34—36.
19. *Томаков М. В., Томаков В. И.* Профилактика лесных пожаров на территории Курской области // Безопасность жизнедеятельности. 2020. № 4 (232). С. 52—60.
20. *Bartenev I. M., Popikov P. I., Maluykov S. V.* Research and development of the method of soil formation and delivery in the form of a concentrated flow to the edge of moving ground forest fire // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science International Jubilee Scientific and Practical Conference «Innovative Directions of Development of the Forestry Complex (FORESTRY-2018)». 2019. P. 012—052.
21. *Мясищев Д. Г.* Обоснование лесопожарных технологий и машин на базе средств малой механизации // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2008. № 4. С. 8.
22. *Гусев В. Г., Арцыбашев Е. С.* Исследования Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного хозяйства в области охраны лесов от пожаров // Труды Санкт-Петербургского научно-исследовательского института лесного

хозяйства. 2014. № 3 (339). С. 56—73.

23. Орловский С. Н. Обоснование технологии применения и компоновки тракторного лесопожарного грунтомета // Известия высших учебных заведений. Лесной журнал. 2014. № 2. С. 79—85.
24. Федорченко И. С., Бакач В. А., Беляев Д. А. Перспективы разработки малогабаритного устройства для локализации лесных низовых пожаров // Машиностроение: новые концепции и технологии: Сборник статей Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых учёных. Красноярск, 2019. С. 374—377.
25. Есков Д. В., Внуков Е. В., Ескова В. С. Грунтометательная машина и технология для борьбы с лесными пожарами // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. 2018. Т. 6, № 4 (40). С. 79—85.

References

1. Bartenev I. M., Druchinin D. Yu., Gnusov M. A. On the question of fighting forest fires with soil // Forestry Engineering Journal. 2012. № 4 (8). P. 97—101. (In Russ.)
2. Ivanov V. P., Marchenko S. I., Nartov D. I. Fire Prevention Measures for Forest Sites // Letters of higher educational institutions. Forest Journal. 2019. № 3 (369). P. 43—54. DOI: 10.17238/issn0536-1036.2019.3.43 (In Russ.)
3. Federal Forestry Agency (Rosleskhoz) // ATP «Consultant Plus» (date of treatment: 04.20.2020).
4. GOST R 57972-2017 Objects of fire-fighting arrangement of forests. General requirements // Electronic Fund of legal and normative-technical documentation (date accessed: 21.04.2020).
5. Forest code of the Russian Federation: Feder. law of 04 Dec. 2006 no. 200-FZ (ed. from 24.04.2020) // SPS «ConsultantPlus» (date accessed: 27.04.2020).
6. Sosnowchik Y. F. Fire prevention in the forest, development of equipment for the prevention and suppression of forest fires // «Kulaginsky readings: techniques and technologies of production processes»: XVII international scientific and practical conf. Chita, 2017. P. 234—242. (In Russ.)
7. Fokin S. V., Shportko O. N., Motova Yu. V. About the types of fire lines // Central Scientific Bulletin. 2017. Vol. 2, № 21 (38). P. 31—32. (In Russ.)
8. Fedyunina T. V., Rusinov A. V., Fedyunina E. Yu. The device of the mineralized fire protection strips // Research in construction, heat and gas supply and energy supply: International. scientific and practical conf. Saratov, 2016. P. 315—317. (In Russ.)
9. Drapalyuk M. V., Malyukov S. V., Gnusov M. A. Improving the operation of the soil-thrower machine // Young scientist. 2014. № 1-1 (03). P. 22—24. (In Russ.)
10. Gushchina V. A., Volodkin A. A. Improve protection of forests against fires Kuznetsk forestry the Penza region // Problems and monitoring of natural ecosystems: collection of articles of the V all-Russian scientific and practical conf. Penza, 2018. P. 56—59. (In Russ.)
11. Gromov I. A., Tyurin N. A. Model for optimizing the structure of the forest transport network taking into account the fire protection function of forest roads // Collection of articles on the materials of scientific and technical conf. Institute of technological machines and forest transport based on the results of research works in 2018. Saint-Petersburg, 2019. P. 125—129. (In Russ.)
12. Encyclopedia of forestry: In 2 t. Moscow : VNIILM, 2006. Vol. 2. 416 p. (In Russ.)
13. Moskalchenko S. A., Ivanov A. V., Ivanov V. A., Spitsina N. T. Fire hazard of non-forest lands in the territory of the Lower Angara // Coniferous boreal zone. 2012. Vol. 30, № 3-4. P. 291—297. (In Russ.)
14. Dobryakova E. I. Localization of creeping forest fires // Scientific bulletin NIIIGD Respirator. 2018. № 3 (55). P. 39—46. (In Russ.)
15. Shur Yu. Z., Stepchenko A. A., Gorovaya E. N., Shapoval N. V., Shepeleva I. S. Improving of Russian Federation forests fire prevention // Proceedings of the Saint-Petersburg Forestry

Research Institute. 2018. № 3-4. P. 54—65. (In Russ.)

16. *Druchinin D. Yu., Drapalyuk M. V.* Large planting material employment in the creation and reconstruction of protective forest plantations // *Izvestia Sankt-Peterburgskoj lesotehniceskoy akademii*. 2018. № 223. P. 174—186. DOI: 10.21266/2079-4304.2018.223.174-186 (In Russ.)
17. *Podrezov Yu. V., Sovetskikh T. A.* The development of forest fire fighting plans is the basis for organizing forest fire control in the Russian Federation // *Technologies of civil security*. 2006. Vol. 3, № 4 (12). P. 62—65. (In Russ.)
18. *Zalesov S. V., Godovalov G. A., Krektunov A. A., Platonov E. Yu.* Protection of inhabited localities against natural fires // *Agrarnyj vestnik Urala*. 2013. № 2 (108). P. 34—36. (In Russ.)
19. *Tomakov M. V., Tomakov V. I.* Prevention of Forest Fires in the Kursk region // *Life safety*. 2020. № 4 (232). P. 52—60. (In Russ.)
20. *Bartenev I. M., Popikov P. I., Malyukov S. V.* Research and development of the method of soil formation and delivery in the form of a concentrated flow to the edge of moving ground forest fire // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science International Jubilee Scientific and Practical Conference «Innovative Directions of Development of the Forestry Complex (FORESTRY-2018)»*. 2019. P. 012—052.
21. *Myasishev D. G.* Substantiation of Forest-fire Technologies and Machines Based on Small-scale Mechanization // *Letters of higher educational institutions. Forest Journal*. 2008. № 4. P. 8. (In Russ.)
22. *Gusev V. G., Arzybashev E. S.* Researches Saint-Petersburg Forestry Research Institute in the field of protection of forests from fires // *Proceedings of the Saint-Petersburg Forestry Research Institute*. 2014. № 2. P. 56—73. (In Russ.)
23. *Orlovsky S. N.* Technology and Structural Configuration of a Fire-Fighting Soil-Thrower // *Letters of higher educational institutions. Forest Journal*. 2014. № 3 (339). P. 79—85. (In Russ.)
24. *Fedorchenko I. S., Bakach V. A., Belyaev D. A.* Prospects of development of small-sized device for localization of forest grass-roots fires // *Engineering: new concepts and technologies: a collection of articles of the All-Russian Scientific and Practical. conf. students, graduate students and young scientists*. Krasnoyarsk, 2019. P. 374—377. (In Russ.)
25. *Eskov D. V., Vnukov E. V., Eskova V. S.* The machines and technologies for extinguishing forest fires with soil // *Relevant directions of scientific research of the 21st century: theory and practice*. 2018. Vol. 6, № 4 (40). P. 155—159. (In Russ.)